



JONAS ARAÚJO RESENDE ALMEIDA

LUIZA DE OLIVEIRA AZEVEDO

**COMPARATIVO DE DIFERENTES METODOLOGIAS
CONSTRUTIVAS, BUSCANDO SOLUÇÕES ECONÔMICAS PARA A
CONSTRUÇÃO DE UMA EDIFICAÇÃO NA CIDADE DE LAVRAS QUE
ATENDA ÀS EXIGÊNCIAS DOS FINANCIAMENTOS BANCÁRIOS**

**LAVRAS – MG
2019**

JONAS ARAÚJO RESENDE ALMEIDA
LUIZA DE OLIVEIRA AZEVEDO

**COMPARATIVO DE DIFERENTES METODOLOGIAS CONSTRUTIVAS,
BUSCANDO SOLUÇÕES ECONÔMICAS PARA A CONSTRUÇÃO DE UMA
EDIFICAÇÃO NA CIDADE DE LAVRAS QUE ATENDA ÀS EXIGÊNCIAS DOS
FINANCIAMENTOS BANCÁRIOS**

Trabalho de Conclusão do Curso apresentado à
Universidade Federal de Lavras, como parte das
exigências do Curso de Engenharia Civil, para a
obtenção do título de Bacharel.

Prof. Dr. Wisner Coimbra de Paula
Orientador

LAVRAS – MG
2019

**JONAS ARAÚJO RESENDE ALMEIDA
LUIZA DE OLIVEIRA AZEVEDO**

**COMPARATIVO DE DIFERENTES METODOLOGIAS CONSTRUTIVAS,
BUSCANDO SOLUÇÕES ECONÔMICAS PARA A CONSTRUÇÃO DE UMA
EDIFICAÇÃO NA CIDADE DE LAVRAS QUE ATENDA ÀS EXIGÊNCIAS DOS
FINANCIAMENTOS BANCÁRIOS**

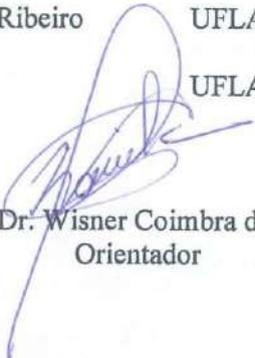
**COMPARATIVE OF DISTINCT CONSTRUCTION METHODOLOGIES SEEKING
ECONOMIC SOLUTIONS FOR THE CONSTRUCTION OF A BUILDING IN THE
MUNICIPALITY OF LAVRAS, MG, BRAZIL, THAT MEET THE DEMANDS OF
BANK FINANCINGS**

Trabalho de Conclusão do Curso apresentado à
Universidade Federal de Lavras, como parte das
exigências do Curso de Engenharia Civil, para a
obtenção do título de Bacharel.

APROVADO em 28 de junho de 2019.

Profª. Dra. Priscilla Abreu Pereira Ribeiro UFLA

Prof. Dr. Ígor José Mendes Lemes UFLA


Prof. Dr. Wisner Coimbra de Paula
Orientador

**LAVRAS – MG
2019**

AGRADECIMENTOS

Gostaríamos de agradecer, primeiramente, a todo o corpo docente da Engenharia Civil – UFLA que nos deu todo o suporte para que pudéssemos chegar até aqui.

Obrigado, ao professor Wisner Coimbra de Paula, pela orientação durante este período e ao professor da disciplina de Trabalho de Conclusão do Curso e coordenador do curso de Engenharia Civil, Lucas Henrique Pedroso Abreu que sempre esteve à disposição para dar suporte necessário em todos os momentos do período acadêmico.

Obrigado também à equipe da Universidade Federal de Lavras que, com o excelente trabalho, juntamente com o corpo docente da Engenharia Civil, fizeram com que nosso curso fosse reconhecido com nota máxima pelo MEC. Tal fato, será de grande importância para nós, futuros profissionais formados no curso de Engenharia Civil da UFLA.

Agradecemos também, aos nossos familiares e amigos, por serem nossa base. Em especial, Ana Bárbara, Lívia, Marcella e Marina, pelo companheirismo de sempre.

RESUMO

Com o crescimento do déficit de população, no Brasil, que atinge, principalmente, às famílias de baixa renda, o governo brasileiro, em parceria com a Caixa Econômica Federal, criou um programa de financiamentos para residências de pequeno porte, em 2007, o programa “Minha Casa Minha Vida”, assim como outros bancos também iniciam programas de financiamentos, porém com juros relativamente maiores o que abasteceu o mercado da construção civil gerando a necessidade de buscar soluções econômicas para a construção dessas edificações. Neste trabalho, são analisados e comparados alguns dos métodos construtivos mais utilizados na região, para isso são elaborados dois projetos arquitetônicos: um com telhado aparente e um com telhado embutido. Para os dois projetos são analisados o menor custo entre eles, não só comparando a cobertura, mas também a possível diferença que irá causar na estrutura, para isso, é elaborado um projeto estrutural para cada um dos projetos arquitetônicos. Como complementos do trabalho também são comparados, para cada projeto, dois tipos de alvenaria (blocos cerâmicos e blocos de concreto) e dois tipos de revestimento (revestimento com reboco de cal e cimento e revestimento de gesso na parte interna). Por fim, a partir da análise comparativa obteve-se o traçado mais econômico para a edificação, sendo este: projeto com telhado embutido com telha de fibrocimento, vedação com bloco cerâmico, revestimento interno de gesso e externo com argamassa de cimento e cal.

Palavras-chave: Casa-popular. Economia. Concreto-armado. Financiamento. Construção-civil. Quantitativo. Orçamento.

ABSTRACT

Due to the growth of the deficit of the Brazilian population, which reaches low-income families, in 2007, the Brazilian government has created a financing program for small residences in partnership with the Caixa Econômica Federal, the “Minha Casa, Minha Vida” program. Other banks have also begun financing programs in this sense but with relatively higher interest rates. The designers must solve the issue of the high costs in construction and seek a construction as economical as possible without hindering its functionality and safety, to meet the demands of the financing for small residences. This work consisted of a comparative study of construction methodologies common to the market of civil construction among which we present the types of sealing, coating, and cover, to find a better economic analysis for building financed houses in reinforced concrete structures. In this work, we analyze and compare some of the construction methods most often used in the region through two architecture projects, one with an apparent roof and another with an embedded roof. We analyzed the lowest cost between projects, comparing the cover and the possible difference it might cause to the structure by elaborating a structural project for each architectural project. As complements, we also compared two types of masonry (ceramic blocks and concrete blocks) and two types of coating (lime and cement plaster coating and internal plaster coating) for each project. Finally, we obtained the most economical route for the construction based on the comparative analysis, consisting of design with embedded, fiber cement tile roof, ceramic block sealing, internal plaster coating, and external coating with cement and lime mortar.

Keywords: Popular housing. Economy. Reinforced concrete. Financing. Civil construction. Quantitative. Budget.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Incidência solar no hemisfério sul.....	17
Figura 2 - Telhas Cerâmicas.....	21
Figura 3 - Telhas de fibrocimento.....	21
Figura 4 - Telhas metálicas.....	22
Figura 5 - Blocos cerâmicos furados.....	23
Figura 6 - Blocos de concreto.....	24
Figura 7 - <i>Layout</i> Projeto com telhado aparente (sem escala).....	30
Figura 8 - Fachada com Telhado Aparente e Embutido.....	31
Figura 9 - Valores do coeficiente adicional γ_n	34
Figura 10 - Classificação da agressividade do ambiente conforme localização da edificação.....	34
Figura 11 - Correspondência entre classe de agressividade e cobrimento nominal, para $\Delta c = 10$ mm.....	35
Figura 12 - Mapa de isopleias.....	37
Figura 13 - Consumo per capto de água por habitante.....	38
Figura 14 - Peso estimado por metro quadrado de projeção horizontal de telhados considerando telhas e estrutura do mesmo.....	39
Figura 15 - Pesos de materiais da construção civil.....	40
Figura 16 - Valores mínimos das cargas verticais.....	40
Figura 17 - Fluxograma das etapas do processo.....	42
Figura 18 - Traçado dos quantitativos elaborados.....	42
Figura 19 - Fluxograma de etapas para orçamentos utilizando o CUB.....	45
Figura 20 - Relatório gerado pela SINDUSCON-MG.....	46
Figura 21 - Concepção estrutural do projeto arquitetônico com telhado aparente, do nível baldrame.....	48
Figura 22 - Concepção estrutural do projeto arquitetônico com telhado aparente, do nível cobertura.....	49
Figura 23 - Concepção estrutural do projeto arquitetônico com telhado embutido, do nível cobertura.....	50
Figura 24 - Dimensões da caixa d'água escolhida.....	55
Figura 25 - Comparativo de custo de diferentes blocos para os dois tipos de projetos.....	59
Figura 26 - Comparativo de custo de diferentes rebocos para os dois tipos de telhado.....	60

Figura 27 - Gráfico comparativo entre as coberturas de telha cerâmica e telha de fibrocimento.....	61
Figura 28 - Gráfico comparativo dos custos da estrutura para os dois projetos.....	62
Figura 29 - Gráfico com os custos discriminados do processo construtivo da estrutura.....	63
Figura 30 - Gráfico comparativo do somatório das etapas analisadas:	64

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Coeficientes de majoração de cargas.....	36
Tabela 2 - Coeficientes de ponderação.	37
Tabela 3 - Dimensionamento da altura das vigas da concepção estrutural do projeto com telhado aparente.	51
Tabela 4 - Dimensionamento da altura das vigas da concepção estrutural do projeto com telhado embutido.....	52
Tabela 5 - Dimensionamento da altura da laje da concepção estrutural do projeto com telhado aparente.	53
Tabela 6 - Dimensionamento da altura da laje da concepção estrutural do projeto com telhado embutido.	54
Tabela 7 - Carregamentos das vigas de cobertura do projeto com telhado aparente.	55
Tabela 8 - Cálculo do carregamento devido a caixa d'água	55
Tabela 9 - Carregamentos considerados para o projeto estrutural com telhado aparente.....	56
Tabela 10 - Carregamentos considerados para o projeto estrutural com telhado embutido.....	57
Tabela 11 - Dados do tipo de solo.	57
Tabela 12 - Considerações da carga de vento.....	58
Tabela 13 - Resumo dos custos finais por etapa.....	58
Tabela 14 - Comparativo de custo entre o telhado de telha cerâmica e de fibrocimento:.....	61
Tabela 15 - Custos discriminados do processo construtivo da estrutura.....	62
Tabela 16 - Comparativo do somatório das etapas analisadas.	63

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
CBIC	Câmara Brasileira da Indústria da Construção
CUB	Custo Unitário Básico
ELS	Estado de Limite de Serviço
ELU	Estado Limite Último
MCMV	Minha Casa, Minha Vida
NBR	Norma Técnica Brasileira
SINAPI	Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil
SINDUSCON-MG	Sindicato da Indústria da Construção Civil no Estado de Minas Gerais
SPT	Ensaio de Penetração Padrão
TCPO	Tabelas de Composições e Preços para Orçamentos
UNICAMP	Universidade Estadual de Campinas
ZMA	Zona Mista Adensada

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	12
2	REFERENCIAL TEÓRICO	13
2.1	A problemática da carência de moradias no Brasil	13
2.1.1	Déficit habitacional	13
2.1.2	Financiamentos bancários para a obtenção de imóvel residencial	13
2.2	Projeto Arquitetônico	14
2.2.1	Definição e Conceitos	15
2.2.2	Etapas e Elaboração	15
2.2.3	Normas municipais de aprovação	17
2.3	O Projeto Estrutural	18
2.4	Processos construtivos	19
2.4.1	A importância do estudo dos processos construtivos	19
2.4.2	Cobertura	20
2.4.3	Elementos de vedação	22
2.4.4	Reboco de parede	24
2.5	Quantitativos e Orçamentos	25
2.5.1	Conceitos	25
2.5.2	Orçamentos Discriminados	26
2.5.3	Orçamentos de Correlações	27
3	METODOLOGIA	28
3.1	Projeto arquitetônico	28
3.1.1	Levantamento de dados	28
3.1.2	Programa de necessidades	29
3.1.3	Estudo de viabilidade	29
3.1.4	Estudo preliminar e anteprojeto	29
3.1.5	Projeto legal e executivo	31
3.2	Projeto estrutural	32
3.3	Comparação quantitativa e orçamentária entre métodos construtivos	41
3.3.1	Orçamento Discriminado	41
3.3.2	Orçamento por correlação	44
4	RESULTADOS	47
4.1	Projeto Arquitetônico	47
4.2	Projeto Estrutural	47
4.3	Quantitativos e orçamentos dos métodos construtivos	58
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS	65
6	CONCLUSÃO	66
	REFERÊNCIAS	67
	APÊNDICE A – Projeto topográfico	71
	APÊNDICE B – Projeto arquitetônico legal com telhado aparente	72
	APÊNDICE C – Projeto arquitetônico legal com telhado embutido	73
	APÊNDICE D – Projeto de concepção estrutural	74

APÊNDICE E – Projeto estrutural telhado aparente.....	75
APÊNDICE F – Projeto estrutural telhado embutido.....	79
APÊNDICE G – Planilhas de quantitativos e orçamentos	83
ANEXO A – Ensaio SPT do solo.....	95

1 INTRODUÇÃO

Levando em consideração o déficit habitacional no Brasil e os programas de financiamentos proporcionados por bancos federais, o trabalho busca trazer alternativas aplicadas à construção civil com o intuito de reduzir os custos em métodos construtivos.

Conduziu-se, este trabalho, com o objetivo de analisar diferentes materiais e metodologias construtivas, visando encontrar a solução mais econômica para a construção de edificações de baixo porte, na cidade de Lavras, seguindo as diretrizes de financiamentos bancários e visando a atender tanto as necessidades da população de baixa renda quanto as de investidores que fazem uso desse modelo de edificação.

São estudados alguns métodos construtivos mais utilizados na região, dentre os quais temos: telhado embutido, utilizando telha de fibrocimento, telhado aparente, com telhas cerâmicas, alvenaria de vedação com bloco cerâmico e com bloco de concreto e revestimento com reboco de cimento e cal e com reboco de gesso.

Para fazer a análise proposta, primeiramente a partir de um lote convencional da cidade de Lavras, serão elaborados os projetos arquitetônicos de uma casa que se encaixe nos padrões de financiamento dos bancos com as duas tipologias: telhado aparente e telhado embutido. Posteriormente, é feito o projeto estrutural para os diferentes tipos de projeto arquitetônico e então são feitos os quantitativos e orçamentos para os dois projetos das seguintes etapas: estrutura de concreto armado, fundações, cobertura, dois tipos de revestimento, dois tipos de alvenaria.

Dessa forma, busca-se traçar o melhor caminho para minimizar o custo da edificação e fazer comparativos do valor reduzido, utilizando os diferentes métodos construtivos.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 A problemática da carência de moradias no Brasil

Um problema evidenciado, no Brasil, é a falta de moradias que atinge, principalmente, a população de baixa renda. Para sanar essa carência, surgem os financiamentos bancários para subsidiar a aquisição da casa própria à população de baixa renda.

Segundo o Censo Demográfico (2010), o déficit habitacional é de 6,490 milhões de unidades, e correspondente a 12,1% dos domicílios do país. A região Sudeste concentra 38% do déficit habitacional do país, o que corresponde a 2,674 milhões de unidades, mais da metade (1,495 milhões) em São Paulo. Outros 30% do déficit habitacional vem da região Nordeste, com destaque para os estados do Maranhão e da Bahia, com 421 mil e 521 mil unidades, respectivamente. A região Centro-Oeste apresenta o menor déficit habitacional do Brasil, cerca de 560 mil unidades.

2.1.1 Déficit habitacional

Segundo o Ministério das Cidades (BRASIL, 2011, p. 13), “O conceito de déficit habitacional utilizado está ligado diretamente às deficiências do estoque de moradias”. O autor revela ainda que essa deficiência é decorrente da ausência de construções com condições adequadas para moradia. Cita-se ainda que o fato possa ser comprovado, já que grande parte da população tem dificuldades em pagar os altos valores de aluguel e, além disso, tem-se um índice de apartamentos com uma densidade elevada de moradores e um significativo número de famílias que pretendem obter uma moradia unifamiliar.

Para Gonçalves (1998), o déficit habitacional é significativamente maior para a população de renda mais baixa, uma vez que, a maior parte das edificações que são alugadas ou emprestadas são ocupados por essa parcela da população.

2.1.2 Financiamentos bancários para a obtenção de imóvel residencial

Considerando os fatores citados no tópico acima, é criado pelo Governo Federal em julho de dois mil e nove, o Programa “Minha Casa, Minha Vida (MCMV)” sancionado pela Lei 11.977 (GONÇALVES JÚNIOR et al., 2014).

O programa MCMV é definido como: “[...] uma iniciativa do Governo Federal que oferece condições atrativas para o financiamento de moradias nas áreas urbanas para famílias de baixa renda” (CAIXA ECONÔMICA FEDERAL, 2019a).

No Quadro 1, apresenta-se como é feita a divisão do programa MCMV, com base na renda da pessoa que busca o financiamento.

Quadro 1 - Tabela com divisão do programa MCMV por faixas de acordo com a renda.

DIVISÃO DO PROGRAMA MCMV POR FAIXAS DE ACORDO COM A RENDA		
FAIXA	RENDA	INFORMAÇÕES:
FAIXA 1	Até R\$ 1.800,00	Financiamento de até 120 meses, com prestações mensais que variam de R\$ 80,00 a R\$ 270,00, conforme a renda bruta familiar. A garantia para o financiamento é o imóvel adquirido.
FAIXA 1,5	Até R\$ 2.600,00	Empreendimento é financiado pela Caixa com taxas de juros de apenas 5% ao ano e até 30 anos para pagar e subsídios de até 47,5 mil reais
FAIXA 2	Até R\$ 4.000,00	Subsídios de até R\$ 29.000,00.
FAIXA 3	Até R\$ 7.000,00	Taxas de juros diferenciadas em relação ao mercado

Fonte: Caixa Econômica Federal (2019a).

O valor do empréstimo varia para cada região e é de acordo com uma análise feita pelo banco, assim como o valor da entrada necessária. Quanto menor o custo da edificação menor o valor do empréstimo e, conseqüentemente, das parcelas e da entrada.

Além do programa “Minha Casa Minha Vida”, existem outros programas de financiamentos bancários ofertados por bancos particulares, os quais possuem modelos parecidos com o da Caixa Econômica Federal, porém, com juros maiores.

O imóvel financiado pode ser casa ou apartamento e geralmente apresenta uma área construída de até setenta metros quadrados e tem seu valor estimado entre noventa mil e cento e vinte mil reais (esses valores variam de acordo com a região da construção do empreendimento).

2.2 Projeto Arquitetônico

O projeto arquitetônico tem por finalidade atender às necessidades do proprietário e/ou investidor, de modo que a construção da edificação seja funcional e econômica e, além disso,

que respeite as normatizações da construção civil da cidade na qual o projeto se encontra e as normas técnicas.

2.2.1 Definição e Conceitos

De acordo com Portugal (2017, p. 4),

O projeto arquitetônico apresenta as dimensões físicas da obra, o espaço que ela irá ocupar no terreno, as dimensões dos ambientes, as localizações primárias de pilares, o posicionamento das instalações fixas, dos elevadores, das peças sanitárias, etc.

Pode-se dizer que o projeto arquitetônico é um dos principais projetos para a construção de uma edificação. Dele se obtém parâmetros importantes para a elaboração dos demais projetos e futuros planejamentos da edificação, assim como quantitativos e orçamentos.

Para a elaboração de um projeto arquitetônico, devem ser analisadas diversas informações sobre o terreno, seu entorno, condições climáticas e uso da edificação. Além disso, o projeto deve obedecer às leis municipais e às normas específicas de cada tipo de edificação.

2.2.2 Etapas e Elaboração

Segundo a NBR 13532 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT, 1995), o processo de elaboração do projeto arquitetônico é dividido em oito etapas, sendo elas:

- a) Levantamento de dados;
- b) Programa de necessidades;
- c) Estudo de viabilidade;
- d) Estudo preliminar;
- e) Anteprojeto;
- f) Projeto legal;
- g) Projeto básico;
- h) Projeto Executivo.

No levantamento de dados, é analisado o levantamento topográfico que deve ser feito previamente no local. Nessa etapa, são produzidas informações técnicas sobre as leis municipais de uso e ocupação do solo, além de fazer uma análise sobre a documentação do lote para obter informações sobre a situação cadastral do mesmo. Ressalta-se também que devem ser levadas em consideração construções já existentes no terreno, edificações vizinhas, posicionamento do sol, entre outros parâmetros NBR 13532 (ABNT, 1995).

O levantamento topográfico é definido como:

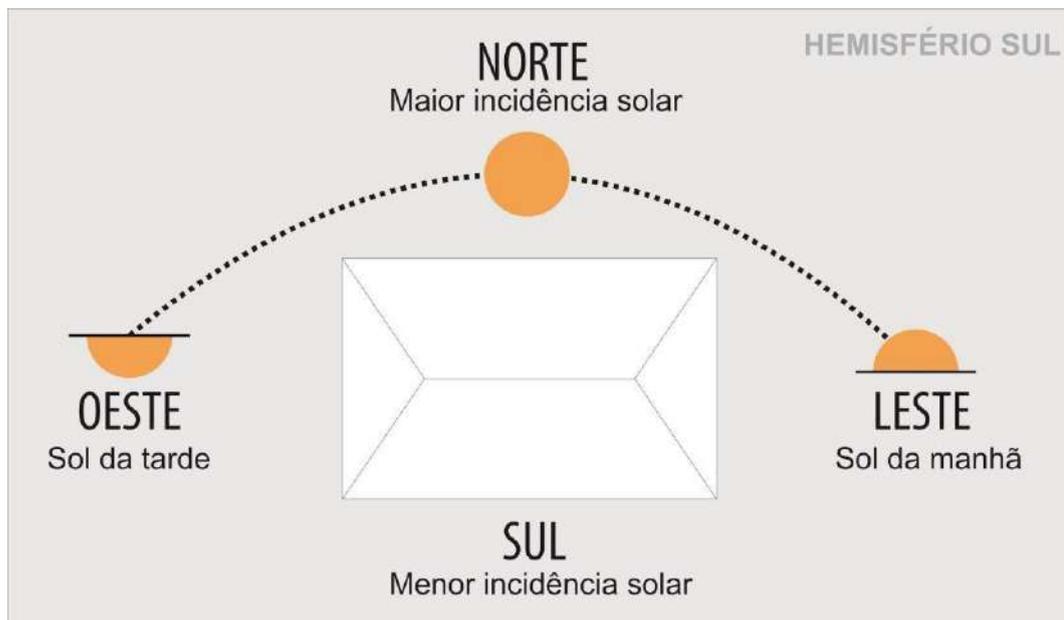
Conjunto de métodos e processos que, através de medições de ângulos horizontais e verticais, de distâncias horizontais, verticais e inclinadas, com instrumental adequado à exatidão pretendida, primordialmente, implanta e materializa pontos de apoio no terreno, determinando suas coordenadas topográficas. A estes pontos se relacionam os pontos de detalhe visando a sua exata representação planimétrica numa escala pré-determinada e à sua representação altimétrica por intermédio de curvas de nível, com equidistância também pré-determinada e/ou pontos cotados (ABNT, 1995, p. 3).

Já, para a localização do sol, segundo Ramos (2015), devem ser levadas em consideração as seguintes informações sobre a orientação solar do local de implantação do projeto:

[...] no hemisfério sul, a face norte é a que recebe a maior incidência de sol durante o dia e a face sul é a que menos recebe sol, a face leste recebe o sol da manhã e a oeste o sol da tarde. [...] Na face oeste, onde incide o sol da tarde podemos posicionar os ambientes de pequena e média permanência, pois essa face faz com que os ambientes esquentem bastante, já para a face leste é interessante posicionar os quartos e varandas, pois é a face que recebe o sol da manhã, mantendo assim, temperaturas agradáveis. Deve-se tomar cuidado com a face sul, pois ela recebe muita pouca incidência do sol e isso faz com os ambientes possam se tornar mais úmidos.

Na Figura 1, mostra-se como ocorre a incidência solar no hemisfério sul.

Figura 1 - Incidência solar no hemisfério sul.



Fonte: Ramos (2015).

O programa de necessidades tem como função levantar as informações da futura construção como: *layout* e definição de qual utilidade se dará aos ambientes, área de construção pretendida, número de pavimentos etc. O estudo de viabilidade é a compatibilização entre o programa de necessidades e o levantamento de dados, dessa análise, deve-se tirar a conclusão sobre a viabilidade de tal construção (ABNT, 1995).

Na etapa do anteprojeto, tem-se a primeira versão dos desenhos e memorial da futura edificação. Nesta são feitas as modificações pelo engenheiro ou arquiteto até que o projeto chegue à versão aprovada pelo cliente (ABNT, 1995).

Ainda segundo a NBR 13532 (ABNT, 1995), a versão final do projeto deve ser obrigatoriamente apresentada de duas formas: o projeto legal e o projeto executivo. Na versão do projeto legal, são apresentadas todas as informações e documentações necessárias para que a execução do projeto elaborado tenha o alvará expedido pela prefeitura do município. O projeto executivo deve conter todas as informações apresentadas em desenhos, planilhas e memoriais que o responsável pela execução irá necessitar ao longo da obra.

2.2.3 Normas municipais de aprovação

Com o crescimento urbano no Brasil foi necessário que as cidades de médio e grande porte sancionassem leis de zoneamento dos municípios assim como a elaboração de códigos de obras para que houvesse o controle do crescimento.

As leis de zoneamento têm grande importância para que a cidade coloque em prática um plano diretor. Por meio dessa lei, é possível delimitar regiões de uso residencial, comercial, industrial ou misto. O mapa de zoneamento também deve informar regiões que podem ou não ser habitadas e restringir construções em regiões de preservação e/ou regiões não adequadas para a construção, por exemplo, zonas suscetíveis a enchentes.

As leis municipais que regulamentam a construção civil são: O Código de Obras, vigente na cidade de Lavras – MG desde o dia 25 de julho de 2018, e a Lei Complementar de Zoneamento, em vigência desde 22 de setembro de 2018. Ambas as leis foram sancionadas durante o mandato da Prefeita Jussara Menicucci de Oliveira.

Das disposições gerais segundo a Lei Complementar nº154 (LAVRAS, 2008a, p. 1), tem-se que:

Esta Lei dispõe sobre as regras gerais e específicas a serem obedecidas no projeto, licenciamento, execução, manutenção e utilização das obras e edificações, dentro dos limites dos imóveis situados no município de Lavras, sejam elas residenciais, comerciais e de serviço, industriais, especiais, mistas ou institucionais. [...] Toda e qualquer construção, reforma e ampliação de edifícios, efetuada por particulares ou entidade pública, a qualquer título, é regulada pela presente Lei, obedecidas as normas federais e estaduais relativas à matéria.

A Lei supracitada tem sequência na Lei Complementar nº156 (LAVRAS, 2008b), que estabelece o zoneamento da cidade de Lavras, assim como a lei de uso e ocupação do solo em toda Zona Urbana do município. O conceito de Zona Urbana também é estabelecido pela Lei e podem ser definidos: “[...] em função da dinâmica de ocupação e adensamento do território municipal, observadas suas potencialidades e restrições, mediante lei municipal específica que lhes estabeleça a delimitação” (LAVRAS, 2008b, p. 1).

Dessa forma, todas as construções realizadas na Zona Urbana da cidade de Lavras – MG devem obedecer tais legislações.

2.3 O Projeto Estrutural

De acordo com Alva (2007), um projeto estrutural adequado é aquele que contempla, ao mesmo tempo, a economia, a durabilidade e mantenha as características do projeto arquitetônico.

Existem no mercado diferentes concepções estruturais, como estrutura em concreto armado, estruturas metálicas, alvenaria estrutural, entre outros.

A partir de 1924, quase todos os cálculos estruturais feitos no Brasil foram realizados em concreto armado, dando destaque para o engenheiro estrutural Emílio Baumgart, o qual realizou diversos cálculos de estruturas de concreto armado reconhecidas mundialmente (BASTOS, 2006).

O concreto armado consiste na associação do concreto simples, mistura de cimento, água, areia e pedra, com uma armadura. Segundo Pinheiro (2007) essa associação confere às estruturas de concreto armado as seguintes vantagens:

- a) Moldáveis;
- b) Monolítico;
- c) Boa resistência a carregamentos;
- d) Baixo custo dos materiais e da mão de obra;
- e) Processos construtivos conhecidos em todo o Brasil;
- f) Facilidade e rapidez na execução;
- g) Durável;
- h) Baixo custo de manutenção.

As desvantagens do concreto armado consistem na baixa resistência à tração, que é corrigida com as barras de aço colocadas no concreto simples; fissuração; fragilidade; peso próprio elevado, o que aumenta o custo da fundação; e corrosão das armaduras.

A principal norma brasileira que regulamenta o dimensionamento de estruturas em concreto armado é a NBR 6118/2014 – Projeto de estruturas de concreto – Procedimentos.

2.4 Processos construtivos

Os processos construtivos consistem em todas as etapas realizadas no decorrer da obra. Esses processos devem ser analisados e programados de modo a obter uma construção mais econômica e de execução mais rápida.

2.4.1 A importância do estudo dos processos construtivos

Os processos construtivos estabelecidos pela equipe de administração da obra, podem trazer grandes lucros, mas também prejuízos. Dessa forma, é importante o estudo detalhado antes da execução da obra para que o melhor método seja aplicado.

O planejamento e o cumprimento de cronogramas e orçamentos estão diretamente relacionados com o custo final do empreendimento, logo com o lucro obtido pela empresa.

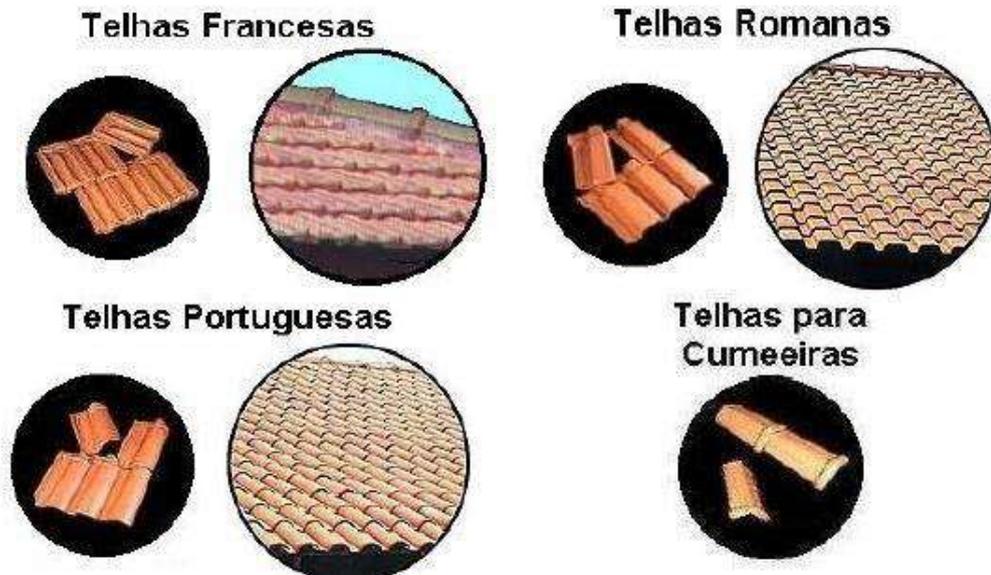
Com o desaquecimento do mercado imobiliário, engenheiros responsáveis pela gestão de obras são cada vez mais cobrados por resultados. Cumprimento de metas de custos, prazos e qualidade, além de visão global do negócio, são os desafios diários desses profissionais (REVISTA TÉCHNE, 2015, p. 28).

2.4.2 Cobertura

Para Logsdon (2002, p. 5), “o termo cobertura é utilizado para designar todo o conjunto da obra destinado a abrigá-la das intempéries”. No Brasil, entende-se que os intemperes são, principalmente, as chuvas e as variações de temperatura. Além disso, claramente a cobertura protege o ambiente de animais, insetos entre outros fatores externos. A cobertura de uma residência é constituída pelas telhas e pela estrutura de sustentação as telhas e transfere os carregamentos para a estrutura da edificação. Segundo Logsdon (2002), atualmente, no Brasil, as principais telhas utilizadas em construções residências são as cerâmicas e as de fibrocimento. Existem também, no mercado, as telhas metálicas de uso predominantemente no setor industrial. Todavia, Mezzomo (2007) mostrou que as telhas metálicas vêm crescendo fortemente também no mercado residencial.

A telha cerâmica, utilizada em telhados aparentes, é a telha mais utilizada no Brasil, apesar de ter perdido mercado para as edificações com telhado embutido, presentes na arquitetura do século XXI. As telhas cerâmicas são de fácil obtenção no mercado da construção civil e estão presentes em diferentes tipos, sendo: portuguesa, francesa, romana, colonial, paulista entre outras, as quais podem ser observadas na Figura 2. Elas se diferem na geometria, dimensões, e forma de encaixe e devem ter inclinação entre vinte e cinco e trinta e cinco por cento (LOGSDON, 2002).

Figura 2 -Telhas Cerâmicas.



Fonte: Logsdon (2002).

As estruturas de telhado aparente com telhas cerâmicas são geralmente de madeira e possuem maior complexidade quando comparado aos outros tipos de telhado (fibrocimento e metálica). Justamente por isso, esse tipo de telhado geralmente tem o custo mais elevado. As peças constituintes da estrutura são: ripas, caibros, terças e tesouras que são constituídas pelos banzos superiores e inferiores, montantes e diagonais (LOGSDON, 2002). As telhas de fibrocimento e metálicas estão representadas nas Figuras 3 e 4, respectivamente.

Figura 3 - Telhas de fibrocimento.



Fonte: Logsdon (2002).

Figura 4 - Telhas metálicas.



Fonte: Mezzomo (2007).

Para as estruturas de telhado embutido, utilizam-se telhas que tenham maior escoamento e/ou tenham menos locais que permitam possíveis infiltrações e, conseqüentemente, necessitam de menor inclinação, a qual deve ser de até dez por cento.

O Engenheiro Civil Luiz Alexandre Reis Silva, da Brasil Incorporações em nota para a revista online Construção e Mercado (MARIANE, 2012), citou os benefícios da telha de fibrocimento em comparação com a metálica. Essas telhas apresentam diferentes tamanhos e espessuras, além disso, são elementos duráveis e de fácil instalação e manutenção. As telhas de fibrocimento, apesar de ter baixo isolamento térmico, podem ser complementadas com mantas ou pintadas externamente para melhor isolamento. No desempenho acústico, a telha de fibrocimento se destaca, além de apresentar boa resistência mecânica. Já para as telhas metálicas, Mariane (2012), citou que as mesmas apresentam bom isolamento térmico (quando utilizado as telhas “sandwiches”), mas o mesmo não acontece com a acústica. É justamente pelo baixo isolamento acústico que as telhas metálicas ainda não são amplamente utilizadas no mercado da construção civil residencial, principalmente em períodos de chuvas.

2.4.3 Elementos de vedação

Para Franco (1998), a vedação vertical é elemento do processo construtivo que tem como função dividir a edificação em frações e permitir que os ambientes exerçam as funções para as quais foram projetados.

O custo da vedação de uma construção não é tratado com a importância necessária comparada a outros itens (estrutura, acabamentos, cobertura), pois seu valor unitário não é alto. Todavia, por ser um elemento que é utilizado em grandes quantidades, a vedação vertical acaba gerando um alto custo produtivo, o que faz com que esse material seja responsável por uma elevada porcentagem dos custos de uma obra (FRANCO, 1998).

No Brasil, os principais materiais utilizados como elementos de vedação vertical são os blocos furados cerâmicos e os blocos de concreto. A aplicabilidade desses blocos e seus custos serão estudados neste trabalho.

As vedações de tijolo cerâmico são constituídas geralmente por blocos cerâmicos furados (popularmente chamados de lajotas) e têm como material base argila. O tijolo cerâmico furado, atualmente é mais utilizado na construção civil, comparado aos tijolos cerâmicos maciços. Esses tijolos furados são mais leves e têm melhor comportamento como isolante térmico, justamente pelos espaços vazios em seu interior (PENTEADO; MARINHO, 2011). Na Figura 5, apresenta-se a construção com tijolos furados.

Figura 5 - Blocos cerâmicos furados.



Fonte: Sousa (2010).

Já o bloco de concreto, segundo a NBR 6136 (ABNT, 1994b), é constituído por cimento *Portland*, agregados e água. Para Penteado e Marinho (2011), o bloco de concreto é um elemento de vedação também muito utilizado no país, pois já está difundido nos costumes do Brasil. Esse bloco tem baixo custo, apresenta facilidade de assentamento, porém tem maior densidade comparada ao tijolo cerâmico furado.

Figura 6 - Blocos de concreto.



Fonte: Penteado e Marinho (2011).

2.4.4 Reboco de parede

As argamassas de revestimento, segundo Sousa (2010, p. 7), devem “[...] proteger as alvenarias/suportes e a estrutura contra a ação de agentes hostis, evitando a sua degradação e aumentando a sua durabilidade”. Dessa forma, se observa que a função da argamassa de revestimento vai além da estética, e nota-se que ela é um elemento construtivo importante para a garantia de qualidade da edificação. Para Sousa (2010), é ideal que o produto utilizado no processo de reboco da alvenaria apresente: estabilidade, segurança contra incêndio, higiene, saúde e ambiente, segurança ao uso, proteção contra o ruído e a economia de energia.

Os revestimentos podem ser caracterizados de duas formas: revestimento interno e externo. O revestimento externo deve oferecer acabamento, isolamento térmico, estanqueidade e impermeabilização. O revestimento interno é utilizado principalmente para regularização e acabamento. Em ambientes molhados (cozinhas, lavanderias, banheiros) os tipos de revestimento possuem também função impermeabilizante, podendo substituir ou atuar conjuntamente com as tintas próprias impermeabilizantes, revestimentos cerâmicos e porcelanatos (SOUSA, 2010).

Dessa forma, é possível concluir que argamassa de cimento e cal é a mais utilizada para reboco de alvenaria, pois apresenta bom desempenho nas funções que um revestimento deve exercer. A sua composição é basicamente: cimento Portland, agregado e água.

No atual mercado da construção civil, é discutido o uso de revestimento de gesso em vedações e estruturas de concreto, principalmente em revestimentos internos - já que o gesso não exerce função impermeável (BARDELLA, 2011).

Segundo John e Antunes (2002), as argamassas de gesso são viáveis para a utilização como revestimento na construção civil, uma vez que apresentam grande aderência, inclusive em superfícies lisas (estruturas de concreto), dispensando o uso de chapisco ou outros elementos utilizados para melhorar a aderência entre os materiais. Essas argamassas devem ser aplicadas em superfícies limpas e secas para que a aderência seja atingida.

Bardella (2011) ressalta que é importante a verificação da qualidade da pasta de gesso aplicada no uso de revestimentos, pois dependendo do tipo aplicado podem aparecer anomalias. “O resultado final depende de fatores como: a mistura das pastas, a forma de aplicação e de fatores externos ao revestimento” (BARDELLA, 2011, p. 23).

2.5 Quantitativos e Orçamentos

O levantamento quantitativo e o orçamento são importantes, uma vez que, por meio dessa etapa, é possível se fazer uma previsão dos gastos da construção e, ainda, ver em quais processos é possível se gerar uma maior economia.

2.5.1 Conceitos

O orçamento de uma obra é uma das etapas essenciais para o profissional do mercado, principalmente sendo a partir dele que, possivelmente, é mensurado o lucro obtido a partir de determinado empreendimento.

[...] um orçamento pode ser definido como a determinação dos gastos necessários para a realização de um projeto, de acordo com um plano de execução previamente estabelecido [...] O orçamento de um projeto baseia-se na previsão de ocorrência de atividades futuras logicamente encadeadas e que consomem recursos, ou seja, acarretam custos que são, geralmente, expressos em termos de uma unidade monetária padrão, sendo, pois, basicamente uma previsão de ocorrências monetárias ao longo do prazo de execução do projeto (LIMMER, 1997, p. 59).

Para Santos, Antunes e Balbinot (2014), podem acontecer equívocos nos orçamentos que acarretam em enormes prejuízos, uma vez que os resultados obtidos em orçamentos são a principal informação na tomada de decisões das empresas. A fonte de maior erro são os

quantitativos, em razão da grande quantidade de números, informações e variáveis. Dessa forma, é necessário compreender a importância dessa etapa em um empreendimento.

Segundo Limmer (1997), os orçamentos são divididos em dois tipos: o método da correlação e o método da quantificação. Métodos de correlação são levados em consideração avaliações e estimativas, seguindo, variáveis como: a metragem quadrada, o padrão e localização da edificação. Já processos de quantificação apresentam maior exatidão, pois quantificam e planejam as etapas da construção e com os dados levantados é feita a orçamentação.

2.5.2 Orçamentos Discriminados

Para Azevedo et al. (2011, p. 20),

Os orçamentos discriminados, conhecidos também como detalhados, são aqueles compostos por uma listagem dos serviços necessários para a execução de uma obra. Em princípio, só podem ser realizados após a conclusão do projeto, com as discriminações técnicas, memoriais, projetos gráficos (arquitetônico, estrutural, hidráulico, elétrico e outros) e detalhamentos. Ou seja, quando todas as definições necessárias já foram efetuadas pelos projetistas. Não existem orçamentos ‘exatos’, a rigor, pois a quantidade de informações a ser gerenciada é grande e a construção civil é um setor que tipicamente apresenta variabilidade.

Segundo as Tabelas de Composições e Preços para Orçamentos (TCPO, 2010), a orçamentação tem como objetivo a função de listar as etapas da obra e os serviços necessários para a sua execução, utilizando como base projetos e detalhamentos feitos previamente pelo profissional responsável. A partir desses quantitativos e utilizando as tabelas da TCPO, é feito o levantamento da quantidade de mão de obra e de material utilizado para finalizar determinada tarefa.

Os quantitativos são baseados em projetos, sendo assim, é importante que estes projetos tenham sido detalhados com precisão para que ocorra uma menor probabilidade de erros. Como visto no tópico anterior, equívocos em quantitativos evitam prejuízos para as empresas.

Após a quantificação dos serviços são adicionados os insumos de materiais (areia, cimento, blocos), mão de obra (pedreiro, servente, serralheiro) e equipamentos (furadeiras) para, posteriormente, obter o custo de uma etapa ou da construção como um todo (AZEVEDO et al., 2011). Os custos desses itens são retirados da versão mais atual do “Sistema Nacional

de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil (SINAPI)”, para este trabalho é utilizada a versão de maio de dois mil e dezenove.

2.5.3 Orçamentos de Correlações

A elaboração baseada em correlações pode ser feita utilizando o Custo Unitário Básico (CUB). De acordo com a Câmara Brasileira da Indústria da Construção (SINDICATO DA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO CIVIL NO ESTADO DE MINAS GERAIS-SINDUSCON-MG, 2007, p. 16):

O objetivo básico do CUB/m² é disciplinar o mercado de incorporação imobiliária, servindo como parâmetro na determinação dos custos dos imóveis. Em função da credibilidade do referido indicador, alcançada ao longo dos seus mais de 40 anos de existência, a evolução relativa do CUB/m² também tem sido utilizada como indicador macroeconômico dos custos do setor da construção civil. Publicada mensalmente, a evolução do CUB/m² demonstra a evolução dos custos das edificações de uma forma geral.

Segundo a Câmara Brasileira da Indústria da Construção - CBIC (SINDUSCON-MG, 2007), deve-se ter informações prévias da edificação para o levantamento do CBU. Primeiramente, para gerar o relatório é levado em conta o estado e a região onde está localizada a edificação, posteriormente escolhe-se o mês e ano do relatório.

Para levantar o valor do metro quadrado da edificação, existem algumas variáveis a serem consideradas para chegar ao CBU. Os valores são divididos em empreendimentos residenciais, comerciais e industriais. Os projetos residenciais são divididos em padrão baixo, médio e alto.

Para cada padrão é feita uma segunda classificação com características da edificação como: seu uso (unifamiliar ou multifamiliar), a quantidade de pavimentos, e ambientes. A caracterização dessa classificação é apresentada na cartilha do SINDUSCON-MG, Custo Unitário Básico, com dados baseados na NBR 12721 (ABNT, 2006).

Após a caracterização do projeto é possível obter o valor do metro quadrado da construção e, conseqüentemente, utilizando a metragem de área construída é possível obter o valor final da edificação.

3 METODOLOGIA

3.1 Projeto arquitetônico

O processo de elaboração do projeto arquitetônico iniciou-se na análise do levantamento de dados e do programa de necessidades para a avaliação do estudo de viabilidade. Posteriormente, foram realizados o estudo preliminar e o anteprojeto, para, então, chegar à versão final do projeto executivo.

3.1.1 Levantamento de dados

Nesta etapa, foi feito o levantamento dos dados necessários para estudar a viabilidade da futura construção. Levou-se em consideração: o detalhamento do lote, posicionamento do sol, edificações vizinhas, zoneamento da área segundo as leis do município de Lavras.

O detalhamento do lote contém todas as cotas horizontais e verticais, ou seja, devem ser dispostas as diferenças de níveis presentes e suas fronteiras com outros lotes e/ou ruas e avenidas. No projeto também está apresentado o posicionamento do Norte – informação importante no posicionamento do *layout* do projeto.

Na análise das leis municipais para construção, é importante observar em qual zoneamento se encontra o local da futura construção, para que ele esteja de acordo com o tipo de empreendimento ali locado. Outro fator analisado é o Código de Obras, uma vez que ele estabelece as normas que a edificação deve respeitar.

Dessa forma, seguem os dados segundo considerações do autor para elaboração do projeto arquitetônico:

a) Lote situado em Zona Mista Adensada

Zona Mista Adensada (ZMA), que corresponde às áreas urbanas lindeiras às principais vias de articulação no interior da cidade, onde se situam o comércio e as atividades de prestação de serviços de atendimento local e de geral, com ocupação caracterizada por usos múltiplos como residências, comércio, serviços e uso institucional, sendo possível a instalação de usos comerciais e de serviços de atendimento local e de porte médio, onde é admitido um processo de verticalização de média densidade, constituindo-se em centralidades que contribuem para a estruturação e desenvolvimento das áreas do entorno [...] (LAVRAS, 2008b, p. 3).

- b) Lote com trezentos metros quadrados, sendo doze metros frente e fundos e vinte e cinco metros nas laterais;
- c) Lote plano;
- d) Detalhamento do lote (prancha com escala em APÊNDICE A);
- e) Lote sem interferências de vizinhança.

3.1.2 Programa de necessidades

Nesta etapa, foi feito um levantamento dos itens que a casa deveria conter. O projeto em questão é uma casa unifamiliar de baixo padrão para que sejam feitas as análises de redução de custo, comparando diferentes métodos construtivos. Sendo assim, o programa de necessidades é básico.

A casa foi elaborada obedecendo aos seguintes parâmetros:

- a) Construção de baixo custo;
- b) Área construída da edificação de no máximo setenta metros quadrados;
- c) Deve conter dois quartos, um banheiro social, sala, cozinha e área de serviço e local para garagem descoberta.

3.1.3 Estudo de viabilidade

Nesta etapa foi feita comparação do levantamento de dados e do programa de necessidades que traz como resultado a viabilidade da execução da construção. Somente após esta etapa, iniciou-se a elaboração dos projetos.

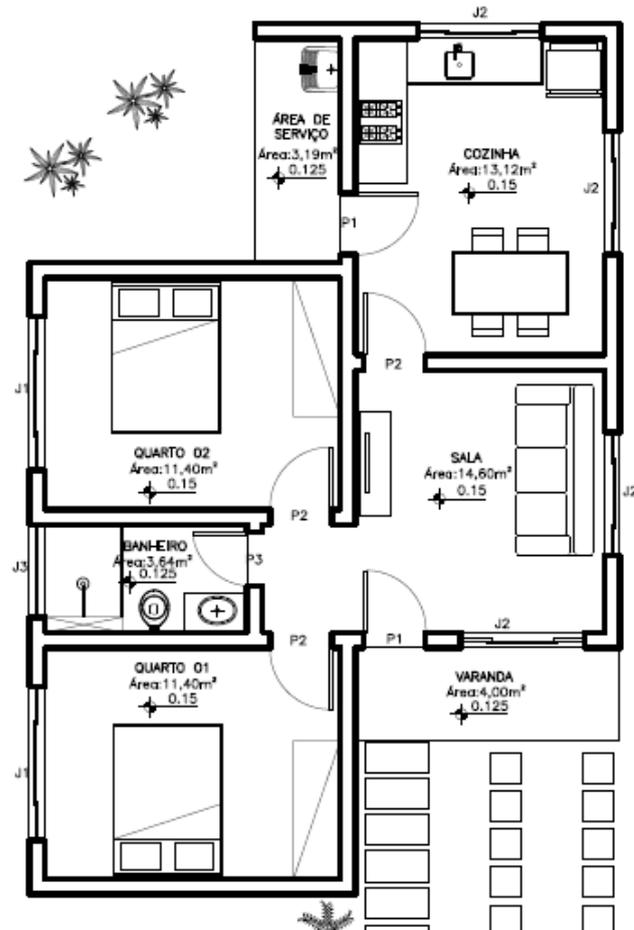
3.1.4 Estudo preliminar e anteprojeto

Na fase de estudo preliminar e anteprojeto estudou-se o *layout* da edificação de acordo com o programa de necessidades. Como resultado dessa etapa se teve o anteprojeto final. Nesta etapa são dispostos os mobiliários e área dos ambientes, dessa forma, consegue-se visualizar melhor os ambientes e o *layout* proposto.

Todo o projeto foi elaborado obedecendo a Lei Complementar nº154, de 25 de julho de 2008 e a Lei Complementar nº156, de 22 de setembro de 2008. Os desenhos foram elaborados utilizando o *software AutoCad*, versão estudante.

Foram elaborados dois projetos, uma vez que para estudo desse trabalho é necessária à avaliação de dois tipos de cobertura: aparente e embutida. Esses dois modelos de cobertura implicam em dois diferentes projetos arquitetônicos. Segue a Figura 7 com o estudo preliminar do projeto (projeto em escala no APÊNDICE B e C):

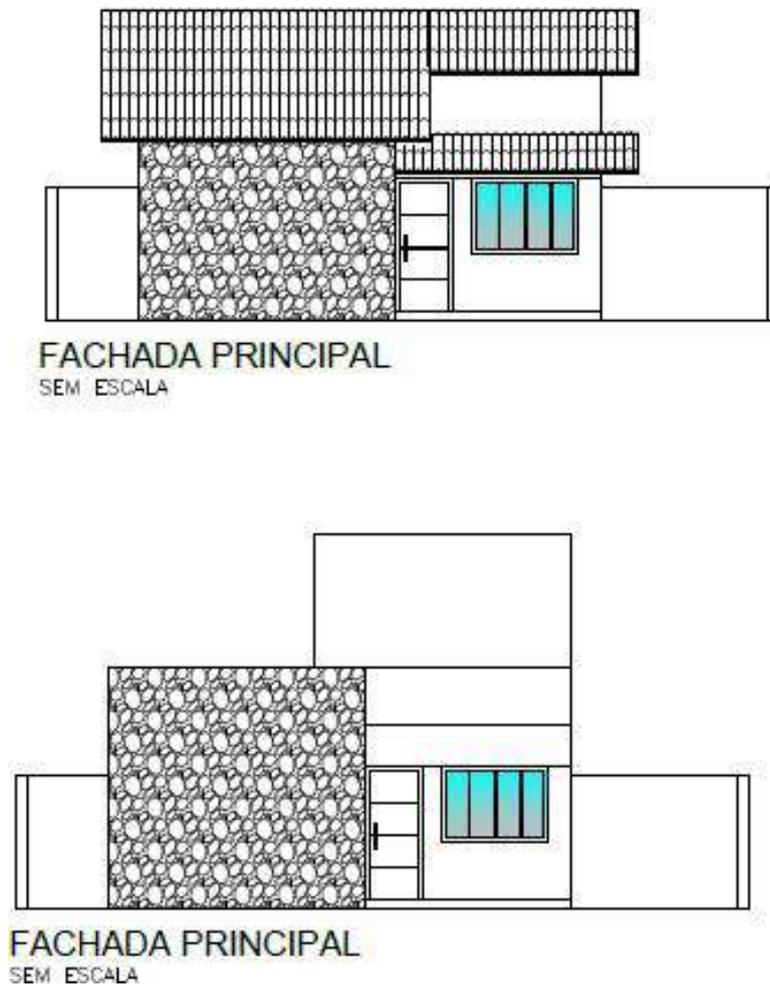
Figura 7 - *Layout* Projeto com telhado aparente (sem escala).



Fonte: Dos autores (2019).

Para o telhado embutido, foi utilizado do mesmo *layout*, a única diferença é que para o telhado embutido não há beirais no telhado, e sim, à presença de platibandas seguindo as paredes do perímetro da edificação.

Figura 8 - Fachada com Telhado Aparente e Embutido.



Fonte: Dos autores (2019).

3.1.5 Projeto legal e executivo

O projeto legal é o projeto que deve ser apresentado junto à prefeitura municipal para aprovação e obtenção do alvará de construção. Para a cidade de Lavras-MG segundo as normas da Lei Complementar nº154 (LAVRAS, 2008a) é necessário desenvolver e apresentar os seguintes elementos:

- Planta de Situação;
- Fachadas;
- Planta Baixa com cotas;

- d) Cortes com cotas verticais;
- e) Diagrama de Cobertura;

O projeto executivo contempla, além do projeto legal, todas as informações necessárias para a equipe de execução da obra. Seu detalhamento deve conter desenhos, planilhas e memoriais. Itens estes, apresentados no tópico dos “Resultados” e anexos ao trabalho.

Nessa etapa são apresentados dois projetos para posteriormente serem feitos os comparativos de quantitativos e dos custos dos dois tipos de cobertura, sendo assim temos:

- a) Projeto 01: Projeto com cobertura de telhado aparente com utilização de telhas cerâmicas;
- b) Projeto 02: Projeto com cobertura de telhado embutido com utilização de telhas de fibrocimento.

3.2 Projeto estrutural

O projeto estrutural foi realizado em etapas. A primeira etapa consistiu na realização da concepção estrutural, na qual os pilares, vigas e lajes, foram dispostos sobre o projeto arquitetônico. Na segunda etapa, foi feito o pré-dimensionamento dos componentes estruturais. Por fim, na terceira etapa essa concepção estrutural foi lançada no *software Eberick*, obtendo os carregamentos da estrutura e fazendo as correções necessárias ao pré-dimensionamento.

Ao realizar a concepção estrutural, foi necessário observar a estética, visando a atender as disposições do projeto arquitetônico, sendo assim, dispuseram-se as vigas e pilares embutidos na alvenaria, sem confrontos com a concepção arquitetônica da edificação. Buscou-se, ainda, alcançar a economia, de modo que os elementos estruturais tivessem um menor consumo de concreto e uma distribuição correta das cargas. Visou-se à funcionalidade, de modo que a estrutura atendesse às necessidades da edificação. E, por fim, a resistência aos carregamentos verticais foi analisada, observando-se o posicionamento correto dos elementos estruturais, e sua disposição de modo que os maiores momentos de inércia estivessem submetidos aos maiores esforços solicitantes.

Para o pré-dimensionamento, não existem normas, portando, seguiram-se as equações encontradas em Pinheiro (2007).

A altura útil das lajes, com bordas apoiadas e engastadas, foi estimada pela Equação 1

$$h_{laje} = \left[\frac{(2,50 - 0,1n)l}{100} \right] + c + (0,5 \varnothing) \quad (1)$$

na qual l é definido pela Equação 2 a seguir

$$l \leq \begin{cases} lx \\ 0,7 y \end{cases} \quad (2)$$

onde:

lx é o menor vão da laje, em centímetros;

ly é o maior vão da laje, em centímetros;

n é o número de bordas engastadas da laje;

c é o cobrimento da laje;

\varnothing é o diâmetro da armadura positiva.

Ressaltando-se que, para lajes maciças, devem ser respeitados os seguintes limites mínimos para a espessura dados pela NBR 6118 (ABNT, 2014):

- a) 5 cm para lajes de cobertura não em balanço;
- b) 7 cm para lajes de piso ou de cobertura em balanço;
- c) 10 cm para lajes que suportem veículos de peso total menor ou igual a 30 kN;
- d) 12 cm para lajes que suportem veículos de peso total maior que 30 kN;

A altura estimada das vigas é dada pela Equação 3

$$h_v = \frac{L}{10} \text{ a } \frac{L}{20} \quad (3)$$

sendo L o vão livre da viga.

Os valores de altura de vigas obtidos foram enquadrados dentro dos limites estabelecidos pela NBR 6118 (ABNT, 2014), onde se estabelece que a altura mínima para vigas é de 14 cm e para vigas-parede a altura mínima é de 15 cm.

O pré-dimensionamento dos pilares foi feito, buscando deixá-lo embutido nas paredes e respeitando a área mínima de 360 cm². Vale ressaltar que para os pilares com seção entre 19

cm e 12 cm a carga deve ser multiplicada pelo coeficiente γ_n de acordo com a Figura 9 retirada da NBR 6118/2014. No entanto, essa consideração é analisada pelo *software*.

Figura 9 - Valores do coeficiente adicional γ_n .

b cm	≥ 19	18	17	16	15	14	13	12
γ_n	1,00	1,05	1,10	1,15	1,20	1,25	1,30	1,35

Onde:
 $\gamma_n = 1,95 - 0,05 b$;
 b é a menor dimensão da seção transversal do pilar.
 NOTA O coeficiente γ_n deve majorar os esforços solicitantes finais de cálculo nos pilares, quando de seu dimensionamento.

Fonte: ABNT (2014).

Por fim, os resultados obtidos na concepção estrutural e no pré-dimensionamento foram lançados no *software* tendo em mente as referências normativas para a realização do projeto.

Considerou-se a edificação em área urbana, logo a classificação geral do ambiente é urbana. Dada essa classificação, tem-se que o ambiente possui classe de agressividade II, agressividade moderada com pequeno risco de deterioração da estrutura, como pode ser verificado na Figura 10.

Figura 10 - Classificação da agressividade do ambiente conforme localização da edificação.

Classe de agressividade ambiental	Agressividade	Classificação geral do tipo de ambiente para efeito de projeto	Risco de deterioração da estrutura
I	Fraca	Rural	Insignificante
		Submersa	
II	Moderada	Urbana ^{a, b}	Pequeno
III	Forte	Marinha ^a	Grande
		Industrial ^{a, b}	
IV	Muito forte	Industrial ^{a, c}	Elevado
		Respingos de maré	

^a Pode-se admitir um microclima com uma classe de agressividade mais branda (uma classe acima) para ambientes internos secos (salas, dormitórios, banheiros, cozinhas e áreas de serviço de apartamentos residenciais e conjuntos comerciais ou ambientes com concreto revestido com argamassa e pintura).
^b Pode-se admitir uma classe de agressividade mais branda (uma classe acima) em obras em regiões de clima seco, com umidade média relativa do ar menor ou igual a 65 %, partes da estrutura protegidas de chuva em ambientes predominantemente secos ou regiões onde raramente chove.
^c Ambientes quimicamente agressivos, tanques industriais, galvanoplastia, branqueamento em indústrias de celulose e papel, armazéns de fertilizantes, indústrias químicas.

Fonte: ABNT (2014).

Em razão da classe de agressividade II, tem-se que a relação água/cimento em massa deve ser menor ou igual a 0,6 e a classe do concreto maior ou igual a C25. Para esse projeto, adotou-se concreto C25.

A determinação dos cobrimentos dos elementos estruturais é apresentada, a partir da correspondência entre a classe de agressividade ambiental e o cobrimento nominal, demonstrada pela Figura 11:

Figura 11 - Correspondência entre classe de agressividade e cobrimento nominal, para $\Delta c = 10$ mm.

Tipo de estrutura	Componente ou elemento	Classe de agressividade ambiental (Tabela 6.1)			
		I	II	III	IV ^c
		Cobrimento nominal mm			
Concreto armado	Laje ^b	20	25	35	45
	Viga/pilar	25	30	40	50
	Elementos estruturais em contato com o solo ^d	30		40	50
Concreto protendido ^a	Laje	25	30	40	50
	Viga/pilar	30	35	45	55

^a Cobrimento nominal da bainha ou dos fios, cabos e cordoalhas. O cobrimento da armadura passiva deve respeitar os cobrimentos para concreto armado.

^b Para a face superior de lajes e vigas que serão revestidas com argamassa de contrapiso, com revestimentos finais secos tipo carpete e madeira, com argamassa de revestimento e acabamento, como pisos de elevado desempenho, pisos cerâmicos, pisos asfálticos e outros, as exigências desta Tabela podem ser substituídas pelas de 7.4.7.5, respeitado um cobrimento nominal ≥ 15 mm.

^c Nas superfícies expostas a ambientes agressivos, como reservatórios, estações de tratamento de água e esgoto, condutos de esgoto, canaletas de efluentes e outras obras em ambientes química e intensamente agressivos, devem ser atendidos os cobrimentos da classe de agressividade IV.

^d No trecho dos pilares em contato com o solo junto aos elementos de fundação, a armadura deve ter cobrimento nominal ≥ 45 mm.

Fonte: ABNT (2014).

Desse modo, para este projeto, as propriedades do concreto armado utilizado foram definidas:

- Massa específica: $\rho = 2500 \text{ kg/m}^3$ (Dois mil e quinhentos quilogramas por metro cúbico);
- Resistência à compressão: $f_{ck} = 25 \text{ MPa}$ (Vinte e cinco Mega Pascal).

Com as considerações normativas estabelecidas, a concepção estrutural elaborada e o pré-dimensionamento realizado, os elementos estruturais foram lançados no programa *Eberick*, no qual se dispuseram os pilares, vigas, lajes e sapatas nos projetos, considerando o telhado aparente e o telhado embutido e as respectivas posições de caixa d'água.

Os tipos de ações consideradas, na estrutura, foram os mesmos para ambas as análises. Para as ações permanentes, analisou-se considerando o Estado Limite Último (ELU) e Estado de Limite de Serviço (ELS), para combinação frequente de ações, sendo que as cargas de peso próprio e as cargas adicionais foram lançadas sobre a concepção do projeto com seus coeficientes de majoração, previstos na NBR 6118 (ABNT, 2014), tais coeficientes podem ser observados na Tabela 1:

Tabela 1 - Coeficientes de majoração de cargas.

Combinações de ações	Ações							
	Permanentes (g)		Variáveis (q)		Protensão (p)		Recalques de apoio e retração	
	D	F	G	T	D	F	D	F
Normais	1,4 ^a	1,0	1,4	1,2	1,2	0,9	1,2	0
Especiais ou de construção	1,3	1,0	1,2	1,0	1,2	0,9	1,2	0
Excepcionais	1,2	1,0	1,0	0	1,2	0,9	0	0

onde
D é desfavorável, *F* é favorável, *G* representa as cargas variáveis em geral e *T* é a temperatura.

^a Para as cargas permanentes de pequena variabilidade, como o peso próprio das estruturas, especialmente as pré-moldadas, esse coeficiente pode ser reduzido para 1,3.

Fonte: ABNT (2014).

As cargas acidentais foram analisadas considerando ações simultâneas, assim como as ações permanentes, e considerando os ELU e ELS para combinações frequentes de ações. Os coeficientes utilizados para as combinações de ações são expressos nas Tabelas 2 e 3:

Tabela 2 - Coeficientes de ponderação.

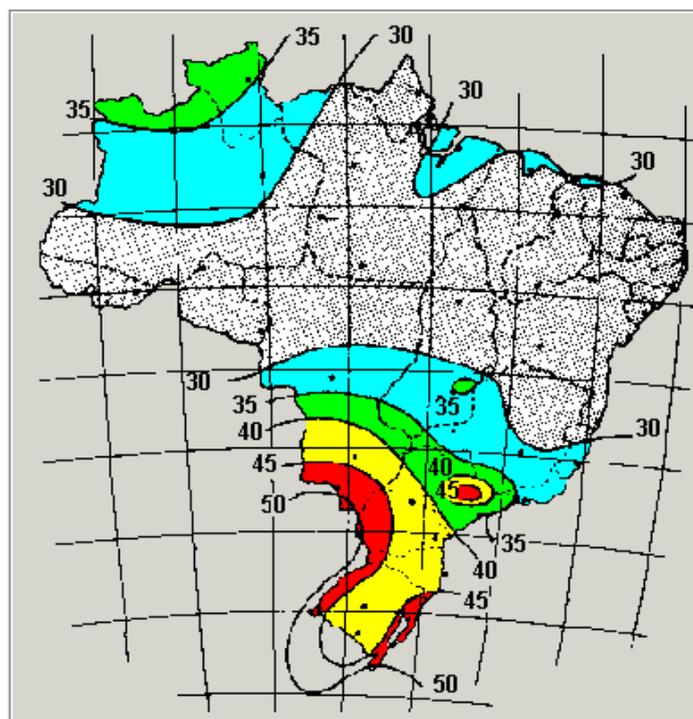
Ações		γ_2		
		ψ_0	ψ_1^a	ψ_2
Cargas acidentais de edifícios	Locais em que não há predominância de pesos de equipamentos que permanecem fixos por longos períodos de tempo, nem de elevadas concentrações de pessoas ^b	0,5	0,4	0,3
	Locais em que há predominância de pesos de equipamentos que permanecem fixos por longos períodos de tempo, ou de elevada concentração de pessoas ^c	0,7	0,6	0,4
	Biblioteca, arquivos, oficinas e garagens	0,8	0,7	0,6
Vento	Pressão dinâmica do vento nas estruturas em geral	0,6	0,3	0
Temperatura	Variações uniformes de temperatura em relação à média anual local	0,6	0,5	0,3

^a Para os valores de ψ_1 relativos às pontes e principalmente para os problemas de fadiga, ver Seção 23.
^b Edifícios residenciais.
^c Edifícios comerciais, de escritórios, estações e edifícios públicos.

Fonte: ABNT (2014).

E por fim, foram analisadas as cargas de vento, para essa carga, foi configurada a velocidade do vento, conforme o mapa de isopletas, Figura 12, observando a velocidade do vento para a região de Lavras.

Figura 12 - Mapa de isopletas.



Fonte: ABNT (1988).

Foram definidos os fatores S1, conforme a topografia do terreno sendo que tínhamos um terreno plano, o fator S2 de acordo com a rugosidade do terreno e as dimensões do maior lado da edificação e o fator S3 que é um fator estatístico dos riscos que a ruína da edificação gera. Por fim, são consideradas pelo *software* combinações considerando várias direções do vento analisando os estados limites ELU e ELS, para combinações frequentes de ações.

Para o cálculo da fundação, do tipo sapata, utilizou-se um ensaio de sondagem a percussão do solo, Ensaio de Penetração Padrão (SPT), no qual foi definido o tipo de solo utilizado. Como o projeto se baseou em um terreno fictício, foi utilizado em ensaio de um lote real de Lavras como embasamento. Com o tipo de solo definido, o coeficiente de pressão admissível foi obtido pelo ensaio SPT e a coesão, peso específico, ângulo de atrito e redutor de atrito foram obtidos pela classificação do solo e lançados no *software*.

A carga da caixa d'água foi feita considerando o volume da caixa d'água multiplicado pelo peso específico da água. Para o cálculo do volume da caixa d'água considerou-se uma edificação com quatro habitantes, dois por quarto, com um consumo de 150 l / habitante dia (Cento e cinquenta litros por habitante dia), valor ilustrado na Figura 13:

Figura 13 - Consumo per capto de água por habitante.

Tipo de prédio	Unidade	Consumo L/dia
1. Serviço doméstico		
Apartamentos	Per capita	200
Apartamentos de luxo	Por dormitório	300 a 400
	Por quarto de empregada	200
Residência de luxo	Per capita	300 a 400
Residência de médio valor	Per capita	150
Residências populares	Per capita	120 a 150
Apartamento de zelador		600 a 1000
2. Serviço público		
Edifícios de escritórios	Por ocupante efetivo	50 a 80
Escolas, internatos	Per capita	150
Escolas, externatos	Por aluno	50
Escolas, semi-internato	Por aluno	100
Hospitais e casas de saúde	Por leito	250
Hotéis com cozinha e lavanderia	Por hóspede	250 a 350
Hotéis sem cozinha e lavanderia	Por hóspede	120
Lavanderias	Por kg de roupa seca	30
Quartéis	Por soldado	150
Cavalariças	Por cavalo	100

Fonte: NBR 5626 (1998).

Considerando uma caixa d'água com capacidade de abastecimento de três consumos diários, obteve-se o volume da caixa d'água pela Equação 4 abaixo:

$$V = 3 n_{habitantes} cons \quad (4)$$

onde:

$n_{habitantes}$ é o número de habitantes da edificação;

$cons$ é o consumo per capita por dia, em litros (l);

V é o volume da caixa d'água em litros.

Por fim o carregamento gerado pela caixa d'água é dado pela Equação 5.

$$Carga = \frac{\rho_{h2o} V}{Área} \quad (5)$$

na qual,

ρ_{h2o} é o peso específico da água, em kgf/m^3 ;

$Área$ é a área do local onde a caixa d'água será colocada, m^2 .

Para o projeto do telhado embutido, a torre da caixa d'água foi feita em alvenaria sobre uma das lajes, portanto, a carga gerada por ela foi lançada sobre a laje que a recebe, e o carregamento do telhado da torre lançado sobre a alvenaria. Já para o telhado aparente, a caixa d'água foi posicionada abaixo da estrutura do telhado, sendo assim, criou-se uma área de influência sobre a região do quarto, aproveitando a estrutura de vigas dessa região.

A carga dos telhados é ilustrada pela Figura 14:

Figura 14 - Peso estimado por metro quadrado de projeção horizontal de telhados considerando telhas e estrutura do mesmo.

TIPO DE COBERTURA	PESO POR m^2 (kgf/m^2)
Com telhas de barro e tesouras de madeira com inclinação $i \leq 40\%$	70
Com telhas onduladas de fibro-cimento e estrutura de madeira	40
Com telhas onduladas de fibro-cimento de 8 mm e estrutura metálica	50 a 60
Com telhas de alumínio:	
- com estrutura metálica de aço	30
- com estrutura metálica de alumínio	20
Canalete 43 ou 90 e estrutura de madeira	35

Fonte: Universidade Estadual de Campinas – UNICAMP ([19--]).

E o carregamento das lajes devido a revestimentos de reboco das lajes, e pisos nos ambientes da casa e das paredes é mostrado pela Figura 15:

Figura 15 - Pesos de materiais da construção civil.

PESOS DE MATERIAIS	
Peso específico do concreto armado	25 kN/m ³
Peso específico do concreto simples	24 kN/m ³
Peso específico do tijolo furado	13 kN/m ³
Peso específico do tijolo maciço	18 kN/m ³
Revestimento de piso de tacos	0,7 kN/m ²
Enchimento de lajes rebaixadas	14 kN/m ³

Revestimento de piso de mármore, ladrilhos, cerâmica:	0,85 kN/m ²
Assoalho com barrotilhos	0,27 kN/m ²
Assoalho com vigamento (8 x 16)	0,34 kN/m ²
Forro de madeira	0,16 kN/m ²
Forro de fibro-cimento com 6 mm de espessura	0,18 kN/m ²
Reboco de laje	0,25 kN/m ²
Carga acidental em forros não destinados a depósitos	0,5 kN/m ²
Telhados por m ² de projeção	
Telha colonial	1,20 k/m ²
Telha fibro-cimento 6 mm	0,38 kN/m ²
Telha fibro-cimento 8 mm	0,44 kN/m ²
Telha zinco 1 mm	0,32 kN/m ²
Telha folha galvanizada 1 mm	0,34 kN/m ²

Fonte: Giugliani (2014).

E, por fim, os valores de carga acidental mínima a serem considerados nas lajes foram obtidos pela NBR 6120 (ABNT, 1980), e estão apresentadas abaixo na Figura 16.

Figura 16 - Valores mínimos das cargas verticais.

		Unid.: kN/m ²
Local		Carga
1	Arquibancadas	4
2	Balcões	Mesma carga da peça com a qual se comunicam e as previstas em 2.2.1.5
3	Bancos	Escritórios e banheiros Salas de diretoria e de gerência
		2 1,5
4	Bibliotecas	Sala de leitura Sala para depósito de livros Sala com estantes de livros a ser determinada em cada caso ou 2,5 kN/m ² por metro de altura observado, porém o valor mínimo de
		2,5 4 6
5	Casas de máquinas	(incluindo o peso das máquinas) a ser determinada em cada caso, porém com o valor mínimo de
		7,5
6	Cinemas	Platéia com assentos fixos Estúdio e platéia com assentos móveis Banheiro
		3 4 2
7	Clubes	Sala de refeições e de assembléia com assentos fixos Sala de assembléia com assentos móveis Salão de danças e salão de esportes Sala de bilhar e banheiro
		3 4 5 2
8	Corredores	Com acesso ao público Sem acesso ao público
		3 2
9	Cozinhas não residenciais	A ser determinada em cada caso, porém com o mínimo de
		3
10	Depósitos	A ser determinada em cada caso e na falta de valores experimentais conforme o indicado em 2.2.1.3
		-
11	Edifícios residenciais	Dormitórios, sala, copa, cozinha e banheiro Dispensa, área de serviço e lavanderia
		1,5 2

Fonte: ABNT (1980).

Com toda a estrutura e carregamentos lançados no programa de cálculo estrutural utilizado, realizou-se o processamento da estrutura considerando a análise estática linear (utilizada para edificações de pequeno porte) a determinação das flechas nas lajes, a determinação das flechas dos pórticos e o dimensionamento dos elementos estruturais.

3.3 Comparação quantitativa e orçamentária entre métodos construtivos

Para a realização dos orçamentos, foram abordados dois métodos orçamentários: o orçamento discriminado, no qual cada etapa da obra é medida e orçada, levando-se em consideração materiais e mão de obra para a sua execução, e o orçamento por correlação, no qual, obtém-se um valor por metro quadrado construído, levando-se em conta o padrão da edificação e a sua localização.

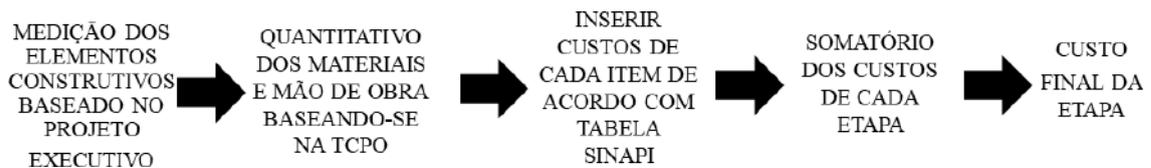
3.3.1 Orçamento Discriminado

Para a elaboração do orçamento, foi necessário ter em mãos o quantitativo das etapas que serão discutidas. Dessa forma, utilizando o projeto executivo, foi realizada a medição dos elementos construtivos e, posteriormente, feita a quantificação de mão de obra e materiais gastos baseando-se nas informações contidas na TCPO 13 - 2010. Concluída esta etapa, foram

coletados das planilhas da SINAPI (2019) apud Caixa Econômica Federal (2019) os valores de cada item quantificado.

Utilizando-se o *software Excel* foi feita a organização dos quantitativos em planilhas e os respectivos cálculos necessários e, dessa forma obteve-se o custo final das etapas analisadas. Segue Figura 17 com fluxograma das etapas do processo.

Figura 17 - Fluxograma das etapas do processo.



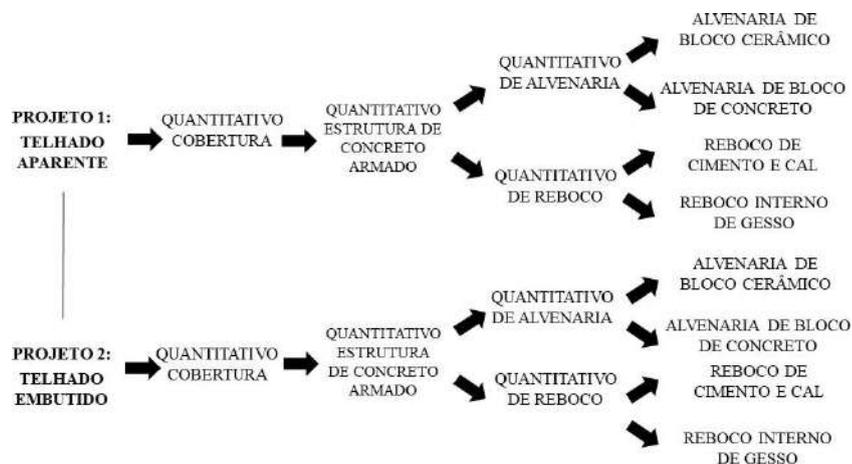
Fonte: Dos autores (2019).

Foram analisados, então, os seguintes processos construtivos e feitos seus orçamentos:

- Cobertura de telhado aparente e cobertura de telhado embutido;
- Reboco a base de cimento e cal e reboco de gesso;
- Alvenaria de tijolo cerâmico e alvenaria de tijolo de concreto;
- Estrutura de concreto armado (análise da interferência do tipo de cobertura);

Segue a Figura 18 com o traçado dos quantitativos elaborados:

Figura 18 - Traçado dos quantitativos elaborados.



Fonte: Dos autores (2019).

Segue a discriminação dos métodos utilizados em cada etapa da quantificação dos materiais, considerando paredes com 20 cm de espessura:

- a) Alvenaria de tijolo cerâmica furado para vedação (14x19x39) com junta de 12 mm e traço 1:2:8. Com quantitativo feito de todas as paredes e subtraindo as aberturas de esquadrias (incluindo elementos de alvenaria da cobertura);
- b) Alvenaria de blocos de concreto para vedação (14x19x39) com juntas de 10 mm e traço 1:0,5:8. Com quantitativo feito de todas as paredes e subtraindo as aberturas de esquadrias (incluindo elementos de alvenaria da cobertura);
- c) Revestimento com argamassa de cal e cimento:
 - Chapisco com argamassa de cimento com traço 1:3 e espessura de 5 mm (aplicado em todos ambientes externos e internos, exceto parte interna da cobertura). Com quantitativo feito de todas as paredes e subtraindo as aberturas de esquadrias;
 - Emboço com argamassa mista de cimento e cal com traço de 1:2:6 e espessura 20mm (aplicado em todos os ambientes externos e internos, exceto parte interna da cobertura). Com quantitativo feito de todas as paredes e subtraindo as aberturas de esquadrias (incluindo elementos da cobertura);
 - Reboco para acabamento do emboço, à base de cal com traço 1:3 e espessura de 5 mm (aplicação em todos os ambientes, exceto locais com revestimento cerâmico e parte interna da cobertura). Com quantitativo feito de todas as paredes e subtraindo as aberturas de esquadrias (incluindo elementos da cobertura).
- d) Gesso aplicado em parede nas paredes internas (exceto locais com revestimento cerâmico e na parte externa da edificação). Quantitativo feito em todas as paredes internas da edificação, exceto em paredes de revestimento cerâmico;
- e) Quantitativo da cobertura feito da área de toda a cobertura para os dois tipos de métodos construtivos;
- f) Estrutura de concreto armado:
 - Forma de madeira para estrutura de concreto armado, moldada *in loco*;
 - Armadura de aço para estrutura de concreto armado, moldada *in loco* (diâmetro médio 10 mm) e aço CA-50 com armação industrializada;

- Armadura de aço para estrutura de concreto armado moldada *in loco* (diâmetro médio 5 mm) e aço CA-60 com armação na obra;
- Concreto bombeado, dosado industrialmente para estrutura de concreto armado moldada *in loco*, concreto C25.

3.3.2 Orçamento por correlação

A orçamentação por correlação foi feita através do CUB do mês de abril de 2019 (última versão). A seguir a Figura 19 ilustra um fluxograma explicativo para obter o valor total de uma edificação pelo CUB:

Figura 19 - Fluxograma de etapas para orçamentos utilizando o CUB.



Fonte: Dos autores (2019).

Segue o passo a passo para a obtenção do custo total da obra, de acordo com os parâmetros escolhidos:

- a) Preenchimento do questionário:
 - Estado: Minas Gerais;
 - Sindicato: Minas Gerais;
 - Tipo de relatório: valores por m²;
 - Ano: 2019;
 - Mês: abril;
 - Desoneração de mão de obra: sem desoneração;
 - Adicionar variação percentual: sim;
- b) Gerar Relatório.

A Figura 20 a seguir traz o relatório gerado.

Figura 20 - Relatório gerado pela SINDUSCON-MG.

CUB/m ²		Custos Unitários Básicos de Construção		Sinduscon MG	
(NBR 12.721:2006 - CUB 2006) - Abril/2019					
<p>Os valores abaixo referem-se aos Custos Unitários Básicos de Construção (CUB/m²), calculados de acordo com a Lei Fed. nº 4.591, de 16/12/64 e com a Norma Técnica NBR 12.721:2006 da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) e são correspondentes ao mês de Abril/2019. Estes custos unitários foram calculados conforme disposto na ABNT NBR 12.721:2006, com base em novos projetos, novos memoriais descritivos e novos critérios de orçamentação e, portanto, constituem nova série histórica de custos unitários, não comparáveis com a anterior, com a designação de CUB/2006.</p> <p>*Na formação destes custos unitários básicos não foram considerados os seguintes itens, que devem ser levados em conta na determinação dos preços por metro quadrado de construção, de acordo com o estabelecido no projeto e especificações correspondentes a cada caso particular: fundações, submurosamentos, paredes-diafragma, tirantes, rebatimento de laje(s) final(is), elevador(s); equipamentos e instalações, tais como: fogões, aquecedores, bombas de recalque, incineração, ar-condicionado, calefação, ventilação e exaustão, canteis, playground (quando não classificado como área construída), obras e serviços complementares; urbanização; recreação (piscinas, campos de esporte), ajardinamento, instalação e regulamentação de condomínio; e outros serviços (que devem ser discriminados no Anexo A - quadro II); impostos, taxas e emolumentos cartoriais; projetos: projetos arquitetônicos, projeto estrutural, projeto de instalação, projetos especiais; remuneração do construtor, remuneração do incorporador.*</p>					
VALORES EM R\$ m ²					
PROJETOS - PADRÃO RESIDENCIAIS					
PADRÃO BAIXO		PADRÃO NORMAL		PADRÃO ALTO	
R-1	1.439,70 0,15%	R-1	1.758,31 0,18%	R-1	2.120,96 0,21%
PP-4	1.310,22 0,19%	PP-4	1.650,38 0,18%	R-8	1.708,98 0,21%
R-8	1.243,56 0,19%	R-8	1.423,45 0,20%	R-16	1.776,94 0,35%
PG	897,03 0,18%	R-16	1.378,19 0,19%		
PROJETOS - PADRÃO COMERCIAIS CAL (Comercial Andares Livres) e CSL (Comercial Salas e Lojas)					
PADRÃO NORMAL		PADRÃO ALTO			
CAL-8	1.626,20 0,21%	CAL-8	1.758,36 0,21%		
CSL-8	1.384,77 0,20%	CSL-8	1.531,25 0,20%		
CSL-16	1.858,25 0,21%	CSL-16	2.038,89 0,21%		
PROJETOS - PADRÃO GALPÃO INDUSTRIAL (GI) E RESIDÊNCIA POPULAR (RP1Q)					
RP1Q	1.477,64 0,24%				
GI	751,31 0,30%				
Número Índice: Projeto-padrão R8-N (Abril/2019)					
Número Índice: 311,820 (Base Fev/2007 = 100)					
Variação Global: 0,20%					
Sinduscon-MG		Data de emissão: 22/05/2019 15:34			

Fonte: SINDUSCON-MG (2007).

c) Definição de Variáveis:

- Projeto Residencial;
- Padrão Baixo;
- Tipo de Residência R1-B: “Residência unifamiliar padrão baixo: um pavimento, com dois dormitórios, sala, banheiro, cozinha e área para tanque” (SINDUSCON-MG, 2007, p. 19).

d) Obtenção do valor por metro quadrado.

e) Obtenção do valor total pela Equação 6 abaixo:

$$\text{Custo total} = (\text{custo por } m^2) (\text{área construída}) \quad (6)$$

4 RESULTADOS

4.1 Projeto Arquitetônico

O projeto foi elaborado, levando-se em consideração o levantamento de dados e o estudo de necessidades. Dessa forma, obteve-se uma casa com dois quartos, sala, cozinha, banheiro social, área de serviço e espaço para garagem descoberta. A casa possui aproximadamente setenta metros quadrados. Sendo assim, chegou-se aos projetos executivos finais.

Projeto 01:

Projeto com telhado aparente e telha cerâmica: prancha contemplando todos os desenhos necessários no Apêndice B.

Projeto 02:

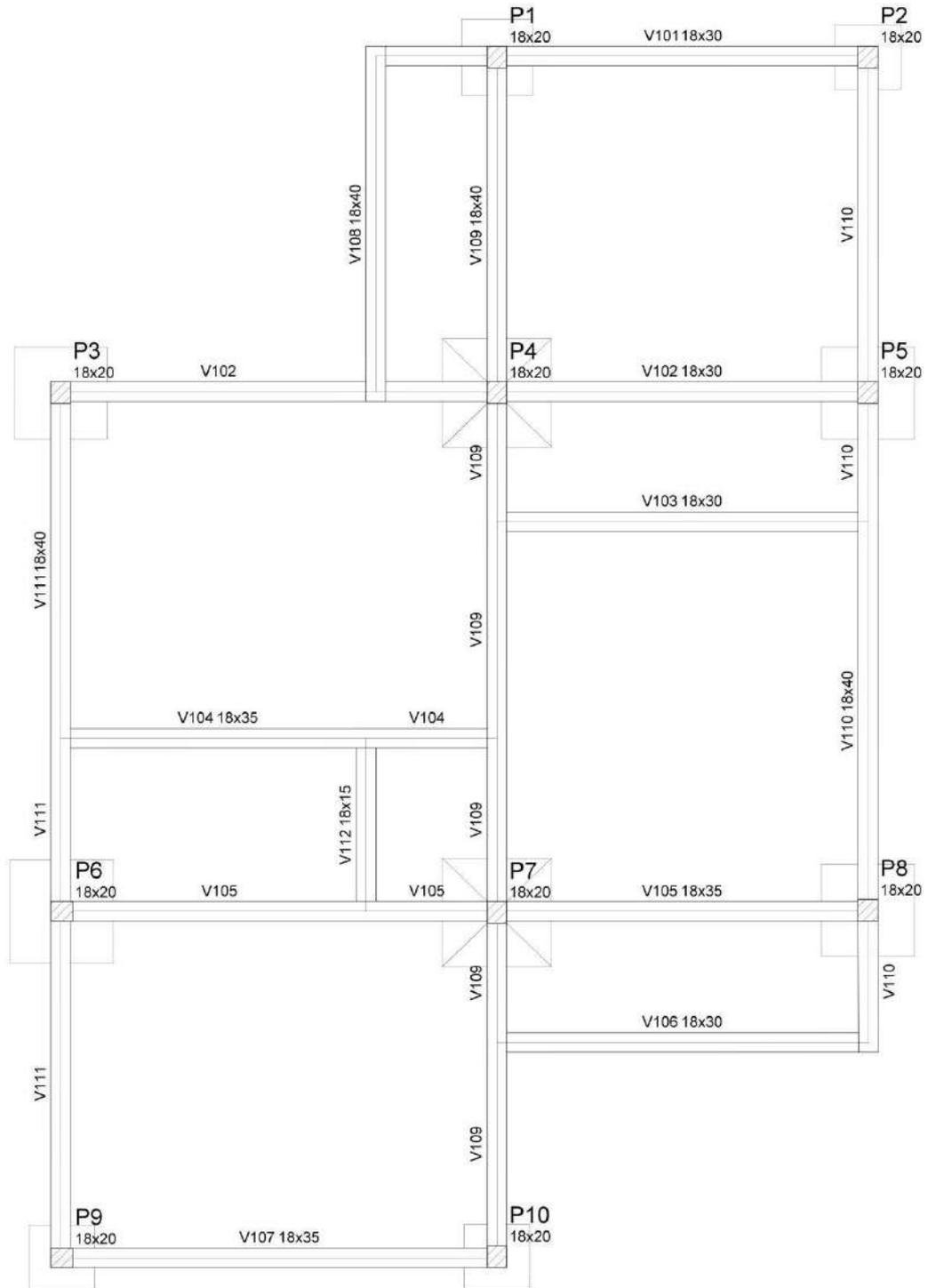
Projeto com telhado embutido e telha cerâmica: prancha contemplando todos os desenhos necessários no Apêndice C.

4.2 Projeto Estrutural

Ao lançar os pilares no projeto estrutural, buscou-se dispô-los nos cantos da edificação e de modo que formassem pórticos, mantendo sempre uma distância entre pilares entre dois e sete metros.

Ao realizar a concepção estrutural para o projeto arquitetônico com telhado embutido e com telhado aparente, dividiu-se a estrutura em dois níveis: o baldrame, o qual ficou no nível do solo, e o nível cobertura que ficou a 300 cm do solo. Para o nível térreo foram previstas vigas na extensão das paredes, de modo que a carga destas fosse distribuída para os pilares e fundação, como pode ser visto, na Figura 21.

Figura 21 - Concepção estrutural do projeto arquitetônico com telhado aparente, do nível baldrame.

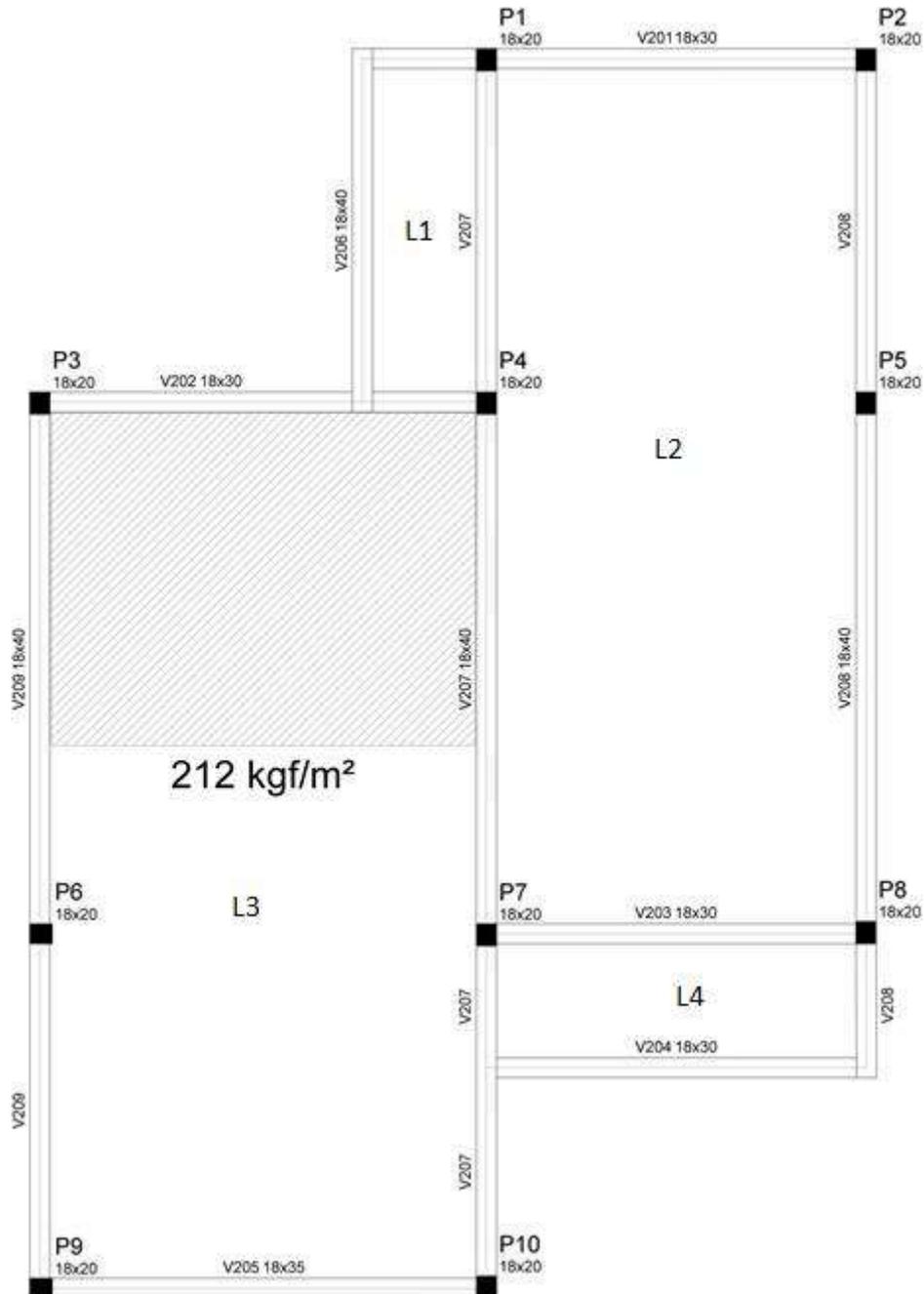


Fonte: Dos autores (2019).

Para o nível cobertura, do projeto com telhado aparente, consideram-se três tesouras para o telhado, as quais descarregam sobre vigas 207, 208 e 209. Nesse nível, foram dispostas quatro lajes, L1, L2, L3 e L4. Nessa concepção, considerou-se a caixa d'água posicionada sob

a estrutura do telhado, posicionada sobre o quarto, parte da laje L3. Observa-se a concepção obtida na Figura 22 abaixo.

Figura 22 - Concepção estrutural do projeto arquitetônico com telhado aparente, do nível cobertura.

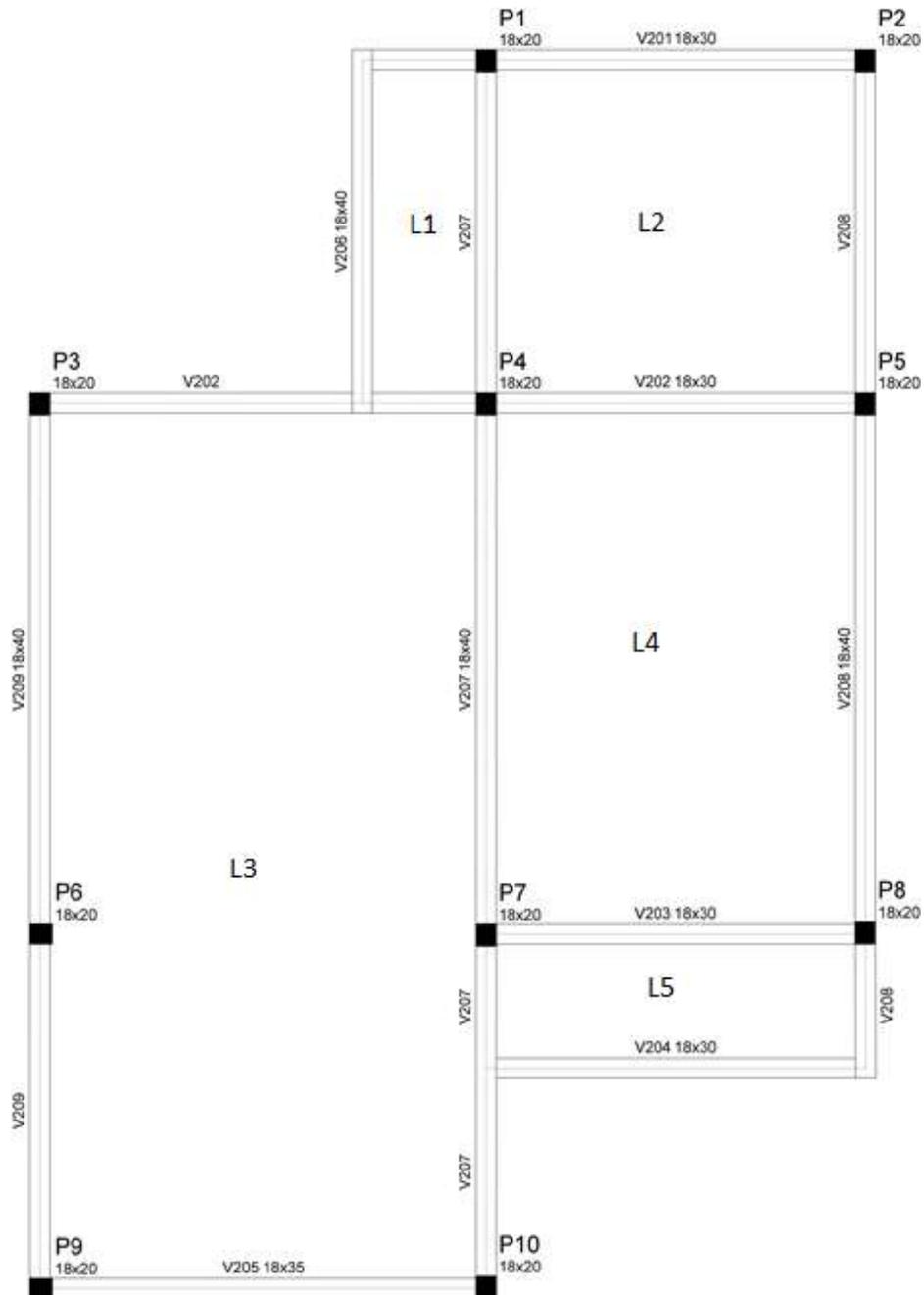


Fonte: Dos autores (2019).

No nível cobertura do projeto com telhado embutido, foram dispostas vigas nos contornos do telhado, de modo que elas recebessem a carga das platibandas. Essa disposição forma o contorno das lajes nas quais se considerou o descarregamento do telhado, em kgf/m².

Considerou-se ainda uma torre da caixa d'água sobre a laje L2, na qual se considera a carga da caixa d'água e, no entorno dessa região, consideram-se paredes com 300 cm de altura, e a carga do telhado descarregando sobre elas. A concepção realizada para o nível cobertura pode ser observada na Figura 23.

Figura 23 - Concepção estrutural do projeto arquitetônico com telhado embutido, do nível cobertura.



Fonte: Dos autores (2019).

As concepções estruturais realizadas para ambos os projetos encontram-se no APÊNDICE D. Com a primeira etapa concluída, o pré-dimensionamento da estrutura foi realizado.

Os pilares foram dimensionados com área mínima, prevendo um revestimento nos elementos estruturais de um 1 cm de cada lado. Para que o pilar ficasse embutido na parede, obteve-se uma largura de 18 cm e, considerando a área mínima de 360 cm, obtém-se para a seção dos pilares uma altura de 20 cm.

De acordo com a Equação 3, foram obtidas as alturas das vigas. Para as vigas da concepção estrutural do projeto arquitetônico com telhado aparente foram obtidos os resultados expostos na Tabela 3 e para a concepção estrutural do projeto arquitetônico com telhado embutido os resultados da Tabela 4.

Tabela 3 - Dimensionamento da altura das vigas da concepção estrutural do projeto com telhado aparente.

(Continua)

Pré Dimensionamento da altura (h) das vigas					
Viga	Trecho	L (cm)	h_1 (cm)	h_2 (cm)	h_{adot} (cm)
			L/10	L/12	
V101	A	111	11,10	9,25	30
	B	322	32,20	26,83	
V102	A	381	38,10	31,75	30
V103		340	34,00	28,33	30
V104		400	40,00	33,33	35
V105	A	380	38,00	31,67	35
	B	322	32,20	26,83	
V106		322	32,20	26,83	30
V107		380	38,00	31,67	35
V108		309	30,90	25,75	30
V109	A	298	29,80	24,83	40
	B	460	46,00	38,33	
	C	289	28,90	24,08	
V110	A	120	12,00	10,00	40
	B	458	45,80	38,17	
	C	290	29,00	24,17	
V111	A	302	30,20	25,17	40
	B	460	46,00	38,33	
V112		160	16,00	13,33	15
V201	A	111	11,10	9,25	30
	B	322	32,20	26,83	
V202		400	40,00	33,33	35

Tabela 3 - Dimensionamento da altura das vigas da concepção estrutural do projeto com telhado aparente.

(Conclusão)

Pré Dimensionamento da altura (h) das vigas					
Viga	Trecho	L (cm)	h_1 (cm)	h_2 (cm)	h_{adot} (cm)
			L/10	L/12	
V203		340	34,00	28,33	30
V204		340	34,00	28,33	30
V205	A	400	40,00	33,33	40
V206		310	31,00	25,83	30
	A	310	31,00	25,83	
V207	B	480	48,00	40,00	40
	C	120	12,00	10,00	
	A	310	31,00	25,83	
V208	B	478	47,80	39,83	40
	C	122	12,20	10,17	
	A	302	30,20	25,17	
V209	B	460	46,00	38,33	40

Fonte: Dos autores (2019).

Tabela 4 - Dimensionamento da altura das vigas da concepção estrutural do projeto com telhado embutido.

(Continua)

Pré Dimensionamento da altura (h) das vigas					
Viga	Trecho	L (cm)	h_1 (cm)	h_2 (cm)	h_{adot} (cm)
			L/10	L/12	
V101	A	111	11,10	9,25	30
	B	322	32,20	26,83	
V102	A	381	38,10	31,75	30
V103		340	34,00	28,33	30
V104		400	40,00	33,33	35
V105	A	380	38,00	31,67	35
	B	322	32,20	26,83	
V106		322	32,20	26,83	30
V107		380	38,00	31,67	35
V108		309	30,90	25,75	30
	A	298	29,80	24,83	
V109	B	460	46,00	38,33	40
	C	289	28,90	24,08	
	A	120	12,00	10,00	
V110	B	458	45,80	38,17	40
	C	290	29,00	24,17	
V111	A	302	30,20	25,17	40
	B	460	46,00	38,33	

Tabela 4 - Dimensionamento da altura das vigas da concepção estrutural do projeto com telhado embutido.

(Conclusão)

Pré Dimensionamento da altura (h) das vigas					
Viga	Trecho	L (cm)	h_1 (cm)	h_2 (cm)	h_{adot} (cm)
			L/10	L/12	
V112		160	16,00	13,33	15
V201	A	111	11,10	9,25	30
V202	B	322	32,20	26,83	35
	A	410	41,00	34,17	
V203	B	340	34,00	28,33	30
		340	34,00	28,33	
V204		340	34,00	28,33	30
V205	A	400	40,00	33,33	40
V206		310	31,00	25,83	30
V207	A	310	31,00	25,83	40
	B	480	48,00	40,00	
	C	120	12,00	10,00	
V208	A	310	31,00	25,83	40
	B	478	47,80	39,83	
	C	122	12,20	10,17	
V209	A	302	30,20	25,17	40
	B	460	46,00	38,33	

Fonte: Dos autores (2019).

Observa-se que, por se tratar da mesma edificação, os vãos das vigas são os mesmos, ou valores próximos, desse modo, a altura das vigas, de ambos os projetos, fica entre 30 e 40 centímetros.

Para o dimensionamento das lajes, conforme a NBR 6118/2014 (ABNT, 2014), utilizou-se de um cobrimento de 2 cm, e supôs-se barras longitudinais de 6,3 mm. Para as lajes de ambos os projetos obteve-se um dimensionamento mostrado nas Tabelas 5 e 6 de acordo com as Equações 1 e 2.

Tabela 5 - Dimensionamento da altura da laje da concepção estrutural do projeto com telhado aparente.

Pré Dimensionamento das lajes								
Laje (cm)	n (cm)	d (cm)	c (cm)	lx (cm)	0,7 ly (cm)	l (cm)	h (cm)	h_{adot} (cm)
L1	2	0,63	2,00	111	217	111	5	12
L2	2	0,63	2,00	310	225,4	225,4	7	
L3	1	0,63	2,00	410	572,6	410	12	
L4	3	0,63	2,00	122	340	122	5	

Fonte: Dos autores (2019).

Tabela 6 - Dimensionamento da altura da laje da concepção estrutural do projeto com telhado embutido.

Pré Dimensionamento das lajes								
Laje (cm)	n (cm)	d (cm)	c (cm)	lx (cm)	0,7 ly (cm)	l (cm)	h (cm)	h_{adot} (cm)
L1	2	0,63	2,00	111	217	111	5	
L2	2	0,63	2,00	310	225,4	225,4	7	
L3	1	0,63	2,00	410	572,6	410	12	12
L4	2	0,63	2,00	340	336	336	10	
L5	2	0,63	2,00	122	245	122	5	

Fonte: Dos autores (2019).

Por fim, a concepção estrutural pré-dimensionada foi lançada no *software Eberick*, de modo que os pilares, vigas e lajes fossem dispostos.

Ao fim da disposição da estrutura foram lançados os carregamentos atuantes nela. No nível baldrame, considerou-se a carga de parede sobre as vigas, para estas considerou-se uma altura de parede dada pelo pé direito, a favor da segurança, desprezando a altura da viga do pavimento superior. Para essas cargas consideraram-se paredes de 20 cm com peso próprio de 1400 kgf/m², considerando o peso do tijolo mais revestimento. Ainda no nível baldrame, os carregamentos das lajes foram lançados considerando a carga acidental de 150 kgf/m² NBR 6120 (ABNT, 1980) e uma carga de revestimento de 85 kgf/m² (GIUGLIANI, 2014).

Para o nível cobertura do telhado aparente foram considerados os carregamentos, em decorrência do peso do telhado, esse carregamento foi distribuído nas vigas nas quais se imaginou as treliças do mesmo, para isso utilizou-se a Equação 7 e os resultados do carregamento das vigas é apresentado na Tabela 7.

$$Carga = \frac{Pp \cdot At}{Cv} \quad (7)$$

Nesta,

Carga é o carregamento linear gerado nas vigas, em decorrência do peso do telhado, em kgf/m;

Pp é o peso próprio do telhado, considerando telha e estrutura, em kgf/m²;

At é a área influência, na viga, da projeção horizontal do telhado, em m², calculada pelo método das charneiras plásticas;

Cv é o comprimento de cada viga, em m.

Tabela 7 - Carregamentos das vigas de cobertura do projeto com telhado aparente.

Carregamento telhado			
Viga	Área influência (m²)	Comprimento (m)	Carregamento (kgf/m)
V207	37,58	11,28	233,21
V208	30,98	9,2	235,72
V209	25,38	8,18	217,19

Fonte: Dos autores (2019).

Além dos carregamentos do telhado, foi considerado também o carregamento da caixa d'água posicionada em uma área de influência na laje L1, esse carregamento é calculado pelas Equações 4 e 5 e os resultados obtidos estão exibidos na Tabela 8.

Tabela 8 - Cálculo do carregamento devido a caixa d'água.

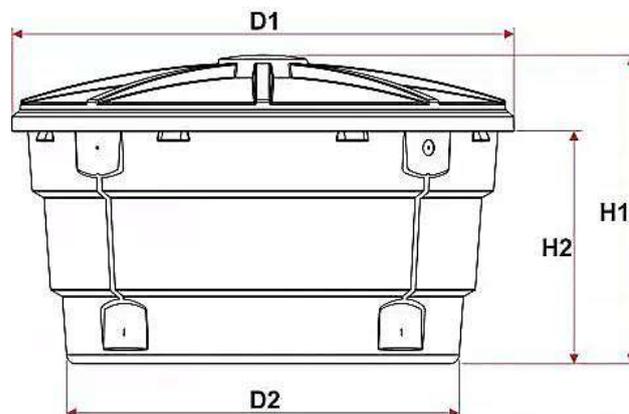
Volume da caixa d'água	Calculado (L)	1800
	Adotado (L)	2000
Peso específico da água (kgf/m ³)		1000
Carga total da caixa d'água (Kgf)		2000

Fonte: Dos autores (2019).

Baseado no volume da caixa d'água, calculado na Tabela 8, foi escolhida, em catálogos de fabricantes, uma caixa d'água com esse volume. As dimensões da caixa d'água estão apresentadas na Figura 24.

Figura 24 - Dimensões da caixa d'água escolhida.

CAPACIDADE (LITROS)	D1	D2	H1	H2
2000L	1821,5	1520,3	1106,0	877,8



Fonte: Caixa... (2019).

Nas lajes, considerou-se um carregamento de 50kgf/m², NBR 6120 (ABNT, 1980) de carga de seu revestimento. Na Tabela 9, apresenta-se um resumo das cargas consideradas para o cálculo do projeto estrutural com telhado aparente.

Tabela 9 - Carregamentos considerados para o projeto estrutural com telhado aparente.

Carregamentos			
		unidade	
Carga acidental	Baldrame	kgf/m ²	150
	Cobertura	kgf/m ²	50
Revestimento	Baldrame	kgf/m ²	85
	Cobertura	kgf/m ²	0
Carga telhado	V207	kgf/m	233,21
	V208	kgf/m	235,72
	V209	kgf/m	217,19
Carga caixa d'agua	Peso	kgf	2000
	Área	m ²	9,44
	Carregamento	kgf/m ²	212
Carga de parede	Cobertura	kgf/m	574
	Baldrame	kgf/m	840

Fonte: Dos autores (2019).

Para o nível cobertura, da concepção com telhado embutido, considerou-se o carregamento das platibandas, considerando paredes com altura de um metro descarregando sobre as vigas. O carregamento do telhado de 60kgf/m² descarregando sobre as lajes, exceto sobre a laje L2, na qual foi prevista uma torre para caixa d'água. Desse modo, sobre as vigas do seu entorno, foram consideradas paredes de 2,20 m de altura e um carregamento na laje L2, considerando a carga do reservatório, calculada da mesma forma que para o pavimento cobertura da concepção com telhado aparente, apresentado na Tabela 10. Para as lajes desse pavimento, considerou-se uma carga acidental de 50kgf/m².

Os carregamentos considerados para o calculo do projeto com telhado embutido estão expressos na Tabela 10.

Tabela 10 - Carregamentos considerados para o projeto estrutural com telhado embutido.

Carregamentos			
		unidade	
Carga acidental	Baldrame	kgf/m ²	150
	Cobertura	kgf/m ²	50
Revestimento	Baldrame	kgf/m ²	85
	Cobertura	kgf/m ²	0
Carga telhado	Cobertura	kgf/m ²	70
Carga caixa d'agua	Peso	Kgf	2000
	Área	m ²	9,28
	Carregamento	kgf/m ²	216
Carga de parede	Cobertura	kgf/m	280
	Entorno da caixa d'água	kgf/m	840
	Baldrame	kgf/m	840

Fonte: Dos autores (2019).

Nota-se que a forma de descarregamento de esforços do telhado embutido é diferente do telhado aparente. Uma vez que o primeiro descarrega sobre as lajes do pavimento e o segundo sobre vigas.

Para o dimensionamento das fundações, foi considerado o tipo de solo apresentado no Anexo A, neste tem-se que o solo utilizado é arenoso, para esse tipo de solo, considerando o ensaio SPT, tem-se os seguintes coeficientes, apresentados na Tabela 11.

Tabela 11 - Dados do tipo de solo.

Tipo de solo: Arenoso		
	Unidade	
Pressão admissível	kgf/cm ²	3,0
Coesão	kgf/cm ²	0,5
Peso específico	kgf/cm ²	1600
Ângulo de atrito		30
Redutor do atrito		0,67

Fonte: Dos autores (2019).

Por fim, foram definidos os fatores da carga de vento, Tabela 12, considerando rugosidade de categoria II e maior dimensão menor que 20 m.

Tabela 12 - Considerações da carga de vento.

Velocidade (m/s)	35,00
S1	1,00
S3	1,00

Fonte: Dos autores (2019).

Com as cargas lançadas, obteve-se o projeto estrutural para ambas as análises, os quais podem ser observados nos Apêndices E e F.

4.3 Quantitativos e orçamentos dos métodos construtivos

Do orçamento total da construção, utilizando-se o método de CUB, obtém-se para ambos os projetos em análise, o custo por metro quadrado de R\$ 1.439,70, dessa forma o custo total é de aproximadamente R\$ 101.000,00 reais. Baseando-se, nesse valor total, pode-se observar que pequenas reduções nos custos já são significativas. Em um empreendimento como esse, a redução do valor nas etapas de maior custo faz com que o lucro do empreendimento seja maior, além de permitir aumentar os gastos, por exemplo, nas etapas de acabamento.

A Tabela completa da elaboração contendo os quantitativos, custos e valores finais encontra-se no Apêndice G. Nela, estão dispostos, detalhadamente, todos os itens que compõem o processo de orçamentação, utilizando o método discriminado.

A partir do Apêndice G, obtém-se a Tabela 13, contendo o resumo dos valores finais obtidos da orçamentação discriminada.

Tabela 13 - Resumo dos custos finais por etapa.

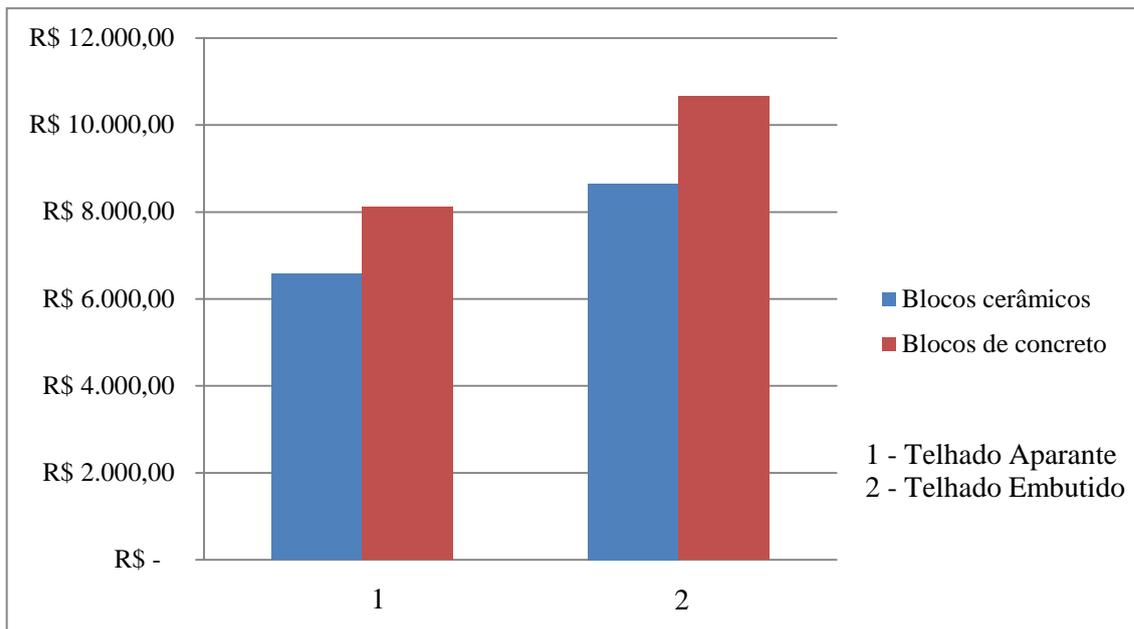
COMPARATIVO DE CUSTOS FINAIS DE ACORDO COM O MÉTODO CONSTRUTIVO EMPREGADO			
PROCESSO CONSTRUTIVO	MÉTODO CONSTRUTIVO EMPREGADO	CUSTO TOTAL	
		TELHADO APARENTE	TELHADO EMBUTIDO
Vedação	Blocos cerâmicos	R\$ 6.580,10	R\$ 8.649,22
	Blocos de concreto	R\$ 8.110,00	R\$ 10.661,04
	Interno e externo com revestimento de cimento e cal	R\$ 16.823,87	R\$ 22.373,10
Revestimentos	Interno com revestimento de gesso e externo de cimento e cal	R\$ 9.781,93	R\$ 12.984,10
	Telhado	R\$ 16.506,77	R\$ 6.221,90
Estrutural	Concreto Armado	R\$ 27.313,00	R\$ 25.698,71

Fonte: Dos autores (2019).

Os elementos de vedação e de reboco apresentaram menor custo no telhado aparente. Pode-se concluir que isso ocorreu, em decorrência da presença de platibandas e torre da caixa d'água no projeto de telhado embutido, pois, utiliza-se uma maior quantidade de alvenaria e de revestimento de argamassa de cimento e cal, nesse projeto e, por isso, seu custo com essas etapas é mais alto.

Segue Figura 25 com o gráfico mostrando o comparativo no custo de cada material aplicado aos dois tipos de telhado:

Figura 25 - Comparativo de custo de diferentes blocos para os dois tipos de projetos.



Fonte: Dos autores (2019).

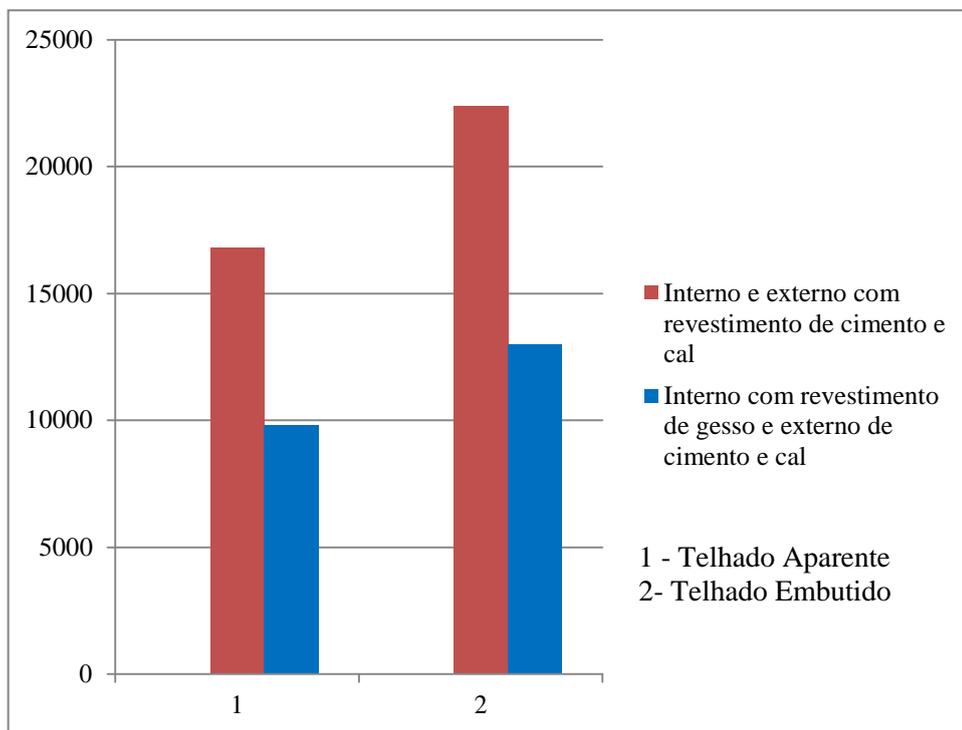
A utilização de alvenaria de blocos cerâmicos teve menor custo como mostrado na Figura 25. Segue o comparativo dos dois projetos:

- a) Projeto 1 - Telhado Aparante: Os blocos cerâmicos tem custo 19% menor que os blocos de concreto e, neste projeto, é possível economizar R\$ 1.500,00 com sua utilização;
- b) Projeto 2 - Telhado embutido: Os blocos cerâmicos tem custo 19% menor que os blocos de concreto e, neste projeto, é possível economizar R\$ 2.000,00 com a sua utilização

Tal resultado é interessante, uma vez que blocos cerâmicos oferecem melhor conforto térmico às edificações e, juntamente com o menor custo e menor peso específico (aliviando a estrutura), comprova-se então que apresenta o melhor custo benefício.

Para o revestimento, como observado na Tabela 13, o reboco de argamassa de cal e cimento apresentou valores mais elevados do que quando utilizado o reboco de gesso na parte interna. Segue Figura 26 com o gráfico ilustrando o comparativo dos custos para os dois tipos de telhado:

Figura 26 - Comparativo de custo de diferentes rebocos para os dois tipos de telhado.



Fonte: Dos autores (2019).

- a) Projeto 1 – Telhado Aparente: O reboco de gesso oferece uma redução de custo de 42% em comparação com o reboco de cimento e cal. Dessa forma, é possível economizar R\$ 7.041,94 reais com sua utilização;
- b) Projeto 2 – Telhado Embutido: O reboco de gesso oferece uma redução de custo de 42% em comparação com o reboco de cimento e cal. Dessa forma, é possível economizar R\$ 9.389,00 reais com sua utilização.

Para o tipo de cobertura, o método construtivo com menor custo foi o de telhado embutido. Segue a Tabela 14, indicando o comparativo nos custos entre os dois estilos de telhado.

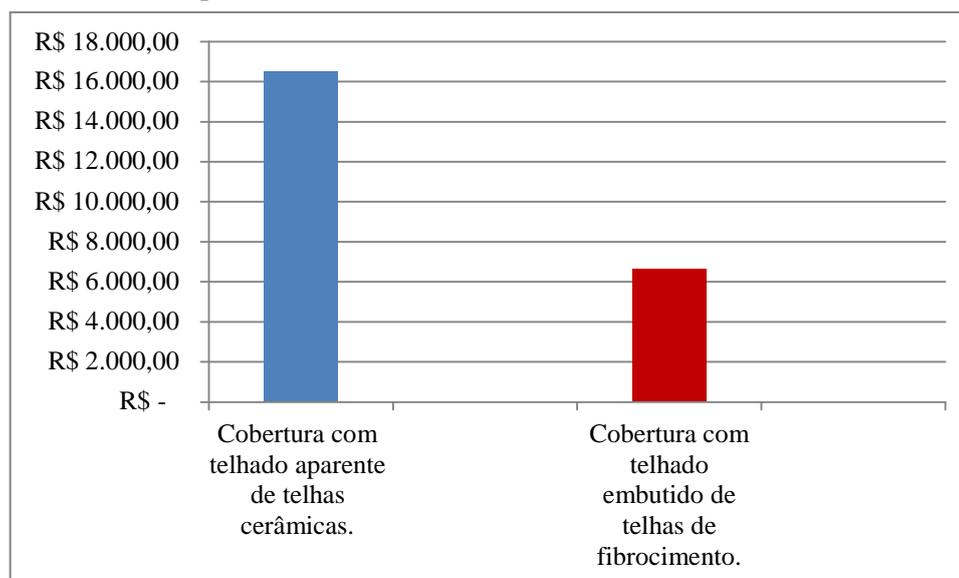
Tabela 14 - Comparativo de custo entre o telhado de telha cerâmica e de fibrocimento:

TIPO DE COBERTURA	PROCESSOS CONSTRUTIVOS	CUSTOS			
		MÃO DE OBRA	MATERIAL	TOTAL POR ETAPA	TOTAL
Cobertura com telhado aparente de telhas cerâmicas.	Cobertura com telhas cerâmicas:	R\$ 2.513,71	R\$ 1.705,06	R\$ 4.218,77	R\$ 16.506,77
	Estrutura de madeira para apoio das telhas:	R\$ 4.087,51	R\$ 8.200,49	R\$ 12.288,00	
Cobertura com telhado embutido de telhas de fibrocimento.	Cobertura com telhas fibrocimento:	R\$ 912,54	R\$ 1.489,02	R\$ 2.401,56	R\$ 6.621,90
	Estrutura de madeira para apoio das telhas:	R\$ 1.854,83	R\$ 2.365,51	R\$ 4.220,34	

Fonte: Dos autores (2019).

O telhado aparente com telhas cerâmicas teve um custo de R\$ 9.885,00 reais a mais, comparado ao telhado embutido de telhas de fibrocimento. Com a utilização do telhado embutido é possível fazer uma economia de 60%, nessa etapa do processo construtivo. Observando a Tabela 14, pode-se concluir que a grande diferença de custo vem, principalmente, da estrutura do telhado aparente, que é três vezes mais cara que a estrutura para o telhado embutido neste estudo. Dados expostos na Figura 27, mostrando a diferença nos custos entre os dois tipos de cobertura:

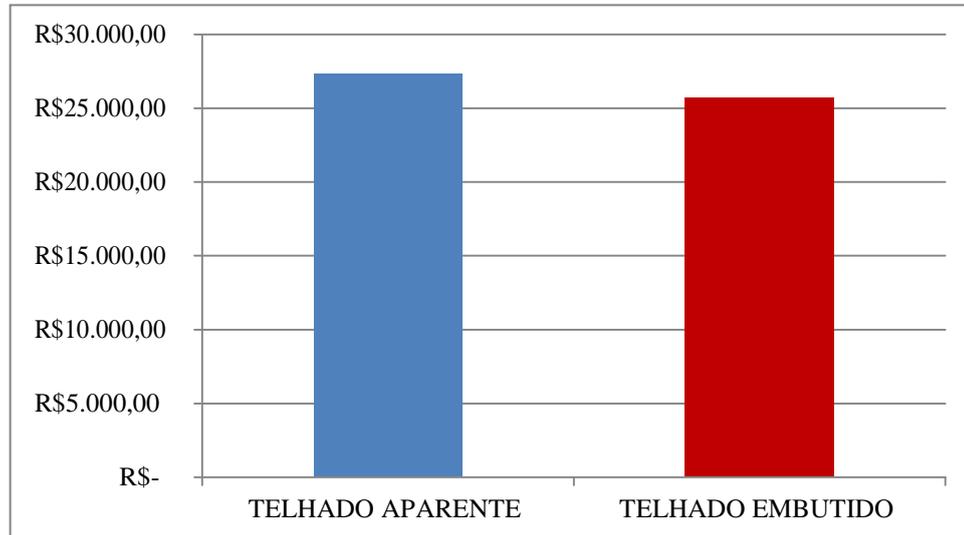
Figura 27 - Gráfico comparativo entre as coberturas de telha cerâmica e telha de fibrocimento.



Fonte: Dos autores (2019).

O projeto estrutural, assim como a cobertura, teve como método mais econômico o projeto de telhado embutido. Segue Figura 28, apresentando o comparativo dos resultados obtidos:

Figura 28 - Gráfico comparativo dos custos da estrutura para os dois projetos.



Fonte: Dos autores (2019).

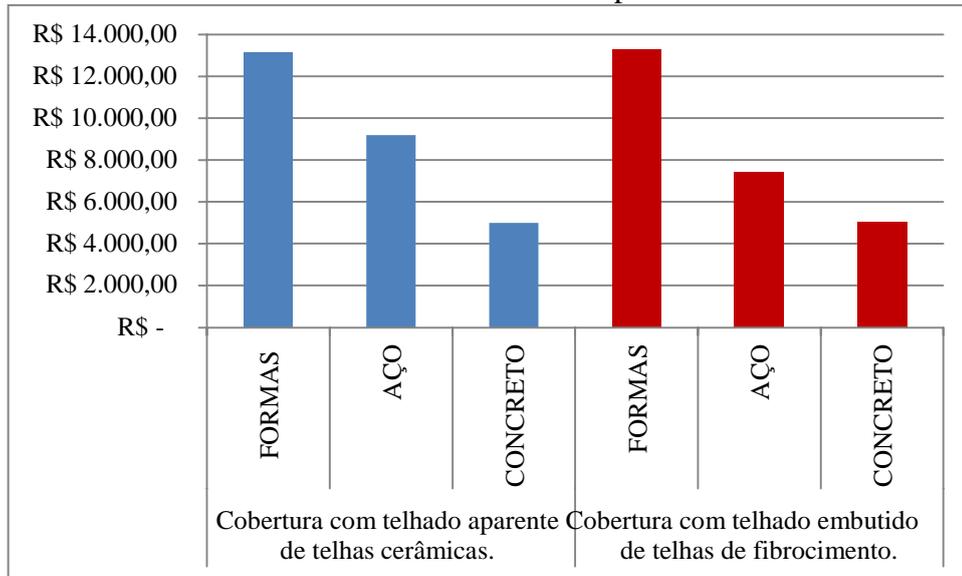
Como se pode observar, a estrutura de concreto armado para o telhado embutido tem um custo de R\$ 1.600,00 reais a menos, quando comparado à estrutura para o telhado aparente, promovendo, então, uma economia de 6% nesta etapa. A Tabela 15 traz os custos discriminados do processo construtivo da estrutura de cada projeto.

Tabela 15 - Custos discriminados do processo construtivo da estrutura.

TIPO DE COBERTURA	MATERIAIS DA EXECUÇÃO DA ESTRUTURA DE CONCRETO ARMADO	CUSTOS	
		CUSTO DA ESTAPA	CUSTO TOTAL
Cobertura com telhado aparente de telhas cerâmicas.	FORMAS	R\$ 13.127,33	R\$ 27.313,56
	AÇO	R\$ 9.185,95	
	CONCRETO	R\$ 5.000,28	
Cobertura com telhado embutido de telhas de fibrocimento.	FORMAS	R\$ 13.273,91	R\$ 25.698,87
	AÇO	R\$ 7.405,25	
	CONCRETO	R\$ 5.019,71	

Fonte: Dos autores (2019).

Figura 29 - Gráfico com os custos discriminados do processo construtivo da estrutura.



Fonte: Dos autores (2019).

Como se pode observar, na Tabela 15 e na Figura 29, a diferença nos valores entre os dois projetos ocorre principalmente no aço da estrutura de concreto armado. Tal fato ocorre já que o telhado aparente é mais pesado e tem sua carga distribuída basicamente em três vigas, sobrecarregando-as e os pilares que as recebem, necessitando assim de uma maior área de aço. Já no projeto com telhado embutido a carga do telhado é menor e, além disso, ela foi distribuída uniformemente em toda a laje.

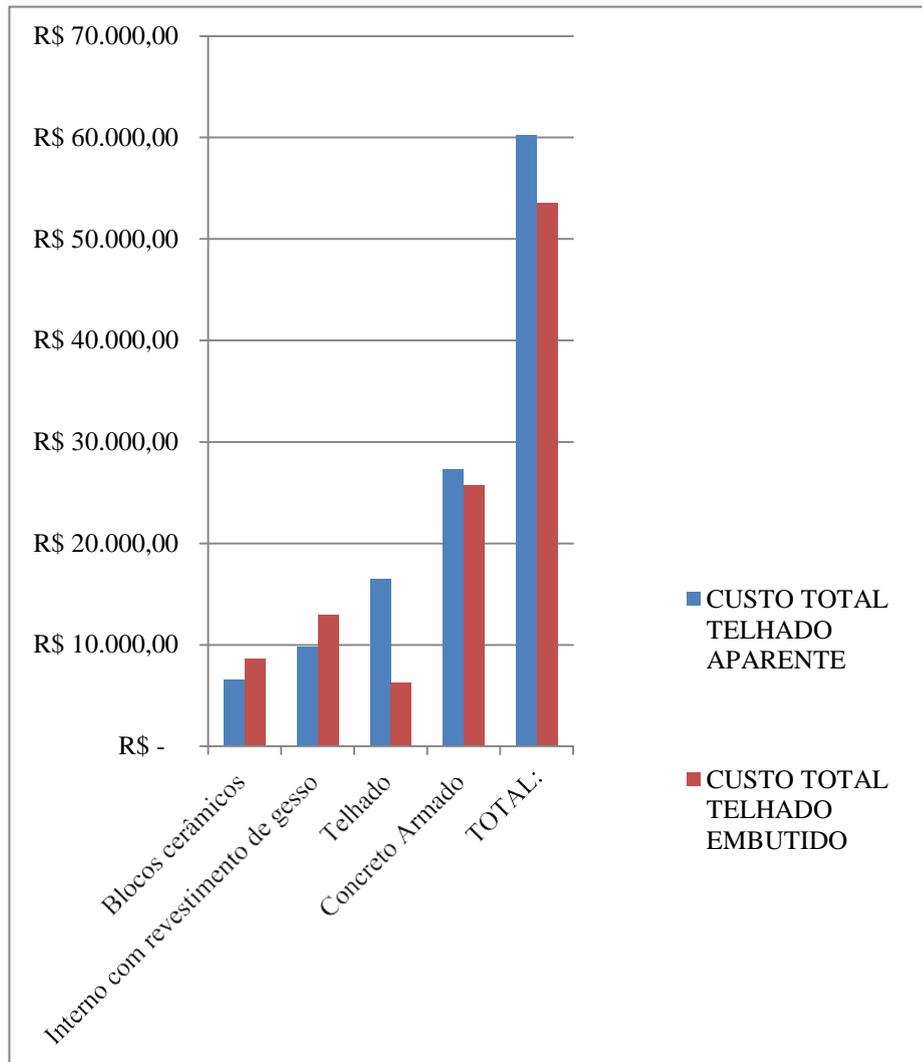
Com base nos dados apresentados acima, é possível traçar um caminho utilizando os menores custos. A vedação com alvenaria cerâmica e o revestimento interno com argamassa de gesso (externo com argamassa de cal e cimento) mostraram que têm o menor custo, logo, a Tabela 16 e a Figura 30, fazem em comparativo do somatório dos valores totais de cada etapa, utilizando os métodos de menor custo.

Tabela 16 - Comparativo do somatório das etapas analisadas.

COMPARATIVO DE CUSTOS FINAIS DE ACORDO COM O MÉTODO CONSTRUTIVO DE MENOR CUSTO			
PROCESSO CONSTRUTIVO	MÉTODO CONSTRUTIVO EMPREGADO	CUSTO TOTAL	
		TELHADO APARENTE	TELHADO EMBUTIDO
Vedação	Blocos cerâmicos	R\$ 6.580,10	R\$ 8.649,22
Revestimento	Interno com revestimento de gesso	R\$ 9.781,93	R\$ 12.984,10
Cobertura	Telhado	R\$ 16.506,77	R\$ 6.221,90
Estrutural	Concreto Armado	R\$ 27.313,00	R\$ 25.698,71
TOTAL:		R\$ 60.181,80	R\$ 53.553,93

Fonte: Dos autores (2019).

Figura 30 - Gráfico comparativo do somatório das etapas analisadas.



Fonte: Dos autores (2019).

Observando a Tabela 16 e a Figura 30, pode-se concluir que o custo total das etapas analisadas é mais econômico no projeto com telhado embutido, tendo uma redução de 11,00% no custo final em relação ao telhado aparente. O telhado aparente apresentou maior custo nas etapas de vedação e de revestimento, porém, nas etapas de cobertura e de estrutura o projeto com telhado embutido garantiu uma grande economia, fazendo que no somatório final o processo fosse o de menor custo, promovendo uma economia de R\$ 6.628,00.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A partir da análise de ambos os projetos e metodologias construtivas considera-se que os resultados obtidos foram satisfatórios. Os objetivos propostos foram alcançados, sendo possível verificar um comparativo entre diferentes métodos obtendo uma redução dos custos significativa a partir do traçado dos processos mais econômicos.

O trabalho abordou as análises de cobertura (telhado aparente com telha cerâmica e telhado embutido com telha fibrocimento), tipos de revestimento (reboco com argamassa de cimento e cal e reboco de pasta de gesso), tipos de vedação (tijolo cerâmico e tijolo de concreto). Porém, outras análises podem ser feitas como continuação dos estudos, como: alteração no tipo de laje, fazendo a análise também para lajes pré-moldadas; análise de outros tipos de cobertura, como laje impermeável ou telhado com telha metálica; o estudo das outras etapas como instalações elétricas, instalações hidráulicas e acabamentos em geral; etc..

6 CONCLUSÃO

Um dos problemas do Brasil é a falta de habitações para a população de baixa renda, em decorrência do alto custo dos métodos construtivos convencionais do país. Muitos bancos fornecem financiamentos, visando a amenizar esse déficit. Com essa problemática em mente, buscou-se, com este trabalho, fazer a análise de diferentes tipos de metodologias construtivas com o intuito de reduzir o custo da edificação.

Para ser feita tal análise, foram elaborados dois projetos arquitetônicos, sendo um com telhado aparente e um com telhado embutido e seus respectivos projetos estruturais. A partir desses projetos foram feitos os quantitativos das seguintes etapas: vedação, revestimento, cobertura e execução da estrutura e, então, definidos os métodos de menor custo.

Para a análise da alvenaria, conclui-se que o tijolo cerâmico é o de menor custo, proporcionando uma economia de aproximadamente 19%. O revestimento que apresenta o menor valor é o reboco de gesso na parte interna da edificação, reduzindo o custo dessa etapa em 42%.

Comparando os tipos de cobertura e suas respectivas estruturas, entre os dois projetos, obteve-se que para o projeto de telhado embutido esses processos apresentam valor inferior ao projeto de telhado aparente. Para a estrutura a redução foi de 6% e para a cobertura a redução foi de 60% para a arquitetura proposta.

Por fim conclui-se que o traçado mais econômico é:

- a) Vedação com alvenaria de tijolo cerâmico;
- b) Revestimento interno com reboco de gesso e externo com argamassa de cimento e cal;
- c) Cobertura com telhado embutido com telhas de fibrocimento.

Considerando o orçamento baseado no CUB/m² de R\$ 101.000,00 e os valores de construção obtidos para os dois projetos, se tem que, em relação ao custo da construção com telhado aparente, o telhado embutido oferece uma economia de R\$ 6.668,00 promovendo uma redução de 6,6% no valor total da edificação.

Tratando-se de financiamentos bancários, a economia gerada pode favorecer o indivíduo que deseja adquirir a casa própria, promovendo uma diminuição da entrada do empréstimo, assim como uma redução no valor das parcelas. Além disso, esse valor também pode ser reinvestido na própria edificação em outras etapas, conforme desejo do proprietário ou investidor.

REFERÊNCIAS

- ALVA, G. M. S. **Concepção estrutural de edifícios em concreto armado**. Santa Maria: Departamento de Estruturas e Construção Civil, 2007. 24 p. (Disciplina ECC 1008 – Estruturas de Concreto). Disponível em: <http://ead.ime.eb.br/pluginfile.php/15112/mod_resource/content/1/Concepcao_Estrutural%20Edificios_Concreto%20UFSC.pdf> Acesso em: 15 mar. 2019.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 5626**: instalação predial de água fria. Rio de Janeiro: ABNT, 1998. 41 p.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 6118**: projeto de estruturas de concreto – procedimento. Rio de Janeiro: ABNT, 2014. 238 p.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 6120**: cargas para o cálculo de estruturas de edificações. Rio de Janeiro: ABNT, 1980. 1 p.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 6123**: forças devidas ao vento em edificações. Rio de Janeiro: ABNT, 1988. 66 p.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 6136**: blocos vazados de concreto simples para alvenaria estrutural. Rio de Janeiro: ABNT, 1994b. 6 p.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 12721**: Avaliação de custos de construção para incorporação imobiliária e outras disposições para condomínios edilícios. Rio de Janeiro: ABNT, 2006. 59 p.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 13133**: execução de levantamento topográfico. Rio de Janeiro: ABNT, 1994a. 35 p.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 13532**: elaboração de projetos de edificações – Arquitetura. Rio de Janeiro: ABNT, 1995. 8 p.
- AZEVEDO, R. C. et al. Avaliação do desempenho do processo de orçamento: estudo de caso em uma obra de construção civil. **Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 11, n. 1, p. 85-104, jan./mar. 2011.
- BARDELLA, P. S. **Análise das propriedades de pastas de gesso de construção reciclado**. 2011. 214 p. Tese (Doutorado em Engenharia) - Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2011.
- BASTOS, P. S. dos S. **Fundamentos do concreto armado**. Bauru: Unesp, 2006. 92 p. (Disciplina 1288 - Estruturas de Concreto I).
- BRASIL. Ministério das Cidades. **Déficit habitacional no Brasil 2008**. Brasília, DF: Ministério das Cidades, 2011. 140 p.
- CAIXA d'água 2000 litros. **Tigre**, São Paulo, 2019. Disponível em: <<https://www.tigre.com.br/caixa-dagua-2000-litros>>. Acesso em: 12 mar. 2019.

CAIXA ECONÔMICA FEDERAL. **Minha Casa Minha Vida - Habitação Urbana**. Rio de Janeiro: Caixa, 2019a. Disponível em: <<http://www.caixa.gov.br/voce/habitacao/minha-casa-minha-vida/urbana/Paginas/default.aspx>>. Acesso em: 15 mar. 2019.

CAIXA ECONÔMICA FEDERAL. **Insumos e composições**. Rio de Janeiro: Caixa, 2019b. Disponível em: <<http://www.caixa.gov.br/poder-publico/apoio-poder-publico/sinapi/insumos-composicoes/Paginas/default.aspx>>. Acesso em: 19 maio 2019.

IBGE (RJ). Censo demográfico 2010: resultados gerais da amostra. Rio de Janeiro, [2012]. Disponível em <ftp://ftp.ibge.gov.br/Censos/Censo_Demografico_2010/Resultados_Gerais_da_Amostra/Microdados/>. Acesso em: 01 de maio de 2019.

FRANCO, L. S. O projeto das vedações verticais: características e a importância para a racionalização do processo de produção. In: SEMINÁRIO DE TECNOLOGIA E GESTÃO NA PRODUÇÃO DE EDIFÍCIOS: VEDAÇÕES VERTICAIS, 1998, São Paulo. **Anais...** São Paulo: [s.n.], 1998. p. 221-236.

GIUGLIANI, E. **Sistemas estruturais II**. Rio Grande do Sul: PUCRGS, 2014. 21 slides. Disponível em: <http://www.politecnica.pucrs.br/professores/giugliani/ARQUITETURA_-_Sistemas_Estruturais_II/02_Cargas_Atuentes_sobre_Estruturas_-_2a_parte.pdf>. Acesso em: 15 mar. 2019.

GONÇALVES JUNIOR, C. A. et al. O impacto do Programa Minha Casa, Minha Vida na economia brasileira: uma análise de insumo-produto. **Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 14, n. 1, p. 177-189, jan./mar. 2014.

GONÇALVES, R. R. **O déficit habitacional brasileiro: um mapeamento por unidades da federação e por níveis de renda domiciliar**. Rio de Janeiro: IPEA, 1998. 21 p. (Texto Para Discussão, 559).

GONZÁLEZ, M. A. S. **Noções de orçamento e planejamento de obras**. São Leopoldo: UNISINOS, 2008. 49 p.

JOHN, V. M.; ANTUNES, R. P. do N. Argamassas de gesso. **Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 2, n. 1, p. 29-37, jan./mar. 2002.

LAVRAS. Lei complementar nº 154, de 25 de julho de 2008. Estabelece o código de obras do município de Lavras e dá outras providências. **Prefeitura Municipal de Lavras**, Lavras, MG, 25 jul. 2008a. p. 1-61.

_____. Lei complementar nº 156, de 22 de setembro de 2008. Dispõe sobre o zoneamento e regulamenta o uso e a ocupação do solo urbano do município de Lavras e dá outras providências. **Prefeitura Municipal de Lavras**, Lavras, MG, 22 set. 2008b. p. 1-43.

LIMMER, C. V. **Planejamento, orçamentação e controle de projetos e obras**. Rio de Janeiro: LTC, 1997. 225 p.

LOGSDON, N. B. **Estruturas de madeira para coberturas, sob a ótica da NBR 7190/1997**. Cuiabá: Universidade Federal de Mato Grosso, 2002. 66 p. Notas de Aula.

MARIANE, A. Telha de fibrocimento X telha de aço. **Construção Mercado**, São Paulo, n. 131, jul. 2012. Disponível em: <<http://construcaomercado17.pini.com.br/negocios-incorporacao-construcao/131/telha-de-fibrocimento-x-telha-de-aco-confira-a-299133-1.aspx>>. Acesso em: 15 mar. 2019.

MEZZOMO, G. P. **Análise estrutural de telhas de aço trapezoidais formadas a frio**. 2007. 183 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2007.

MORETTI FILHO, J. Considerações sobre telhados de edifícios. **Anais da E.S.A. Luíz de Queiróz**, São Paulo, v. 12/13, p. 224-250, 1956.

OLIVEIRA, L. A.; MITIDIERI FILHO, C. V. O Projeto de Edifícios Habitacionais considerando a norma brasileira de desempenho: análise aplicada para as vedações verticais. **Gestão & Tecnologia de Projetos**, São Paulo, v. 7, n. 1, p. 90-100, maio 2012.

PEIXOTO, A. S. P. **Estudo do ensaio SPT-T e sua aplicação na prática de engenharia de fundações**. 2001. 510 p. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) - Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2001.

PENTEADO, P. T.; MARINHO, R. C. **Análise comparativa de custo e produtividade dos sistemas construtivos**: alvenaria de solo-cimento, alvenaria com blocos cerâmicos e alvenaria estrutural com blocos de concreto na construção de uma residência popular. 2011. 64 p. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, 2011.

PINHEIRO, L. M. **Fundamentos do concreto e projeto de edifícios**. São Carlos: Ed. USP, 2007. 380 p.

PORTUGAL, M. A. **Como gerenciar projetos de construção civil**: do orçamento à entrega da obra. São Paulo: Brasport, 2017. 168 p.

RAMOS, R. R. A importância da orientação solar na arquitetura. **Jornal Gazeta Informativa**, São Mateus do Sul, ago. 2015. Disponível em: <<http://www.gazetainformativa.com.br/a-importancia-da-orientacao-solar-na-arquitetura/>>. Acesso em: 15 mar. 2018.

REDAÇÃO DO FÓRUM DA CONSTRUÇÃO. Gesso ou reboco comum, o que é melhor para paredes? **IBDA - Fórum da Construção**, São Paulo, [200-]. Disponível em: <<http://www.forumdaconstrucao.com.br/conteudo.php?a=31&Cod=1813>>. Acesso em: 15 mar. 2019.

REVISTA TÉCHNE. São Paulo: PINI, n. 215, p. 28, fev. 2015.

SANTOS, A. de. P. L.; ANTUNES, C. E.; BALBINOT, G. B. Levantamento de quantitativos de obras: comparação entre o método tradicional e experimentos em tecnologia BIM. **Iberoamerican Journal of Industrial Engineering**, Florianópolis, v. 6, n. 12, p. 134-155, 2014.

SINDICATO DA INSÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO CIVIL NO ESTADO DE MINAS GERAIS - SINDUSCON-MG. **Custo Unitário Básico (CUB/m²)**: principais aspectos. Belo Horizonte: SINDUSCON-MG, 2007. 112 p.

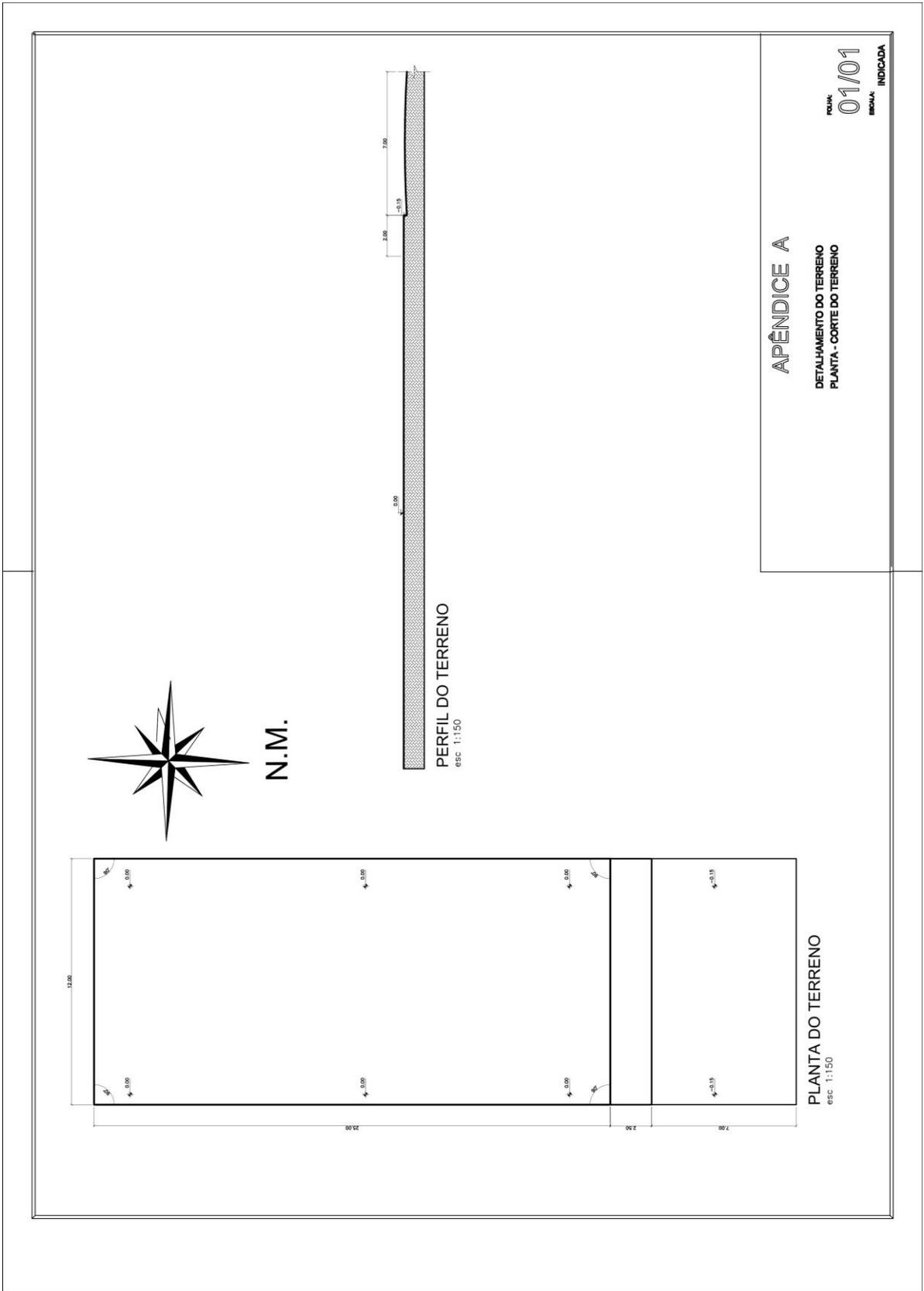
SOUSA, A. J. C. de. **Aplicação de argamassas leves de reboco e assentamento em alvenarias**. 2010. 97 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, Porto, 2010.

TCPO, Tabelas de Composição de Preços para Orçamentos. 13. ed. São Paulo: Pini, 2010.

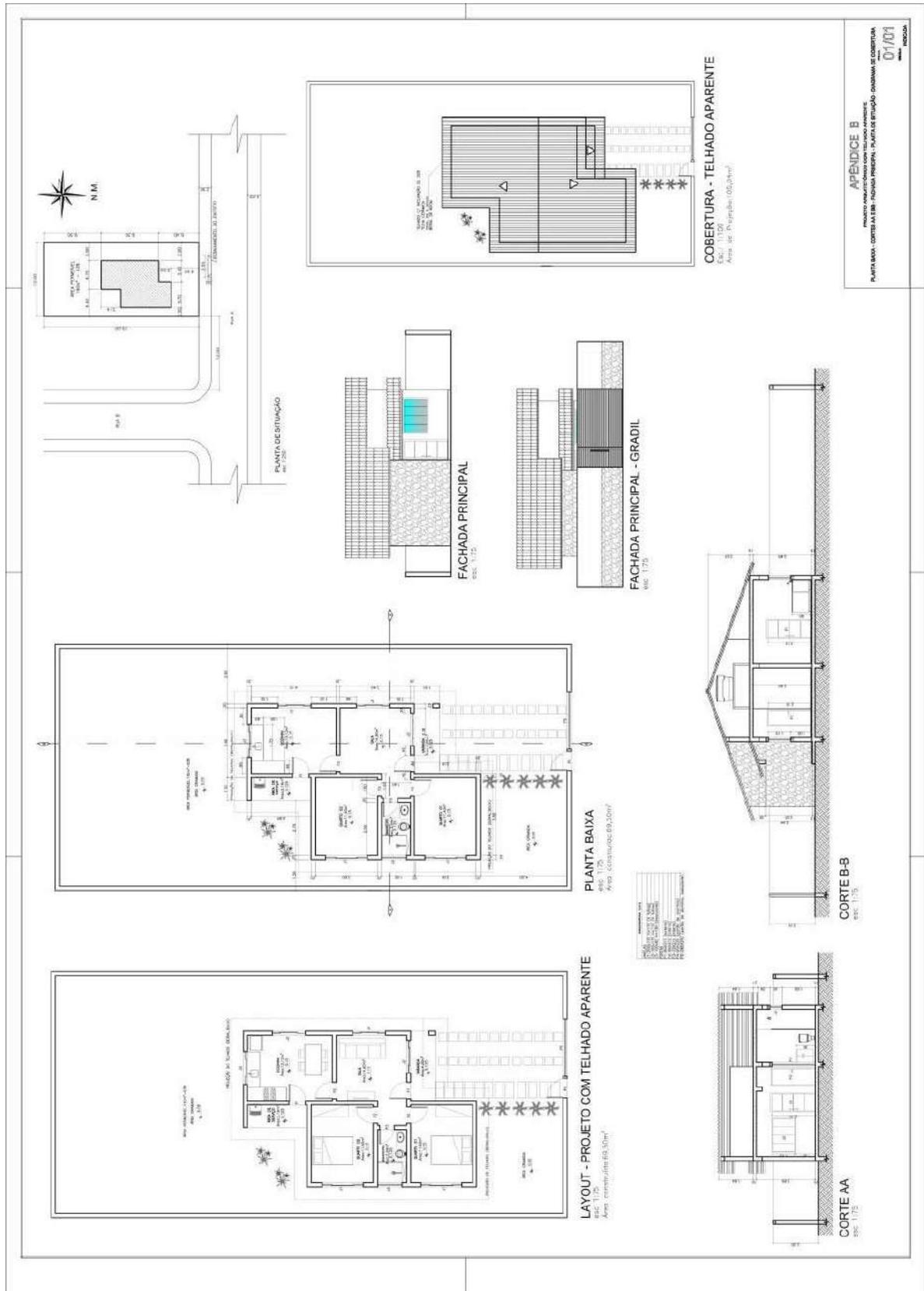
UNIVERSIDADE FEDERAL DE LAVRAS. Biblioteca Universitária. **Manual de normalização e estrutura de trabalhos acadêmicos**: TCCs, monografias, dissertações e teses. 2. ed. rev., atual. e ampl. Lavras: UFLA, 2016. 100 p.

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS (UNICAMP). **Cargas permanentes**. Campinas: FEC, [19--]. 4 p. Disponível em: <<http://www.fec.unicamp.br/~almeida/ec802/Lajes/cargas%20permanentes.pdf>>. Acesso em: 18 mar. 2019.

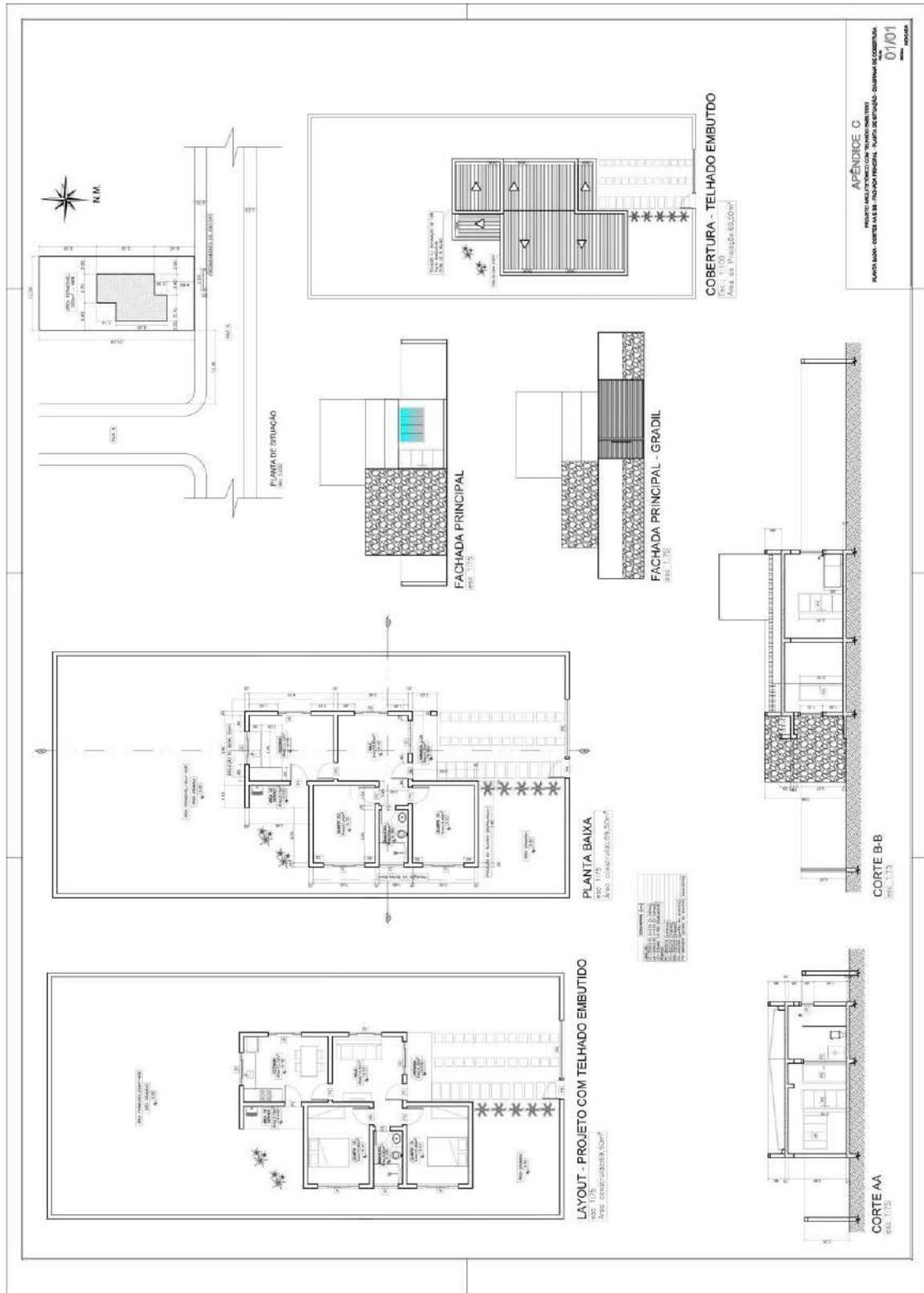
APÊNDICE A – Projeto topográfico



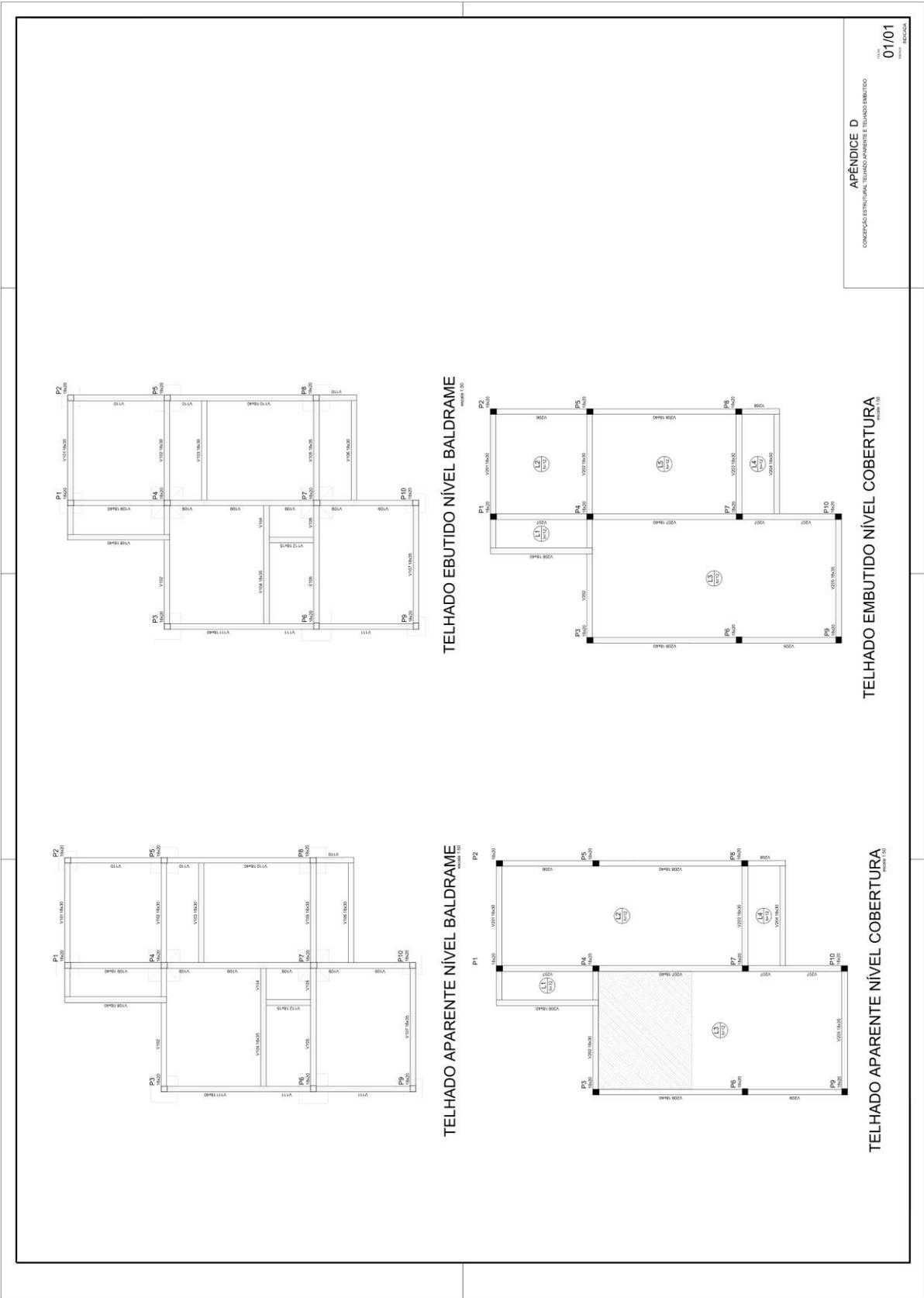
APÊNDICE B – Projeto arquitetônico legal com telhado aparente



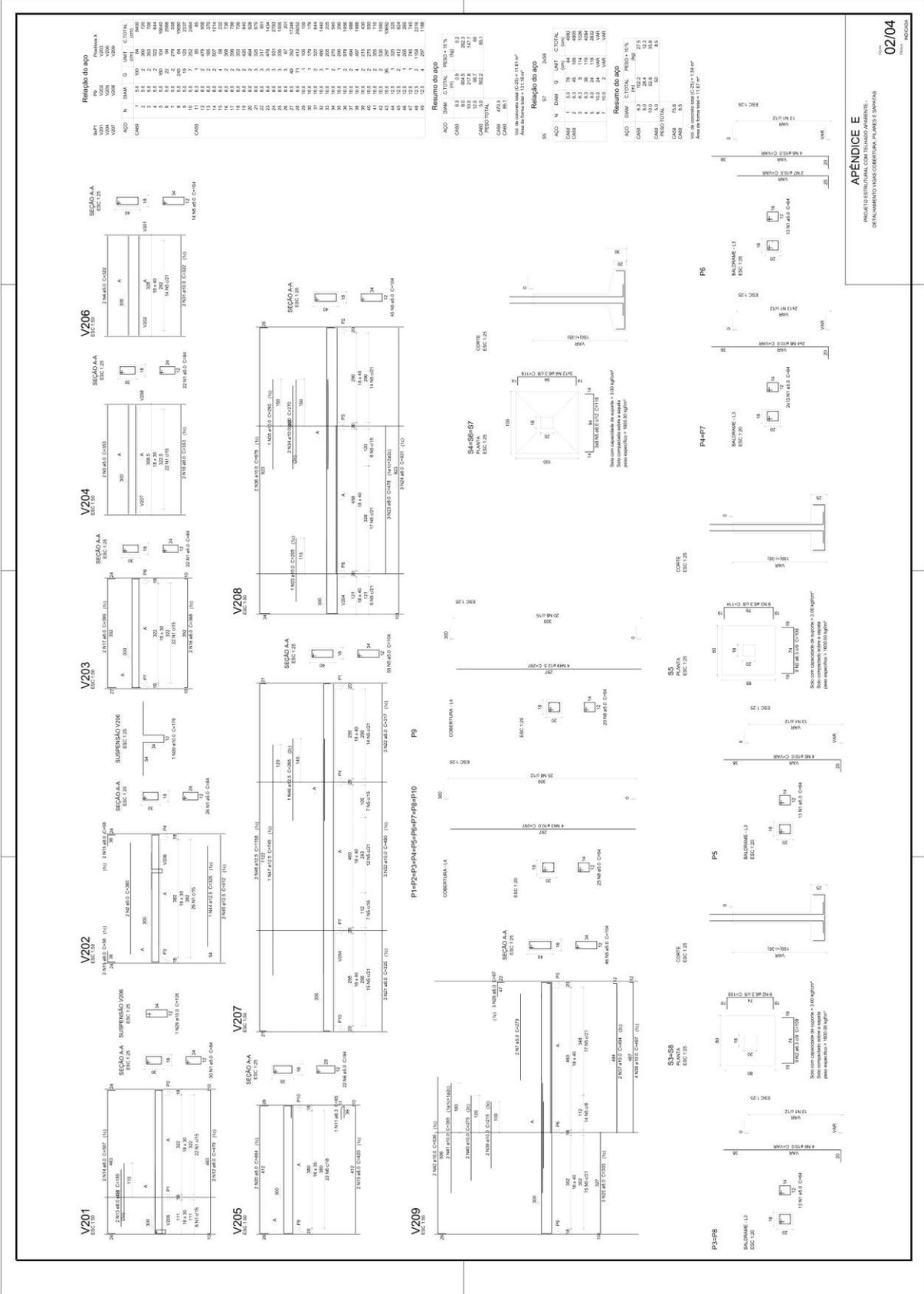
APÊNDICE C – Projeto arquitetônico legal com telhado embutido

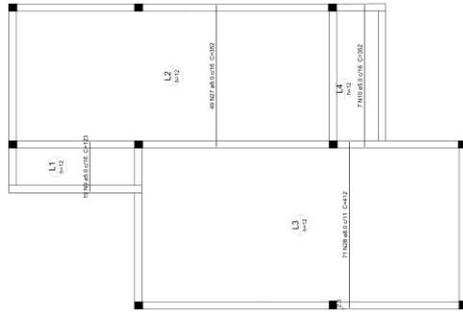


APÊNDICE D – Projeto de concepção estrutural

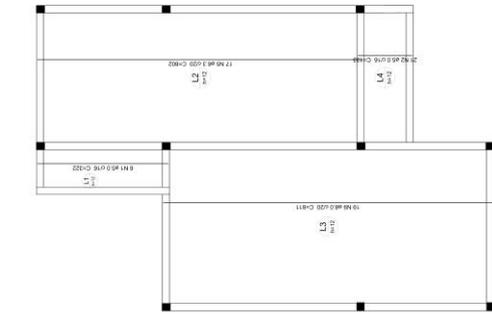


APÊNDICE D
CONCEPÇÃO ESTRUTURAL, TELHADO APARENTE E TELHADO EMBUTIDO
01/01
INDICAÇÃO





Armação positiva das lajes do pavimento COBERTURA (Eixo X)



Armação negativa das lajes do pavimento COBERTURA (Eixo X)

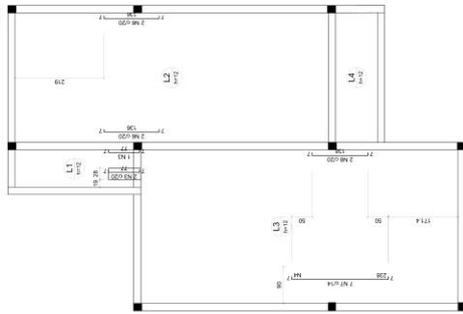
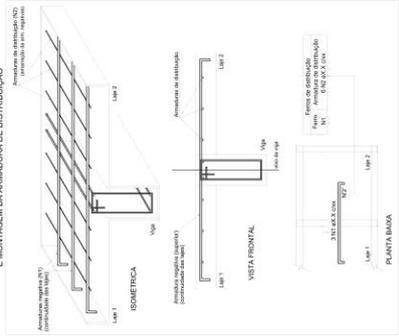
Relatório do aço

Item	QTD	UNID	C TOTAL
AÇO	1	KG	1000
CAIXA	2	UN	200
CAIXA	3	UN	300
CAIXA	4	UN	400
CAIXA	5	UN	500
CAIXA	6	UN	600
CAIXA	7	UN	700
CAIXA	8	UN	800
CAIXA	9	UN	900
CAIXA	10	UN	1000

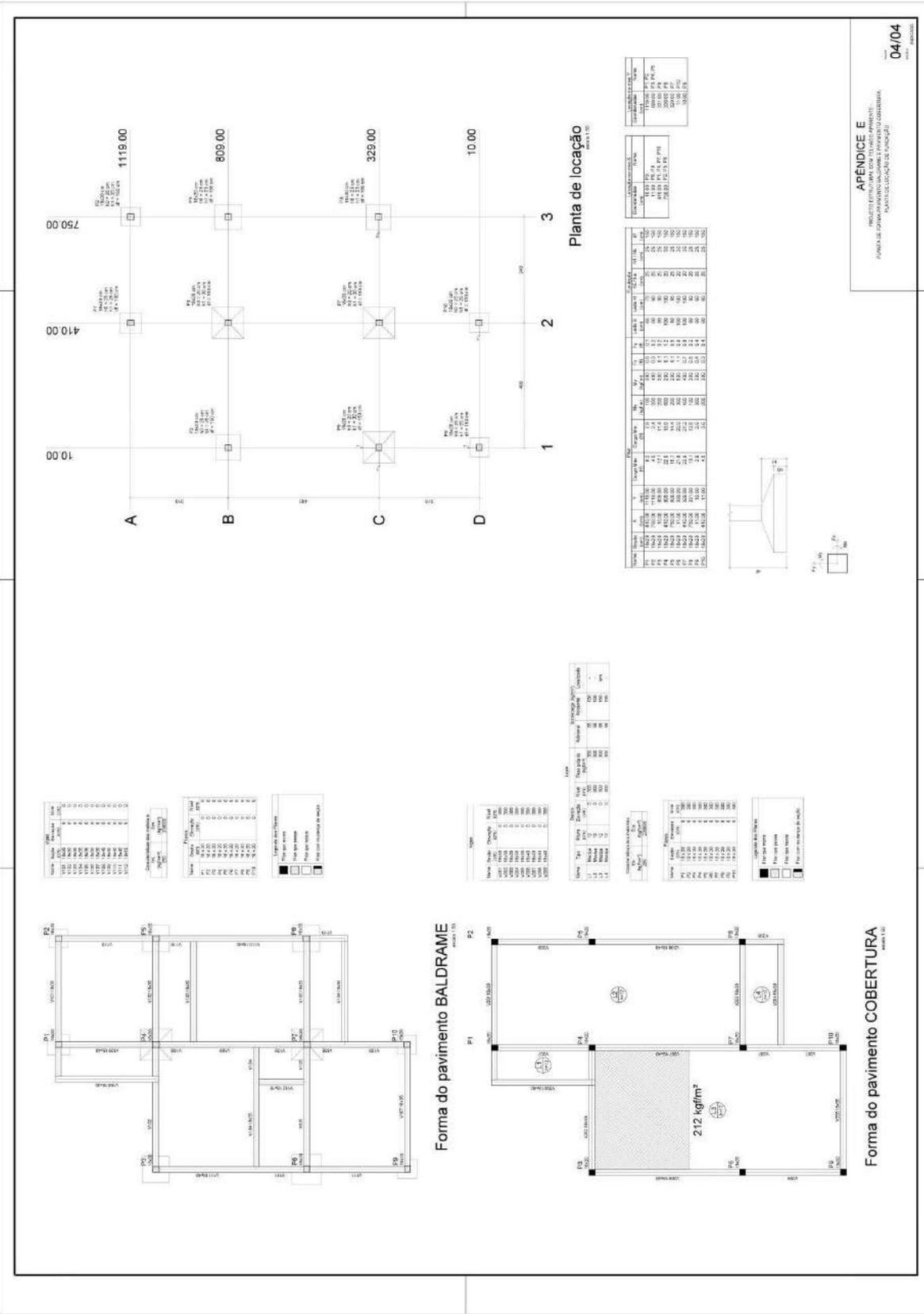
Item	QTD	UNID	C TOTAL
AÇO	1	KG	1000
CAIXA	2	UN	200
CAIXA	3	UN	300
CAIXA	4	UN	400
CAIXA	5	UN	500
CAIXA	6	UN	600
CAIXA	7	UN	700
CAIXA	8	UN	800
CAIXA	9	UN	900
CAIXA	10	UN	1000

Forma de distribuição

Item	QTD	UNID	C TOTAL
AÇO	1	KG	1000
CAIXA	2	UN	200
CAIXA	3	UN	300
CAIXA	4	UN	400
CAIXA	5	UN	500
CAIXA	6	UN	600
CAIXA	7	UN	700
CAIXA	8	UN	800
CAIXA	9	UN	900
CAIXA	10	UN	1000



Armação negativa das lajes do pavimento COBERTURA (Eixo Y)



Forma do pavimento BALDRAME

Forma do pavimento COBERTURA

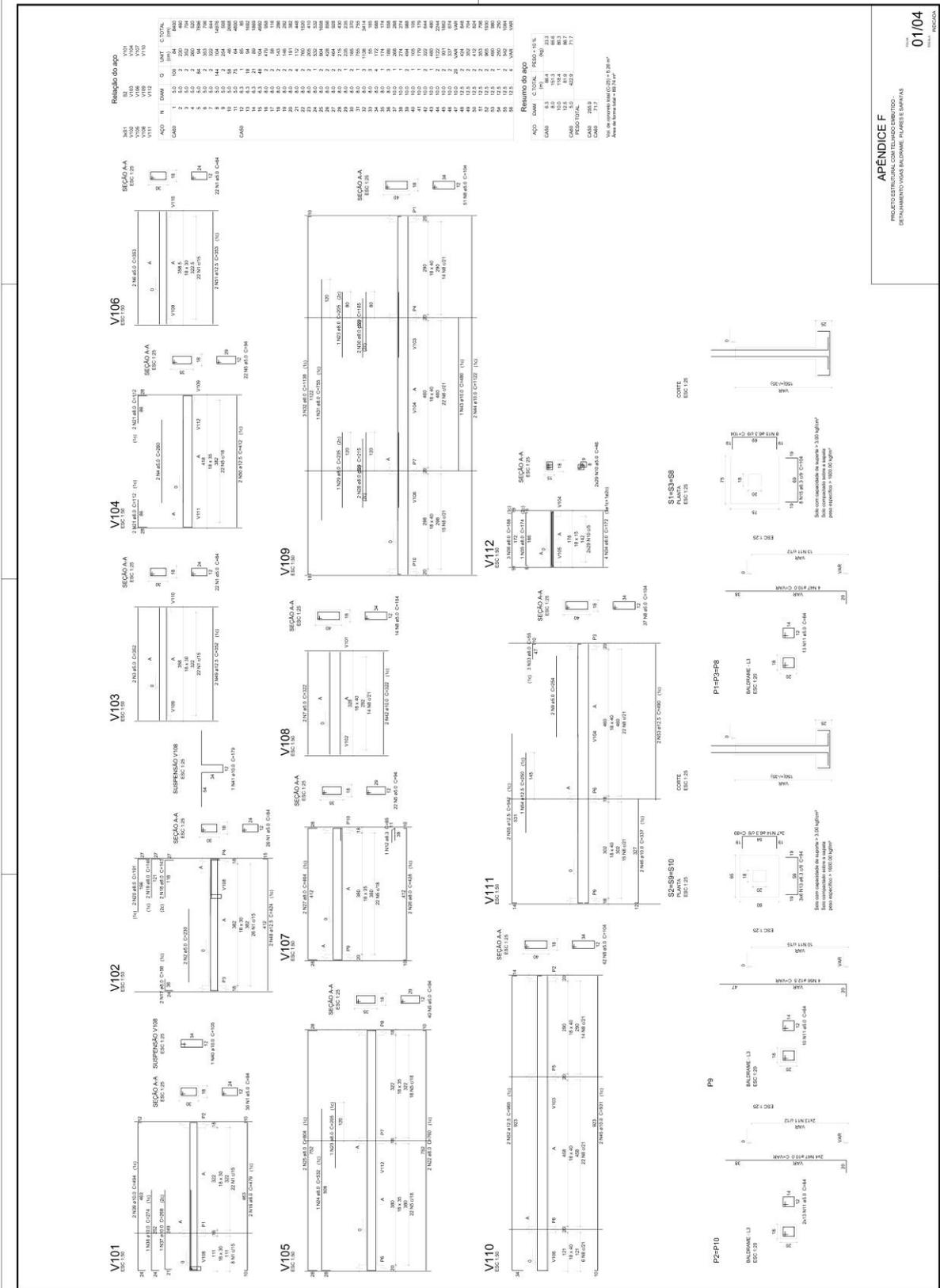
Item	Qtd	Unid	Valor Unit	Valor Total
1	1	m	100,00	100,00
2	1	m	100,00	100,00
3	1	m	100,00	100,00
4	1	m	100,00	100,00
5	1	m	100,00	100,00
6	1	m	100,00	100,00
7	1	m	100,00	100,00
8	1	m	100,00	100,00
9	1	m	100,00	100,00
10	1	m	100,00	100,00

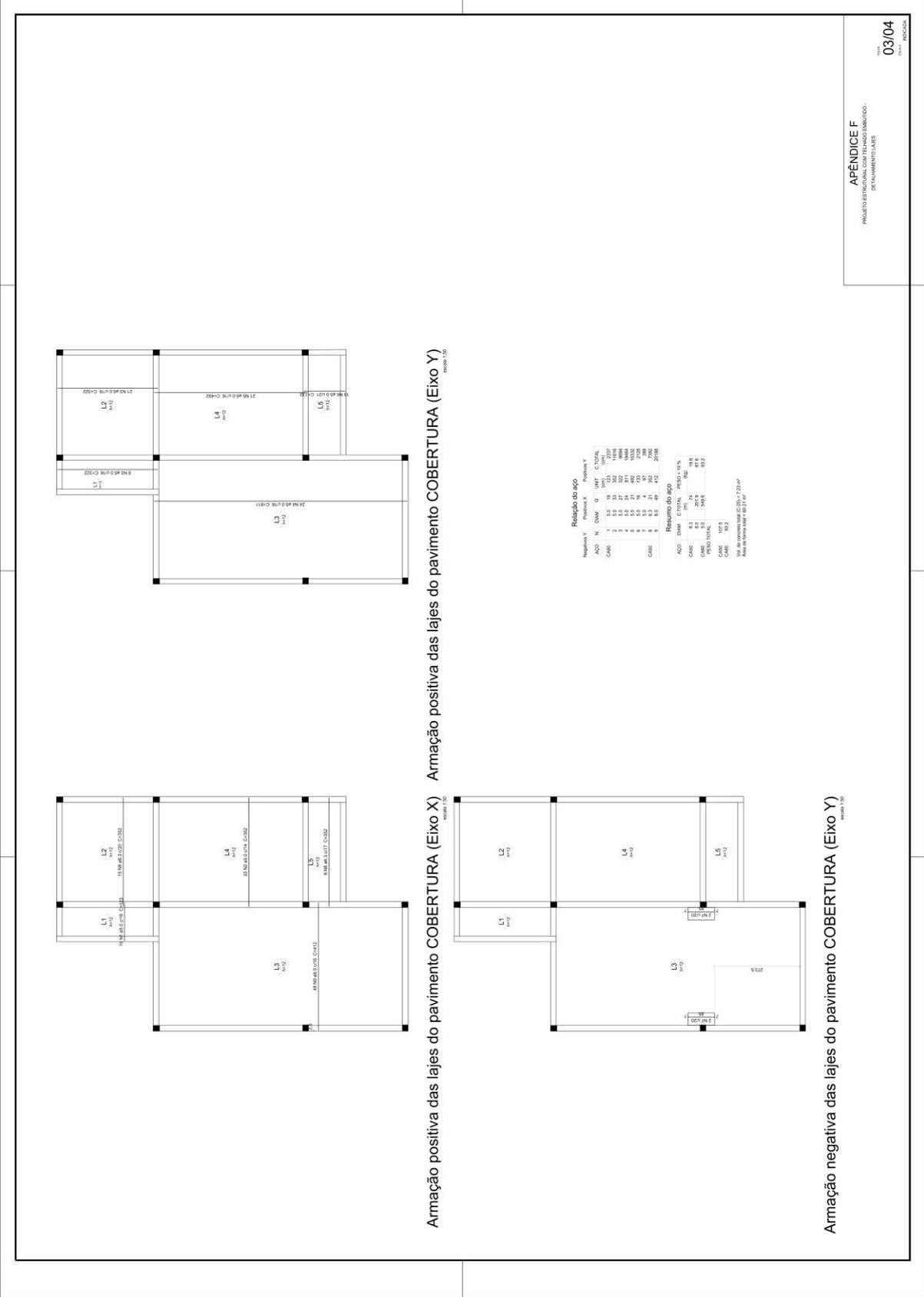
Item	Qtd	Unid	Valor Unit	Valor Total
1	1	m	100,00	100,00
2	1	m	100,00	100,00
3	1	m	100,00	100,00
4	1	m	100,00	100,00
5	1	m	100,00	100,00
6	1	m	100,00	100,00
7	1	m	100,00	100,00
8	1	m	100,00	100,00
9	1	m	100,00	100,00
10	1	m	100,00	100,00

Item	Qtd	Unid	Valor Unit	Valor Total
1	1	m	100,00	100,00
2	1	m	100,00	100,00
3	1	m	100,00	100,00
4	1	m	100,00	100,00
5	1	m	100,00	100,00
6	1	m	100,00	100,00
7	1	m	100,00	100,00
8	1	m	100,00	100,00
9	1	m	100,00	100,00
10	1	m	100,00	100,00

AFIPENDICE E
 PROJETO EXECUTIVO COM TUBO DE PREDIÇÃO
 FUNDADAÇÃO PARA O PAVIMENTO DE COBERTURA
 PLANTA DE LOCALIZAÇÃO DE FUNDADAÇÃO
 04/04

APÊNDICE F – Projeto estrutural telhado embutido





APÊNDICE G – Planilhas de quantitativos e orçamentos

CASA COM TELHADO APARENTE

1. TIPOS DE ALVENARIA

1.1 VEDAÇÃO COM BLOCOS CERÂMICOS

R\$ 6.580,10

Alvenaria de tijolo cerâmica furado para vedação (14x19x39) com junta de 12 mm e traço 1:2:8 - unidade m²

				Quantidade (m ²):	147,94	
	Unidade	Consumo/m ²	Consumo Total	Valor (R\$)/unidade	Valor Total:	
Mão de Obra						
Pedreiro	h	0,700	103,558	R\$ 20,68	R\$ 2.141,58	
Servente	h	0,859	127,080	R\$ 14,77	R\$ 1.876,98	
Material						
Areia Lavada tipo média	m ³	0,019	2,811	R\$ 66,67	R\$ 187,40	
Cal Hidratada	kg	2,890	427,547	R\$ 0,64	R\$ 273,63	
Cimento Portland	kg	2,890	427,547	R\$ 0,36	R\$ 153,92	
Bloco Cerâmico de vedação	unidade	12,900	1908,426	R\$ 1,02	R\$ 1.946,59	
Total Mão de Obra:					R\$ 4.018,56	
Total Material:					R\$ 2.561,54	
Total do Serviço:					R\$ 6.580,10	

1.2 VEDAÇÃO COM BLOCOS DE CONCRETO

R\$ 8.110,64

Alvenaria de blocos de concreto para vedação (14x19x39) com juntas de 10 mm e traço 1:0,5:8 - unidade m²

				Quantidade (m ²):	147,94	
	Unidade	Consumo/m ²	Consumo Total	Valor (R\$)/unidade	Valor Total:	
Mão de Obra						
Pedreiro	h	0,700	103,558	R\$ 20,68	R\$ 2.141,58	
Servente	h	0,834	123,382	R\$ 14,77	R\$ 1.822,35	
Material						
Areia Lavada tipo média	m ³	0,016	2,411	R\$ 66,67	R\$ 160,77	
Cal Hidratada	kg	0,616	91,131	R\$ 0,64	R\$ 58,32	
Cimento Portland	kg	2,438	360,678	R\$ 0,36	R\$ 129,84	
Bloco Concreto de vedação	unidade	12,900	1908,426	R\$ 1,99	R\$ 3.797,77	
Total Mão de Obra:					R\$ 3.963,93	
Total Material:					R\$ 4.146,71	
Total do Serviço:					R\$ 8.110,64	

2. TIPOS DE REVESTIMENTO

2.1 REVESTIMENTO COM ARGAMASSA DE CIMENTO E CAL
R\$ 16.823,87

Chapisco com argamassa de cimento com traço 1:3 e e=5mm - unidade m² (aplicado em todos ambientes externos e internos, exceto parte interna da cobertura)

				Quantidade (m²):		307,27
	Unidade	Consumo/m²	Consumo Total	Valor (R\$)/unidade	Valor Total:	
Mão de Obra						
Pedreiro	h	0,100	30,727	R\$ 20,68	R\$	635,43
Servente	h	0,150	46,091	R\$ 14,77	R\$	680,76
Material						
Areia Lavada tipo média	m ³	0,006	1,874	R\$ 66,67	R\$	124,96
Cimento Portland	kg	2,430	746,666	R\$ 0,36	R\$	268,80
					Total Mão de Obra:	R\$ 1.316,19
					Total Material:	R\$ 393,76
					Total do Serviço:	R\$ 1.709,95

Emboço com argamassa mista de cimento e cal com traço de 1:2:6 e e=20mm - unidade: m² (aplicado em todos ambientes externos e internos, exceto parte interna da cobertura)

				Quantidade (m²):		307,27
	Unidade	Consumo/m²	Consumo Total	Valor (R\$)/unidade	Valor Total:	
Mão de Obra						
Pedreiro	h	0,820	251,961	R\$ 20,68	R\$	5.210,56
Servente	h	0,410	125,981	R\$ 14,77	R\$	1.860,73
Material						
Areia Lavada tipo média	m ³	0,031	9,372	R\$ 66,67	R\$	624,81
Cal Hidratada	kg	6,075	1866,665	R\$ 0,64	R\$	1.194,67
Cimento Portland	kg	6,075	1866,665	R\$ 0,36	R\$	672,00
					Total Mão de Obra:	R\$ 7.071,30
					Total Material:	R\$ 2.491,48
					Total do Serviço:	R\$ 9.562,78

Reboco para acabamento do emboço a base de cal com traço 1:3 e e= 5 mm (aplicação em todos os ambientes, exceto locais com revestimento cerâmico e parte interna da cobertura)

				Quantidade (m²):		286,14
	Unidade	Consumo/m²	Consumo Total	Valor (R\$)/unidade	Valor Total:	
Mão de Obra						
Pedreiro	h	0,500	143,070	R\$ 20,68	R\$	2.958,69
Servente	h	0,540	154,516	R\$ 14,77	R\$	2.282,20
Material						

Areia Lavada tipo média	m ³	0,005	1,316	R\$	66,67	R\$	87,75
Cal Hidratada	kg	1,215	347,660	R\$	0,64	R\$	222,50
						Total Mão de Obra:	R\$ 5.240,88
						Total Material:	R\$ 310,26
						Total do Serviço:	R\$ 5.551,14

2.2 REVESTIMENTO COM GESSO NA PARTE INTERNA DA EDIFICAÇÃO **R\$ 9.781,93**

Chapisco com argamassa de cimento com traço 1:3 e e=5mm - unidade m² (aplicado em todos ambientes externos)

				Quantidade (m²):		132,56	
	Unidade	Consumo/m²	Consumo Total	Valor (R\$)/unidade	Valor Total:		
Mão de Obra							
Pedreiro	h	0,100	13,256	R\$	20,68	R\$	274,13
Servente	h	0,150	19,884	R\$	14,77	R\$	293,69
Material							
Areia Lavada tipo média	m ³	0,006	0,809	R\$	66,67	R\$	53,91
Cimento Portland	kg	2,430	322,121	R\$	0,36	R\$	115,96
						Total Mão de Obra:	R\$ 567,82
						Total Material:	R\$ 169,87
						Total do Serviço:	R\$ 737,69

Emboço com argamassa mista de cimento e cal com traço de 1:2:6 e e=20mm - unidade: m² (aplicado em todos ambientes externos, exceto parte interna da cobertura)

				Quantidade (m²):		132,56	
	Unidade	Consumo/m²	Consumo Total	Valor (R\$)/unidade	Valor Total:		
Mão de Obra							
Pedreiro	h	0,820	108,699	R\$	20,68	R\$	2.247,90
Servente	h	0,410	54,350	R\$	14,77	R\$	802,74
Material							
Areia Lavada tipo média	m ³	0,031	4,043	R\$	66,67	R\$	269,55
Cal Hidratada	kg	6,075	805,302	R\$	0,64	R\$	515,39
Cimento Portland	kg	6,075	805,302	R\$	0,36	R\$	289,91
						Total Mão de Obra:	R\$ 3.050,64
						Total Material:	R\$ 1.074,85
						Total do Serviço:	R\$ 4.125,50

Reboco para acabamento do emboço a base de cal com traço 1:3 e e= 5 mm - unidade m² (aplicação em todos os ambientes externos, exceto na parte interna da cobertura)

				Quantidade (m²):		132,56	
	Unidade	Consumo/m²	Consumo Total	Valor (R\$)/unidade	Valor Total:		
Mão de Obra							

Pedreiro	h	0,500	66,280	R\$	20,68	R\$	1.370,67
Servente	h	0,540	71,582	R\$	14,77	R\$	1.057,27
Material							
Areia Lavada tipo média	m ³	0,005	0,610	R\$	66,67	R\$	40,65
Cal Hidratada	kg	1,215	161,060	R\$	0,64	R\$	103,08
						Total Mão de Obra:	R\$ 2.427,94
						Total Material:	R\$ 143,73
						Total do Serviço:	R\$ 2.571,67

Gesso aplicado em parede nas paredes internas - unidade m² (exceto locais com revestimento cerâmico)

				Quantidade (m²):		132,45	
	Unidade	Consumo/m²	Consumo Total	Valor (R\$)/unidade	Valor Total:		
Mão de Obra							
Gesseiro	h	0,390	51,656	R\$	20,53	R\$	1.060,49
Servente	h	0,410	54,305	R\$	14,77	R\$	802,08
Material							
Gesso	m ²	6,200	821,190	R\$	0,59	R\$	484,50
						Total Mão de Obra:	R\$ 1.862,56
						Total Material:	R\$ 484,50
						Total do Serviço:	R\$ 2.347,07

3. COBERTURA **R\$ 16.506,77**

Colocação de telhas cerâmicas - tipo francesa

				Quantidade (m²):		96,44	
	Unidade	Consumo/m²	Consumo Total	Valor (R\$)/unidade	Valor Total:		
Mão de Obra							
Telhadista	h	0,500	48,220	R\$	22,59	R\$	1.089,29
Ajudante de Telhadista	h	1,000	96,440	R\$	14,77	R\$	1.424,42
Material							
Telha	unidade	17,000	1639,480	R\$	1,04	R\$	1.705,06
						Total Mão de Obra:	R\$ 2.513,71
						Total Material:	R\$ 1.705,06
						Total do Serviço:	R\$ 4.218,77

Estrutura de madeira para coberturas de telha cerâmica apoiada em lajes e/ou alvenarias.

				Quantidade (m²):		96,44	
	Unidade	Consumo/m²	Consumo Total	Valor (R\$)/unidade	Valor Total:		
Mão de Obra							

Ajudante de Carpinteiro	h	1,200	115,728	R\$	14,77	R\$	1.709,30
Carpinteiro	h	1,200	115,728	R\$	20,55	R\$	2.378,21
Material							
Madeira - Peroba	m ³	0,021	2,025	R\$	3.952,00	R\$	8.003,75
Pregos	kg	0,240	23,146	R\$	8,50	R\$	196,74
						Total Mão de Obra:	R\$ 4.087,51
						Total Material:	R\$ 8.200,49
						Total do Serviço:	R\$ 12.288,00

4. ESTRUTURA DE CONCRETO ARMADO
R\$ 27.313,56

Forma de madeira para estrutura de concreto armado moldada *in loco* - unidade m²:

				Quantidade (m²):		208,66	
	Unidade	Consumo/m²	Consumo Total	Valor (R\$/unidade)	Valor Total:		
Mão de Obra							
Ajudante de Carpinteiro	h	0,161	33,594	R\$	14,77	R\$	496,19
Carpinteiro	h	0,645	134,586	R\$	20,55	R\$	2.765,74
Material							
Prego 17x21 com cabeça	kg	0,150	31,299	R\$	8,50	R\$	266,04
Prego 17x27 com cabeça	kg	0,200	41,732	R\$	8,50	R\$	354,72
Pontaletes 3"x3"	m	3,200	667,712	R\$	3,06	R\$	2.043,20
Sarrafo 1"x3"	m	2,700	563,382	R\$	5,58	R\$	3.143,67
Tabua 1"x12"	m ²	1,450	302,557	R\$	11,06	R\$	3.346,28
Arame galvanizado	kg	0,180	37,559	R\$	15,86	R\$	595,68
Desmoldante de forma	l	0,100	20,866	R\$	5,55	R\$	115,81
						Total Mão de Obra:	R\$ 3.261,92
						Total Material:	R\$ 9.865,40
						Total do Serviço:	R\$ 13.127,33

Armadura de aço para estrutura de concreto armado moldada *in loco* (espessura média 10 mm) e aço CA-50 com armação industrializada- unidade kg:

				Quantidade (kg):		891,3	
	Unidade	Consumo/unidade	Consumo Total	Valor (R\$/unidade)	Valor Total:		
Mão de Obra							
Ajudante de Armador	h	0,080	71,304	R\$	15,41	R\$	1.098,79
Armador	h	0,080	71,304	R\$	20,53	R\$	1.463,87
Material							
Espaçadores	unidade	1,820	1622,166	R\$	0,14	R\$	227,10
Barra de Aço	kg	1,100	980,430	R\$	4,65	R\$	4.559,00
Arame cozido	kg	0,030	26,739	R\$	15,86	R\$	424,08
						Total Mão de Obra:	R\$ 2.562,67
						Total Material:	R\$ 5.210,18
						Total do Serviço:	R\$ 7.772,85

Armadura de aço para estrutura de concreto armado moldada *in loco* (espessura média 5 mm) e aço CA-60 com armação na obra - unidade kg:

				Quantidade (m ²):		173,2	
Unidade	Consumo/m ²	Consumo Total	Valor (R\$)/unidade	Valor Total:			
Mão de Obra							
Ajudante de Armador	h	0,070	12,124	R\$	15,41	R\$	186,83
Armador	h	0,070	12,124	R\$	20,53	R\$	248,91
Material							
Espaçadores	unidade	1,820	315,224	R\$	0,14	R\$	44,13
Barra de Aço	kg	1,100	190,520	R\$	4,61	R\$	878,30
Arame cozido	kg	0,020	3,464	R\$	15,86	R\$	54,94
Total Mão de Obra:						R\$	435,74
Total Material:						R\$	977,37
Total do Serviço:						R\$	1.413,10

Concreto Bombeado dosado industrialmente para estrutura de concreto armado moldada *in loco*, concreto C25- unidade m³:

				Quantidade (m ³):		18,17	
Unidade	Consumo/m ²	Consumo Total	Valor (R\$)/unidade	Valor Total:			
Material							
Concreto C25	m ³	1,050	19,079	R\$	262,09	R\$	5.000,28
Total Mão de Obra:						R\$	-
Total Material:						R\$	5.000,28
Total do Serviço:						R\$	5.000,28

CASA COM TELHADO EMBUTIDO

1. TIPOS DE ALVENARIA DE VEDAÇÃO

1.1 VEDAÇÃO COM BLOCO CERÂMICO

R\$ 8.649,22

Alvenaria de tijolo cerâmica furado para vedação (14x19x39) com junta de 12 mm e traço 1:2:8 - unidade m²

				Quantidade (m ²):		194,46	
Unidade	Consumo/m ²	Consumo Total	Valor (R\$)/unidade	Valor Total:			
Mão de Obra							
Pedreiro	h	0,7	136,12	R\$	20,68	R\$	2.815,00
Servente	h	0,859	167,04	R\$	14,77	R\$	2.467,20
Material							
Areia Lavada tipo média	m ³	0,019	3,69	R\$	66,67	R\$	246,33
Cal Hidratada	kg	2,89	561,99	R\$	0,64	R\$	359,67
Cimento Portland	kg	2,89	561,99	R\$	0,36	R\$	202,32

Bloco Cerâmico de vedação	unidade	12,9	2508,53	R\$	1,02	R\$ 2.558,70
Total Mão de Obra:						R\$ 5.282,20
Total Material:						R\$ 3.367,02
Total do Serviço:						R\$ 8.649,22

1.2 VEDAÇÃO COM BLOCO DE CONCRETO

R\$ 10.661,04

Alvenaria de blocos de concreto para vedação (14x19x39) com juntas de 10 mm e traço 1:0,5:8 - unidade m ²					
Quantidade (m ²):					194,46
Unidade	Consumo/m ²	Consumo Total	Valor (R\$)/unidade	Valor Total:	
Mão de Obra					
Pedreiro	h	0,7	136,12	R\$ 20,68	R\$ 2.815,00
Servente	h	0,834	162,18	R\$ 14,77	R\$ 2.395,39
Material					
Areia Lavada tipo média	m ³	0,0163	3,17	R\$ 66,67	R\$ 211,32
Cal Hidratada	kg	0,616	119,79	R\$ 0,64	R\$ 76,66
Cimento Portland	kg	2,438	474,09	R\$ 0,36	R\$ 170,67
Bloco Concreto de vedação	unidade	12,9	2508,53	R\$ 1,99	R\$ 4.991,98
Total Mão de Obra:					R\$ 5.210,40
Total Material:					R\$ 5.450,64
Total do Serviço:					R\$ 10.661,04

2. TIPOS DE REVESTIMENTO

2.1 REVESTIMENTO COM ARGAMASSA DE CIMENTO E CAL

R\$ 22.373,10

Chapisco com argamassa de cimento com traço 1:3 e e=5mm - unidade m² (aplicado em todos ambientes externos e internos, exceto parte interna da casa da caixa d'agua)

Quantidade (m ²):					406,21
Unidade	Consumo/m ²	Consumo Total	Valor (R\$)/unidade	Valor Total:	
Mão de Obra					
Pedreiro	h	0,100	40,621	R\$ 20,68	R\$ 840,04
Servente	h	0,150	60,932	R\$ 14,77	R\$ 899,96
Material					
Areia Lavada tipo média	m ³	0,006	2,478	R\$ 66,67	R\$ 165,20
Cimento Portland	kg	2,430	987,090	R\$ 0,36	R\$ 355,35
Total Mão de Obra:					R\$ 1.740,00
Total Material:					R\$ 520,55
Total do Serviço:					R\$ 2.260,55

Emboço com argamassa mista de cimento e cal com traço de 1:2:6 e e=20mm - unidade: m² (aplicado em todos ambientes externos e internos, exceto parte interna da cobertura)

				Quantidade (m²):		406,21
Unidade	Consumo/m²	Consumo Total	Valor (R\$)/unidade	Valor Total:		
Mão de Obra						
Pedreiro	h	0,820	333,092	R\$	20,68	R\$ 6.888,35
Servente	h	0,410	166,546	R\$	14,77	R\$ 2.459,89
Material						
Areia Lavada tipo média	m ³	0,031	12,389	R\$	66,67	R\$ 826,00
Cal Hidratada	kg	6,075	2467,726	R\$	0,64	R\$ 1.579,34
Cimento Portland	kg	6,075	2467,726	R\$	0,36	R\$ 888,38
					Total Mão de Obra:	R\$ 9.348,23
					Total Material:	R\$ 3.293,73
					Total do Serviço:	R\$ 12.641,96

Reboco para acabamento do emboço a base de cal com traço 1:3 e e= 5 mm (aplicação em todos os ambientes, exceto locais com revestimento cerâmico e parte interna da casa da caixa d'água)

				Quantidade (m²):		385,08
Unidade	Consumo/m²	Consumo Total	Valor (R\$)/unidade	Valor Total:		
Mão de Obra						
Pedreiro	h	0,500	192,540	R\$	20,68	R\$ 3.981,73
Servente	h	0,540	207,943	R\$	14,77	R\$ 3.071,32
Material						
Areia Lavada tipo média	m ³	0,005	1,771	R\$	66,67	R\$ 118,10
Cal Hidratada	kg	1,215	467,872	R\$	0,64	R\$ 299,44
					Total Mão de Obra:	R\$ 7.053,05
					Total Material:	R\$ 417,54
					Total do Serviço:	R\$ 7.470,58

2.2 REVESTIMENTO COM GESSO NA PARTE INTERNA DA EDIFICAÇÃO

R\$ 12.984,10

Chapisco com argamassa de cimento com traço 1:3 e e=5mm - unidade m² (aplicado em todos ambientes externos)

				Quantidade (m²):		231,5
Unidade	Consumo/m²	Consumo Total	Valor (R\$)/unidade	Valor Total:		
Mão de Obra						
Pedreiro	h	0,100	23,150	R\$	20,68	R\$ 478,74
Servente	h	0,150	34,725	R\$	14,77	R\$ 512,89
Material						
Areia Lavada tipo média	m ³	0,006	1,412	R\$	66,67	R\$ 94,15
Cimento Portland	kg	2,430	562,545	R\$	0,36	R\$ 202,52

Total Mão de Obra: R\$ 991,63
 Total Material: R\$ 296,66
Total do Serviço: R\$ 1.288,29

Emboço com argamassa mista de cimento e cal com traço de 1:2:6 e e=20mm - unidade: m² (aplicado em todos ambientes externos)

				Quantidade (m ²):		231,5
Unidade	Consumo/m ²	Consumo Total	Valor (R\$/unidade)	Valor Total:		
Mão de Obra						
Pedreiro	h	0,820	189,830	R\$ 20,68	R\$ 3.925,68	
Servente	h	0,410	94,915	R\$ 14,77	R\$ 1.401,89	
Material						
Areia Lavada tipo média	m ³	0,031	7,061	R\$ 66,67	R\$ 470,74	
Cal Hidratada	kg	6,075	1406,363	R\$ 0,64	R\$ 900,07	
Cimento Portland	kg	6,075	1406,363	R\$ 0,36	R\$ 506,29	
				Total Mão de Obra:	R\$ 5.327,58	
				Total Material:	R\$ 1.877,10	
				Total do Serviço:	R\$ 7.204,68	

Reboco para acabamento do emboço a base de cal com traço 1:3 e e= 5 mm - unidade m² (aplicação em todos os ambientes externos, exceto na parte interna da cobertura)

				Quantidade (m ²):		231,5
Unidade	Consumo/m ²	Consumo Total	Valor (R\$/unidade)	Valor Total:		
Mão de Obra						
Pedreiro	h	0,500	115,750	R\$ 20,68	R\$ 2.393,71	
Servente	h	0,540	125,010	R\$ 14,77	R\$ 1.846,40	
Material						
Areia Lavada tipo média	m ³	0,005	1,065	R\$ 66,67	R\$ 71,00	
Cal Hidratada	kg	1,215	281,273	R\$ 0,64	R\$ 180,01	
				Total Mão de Obra:	R\$ 4.240,11	
				Total Material:	R\$ 251,01	
				Total do Serviço:	R\$ 4.491,12	

Gesso aplicado em parede nas paredes internas - unidade m² (exceto locais com revestimento cerâmico)

				Quantidade (m ²):		132,45
Unidade	Consumo/m ²	Consumo Total	Valor (R\$/unidade)	Valor Total:		
Mão de Obra						
Gesseiro	h	0,390	51,656	R\$ 20,53	R\$ 1.060,49	
Servente	h	0,410	54,305	R\$ 14,77	R\$ 802,08	
Material						
Gesso	m ²	6,200	821,190	R\$ 0,59	R\$ 484,50	
				Total Mão de Obra:	R\$ 1.862,56	

Total Material: R\$ 484,50
 Total do Serviço: R\$ 2.347,07

3. TELHADO **R\$ 6.621,90**

Colocação de telhas fibrocimento

				Quantidade (m²):		58,35
Unidade	Consumo/m²	Consumo Total	Valor (R\$)/unidade	Valor Total:		
Mão de Obra						
Telhadista	h	0,3	17,505	R\$ 22,59	R\$	395,44
Ajudante de Telhadista	h	0,6	35,010	R\$ 14,77	R\$	517,10
Material						
Parafuso galvanizado com rosca	unidade	1,11	64,769	R\$ 2,14	R\$	138,60
Telha fibrocimento	m²	1,24	72,354	R\$ 17,20	R\$	1.244,49
Conjunto de vedação elástica	unidade	1,11	64,769	R\$ 0,14	R\$	9,07
Fixador de aba	unidade	1	58,350	R\$ 1,66	R\$	96,86
				Total Mão de Obra:	R\$	912,54
				Total Material:	R\$	1.489,02
				Total do Serviço:	R\$	2.401,56

Estrutura de madeira para coberturas de telha fibrocimento apoiada em lajes e/ou alvenarias.

				Quantidade (m²):		58,35
Unidade	Consumo/m²	Consumo Total	Valor (R\$)/unidade	Valor Total:		
Mão de Obra						
Ajudante de Carpinteiro	h	0,900	52,515	R\$ 14,77	R\$	775,65
Carpinteiro	h	0,900	52,515	R\$ 20,55	R\$	1.079,18
Material						
Madeira - Peroba	m³	0,010	0,584	R\$ 3.952,00	R\$	2.305,99
Pregos	kg	0,120	7,002	R\$ 8,50	R\$	59,52
				Total Mão de Obra:	R\$	1.854,83
				Total Material:	R\$	2.365,51
				Total do Serviço:	R\$	4.220,34

4. ESTRUTURA DE CONCRETO ARMADO **R\$ 25.698,71**

Forma de madeira para estrutura de concreto armado moldada *in loco* - unidade m²:

				Quantidade (m²):		210,99
Unidade	Consumo/m²	Consumo Total	Valor (R\$)/unidade	Valor Total:		
Mão de Obra						
Ajudante de Carpinteiro	h	0,161	33,969	R\$ 14,77	R\$	501,73

Carpinteiro	h	0,645	136,089	R\$	20,55	R\$	2.796,62
Material							
Prego 17x21 com cabeça	kg	0,150	31,649	R\$	8,50	R\$	269,01
Prego 17x27 com cabeça	kg	0,200	42,198	R\$	8,50	R\$	358,68
Pontaete 3"x3"	m	3,200	675,168	R\$	3,06	R\$	2.066,01
Sarrafo 1"x3"	m	2,700	569,673	R\$	5,58	R\$	3.178,78
Tabua 1"x12"	m ²	1,450	305,936	R\$	11,06	R\$	3.383,65
Arame galvanizado	kg	0,180	37,978	R\$	15,86	R\$	602,33
Desmoldante de forma	l	0,100	21,099	R\$	5,55	R\$	117,10
						Total Mão de Obra:	R\$ 3.298,35
						Total Material:	R\$ 9.975,57
						Total do Serviço:	R\$ 13.273,91

Armadura de aço para estrutura de concreto armado moldada *in loco* (espessura média 10 mm) e aço CA-50 com armação industrializada- unidade kg:

				Quantidade (kg):		682,9	
Unidade	Consumo/unidade	Consumo Total	Valor (R\$)/unidade	Valor Total:			
Mão de Obra							
Ajudante de Armador	h	0,080	54,632	R\$	15,41	R\$	841,88
Armador	h	0,080	54,632	R\$	20,53	R\$	1.121,59
Material							
Espaçadores	unidade	1,820	1242,878	R\$	0,14	R\$	174,00
Barra de Aço	kg	1,100	751,190	R\$	4,65	R\$	3.493,03
Arame cozido	kg	0,030	20,487	R\$	15,86	R\$	324,92
						Total Mão de Obra:	R\$ 1.963,47
						Total Material:	R\$ 3.991,96
						Total do Serviço:	R\$ 5.955,43

Armadura de aço para estrutura de concreto armado moldada *in loco* (espessura média 5 mm) e aço CA-60 com armação na obra - unidade kg:

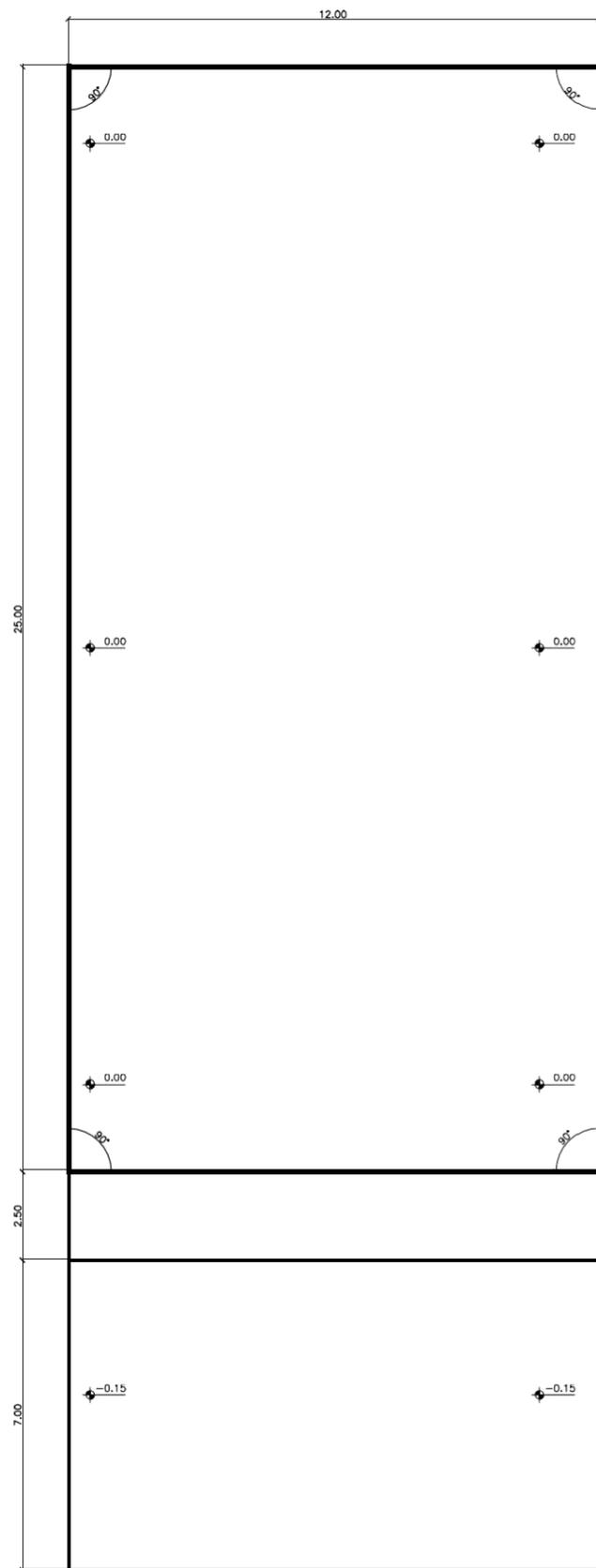
				Quantidade (m ²):		177,7	
Unidade	Consumo/m ²	Consumo Total	Valor (R\$)/unidade	Valor Total:			
Mão de Obra							
Ajudante de Armador	h	0,070	12,439	R\$	15,41	R\$	191,68
Armador	h	0,070	12,439	R\$	20,53	R\$	255,37
Material							
Espaçadores	unidade	1,820	323,414	R\$	0,14	R\$	45,28
Barra de Aço	kg	1,100	195,470	R\$	4,61	R\$	901,12
Arame cozido	kg	0,020	3,554	R\$	15,86	R\$	56,37
						Total Mão de Obra:	R\$ 447,06
						Total Material:	R\$ 1.002,76
						Total do Serviço:	R\$ 1.449,82

**Concreto Bombeado dosado industrialmente para estrutura de concreto armado moldada *in loco*, concreto C25-
unidade m³:**

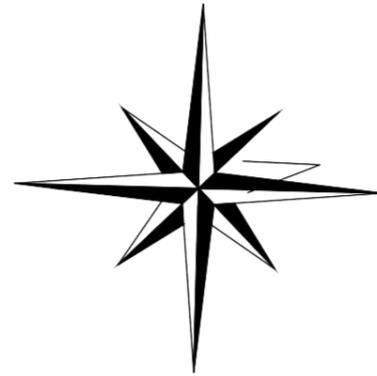
				Quantidade (m²):	18,24
	Unidade	Consumo/m²	Consumo Total	Valor (R\$)/unidade	Valor Total:
Material					
Concreto C25	m ³	1,050	19,152	R\$ 262,09	R\$ 5.019,55
Total Mão de Obra:					R\$ -
Total Material:					R\$ 5.019,55
Total do Serviço:					R\$ 5.019,55

ANEXO A – Ensaio SPT do solo

Cota em relação ao R.N.		Amostra	Profundidade da camada (m)	Penetração: (golpes / 30 cm)		Revestimento ϕ 76,2 mm	Amostrador $\left\{ \begin{array}{l} \phi 34,9 \text{ mm} \\ \phi 50,8 \text{ mm} \end{array} \right.$	Peso: 65 kg - Altura da Queda: 75 cm.	Classificação do Material
Nível d'água (m)	Nº de Golpes								
		1ª e 2ª	2ª e 3ª	10	20	30	40		
		1		11	11	ARGILA ARENOSA, RIJA DE COR VARIADA. (MARRON).			
		2	2.55	16	17				
		3		19	19				
		4	4.80	17	16				
		5	19	24					
		6	6.20	26	28				
		7	29	28					
		8	29	30					
		9	30	34					
		10	10.08	35/08	34				
		11							
		12							
		13							
		14							
		15							
		16							
		17							
		18							
		19							
Profundidade do nível d'água: Inicial: NÃO ENCONTRADO. Final: NÃO ENCONTRADO.			Amostrador: Diam. Inter.: 34,9mm Diam. Exter.: 50,8mm		Martelo 65Kg Queda = 75cm		Folha: 09 Data: 01/12/17		Engenheiro:



PLANTA DO TERRENO
esc 1:150



N.M.

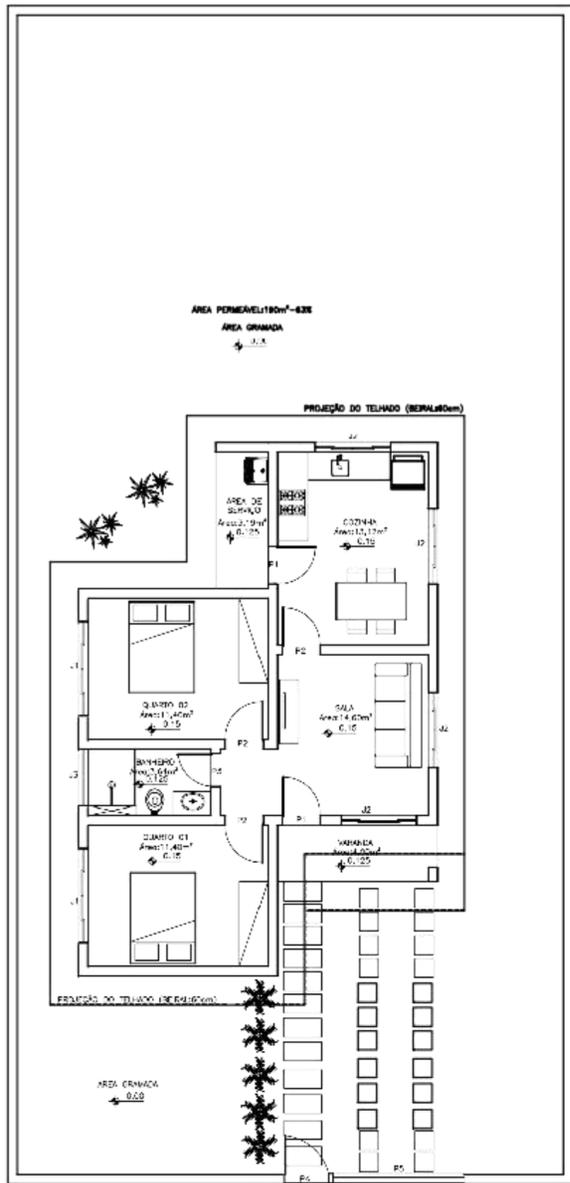


PERFIL DO TERRENO
esc 1:150

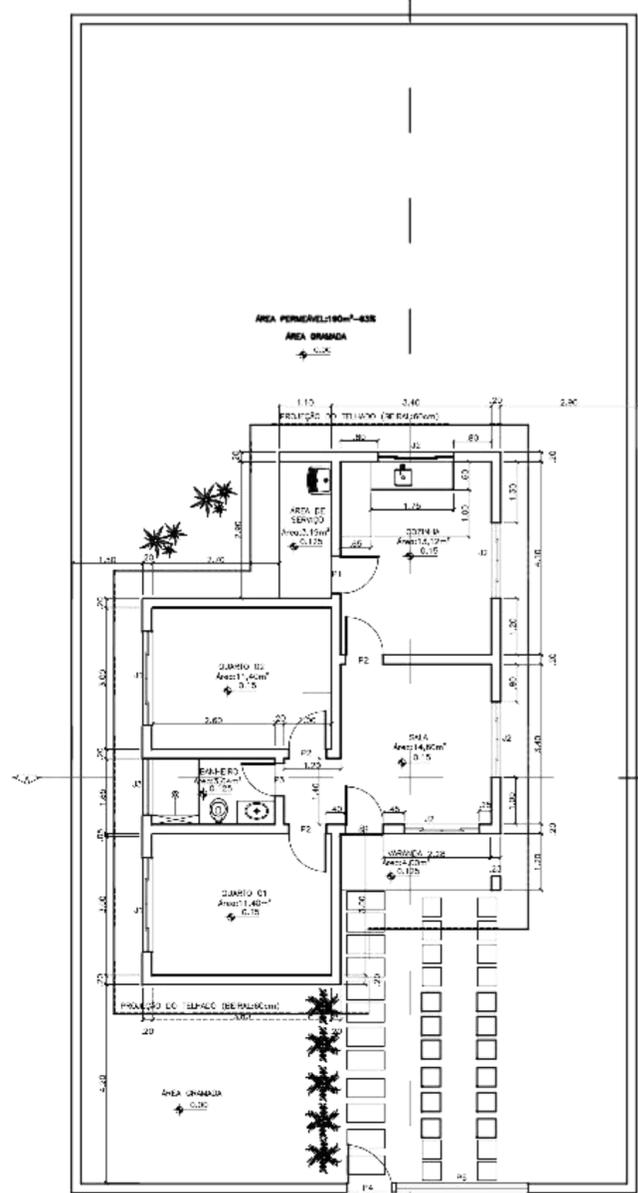
APÊNDICE A

DETALHAMENTO DO TERRENO
PLANTA - CORTE DO TERRENO

FORMA:
01/01
ESCALA:
INDICADA

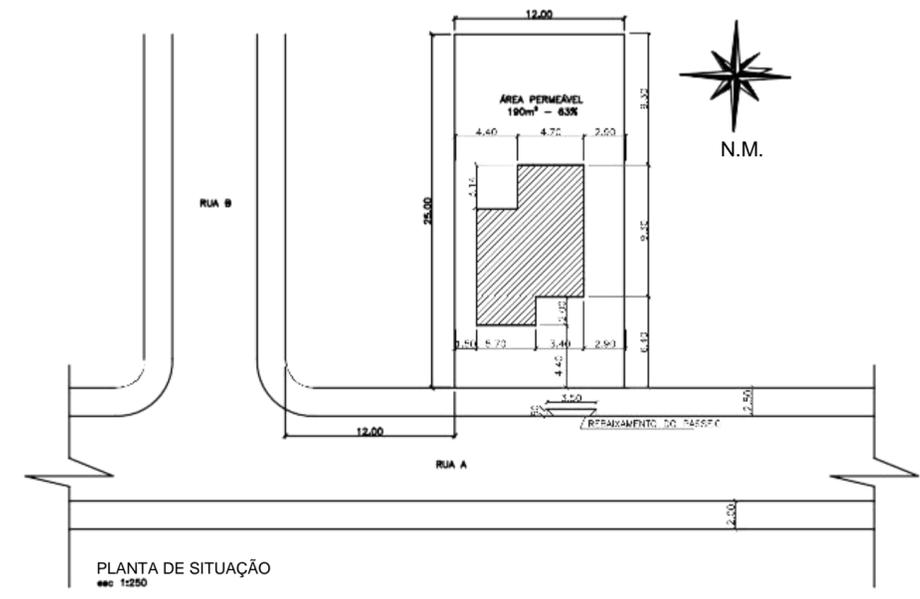


LAYOUT - PROJETO COM TELHADO APARENTE
 esc 1:75
 Área construída: 65,50m²

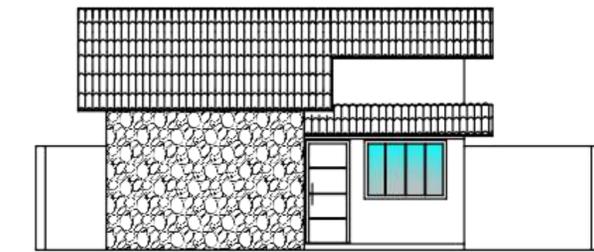


PLANTA BAIXA
 esc 1:75
 Área construída: 65,50m²

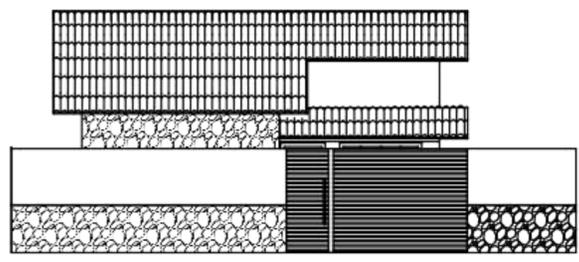
ESCALAS (cm)	
0	0,20x0,12 = 1:16 (1:16)
1	0,40x0,15 = 1:16 (1:16)
2	0,60x0,20 = 1:16 (1:16)
FUNDOS	
F1	0,60x0,20 (1:16)
F2	0,80x0,20 (1:16)
F3	1,00x0,20 (1:16)
F4	1,20x0,20 (1:16)
F5	1,40x0,20 (1:16)



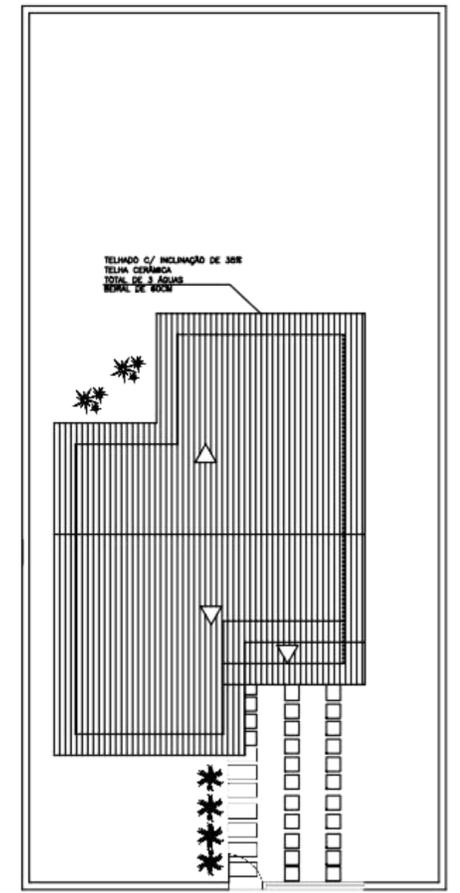
PLANTA DE SITUAÇÃO
 esc 1:250



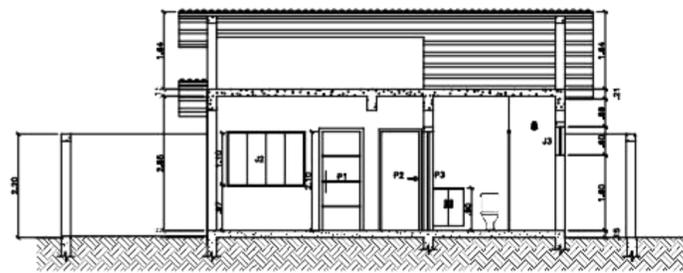
FACHADA PRINCIPAL
 esc 1:75



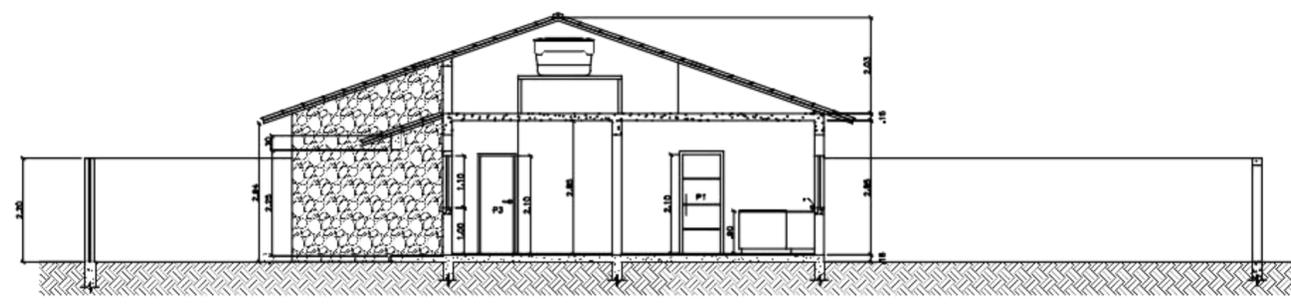
FACHADA PRINCIPAL - GRADIL
 esc 1:75



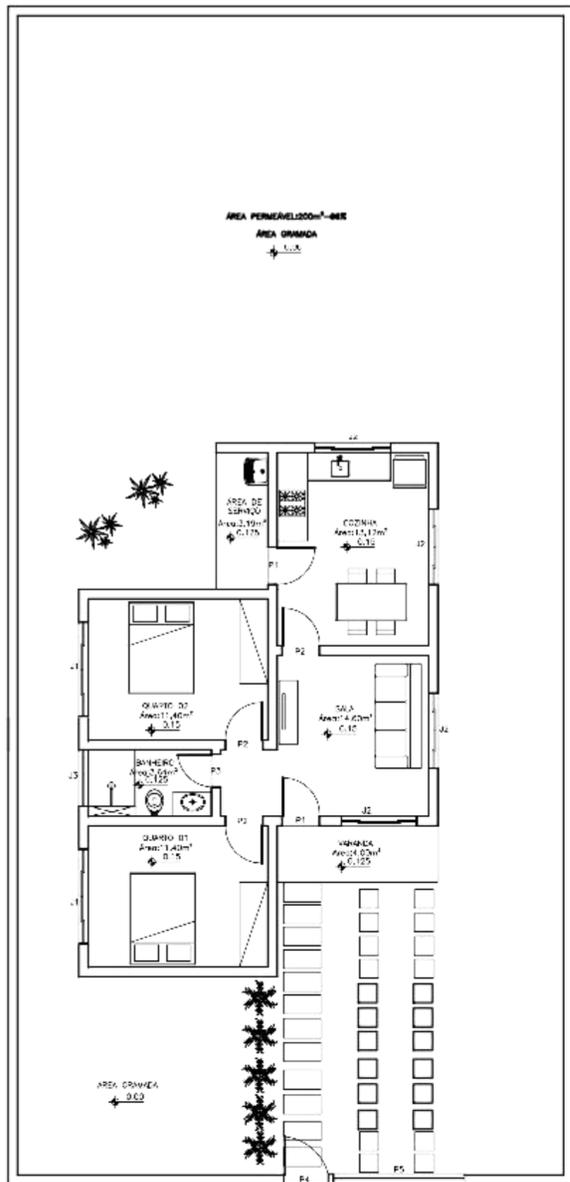
COBERTURA - TELHADO APARENTE
 Escala 1:100
 Área de Projeção: 105,04m²



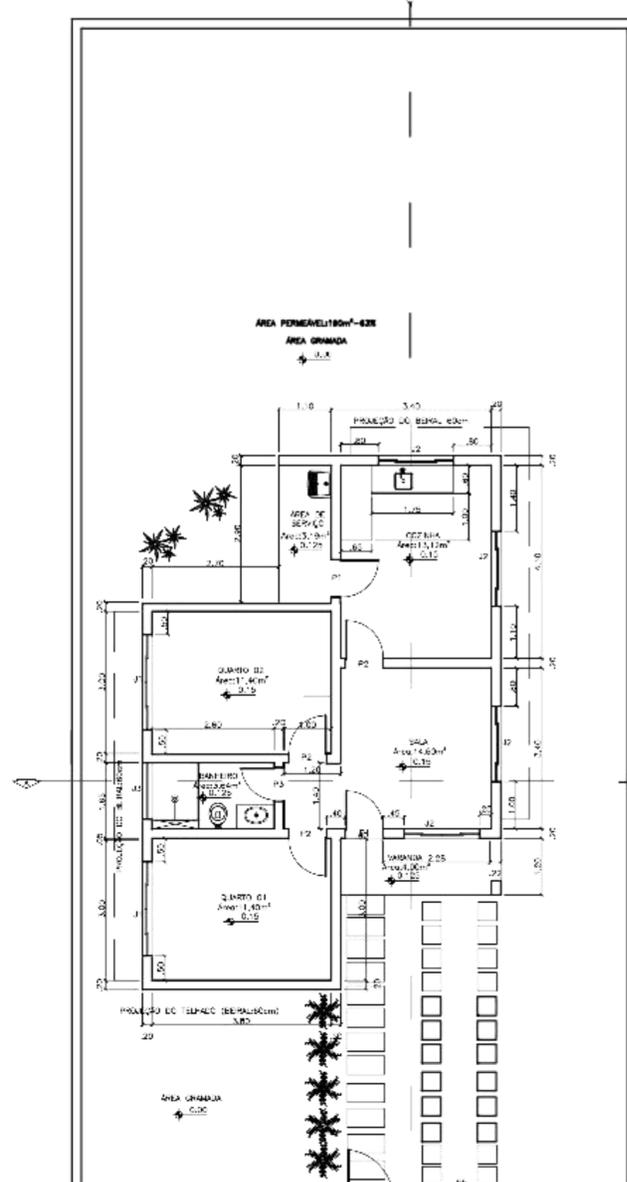
CORTE AA
 esc 1:75



CORTE B-B
 esc 1:75

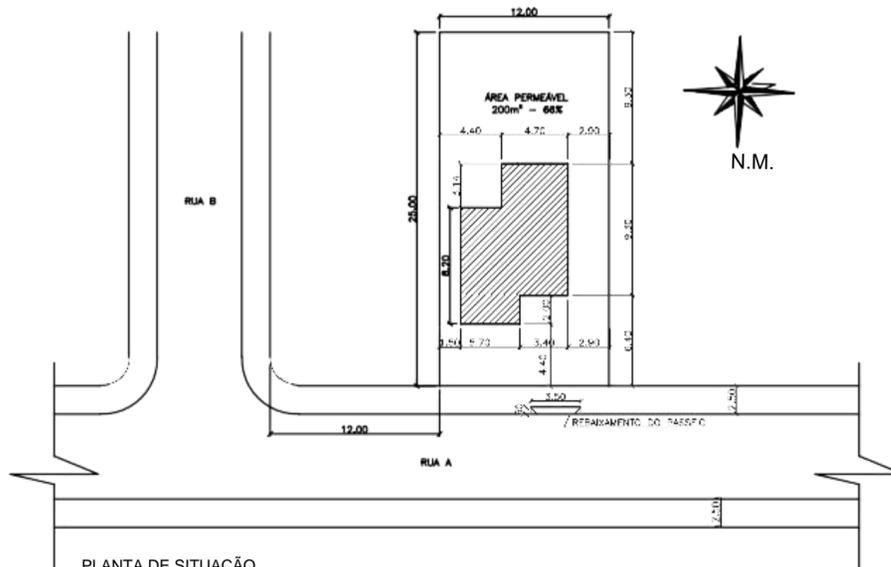


LAYOUT - PROJETO COM TELHADO EMBUTIDO
 esc 1:70
 Área construída: 65,50m²

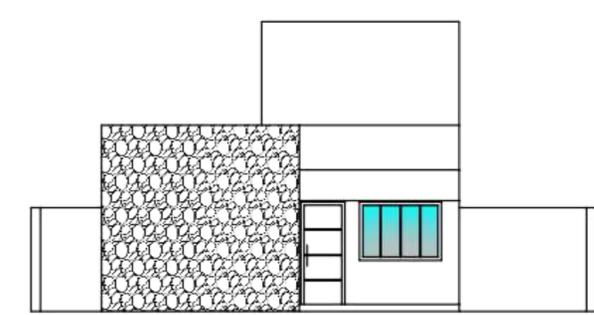


PLANTA BAIXA
 esc 1:70
 Área construída: 65,50m²

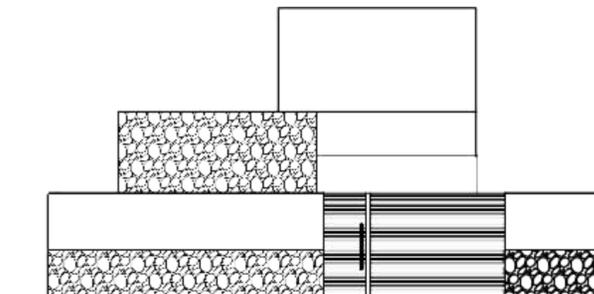
ISOLAMENTOS (cm)	
U1	U1 - U1
U2	U2 - U2
U3	U3 - U3
U4	U4 - U4
U5	U5 - U5
U6	U6 - U6
U7	U7 - U7
U8	U8 - U8
U9	U9 - U9
U10	U10 - U10
U11	U11 - U11
U12	U12 - U12
U13	U13 - U13
U14	U14 - U14
U15	U15 - U15
U16	U16 - U16
U17	U17 - U17
U18	U18 - U18
U19	U19 - U19
U20	U20 - U20
U21	U21 - U21
U22	U22 - U22
U23	U23 - U23
U24	U24 - U24
U25	U25 - U25
U26	U26 - U26
U27	U27 - U27
U28	U28 - U28
U29	U29 - U29
U30	U30 - U30
U31	U31 - U31
U32	U32 - U32
U33	U33 - U33
U34	U34 - U34
U35	U35 - U35
U36	U36 - U36
U37	U37 - U37
U38	U38 - U38
U39	U39 - U39
U40	U40 - U40
U41	U41 - U41
U42	U42 - U42
U43	U43 - U43
U44	U44 - U44
U45	U45 - U45
U46	U46 - U46
U47	U47 - U47
U48	U48 - U48
U49	U49 - U49
U50	U50 - U50
U51	U51 - U51
U52	U52 - U52
U53	U53 - U53
U54	U54 - U54
U55	U55 - U55
U56	U56 - U56
U57	U57 - U57
U58	U58 - U58
U59	U59 - U59
U60	U60 - U60
U61	U61 - U61
U62	U62 - U62
U63	U63 - U63
U64	U64 - U64
U65	U65 - U65
U66	U66 - U66
U67	U67 - U67
U68	U68 - U68
U69	U69 - U69
U70	U70 - U70
U71	U71 - U71
U72	U72 - U72
U73	U73 - U73
U74	U74 - U74
U75	U75 - U75
U76	U76 - U76
U77	U77 - U77
U78	U78 - U78
U79	U79 - U79
U80	U80 - U80
U81	U81 - U81
U82	U82 - U82
U83	U83 - U83
U84	U84 - U84
U85	U85 - U85
U86	U86 - U86
U87	U87 - U87
U88	U88 - U88
U89	U89 - U89
U90	U90 - U90
U91	U91 - U91
U92	U92 - U92
U93	U93 - U93
U94	U94 - U94
U95	U95 - U95
U96	U96 - U96
U97	U97 - U97
U98	U98 - U98
U99	U99 - U99
U100	U100 - U100



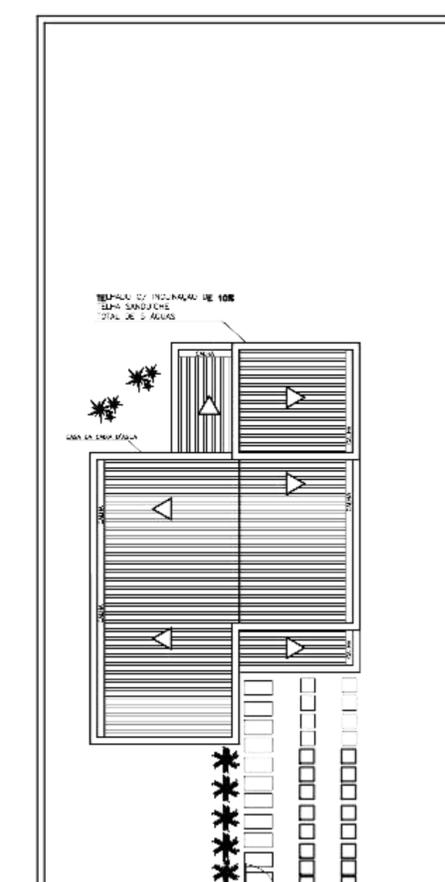
PLANTA DE SITUAÇÃO
 esc 1:250



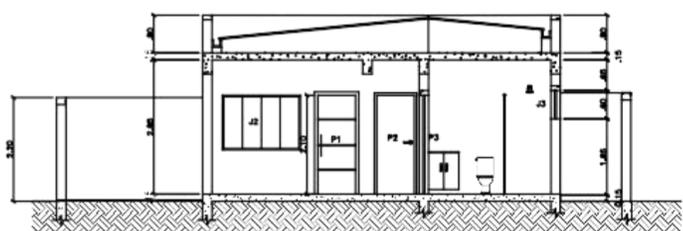
FACHADA PRINCIPAL
 esc 1:70



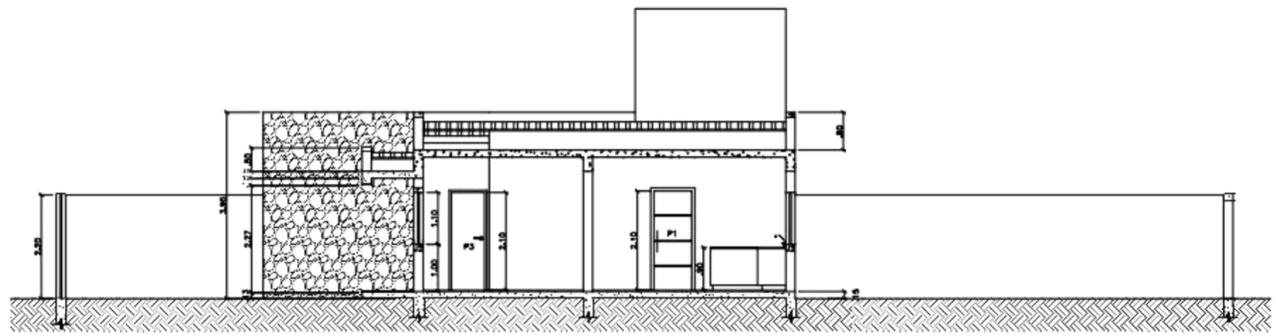
FACHADA PRINCIPAL - GRADIL
 esc 1:70



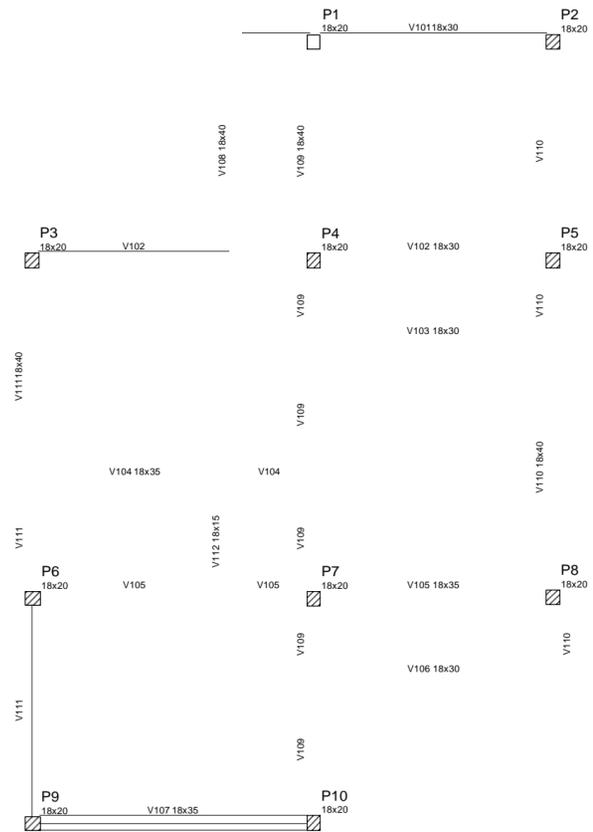
COBERTURA - TELHADO EMBUTIDO
 Esc: 1:100
 Área de Projeto: 69,00m²



CORTE AA
 esc 1:70

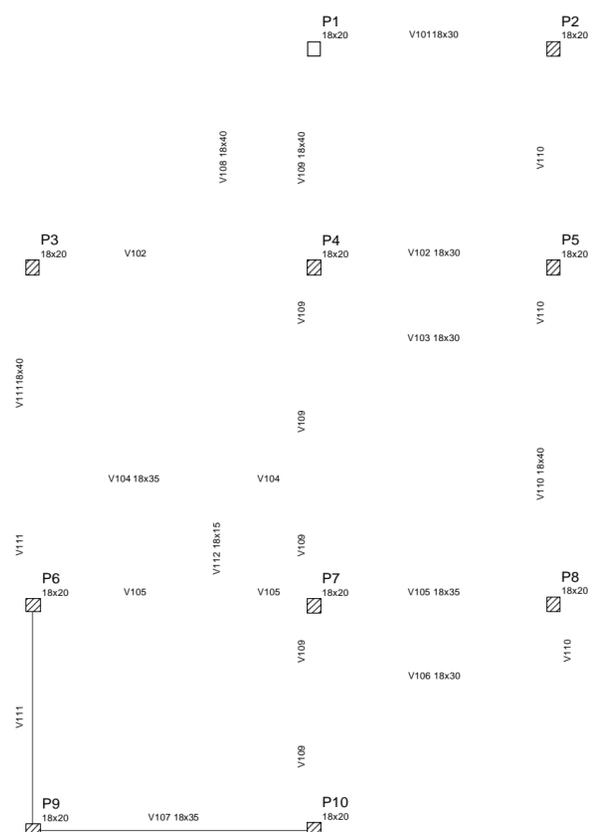


CORTE B-B
 esc 1:70



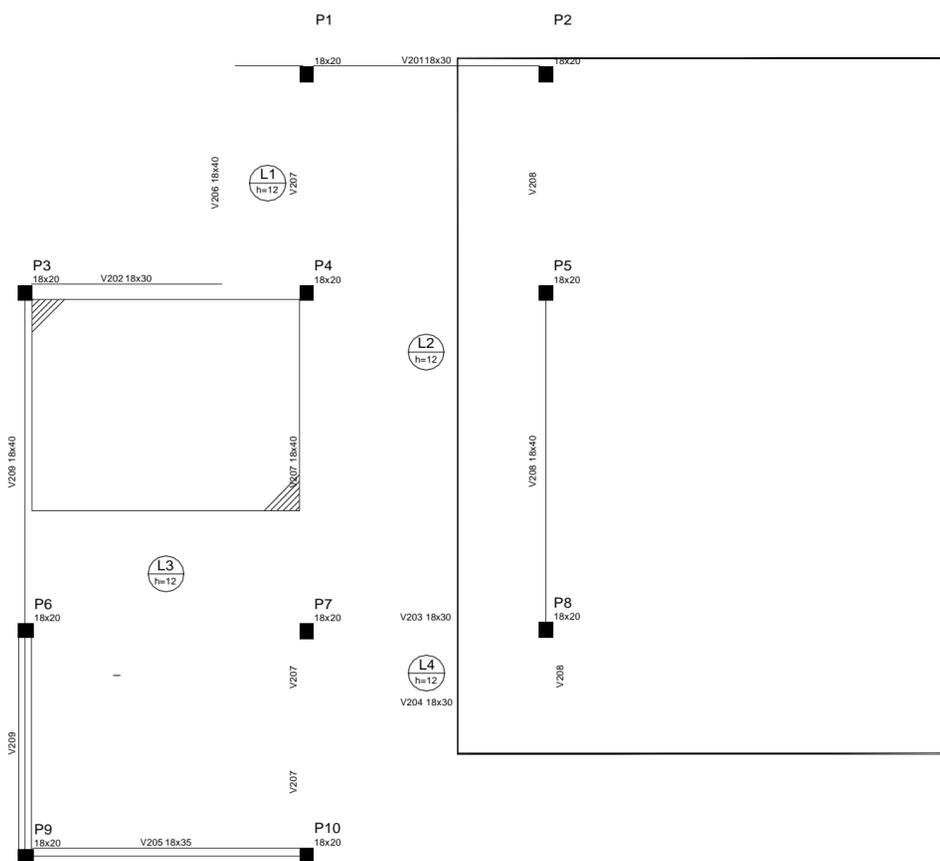
TELHADO APARENTE NÍVEL BALDRAME

escala 1:50



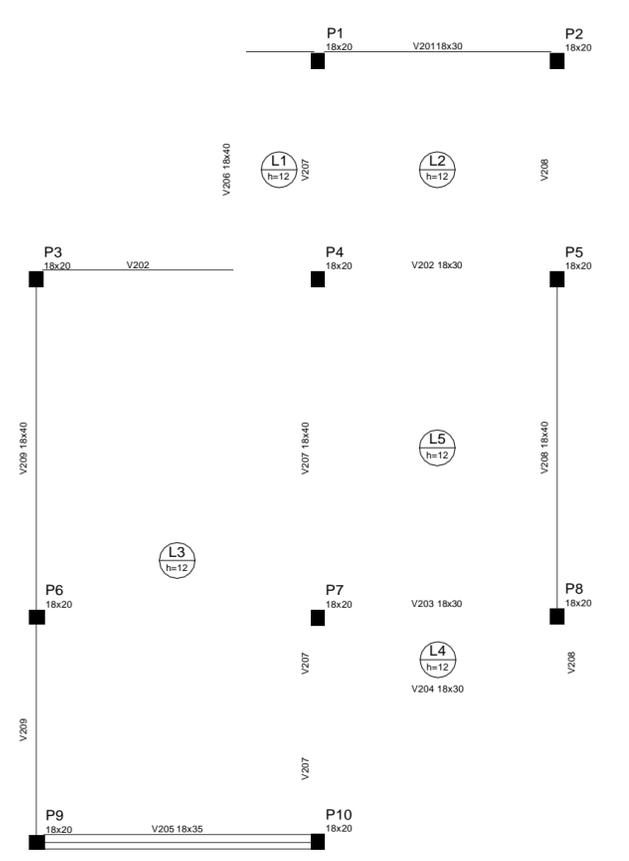
TELHADO EBUTIDO NÍVEL BALDRAME

escala 1:50



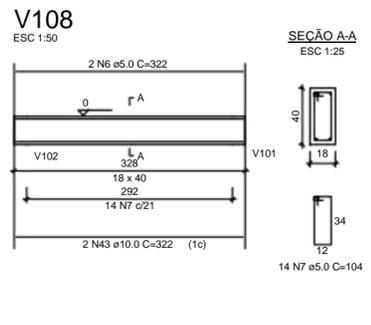
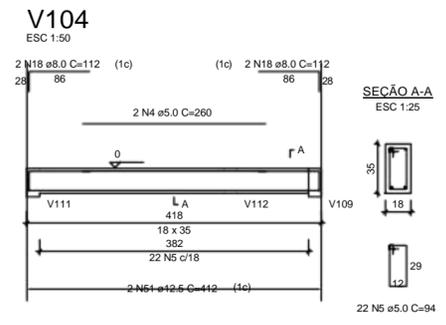
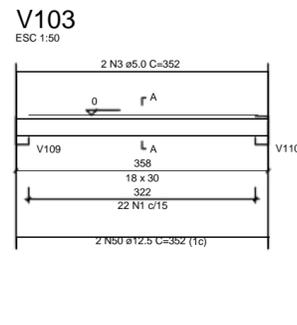
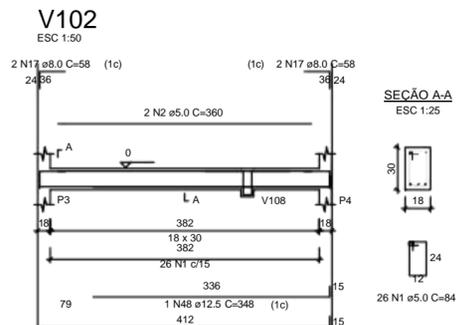
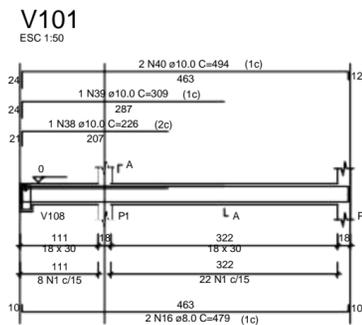
TELHADO APARENTE NÍVEL COBERTURA

escala 1:50



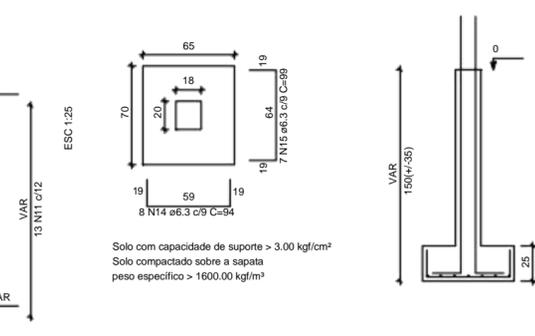
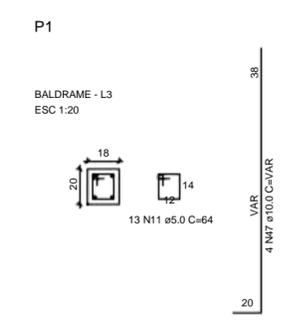
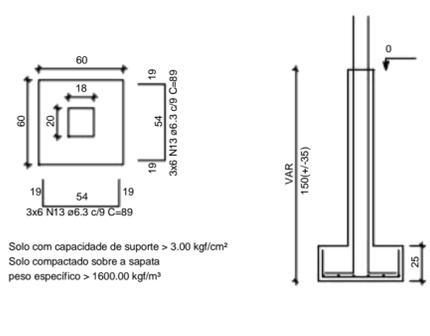
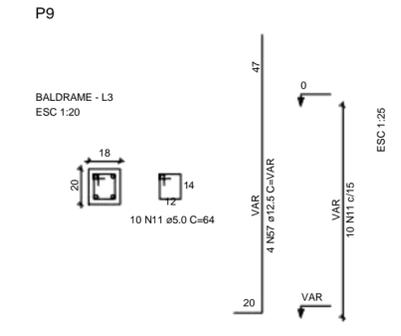
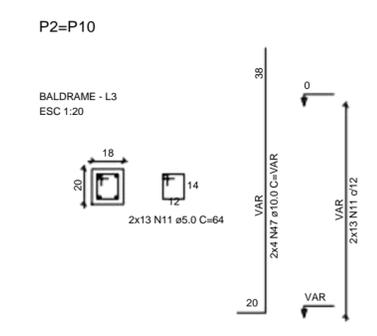
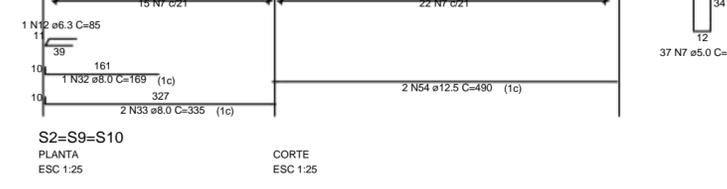
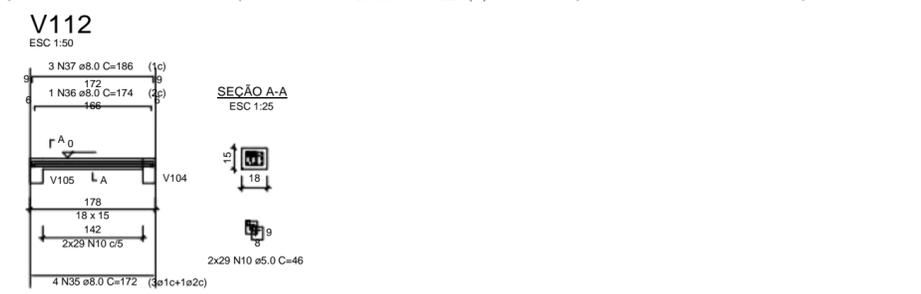
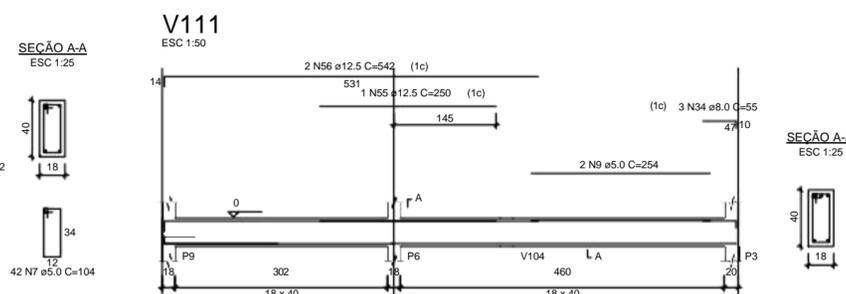
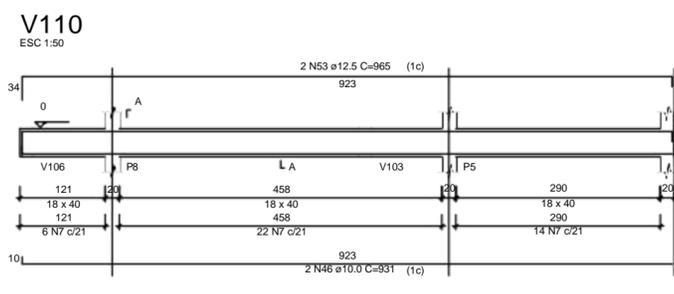
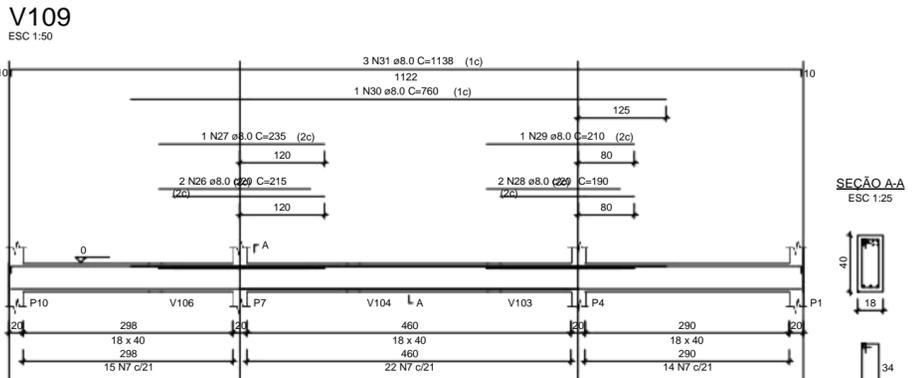
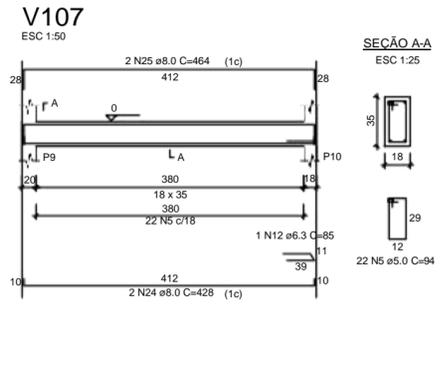
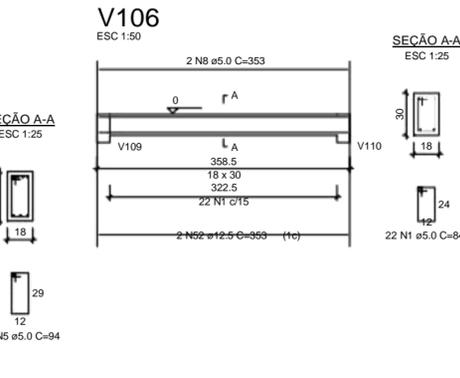
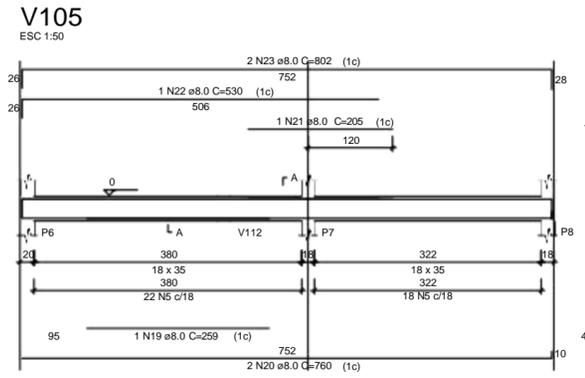
TELHADO EMBUTIDO NÍVEL COBERTURA

escala 1:50



Relação do aço

ACO	N	DIAM	Q	UNIT (cm)	C.TOTAL (cm)
CA60	1	5.0	100	84	8400
	2	5.0	2	360	720
	3	5.0	2	352	704
	4	5.0	2	260	520
	5	5.0	84	94	7896
	6	5.0	2	322	644
	7	5.0	144	104	14976
	8	5.0	2	352	706
	9	5.0	2	254	508
	10	5.0	58	46	2668
	11	5.0	49	64	3136
CA50	12	6.3	2	85	170
	13	6.3	36	89	3204
	14	6.3	8	94	752
	15	6.3	7	99	693
	16	8.0	2	479	958
	17	8.0	4	58	232
	18	8.0	4	112	448
	19	8.0	1	259	259
	20	8.0	2	760	1520
	21	8.0	1	205	205
	22	8.0	1	530	530
	23	8.0	2	802	1604
	24	8.0	2	428	856
	25	8.0	2	464	928
	26	8.0	2	215	430
	27	8.0	1	235	235
	28	8.0	2	190	380
	29	8.0	1	210	210
	30	8.0	1	760	760
	31	8.0	3	1138	3414
	32	8.0	1	169	169
	33	8.0	2	335	670
	34	8.0	3	55	165
	35	8.0	4	172	688
	36	8.0	1	174	174
	37	8.0	3	186	558
	38	10.0	1	226	226
	39	10.0	1	309	309
	40	10.0	2	494	988
	41	10.0	1	105	105
	42	10.0	1	179	179
	43	10.0	2	322	644
	44	10.0	1	480	480
	45	10.0	2	1122	2244
	46	10.0	2	931	1862
	47	10.0	12	VAR	VAR
	48	12.5	1	348	348
	49	12.5	2	424	848
	50	12.5	2	352	704
	51	12.5	2	412	824
	52	12.5	2	353	706
	53	12.5	2	965	1930
	54	12.5	2	490	980
	55	12.5	1	250	250
	56	12.5	2	542	1084
	57	12.5	4	VAR	VAR



Solo com capacidade de suporte > 3.00 kgf/cm²
Solo compactado sobre a sapata
peso específico > 1600.00 kgf/m³

Solo com capacidade de suporte > 3.00 kgf/cm²
Solo compactado sobre a sapata
peso específico > 1600.00 kgf/m³

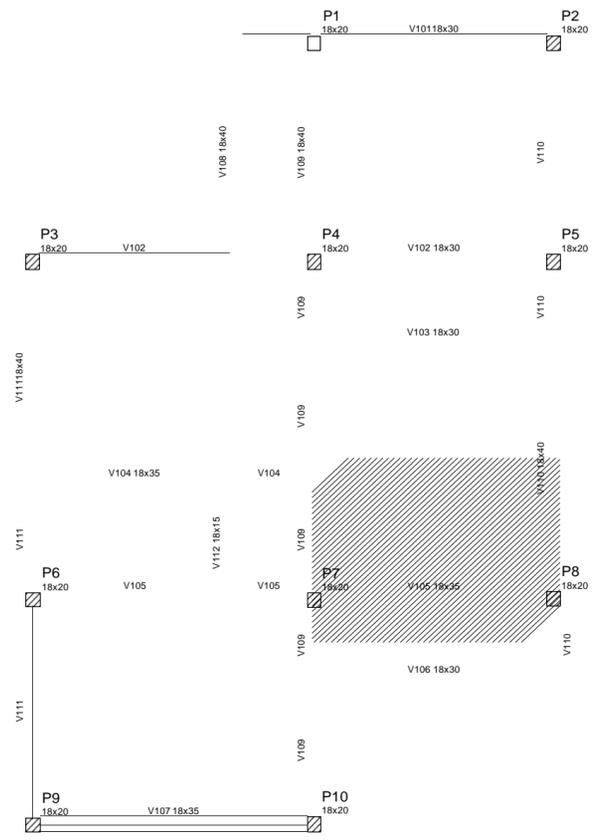
Resumo do aço

ACO	DIAM	C.TOTAL (m)	PESO + 10% (kg)
CA50	6.3	48.2	13
	8.0	154	66.8
	10.0	95.1	64.5
	12.5	85.3	90.4
CA60	5.0	408.8	69.3
PESO TOTAL			
CA50		234.7	
CA60		69.3	

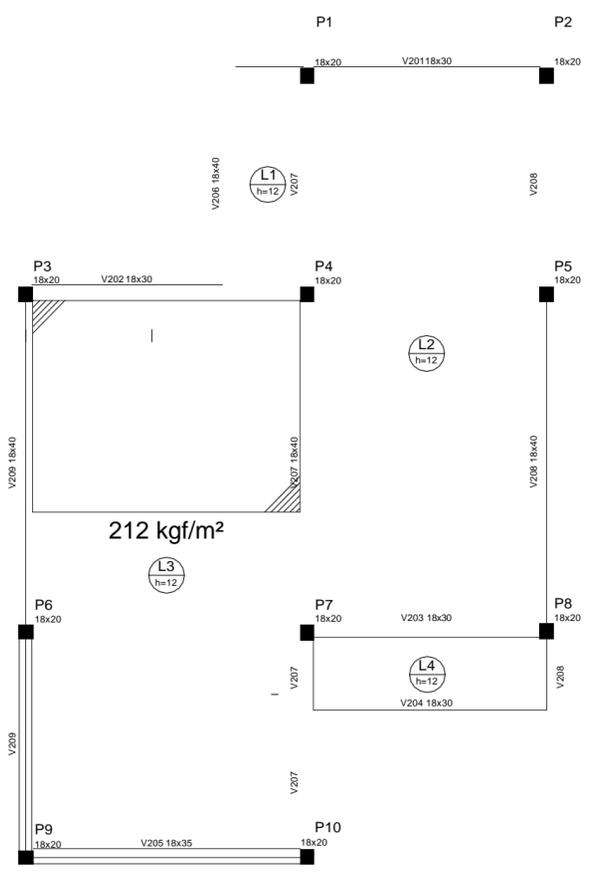
Vol. de concreto total (C-25) = 4.82 m³
Área de forma total = 65.81 m²

APÊNDICE E

PROJETO ESTRUTURAL COM TELhado APARENTE -
DETALHAMENTO VIGAS BALDRAME, PILARES E SAPATAS



Forma do pavimento BALDRAME
escala 1:50



Forma do pavimento COBERTURA
escala 1:50

Vigas			
Nome	Seção (cm)	Elevação (cm)	Nível (cm)
V101	18x30	0	0
V102	18x30	0	0
V103	18x30	0	0
V104	18x35	0	0
V105	18x35	0	0
V106	18x30	0	0
V107	18x35	0	0
V108	18x40	0	0
V109	18x40	0	0
V110	18x40	0	0
V111	18x40	0	0
V112	18x15	0	0

Características dos materiais		
fck	Ecs	
250	238000	

Pilares			
Nome	Seção (cm)	Elevação (cm)	Nível (cm)
P1	18 x 20	0	0
P2	18 x 20	0	0
P3	18 x 20	0	0
P4	18 x 20	0	0
P5	18 x 20	0	0
P6	18 x 20	0	0
P7	18 x 20	0	0
P8	18 x 20	0	0
P9	18 x 20	0	0
P10	18 x 20	0	0

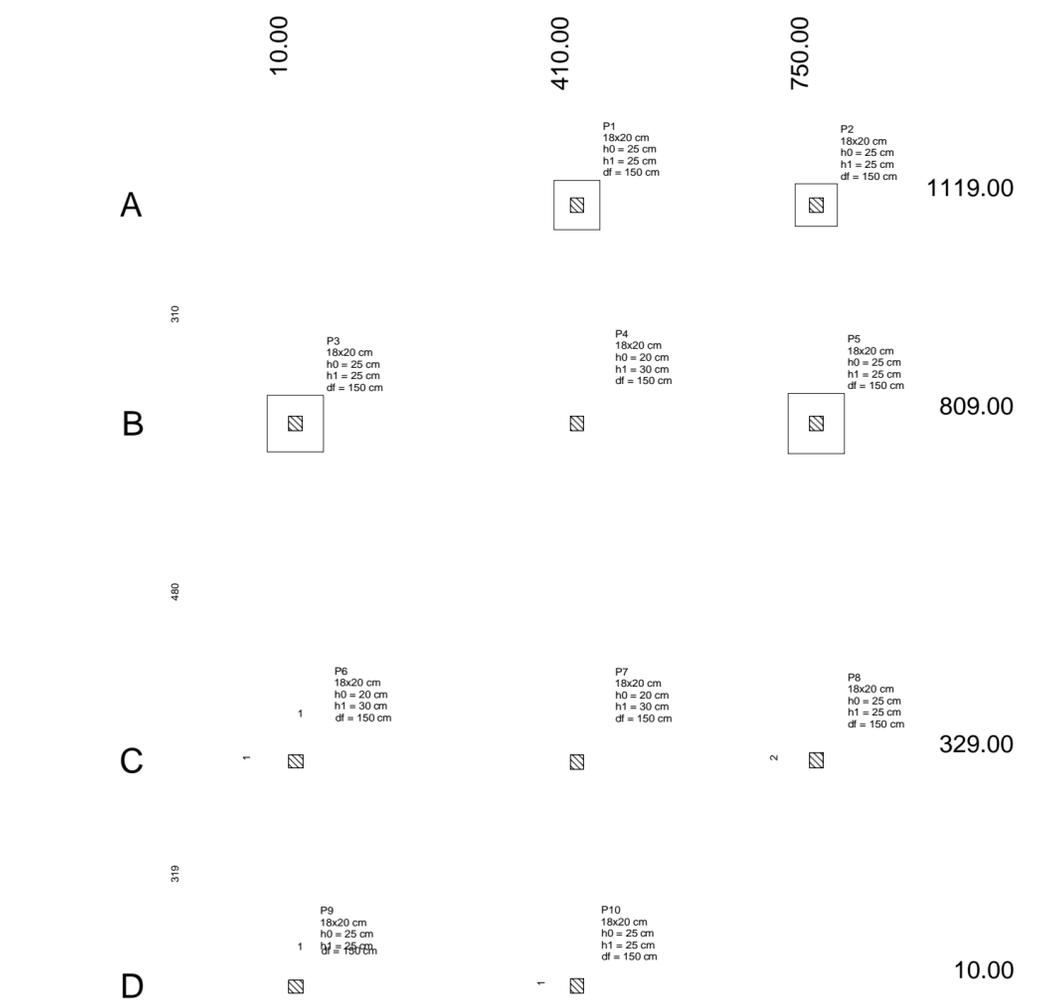
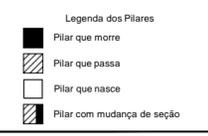


Vigas			
Nome	Seção (cm)	Elevação (cm)	Nível (cm)
V201	18x30	0	300
V202	18x30	0	300
V203	18x30	0	300
V204	18x30	0	300
V205	18x35	0	300
V206	18x40	0	300
V207	18x40	0	300
V208	18x40	0	300
V209	18x40	0	300

Lajes							
Nome	Tipo	Altura (cm)	Elevação (cm)	Nível (cm)	Sobrecarga (kgf/m²)		
					Peso próprio (kgf/m²)	Adicional	Acidental
L1	Maciça	12	0	300	300	85	150
L2	Maciça	12	0	300	300	85	150
L3	Maciça	12	0	300	300	85	150
L4	Maciça	12	0	300	300	85	150

Características dos materiais		
fck	Ecs	
250	238000	

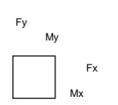
Pilares			
Nome	Seção (cm)	Elevação (cm)	Nível (cm)
P1	18 x 20	0	300
P2	18 x 20	0	300
P3	18 x 20	0	300
P4	18 x 20	0	300
P5	18 x 20	0	300
P6	18 x 20	0	300
P7	18 x 20	0	300
P8	18 x 20	0	300
P9	18 x 20	0	300
P10	18 x 20	0	300



Planta de localização
escala 1:50

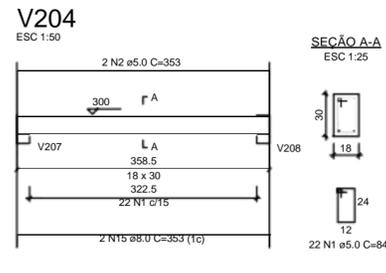
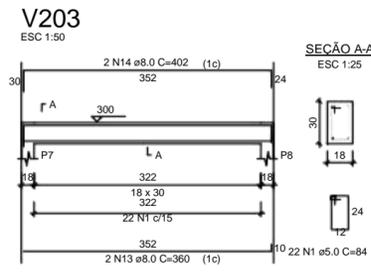
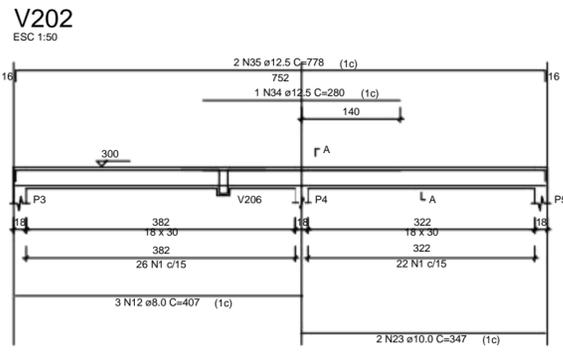
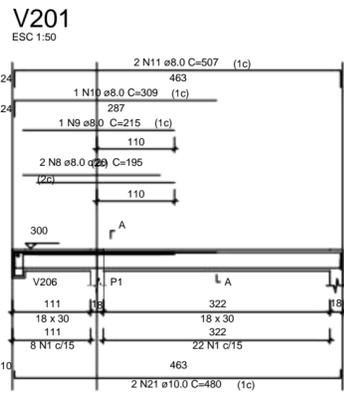
Nome	Seção (cm)	X (cm)	Y (cm)	Carga		Mx (kgf.m)	My (kgf.m)	Fx (tf)	Fy (tf)	Fundação		
				Máx. (tf)	Mín. (tf)					Lado B (cm)	Lado H (cm)	h0 / ha (cm)
P1	18x20	410.00	1119.00	9.2	7.9	100	300	0.6	0.1	65	70	25
P2	18x20	750.00	1119.00	4.5	3.4	200	400	0.3	0.2	60	60	25
P3	18x20	10.00	809.00	12.1	11.4	200	300	0.1	0.2	80	80	25
P4	18x20	410.00	809.00	22.0	19.6	600	200	0.1	1.2	100	100	20
P5	18x20	750.00	809.00	15.7	14.4	200	200	0.1	0.5	80	85	25
P6	18x20	11.00	330.00	21.8	20.0	300	500	1.1	0.9	100	100	20
P7	18x20	410.00	329.00	23.9	21.2	400	400	0.7	0.8	100	100	20
P8	18x20	750.00	331.00	15.1	13.5	100	300	0.5	0.2	80	80	25
P9	18x20	11.00	10.00	3.8	2.8	300	300	0.4	0.4	60	60	25
P10	18x20	410.00	11.00	4.5	3.6	200	300	0.3	0.4	60	60	25

Localização no eixo X		Localização no eixo Y	
Coordenadas (cm)	Nome	Coordenadas (cm)	Nome
1000	P3	1119.00	P1, P2
11.00	P6, P9	809.00	P3, P4, P5
410.00	P1, P4, P7, P10	331.00	P8
750.00	P2, P5, P8	330.00	P6
		329.00	P7
		10.00	P10
			P9



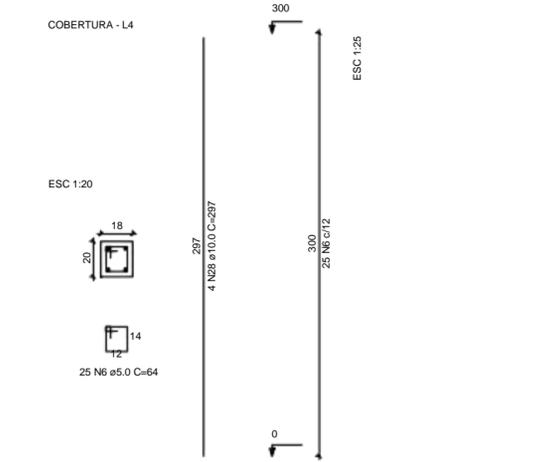
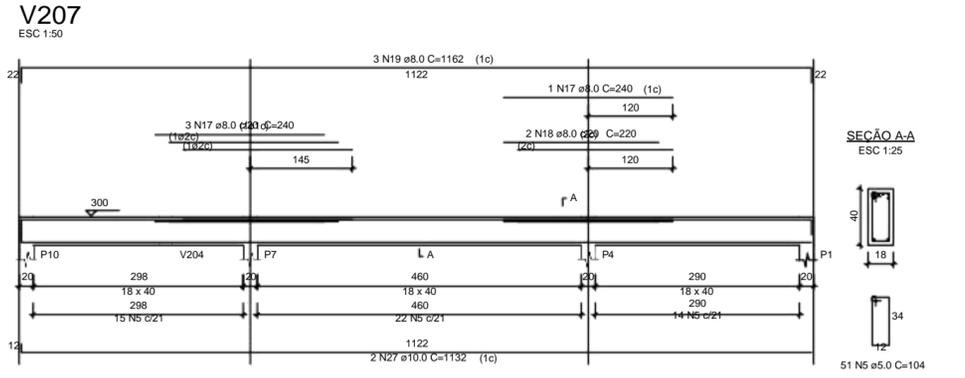
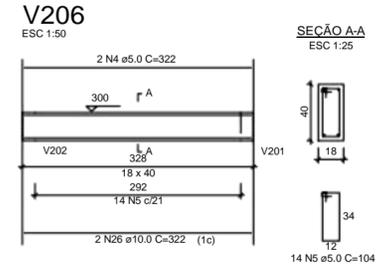
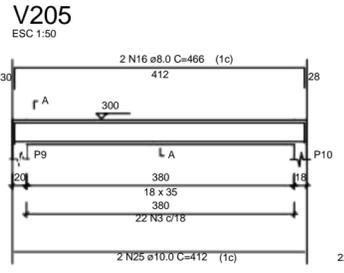
APÊNDICE E

PROJETO ESTRUTURAL COM TELhado APARENTE -
PLANTA DE FORMA PAVIMENTO BALDRAME E PAVIMENTO COBERTURA,
PLANTA DE LOCAÇÃO DE FUNDAÇÃO



Relação do aço

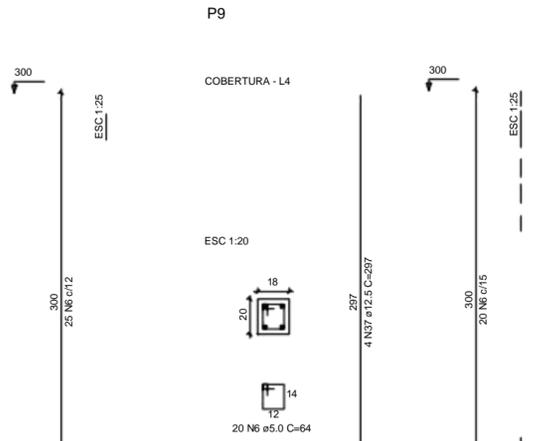
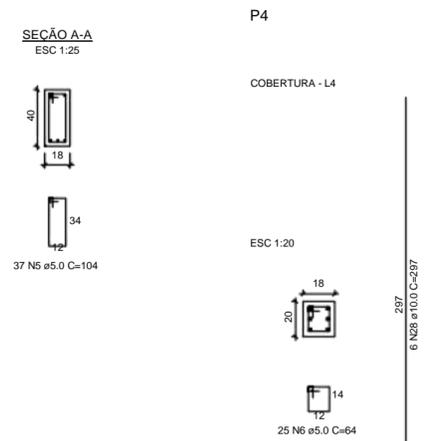
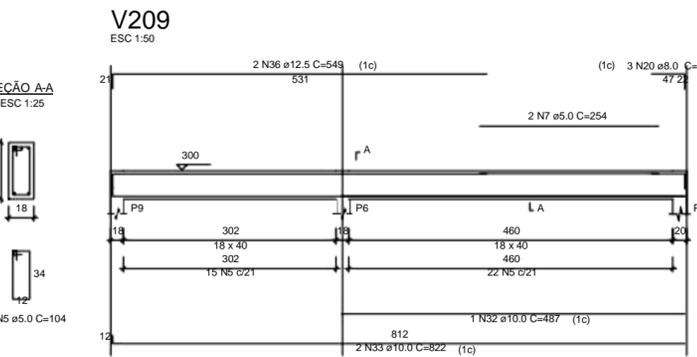
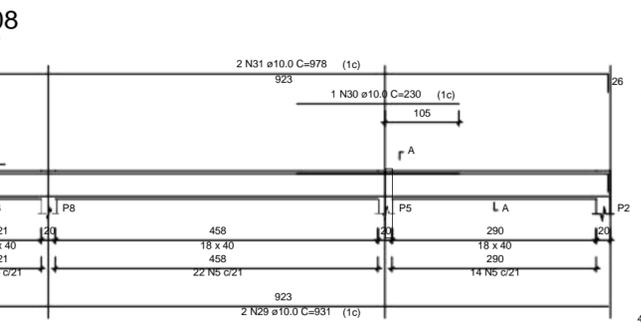
8xP1	P4	P9			
V201	V202	V203			
V204	V205	V206			
V207	V208	V209			
ÁÇO	N	DIAM	Q	UNIT (cm)	C.TOTAL (cm)
CA60	1	5.0	122	84	10248
	2	5.0	2	353	706
	3	5.0	22	94	2068
	4	5.0	2	522	644
	5	5.0	144	104	14976
	6	5.0	245	64	15680
	7	5.0	2	254	508
	8	8.0	2	195	390
	9	8.0	1	215	215
	10	8.0	1	309	309
CA50	11	8.0	2	507	1014
	12	8.0	3	407	1221
	13	8.0	2	360	720
	14	8.0	2	402	804
	15	8.0	2	353	706
	16	8.0	2	466	932
	17	8.0	4	240	960
	18	8.0	2	220	440
	19	8.0	3	1162	3486
	20	8.0	3	67	201
21	10.0	2	480	960	
22	10.0	1	105	105	
23	10.0	2	347	694	
24	10.0	1	179	179	
25	10.0	2	412	824	
26	10.0	2	322	644	
27	10.0	2	1132	2264	
28	10.0	38	297	11286	
29	10.0	2	931	1862	
30	10.0	1	230	230	
31	10.0	2	978	1956	
32	10.0	1	487	487	
33	10.0	2	822	1644	
34	12.5	1	280	280	
35	12.5	2	778	1556	
36	12.5	2	549	1098	
37	12.5	4	237	1188	



Resumo do aço

ÁÇO	DIAM	C.TOTAL (m)	PESO ± 10% (kg)
CA50	8.0	114	49.5
	10.0	231.4	156.9
CA60	12.5	41.3	43.7
	5.0	448.3	76
PESO TOTAL			
CA50		250.1	
CA60		76	

Vol. de concreto total (C-25) = 4.7 m³
Área de forma total = 73.03 m²



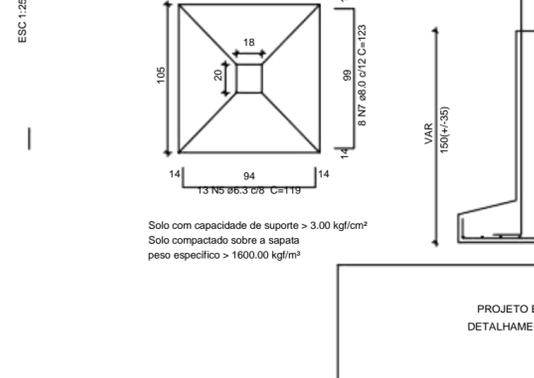
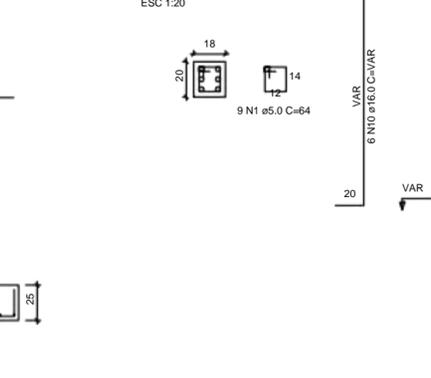
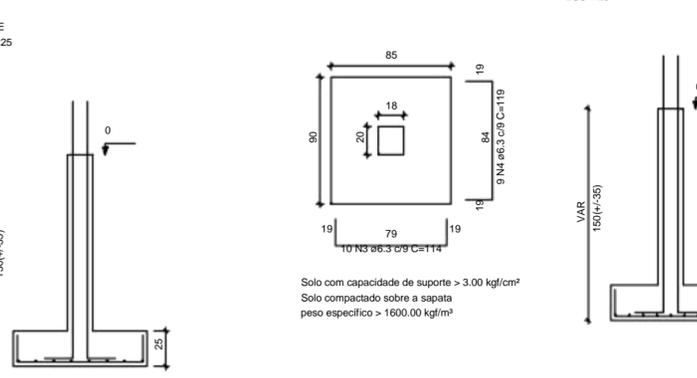
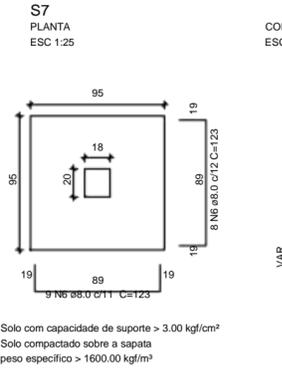
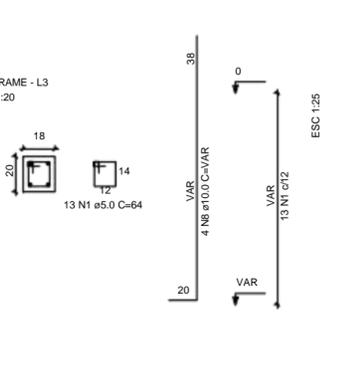
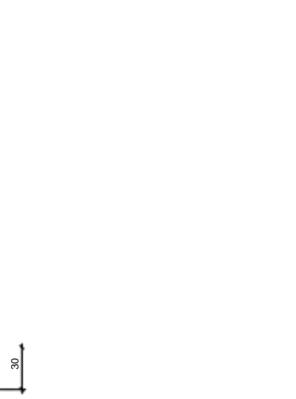
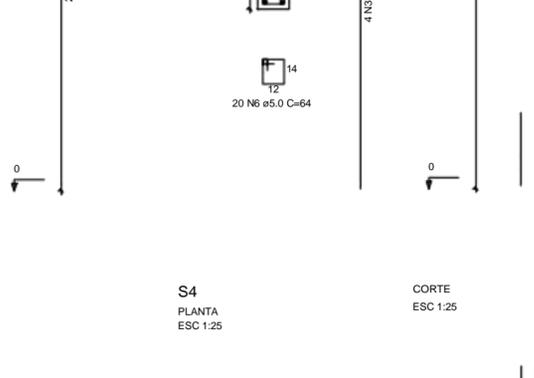
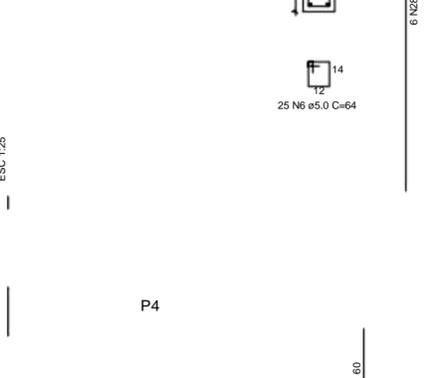
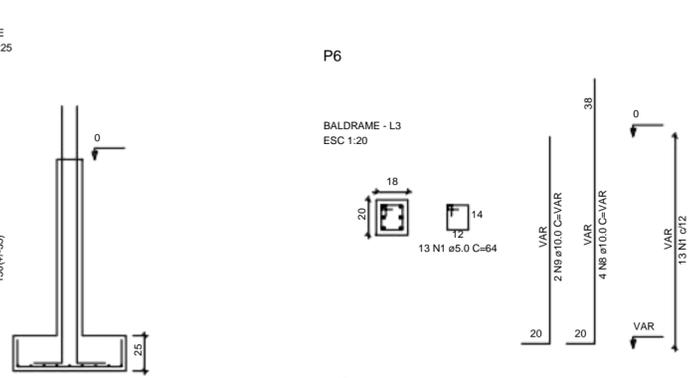
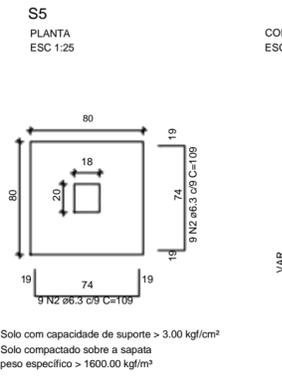
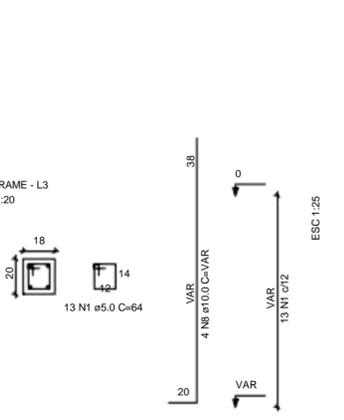
Relação do aço

S4	S5	S6			
ÁÇO	N	DIAM	Q	UNIT (cm)	C.TOTAL (cm)
CA60	1	5.0	48	84	3072
	2	6.3	18	109	1962
	3	6.3	10	114	1140
	4	6.3	9	119	1071
	5	6.3	13	119	1547
	6	8.0	17	123	2091
	7	8.0	8	123	984
	8	10.0	12	VAR	VAR
	9	10.0	2	VAR	VAR
	10	16.0	6	VAR	VAR

Resumo do aço

ÁÇO	DIAM	C.TOTAL (m)	PESO ± 10% (kg)
CA50	6.3	37.2	15.4
	8.0	30.8	13.3
	10.0	28.1	19
	16.0	13.6	23.5
CA60	5.0	30.8	5.2
PESO TOTAL			
CA50		71.3	
CA60		5.2	

Vol. de concreto total (C-25) = 1.05 m³
Área de forma total = 8.01 m²

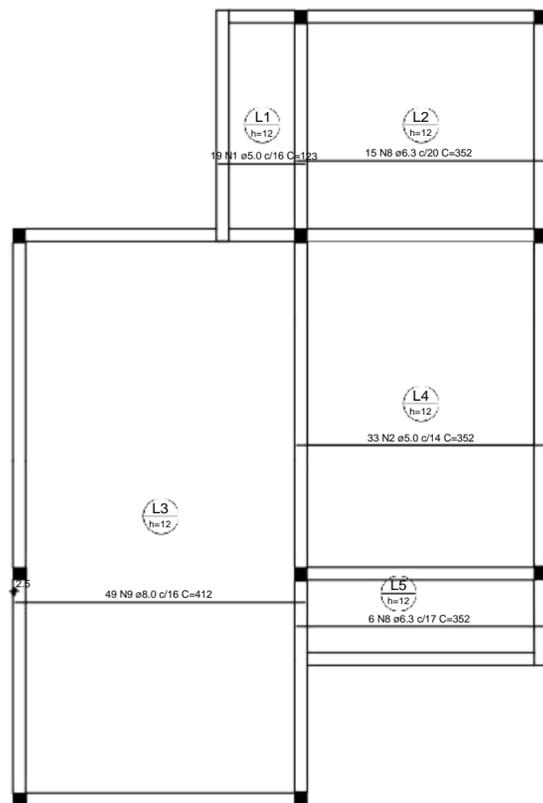


Solo com capacidade de suporte > 3.00 kgf/cm²
Solo compactado sobre a sapata
peso específico > 1600.00 kgf/m³

Solo com capacidade de suporte > 3.00 kgf/cm²
Solo compactado sobre a sapata
peso específico > 1600.00 kgf/m³

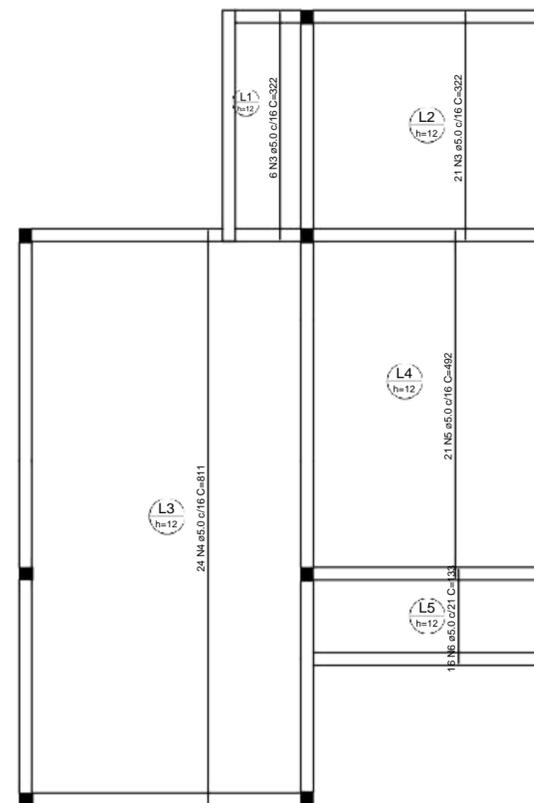
Solo com capacidade de suporte > 3.00 kgf/cm²
Solo compactado sobre a sapata
peso específico > 1600.00 kgf/m³

Solo com capacidade de suporte > 3.00 kgf/cm²
Solo compactado sobre a sapata
peso específico > 1600.00 kgf/m³



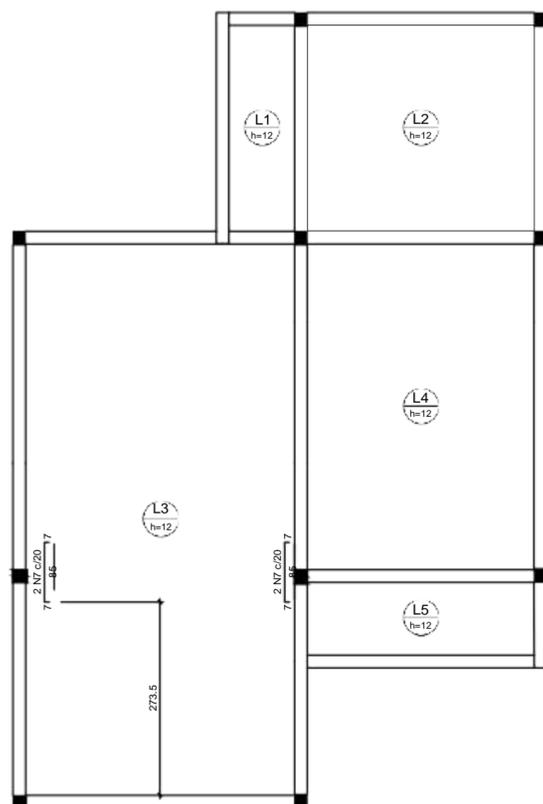
Armação positiva das lajes do pavimento COBERTURA (Eixo X)

escala 1:50



Armação positiva das lajes do pavimento COBERTURA (Eixo Y)

escala 1:50



Armação negativa das lajes do pavimento COBERTURA (Eixo Y)

escala 1:50

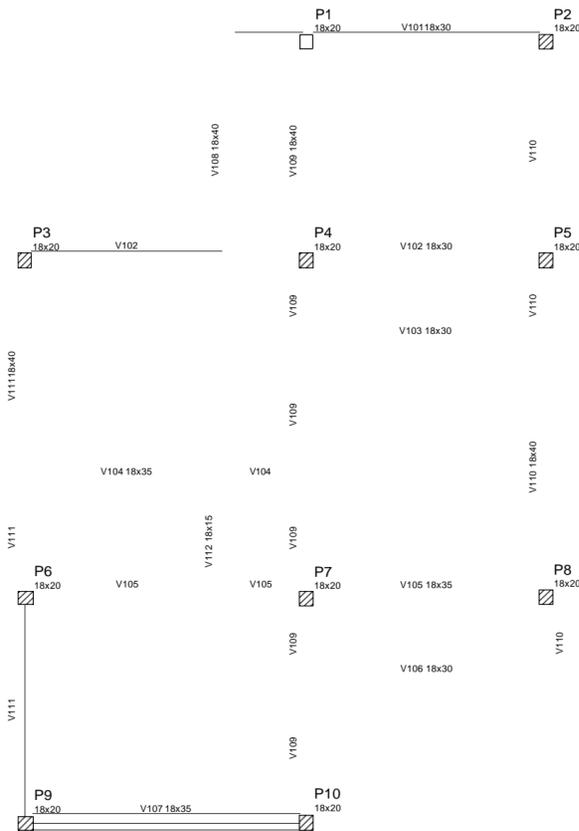
Relação do aço

		Negativos Y		Positivos X		Positivos Y	
AÇO	N	DIAM	Q	UNIT (cm)	C.TOTAL (cm)		
CA60	1	5.0	19	123	2337		
	2	5.0	33	352	11616		
	3	5.0	27	322	8694		
	4	5.0	24	811	19464		
CA50	5	5.0	21	492	10332		
	6	5.0	16	133	2128		
	7	5.0	4	97	388		
	8	6.3	21	352	7392		
	9	8.0	49	412	20188		

Resumo do aço

AÇO	DIAM	C.TOTAL (m)	PESO + 10% (kg)
CA50	6.3	74	19.9
CA60	8.0	201.9	87.6
	5.0	549.6	93.2
PESO TOTAL			
CA50		107.5	
CA60		93.2	

Vol. de concreto total (C-25) = 7.23 m³
 Área de forma total = 60.21 m²



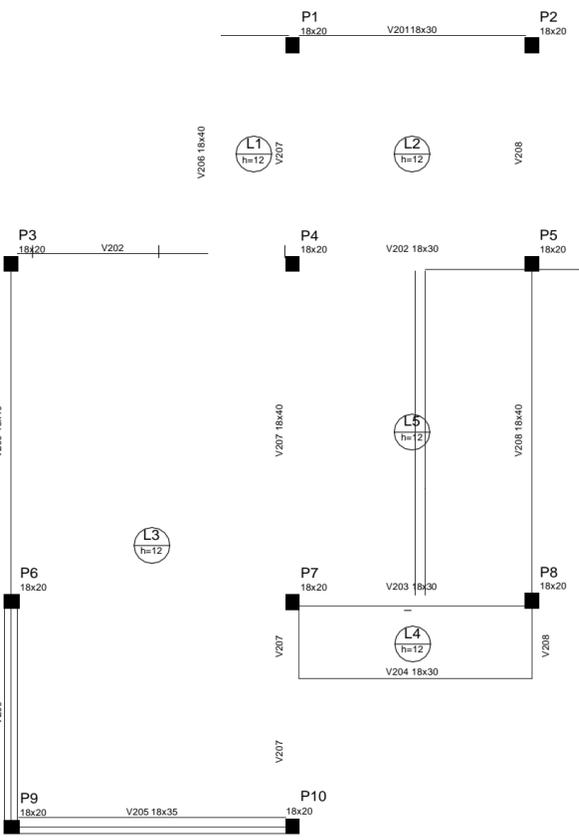
Vigas			
Nome	Seção (cm)	Elevação (cm)	Nível (cm)
V101	18x30	0	0
V102	18x30	0	0
V103	18x30	0	0
V104	18x35	0	0
V105	18x35	0	0
V106	18x30	0	0
V107	18x35	0	0
V108	18x40	0	0
V109	18x40	0	0
V110	18x40	0	0
V111	18x40	0	0
V112	18x15	0	0

Características dos materiais	
fck (kgf/cm²)	Ecs (kgf/cm²)
250	238000

Pilares			
Nome	Seção (cm)	Elevação (cm)	Nível (cm)
P1	18 x 20	0	0
P2	18 x 20	0	0
P3	18 x 20	0	0
P4	18 x 20	0	0
P5	18 x 20	0	0
P6	18 x 20	0	0
P7	18 x 20	0	0
P8	18 x 20	0	0
P9	18 x 20	0	0
P10	18 x 20	0	0



Forma do pavimento BALDRAME
escala 1:50

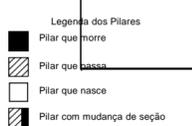


Vigas			
Nome	Seção (cm)	Elevação (cm)	Nível (cm)
V201	18x30	0	300
V202	18x30	0	300
V203	18x30	0	300
V204	18x30	0	300
V205	18x35	0	300
V206	18x40	0	300
V207	18x40	0	300
V208	18x40	0	300
V209	18x40	0	300

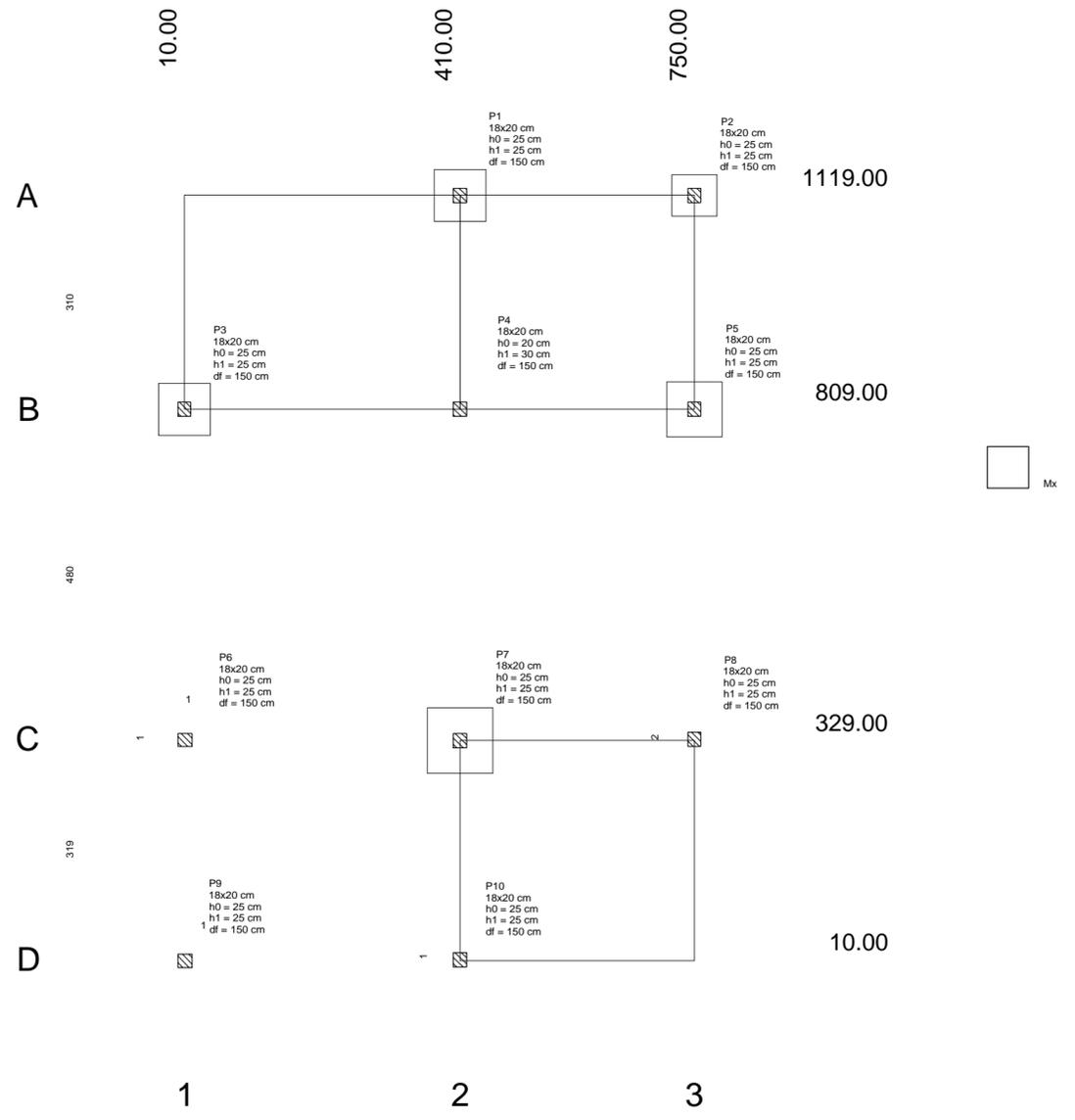
Dados					Sobrecarga (kgf/m²)			
Nome	Tipo	Altura (cm)	Elevação (cm)	Nível (cm)	Peso próprio (kgf/m²)	Adicional	Acidental	Localizada
L1	Maçica	12	0	300	300	85	50	-
L2	Maçica	12	0	300	300	240	50	-
L3	Maçica	12	0	300	300	85	50	-
L4	Maçica	12	0	300	300	85	50	-
L5	Maçica	12	0	300	300	85	50	-

Características dos materiais	
fck (kgf/cm²)	Ecs (kgf/cm²)
250	238000

Pilares			
Nome	Seção (cm)	Elevação (cm)	Nível (cm)
P1	18 x 20	0	300
P2	18 x 20	0	300
P3	18 x 20	0	300
P4	18 x 20	0	300
P5	18 x 20	0	300
P6	18 x 20	0	300
P7	18 x 20	0	300
P8	18 x 20	0	300
P9	18 x 20	0	300
P10	18 x 20	0	300



Forma do pavimento COBERTURA
escala 1:50



Pilar												Fundação			
Nome	Seção (cm)	X (cm)	Y (cm)	Carga Máx. (tf)	Carga Min. (tf)	Mx (kgf.m)	My (kgf.m)	Fx (tf)	Fy (tf)	Lado B (cm)	Lado H (cm)	h0 / ha (cm)	h1 / hb (cm)	df (cm)	
P1	18x20	410.00	1119.00	12.6	11.6	100	300	0.5	0.1	75	75	25	25	150	
P2	18x20	750.00	1119.00	6.7	5.8	100	500	0.5	0.2	65	60	25	25	150	
P3	18x20	10.00	809.00	7.4	7.1	200	700	0.7	0.2	75	75	25	25	150	
P4	18x20	410.00	809.00	24.1	23.1	600	300	1.2	1.2	100	105	20	30	150	
P5	18x20	750.00	809.00	14.0	13.4	300	300	0.2	0.7	80	80	25	25	150	
P6	18x20	11.00	329.00	15.7	14.8	400	600	1.1	1.0	85	90	25	25	150	
P7	18x20	410.00	329.00	22.0	20.8	400	300	0.7	0.9	95	95	25	25	150	
P8	18x20	750.00	331.00	12.6	11.7	100	200	0.4	0.1	75	75	25	25	150	
P9	18x20	11.00	10.00	4.2	3.4	300	300	0.3	0.4	65	60	25	25	150	
P10	18x20	410.00	11.00	4.7	4.0	200	300	0.3	0.4	65	60	25	25	150	

Locação no eixo X		Locação no eixo Y	
Coordenadas (cm)	Nome	Coordenadas (cm)	Nome
11.00	P6, P9	1119.00	P1, P2
410.00	P1, P4, P7, P10	809.00	P3, P4, P5
750.00	P2, P5, P8	331.00	P8
		329.00	P6
		11.00	P7
		10.00	P9

Planta de locação
escala 1:50