



José Herbert Trindade

MODELO VIRTUAL DE CONSTRUÇÃO DE CASA POPULAR

Votuporanga

2014

José Herbert Trindade

MODELO VIRTUAL DE CONSTRUÇÃO DE CASA POPULAR

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado como exigência parcial
para obtenção do diploma do Curso
Técnico em Edificações do Instituto
Federal de Educação, Ciência e
Tecnologia, *Campus* Votuporanga.

Professor Orientador: Gustavo Cabrelli
Nirschl

Votuporanga

2014

José Herbert Trindade

MODELO VIRTUAL DE CONSTRUÇÃO DE CASA POPULAR

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado como exigência parcial
para obtenção do diploma do Curso
Técnico em Edificações do Instituto
Federal de Educação, Ciência e
Tecnologia, *Campus* Votuporanga.

Professor Orientador: Gustavo
CabrelliNirschl

Aprovado pela banca examinadora em 10 de agosto de 2014.

BANCA EXAMINADORA:

Prof. Emílio Bertholdo Neto

Prof. Vanderlei Cechini Júnior

Prof. Gustavo Cabrelli Nirschl

Dedico este trabalho a minha mãe, eterno amor de minha vida que sempre acreditou e me apoio em todos os momentos. A todos aos professores e amigos que do curso de Edificações.

Agradeço primeiramente ao Senhor, Deus meu, alicerce e rocha da minha vida. Sem ele nada seria possível, foi nele que busquei forças para prosseguir nesta jornada.

A minha mãe Maria dos Anjos Trindade e família, mais que ombro amigo.

Agradeço imensamente ao meu orientador Prof. Gustavo Cabrelli Nirschl, parceiro fundamental nesta obra.

A todos que contribuíram de alguma forma para conclusão deste trabalho, fazendo cada minuto valer a pena.

"Conforme a graça de Deus que me foi concedida, eu, como sábio construtor, lancei o alicerce, e outro está construindo sobre ele. Contudo, veja cada um como constrói".

1 Coríntios 3:10

RESUMO

Este trabalho objetiva a criação de um modelo virtual para uma melhor compreensão, por parte dos alunos dos cursos da área de Construção Civil, das etapas construtivas de uma obra. Foi usado o software Google Sketchup 8, disponível gratuitamente na internet, para desenhar as etapas de um projeto de referência. O citado software possibilita a criação virtual aproximada da realidade que se encontra no canteiro de obras, sendo que cada etapa da obra foi desenhada em uma camada (ou *layer*) no software. O estudo teve início na limpeza do terreno com a remoção de obstáculos e progrediu para a terraplenagem, etapa muito importante numa obra, pois é a base da edificação. Foi representada ainda a locação da obra, outra etapa que requer um profissional capacitado que não cometa erros que poderiam comprometer todo o restante da obra. A etapa seguinte da simulação incluiu as fundações, que são os elementos projetados para suportar as cargas da obra. Em seguida foi implementada a alvenaria e as ligações prediais, conforme os projetos hidráulico e elétrico de referência. E, finalmente, o modelo retrata os revestimentos e a cobertura da obra. Ao final, foi produzida uma animação mostrando as cenas na seqüência de execução da obra, usando as visualizações das camadas convenientemente. A animação foi exportada como um vídeo que pode ser executado em qualquer computador.

Palavras-chave: Modelo virtual. Construção. Casa popular.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES E TABELAS

Figura 1– Ambiente de Trabalho do <i>software</i> “Sketchup” .	12
Figura 2–Ferramentas Principais.	13
Figura 3 – Tabela Profundidade das tubulações.	18
Figura 4 – Detalhe linhas guias.	20
Figura 5 – Gabarito tábuas corridas.	20
Figura 6 – Classe de agressividade ambiental, para efeito de cobertura.	22
Figura 7 – Relação entre classe de agressividade ambiental e cobertura.	22
Figura 8 – Impermeabilização de baldrame em solos normais e úmidos.	23
Figura 9 – Elevação da Alvenaria.	24
Figura 10 - Detalhe do prumo na alvenaria	25
Figura 11 – Junta Comum ou Corrente	25
Figura 12–Equipamentos para Elevação da Alvenaria.	26
Figura 13 – Cavalete de Águas.	27
Figura 14 – Esquema básico quadro de distribuição e padrão residencial.	27
Figura 15 – Pontos de iluminação teto.	28
Figura 16 – Telha tipo Plan.	29
Figura 17 – Terrenos no entorno – vista 1.	30
Figura 18 – Terrenos no entorno – vista 2.	30
Figura 19 – Recursos locais.	31
Figura 20 – Redes urbanas – vista 1	31
Figura 21 – Redes urbanas – vista 2.	32
Figura 22 – Terreno antes da terraplenagem.	32
Figura 23 – Terreno após a terraplenagem – vista 1	33
Figura 24 – Terreno após a terraplenagem – vista 2.	33
Figura 25 – Locação pelo processo de tábuas corridas – vista 1.	34
Figura 26 - Locação pelo processo de tábuas corridas – vista 2.	34
Figura 27 - Locação pelo processo de tábuas corridas – vista 3.	35
Figura 28 - Detalhe dos baldrames.	35
Figura 29 – Lastro de concreto magro dos baldrames.	36
Figura 30 – Alvenaria, vista 1.	36
Figura 31 – Alvenaria, vista 2.	37

Figura 32 – Alvenaria, Chapisco, Emboço/Reboco - vista 3.	37
Figura 33 – Rede de água e esgoto.	38
Figura 34 – Rede de energia.	38
Figura 35 – Ligações Prediais de Água, Esgoto e Elétrica – vista 1.	39
Figura 36 – Ligações Prediais de Água, Esgoto e Elétrica - vista 2.	39
Figura 37 – Ligações Prediais de Água, Esgoto e Elétrica – vista 3.	40
Figura 38– Detalhe do oitão.	40
Figura 39 – Detalhe madeiramento do telhado – vista 1.	41
Figura 40 – Detalhe madeiramento – vista 2.	41
Figura 41 – Projeto Final - vista 1.	42
Figura 42 – Projeto Final – vista 2.	42
Figura 43 – Projeto Final - vista 3.	43
Figura 44 – Projeto Final – vista 4.	43

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	11
1.1. OBJETIVOS.....	11
1.2. METODOLOGIA	11
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	17
3. RESULTADOS.....	30
4. CONCLUSÃO	44
5. REFERÊNCIAS.....	45
ANEXO A	47
ANEXO B	48
ANEXO C	49
ANEXO D.....	50
ANEXO E	51

1. INTRODUÇÃO

Já é de amplo conhecimento a dificuldade dos alunos dos cursos da área de Edificações, principalmente no início, de se entender o processo de execução de uma obra. Para superar as dificuldades encontradas, o professor poderia fazer uso, junto ao aluno, de um modelo virtual para auxiliar essa visão geral da execução de uma obra de forma clara e global.

Desta forma, este trabalho visa a elaborar um modelo virtual mostrando a maioria das etapas construtivas de uma edificação, visualizando e interagindo tridimensionalmente usando o *software* “Sketchup 8”.

1.1. OBJETIVOS

O objetivo principal deste trabalho é criar um modelo tridimensional contendo as principais etapas construtivas de uma edificação, com a finalidade de auxiliar o processo de ensino-aprendizagem envolvendo professores e alunos de cursos ligados à construção civil. O modelo adotado tem como objetivo demonstrar as etapas, desde a visita ao local da obra, aproveitando os recursos locais, buscando fatores e características que agreguem informações ao projeto, tornando a construção mais eficiente. As primeiras etapas a serem observadas no modelo são a disposição e relevo do terreno, a localização, a inclinação do terreno e os recursos disponíveis nas proximidades da obra (energia elétrica, esgoto, água, rua asfaltada e outros). Por fim, deverão ser colocadas no modelo as etapas mais importantes da execução de uma obra, como a locação, as fundações, as elevações das alvenarias, as instalações domiciliares e o telhado.

1.2. METODOLOGIA

Este trabalho foi baseado no *software* de desenho “Sketchup” versão 8, para a criação de modelos em 3D no computador, distribuído gratuitamente pela empresa “Google Incorporation”. O *software* permite criar, na forma de maquetes virtuais em 3D, as etapas de desenvolvimento e implantação de uma obra em determinado

terreno. Com esta ferramenta, é possível simular os ambientes virtuais que se encontram na prática da implantação de uma obra.

Foi usado como base o projeto executivo descrito em Projeto... (2007), que se trata uma casa popular de 42 metros quadrados. O projeto apresenta a maioria dos detalhes executivos, sendo que os mais importantes estão nos anexos deste trabalho.

- O Ambiente do “Sketchup”

O ambiente de projeto do programa “Sketchup” apresenta uma tela de desenho em um plano tridimensional (ver figura 1). O usuário pode optar por visualizar o projeto em várias perspectivas. Para isso, basta selecionar a barra de ferramentas Câmera, Exibições Padrão, e optar por qual vista deseja: Alto, Inferior, Frontal, Posterior, Esquerda, Direita ou Iso. Na figura 2, encontram-se as principais ferramentas usadas para criar os desenhos.

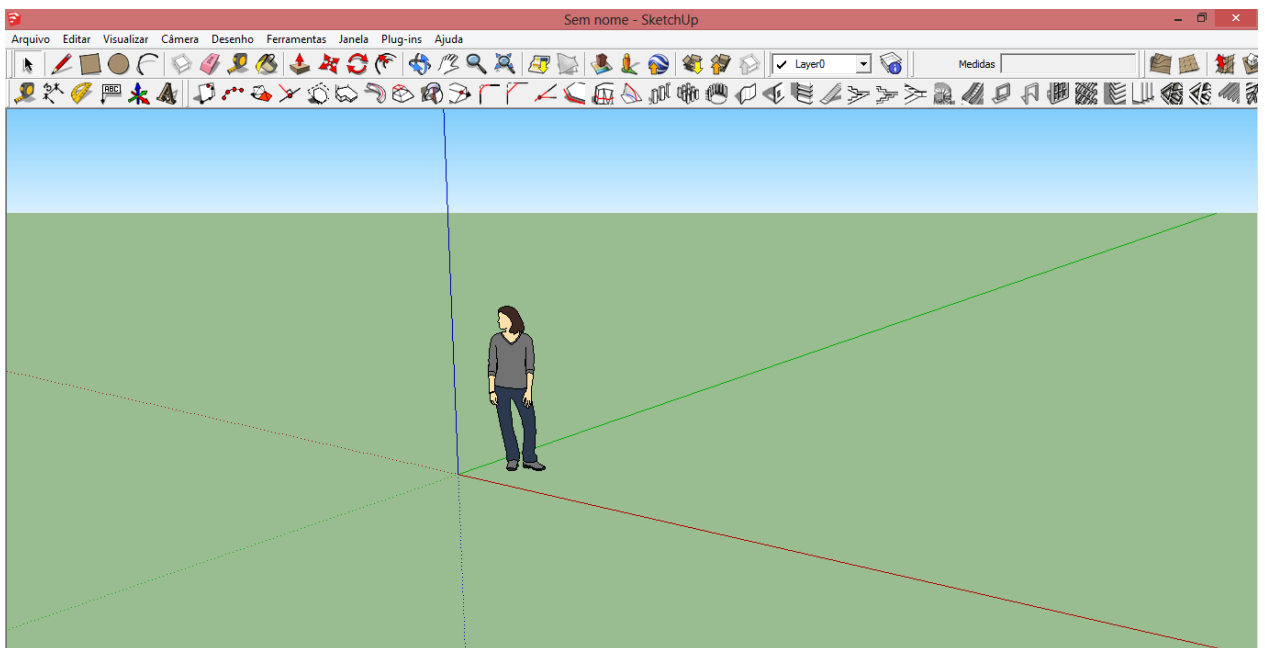


Figura 1– Ambiente de Trabalho do *software* “Sketchup”.

Fonte: Próprio Autor.

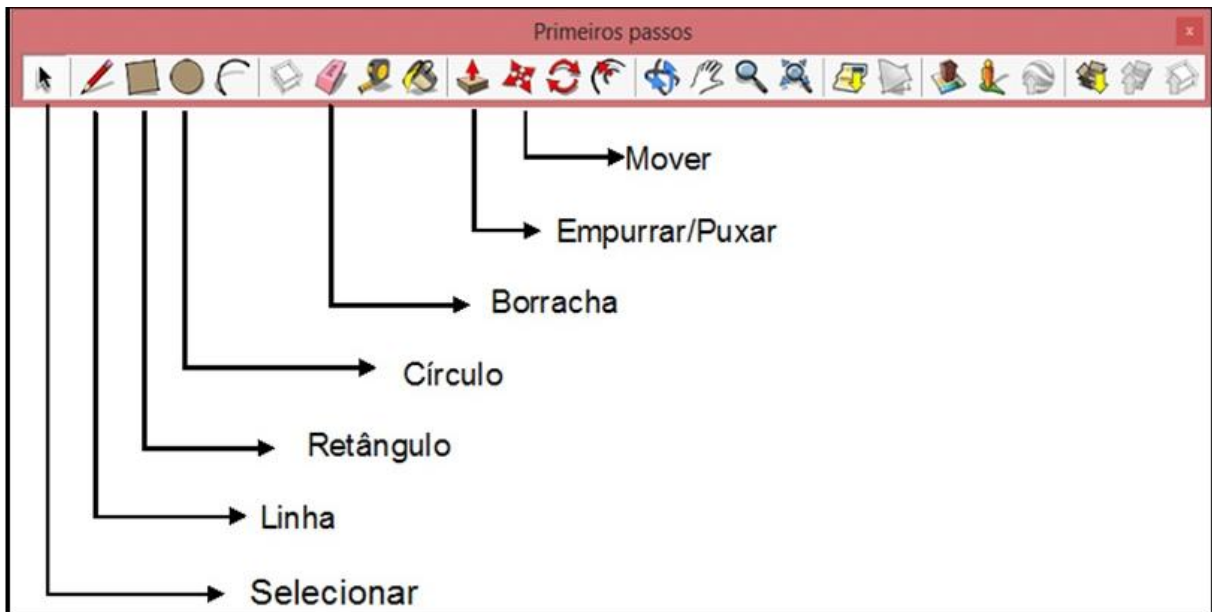


Figura 2–Ferramentas Principais.

Fonte: Próprio Autor.

- Terreno

A primeira etapa do projeto teve como objetivo a criação do terreno, ruas, postes e árvores. Nesta fase, uma ferramenta particularmente importante foi a ferramenta “Caixa de areia”, que permitiu criar uma malha na superfície dos terrenos para, posteriormente, modelar os relevos.

Também foram incorporados elementos de vegetação, inseridos através da ferramenta Armazém 3D.

- Recursos Locais

A segunda etapa do projeto delimitou-se a criar os recursos necessários para o início de uma obra, ou seja, as redes de abastecimento de água e energia, redes de captação de esgoto e rede de águas pluviais.

Para desenhar as tubulações e linhas de energia, foi utilizada a ferramenta Círculo e a ferramenta Modificação/Siga-me. Para a rede de águas pluviais, a tubulação foi usada com o diâmetro de 600 mm, a 1,50 m de profundidade no centro da rua. Para tubulação de esgoto, adotamos o diâmetro de 150 mm com profundidade de 1,50 m, próximo à calçada do terreno. Adotamos a tubulação de

abastecimento de água no primeiro terço da calçada do terreno, com diâmetro tubulação de 50 mm e profundidade de 0,60 m.

- *Terraplenagem*

Nesta etapa, criou-se um rebaixo retangular com a ferramenta Retângulo em uma das quadras escolhidas para a implantação do projeto. As dimensões do terreno para que ele se enquadre no projeto descrito em Projeto... (2007) foram adotadas como sendo 10x15 metros.

O modelo virtual foi criado de modo a permitir a visualização do terraplenagem, ou seja, corte e limpeza do terreno. A representação do terraplenagem foi feita por meio da ferramenta “Estampar”.

- *Locação da Obra*

A implantação e locação da obra é uma etapa de transferência de dados do projeto para o local da obra. Para demonstração desta etapa, criou-se o gabarito de tábuas corridas que servirá para fixar as linhas guias das paredes e pilares. Utilizaram-se os dados da planta baixa de Projeto... (2007), disponível no anexo A.

Para criação desta etapa, foram usadas as ferramentas Linha, Retângulo, Empurrar/Puxar, Trena e Borracha.

- *Fundação*

Com as linhas de referência da locação da obra, foram representadas as escavações das fundações, localizadas de acordo com a planta baixa da casa, no Anexo A. Como largura dos baldrame, definiu-se de 0,20 m a 0,30 m, considerando o texto encontrado no projeto base para este trabalho:

“(…) a estrutura foi dimensionada considerando a construção em solo de boa qualidade. Para execução sobre aterros ou outros tipos de solos e situação de implantação, deverá ser revisto o sistema estrutural a ser utilizado e as partes complementares necessárias à implantação das edificações, como muros de arrimo e ou terraplanagem. Não sendo possível utilização de blocos tipo calha, sugere-se a utilização de formas de madeira

para composição da viga baldrame e cinta de amarração.” (PROJETOS..., 2007, p. 4).

Adotamos a fundação direta, onde, segundo Salgado (2009) “a fundação direta é constituída de uma viga baldrame de pequena altura (varia de 20 a 30 cm), com armação simples dotada de estribos, sobre a qual é assentada uma alvenaria de embasamento até a alvenaria da obra”.

Nesta fase, as ferramentas de maior uso foram: Linha, Circulo, Siga-me, Empurrar/Puxar e Borracha.

- *Elevação da Alvenaria*

Prosseguindo o projeto para a elevação da alvenaria, consideraram-se as medidas do projeto, onde a alvenaria tem como paredes de meio tijolo com dimensões de 0,09 m sem o revestimento (emboço ou reboco).

Conforme Projeto... (2007),

“(...) Alvenaria: será composta por painéis de blocos de concreto (9x19x39cm) conforme projeto de paginação das paredes, assentados com argamassa de cimento, cal e areia 1:0,5:8. Junto aos vãos das Janelas deverá ser executada contra-verga com blocos de concreto tipo calha (9x19x19cm), cheios de concreto estrutural e duas barras metálicas com $\varnothing 5.0\text{mm}$. Para os vãos das portas deverá ser executado verga nas mesmas especificações. ”

Tendo como base o eixo da parede, usando a ferramenta Linha e a ferramenta Retângulo, foi desenhado todo o perímetro das paredes. Após isso, com a ferramenta Empurrar/Puxar, elevou-se a alvenaria a 2,60 m conforme Projeto... (2007). Finalizou-se com a abertura dos vãos de janelas e portas segundo Projeto... (2007).

Para demonstração da alvenaria, camada de chapisco, emboço/reboco (camada única) foi adotado o uso de uma textura, facilitando a construção do projeto, visto que a criação bloco por bloco tornaria o projeto muito oneroso em termos de processamento computacional.

- Ligações Prediais de Água, Esgoto e Elétrica

Nesta etapa, foram consideradas as posições descritas nos Anexos B, C e D. Conforme o anexo B, as instalações de água fria foram desenhadas desde a entrada da rede de abastecimento, iniciando no cavalete e seguindo até o reservatório sobre a laje onde se distribuem para toda a residência.

As ligações de esgoto seguem o projeto do Anexo D, com a captação dos despejos provenientes da cozinha passando pela caixa de gordura simples, com a caixa de passagem simples oriunda do tanque externo, seguindo para a caixa de inspeção, que recebe ainda os despejos do lavatório do banheiro, vaso sanitário e ralo do chuveiro. Foram desenhadas ainda as tubulações enterradas para a rede coletora da rua.

Conforme o projeto elétrico do anexo C, a rede elétrica inicia-se no padrão de energia e segue para o Quadro de Distribuição de Circuitos. A partir do quadro de distribuição, a rede se ramifica para os pontos de luz, tomadas e aparelhos (chuveiro, tomadas específicas, geladeira, etc.).

Nesta etapa, as ferramentas usadas na construção das tubulações e condutores de energia foram “Linha”, “Arco”, “Circulo”, “Empurrar/Puxar” e “Siga-me”. Também foram inseridas as lâmpadas e tomadas e interruptores através da ferramenta Armazém 3D do Google Sketchup 8.

- Cobertura

Após elevação da alvenaria e construção da laje, seguindo os critérios de inclinação para o telhado (anexo E), desenhou-se o oitão com a altura determinada de projeto, 1,2 m aproximadamente, que corresponde aos 35% de inclinação. Com recursos da ferramenta “1001bit”, plug-in gratuito do Sketchup 8, criou-se o madeiramento do telhado. O Telhado foi desenvolvido com a ferramenta “InstantRoof”, outro plug-in gratuito disponível para Sketchup 8, sendo possível construir telhados de variadas formas e inclinações.

Para efeito de visualização, foi utilizada uma textura de telhas do próprio programa, sendo que, no projeto de referência, Projeto... (2007), a descrição especifica telhas cerâmicas do tipo PLAN.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Neste item, foram descritas as principais características de projeto e execução que podem influenciar no presente trabalho.

- *Terreno*

Segundo Milito (2009, p.3):

“Sem sabermos as características do terreno, é quase impossível executar-se um bom projeto.

As características ideais de um terreno para um projeto econômico são:

- a) Não existir grandes movimentações de terra para a construção;
- b) Ter dimensões tais que permita projeto e construção de boa residência;
- c) Ser seco;
- d) Ser plano ou pouco inclinado para a rua;
- e) Ser resistente para suportar bem a construção;
- f) Ter facilidade de acesso;
- g) Terrenos localizados nas áreas mais altas dos loteamentos;
- h) Escolher terrenos em áreas não sujeitas a erosão;
- i) Evitar terrenos que foram aterrados sobre materiais sujeitos a decomposição orgânica.”

- *Recursos Locais*

Segundo Salgado (2009, p. 19):

“(…) é importante verificar o terreno onde a obra será edificada, tentando observar todas as implicações e facilidades, como a existência de água superficial, rochas e pedras, acessos, árvores, matagal, animais, construções vizinhas, rede de abastecimento de água (e sua capacidade), energia elétrica (e sua capacidade), rede de telefone declividade etc.

Tais verificações se fazem necessário para o perfeito planejamento da instalação do canteiro de obras e contribuição com o sucesso do empreendimento.”

Segundo Borges (2009, p. 35), “a primeira providência a ser tomada para o início do trabalho é a de se conseguir água para o consumo de uma obra”.

A partir da primeira visita ao terreno, já se pode saber se a rua é servida de rede de água e esgoto.

Manual... (???) cita procedimentos para a execução da rede de abastecimento de água:

“(...) O diâmetro da rede de água a ser implantada deve ser no mínimo DN 50, com classe igual ou superior a 0,75 MPa.

- Para as valas localizadas no leito da rua, devem ser cumpridas as seguintes condições:

- a distância mínima entre as tubulações de água e de esgoto sanitário deve ser de 1,00 m, e a tubulação de água deve ficar no mínimo, 0,20 m acima da tubulação de esgoto sanitário; (...)”

Sobre a execução das instalações de drenagem de águas pluviais, podemos considerar o descrito em Instruções ... (2010), considerando a figura exibida em seguida:

“A vala deverá ser aberta com uma largura mínima de três vezes o diâmetro do tubo. Ou seja, se o tubo for de DN 100, calculando teremos: $100 \times 3 = 300$ mm (ou 30 cm). Neste caso a largura da vala será de 30 cm. A profundidade pode variar dependendo das cargas que existirão sobre o local:”

Cargas	Profundidade
Interior dos lotes	30cm
Passeio	60cm
Tráfego de veículos leves	80cm
Tráfego pesado e intenso	1,20m
Ferrovia	1,50m

Figura 3 – Tabela Profundidade das tubulações.

Fonte: Instruções ... (2010).

- Terraplenagem

Segundo Milito (2009 p. 315), a terraplenagem é um conjunto de operações de escavação, carga, transporte, descarga e compactação, executadas para a construção de aterros e cortes, a fim de dar à superfície do terreno a forma projetada.

Na prática, entende-se como a preparação do terreno para receber a obra, onde serão definidas a localização da fundação e posteriormente toda a estrutura da edificação.

Considera-se, neste trabalho, que o terreno encontra-se sem construções vizinhas, facilitando a terraplenagem, uma vez que, segundo (MILITO 2009, p.16):

“(...) o corte é facilitado quando não se tem construções vizinhas, podendo fazê-lo maior. Mas, quando efetuado nas proximidades de edificações ou vias públicas, devemos empregar métodos que evitem ocorrências como: ruptura do terreno, descompressão do terreno de fundação ou do terreno pela água”.

- *Locação da Obra*

Segundo Salgado (2009, p.32)

“(..) entende-se por locação de uma obra a transferência de dados e medidas de um do projeto para local (terreno) onde a edificação será consolidada. É considerada de grande importância e cuidados devem ser tomados para que essas medidas sejam as mais confiáveis possíveis, pois seria muito desagradável perceber, já no adiantado da obra, que a parede foi executada no lugar errado.”

Segundo Filho, Silva e Sousa (2001, p. 16):

“(...) para iniciar a locação é necessário que o terreno esteja limpo sem a presença de lixo, raízes ou entulhos, materiais de construção, etc. Devem ser identificadas as estacas ou outros marcos do terreno, que sejam até mesmo de uma construção vizinha, uma rua, etc. para que se tenha uma referência do lote e se estabeleça um alinhamento (lado do terreno).”

Segundo Salgado (2009, p. 34):

“(...) as locações devem estar afastadas, quando possível, pelo menos 1 m das escavações necessárias para a execução das fundações e alicerces. Devem ser cravadas firmemente no solo pontaletes alinhados e distanciados de 1,50 m a 2 m, em seguida serão pregados, em nível os sarrafos de madeira. O nivelamento se consegue com a ‘mangueira de nível.’”

Milito (2009 p. 21) descreve o processo de locação por tábuas corridas:

“(…) Este método se executa cravando-se no solo cerca de 50cm, pontaletes de pinho de (3" x 3" ou 3" x 4") ou varas de eucalipto a uma distância entre si de 1,50m e a 1,20m das paredes da futura construção, que posteriormente poderão ser utilizadas para andaimes. Nos pontaletes serão pregadas tábuas na volta toda da construção (geralmente de 15 ou 20cm), em nível e aproximadamente 1,00 m do piso (...). Pregos fincados na tábuas com distâncias entre si iguais às interdistâncias entre os eixos da construção, todos identificados com letras e algarismos respectivos pintados na face vertical interna das tábuas, determinam os alinhamentos (...). Nos pregos são amarrados e esticados linhas ou arames, cada qual de um nome interligado ao de mesmo nome da tábua oposta. Em cada linha ou arame está materializado um eixo da construção. Este processo é o ideal.”

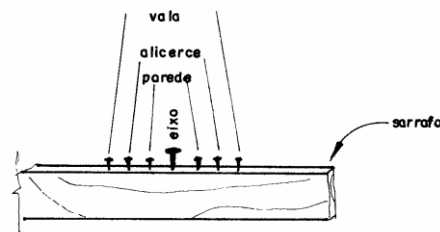


Figura 4 – Detalhe linhas guias.

Fonte: Milito (2009).

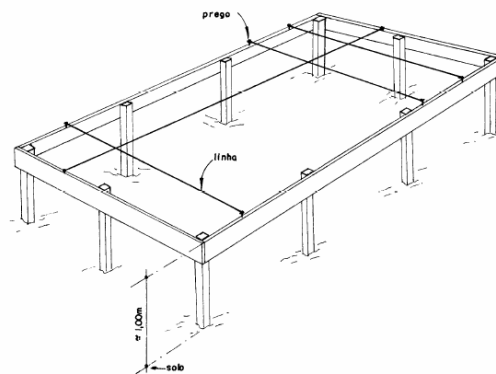


Figura 5 – Gabarito tábuas corridas.

Fonte: Milito (2009).

- Fundação

Sabe-se que a fundação é de vital importância na edificação, é o elemento responsável por transmitir as solicitações da estrutura para o solo. Esta etapa requer alguns cuidados e critérios na sua execução, como a preparação do fundo da vala e no posicionamento das armaduras para o correto cobrimento das armaduras.

Segundo Salgado (2009, p.48),

“(...) fundações são elementos estruturais destinados a suportar toda a carga de pressão proveniente dos carregamentos de esforços oriundos do peso próprio dos elementos estruturais como num todo, acrescidos dos carregamentos provenientes do uso (sobrecarga). Esses elementos de fundação têm por finalidade distribuir os esforços estruturais para o terreno (solo), dando assim estabilidade à obra.

Para a perfeita decisão sobre o tipo de fundação a ser utilizado, é imprescindível não só o conhecimento das cargas atuante no solo, como também das características do solo que vai suportar tais esforços. Para tanto, sondagens são realizadas e têm por finalidade uma prospecção das camadas mais profundas do solo para verificar os tipos solo e suas características (reconhecimento geológico), bem como a verificação da presença de água.”

O presente trabalho considera uma obra de pequeno porte, cuja fundação é baseada em vigas baldrame. Sobre o assunto, Milito (2009, p. 241) comenta:

“Todas as vigas baldrame, e principalmente os blocos de estacas, sapatas, não devem, suas armaduras, serem apoiadas diretamente sobre o solo. Porque as armaduras poderão ficar descobertas pelo concreto, o que ocasionará a corrosão. Para que isso não ocorra, recomendamos que seja colocada no fundo das valas uma camada de concreto magro (lastro de concreto não estrutural) ”.

Segundo Borges (2009, p. 53), “paredes de meio tijolo usam alicerces de um tijolo (20 cm), e exigem largura de vala mínima de 35 cm a 40 cm. A profundidade será necessária para que se encontre terreno firme, nunca inferior a 40 cm.”

Sabe-se que os baldrames irão receber armaduras. Salgado (2009, p. 79) explica que, sem cobrimento de concreto, a peça poderia ser comprometida:

“Toda peça de concreto está sujeita a microfissuras que varia de 1 a 20 mm de profundidade, por onde a umidade ou agentes agressivos podem penetrar, atingindo a armadura e provocando corrosão interna na estrutura, o que compromete a estabilidade do elemento estrutural”.

Sendo assim, para a proteção da armadura, é necessário que haja uma camada de concreto de cobrimento, ou seja, uma camada entre o ferro e a face da peça de concreto.

A NBR 6118 (2014) estipula os cobrimentos mínimos das armaduras em função da agressividade ambiental:

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

Figura 6 – Classe de agressividade ambiental, para efeito de cobrimento.

Fonte: NBR 6118 (2014).

Relação entre classe de agressividade ambiental e cobrimento da armadura					
Tipo de estrutura	Componente ou elemento	Classe de agressividade ambiental			
		I	II	III	IV
		Cobrimento nominal (mm)			
Concreto armado	Laje	20	25	35	45
	Viga/pilar	25	30	40	50
Concreto protendido	Todos	30	35	45	55

Nota do autor: Para dados adicionais, deve-se consultar a referida norma.

Figura 7 – Relação entre classe de agressividade ambiental e cobrimento.

Fonte: NBR 6118 (2014).

Faz-se necessário, após a execução da fundação, a aplicação de impermeabilização. De acordo com Barros (2011, p. 7) “a escolha correta do sistema de impermeabilização adotado para as vigas baldrames das edificações é fundamental para evitar situações indesejáveis em sua fase de utilização.” Abaixo é mostrado o processo para vigas baldrame:

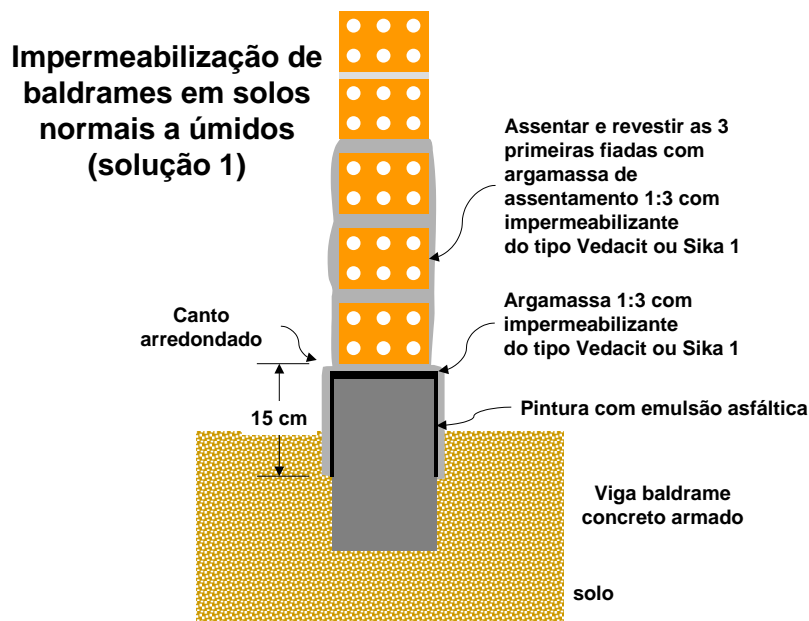


Figura 8 – Impermeabilização de baldrames em solos normais e úmidos.

Disponível em

<www.uepg.br/denge/aulas/Impermeabilizacao/Impermeabilizacao.doc>. Acesso em 14/05/2014.

Segundo Milito (2009, p. 54) “os serviços de impermeabilização representam uma pequena parcela do custo e do volume de uma obra, quando anteriormente planejada”.

Segundo Milito (2009, p. 55),

“(…) Independentemente do tipo de fundação adotada deve executar uma impermeabilização no respaldo dos alicerces. A fundação sempre é executada num nível inferior ao do piso, sendo necessário assentar algumas fiadas de tijolos sobre a sapata corrida ou sobre o baldrame, até alcançarmos o nível do piso (Alvenaria de embasamento). No tijolo a água sobe por capilaridade, penetrando até a altura de 1,50m nas paredes superiores, causando sérios

transtornos. Portanto é indispensável uma boa impermeabilização no respaldo dos alicerces, local mais indicado para isso, pois é o ponto de ligação entre a parede que está livre de contato com o terreno e o alicerce.”

- Elevação da Alvenaria

Segundo Borges (2009, p. 69) “para o levantamento da alvenaria será necessário deixar no mínimo um dia para secagem da camada de impermeabilização (...). A recomendação é que de preferência se inicie pelos cantos seguindo o alinhamento vertical a prumo do pedreiro.”

Milito (2009, p. 69) também discorre sobre o assunto, considerando as figuras a seguir:

“(...) Depois de, no mínimo, um dia da execução da impermeabilização, serão erguidas as paredes conforme o projeto de arquitetura. O serviço é iniciado pelos cantos (...) após o destacamento das paredes (assentamento da primeira e segunda fiada), obedecendo ao prumo de pedreiro para o alinhamento vertical (...) e o escantilhão no sentido horizontal (...). Os cantos são levantados primeiro porque, desta forma, o restante da parede será erguido sem preocupações de prumo e horizontalidade, pois se estica uma linha entre os dois cantos já levantados, fiada por fiada.”

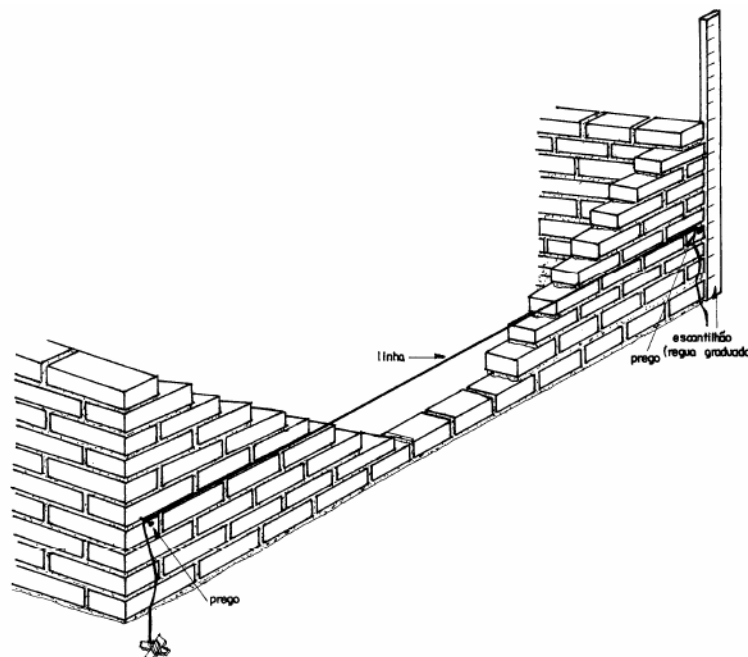


Figura 9 – Elevação da Alvenaria.

Fonte: Milito (2009).

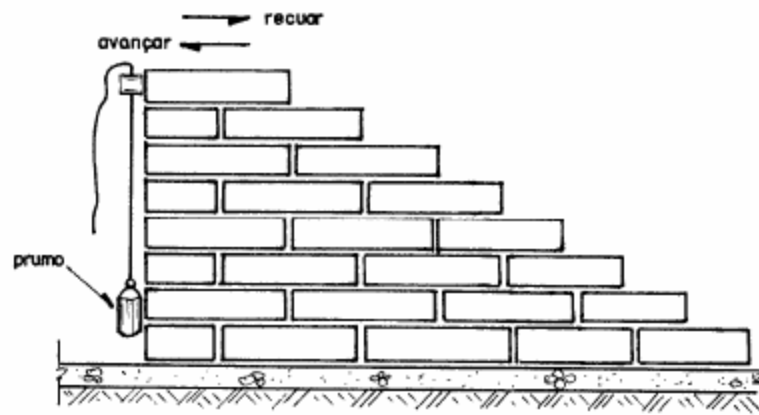


Figura 10 - Detalhe do prumo na alvenaria

Fonte: Milito (2009).

Para Milito (2009, p. 70), a forma de assentamento deverá ser de juntas desencontradas, garantindo assim maior resistência à parede. Este ajuste é conhecido como comum ou corrente (figura a seguir).

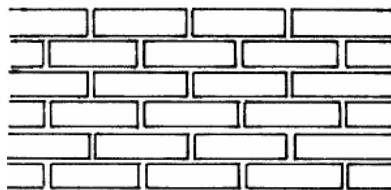


Figura 11 – Junta Comum ou Corrente

Fonte: Milito (2009).

Segundo Thomaz (2009):

“(…) Para a elevação das alvenarias devem estar disponíveis todos os equipamentos e ferramentas necessárias para o assentamento dos blocos, incluindo colher de pedreiro, meia-cana, bisnaga, linha, esticadores de linha, régua de alumínio, prumo de face, escantilhões, broxa, nível de bolha e nível de mangueira, esquadros de braço longo, furadeira elétrica, pistola finca-pinos, etc. Tomando por referência a primeira fiada, assentada com os cuidados anteriormente mencionados, podem ser marcadas nos próprios pilares as cotas da demais fiadas; é interessante, contudo, o emprego de escantilhões, suportados por tripés ou introduzidos sob pressão no reticulado vertical da estrutura (escantilhão telescópico), conforme mostra figura abaixo.

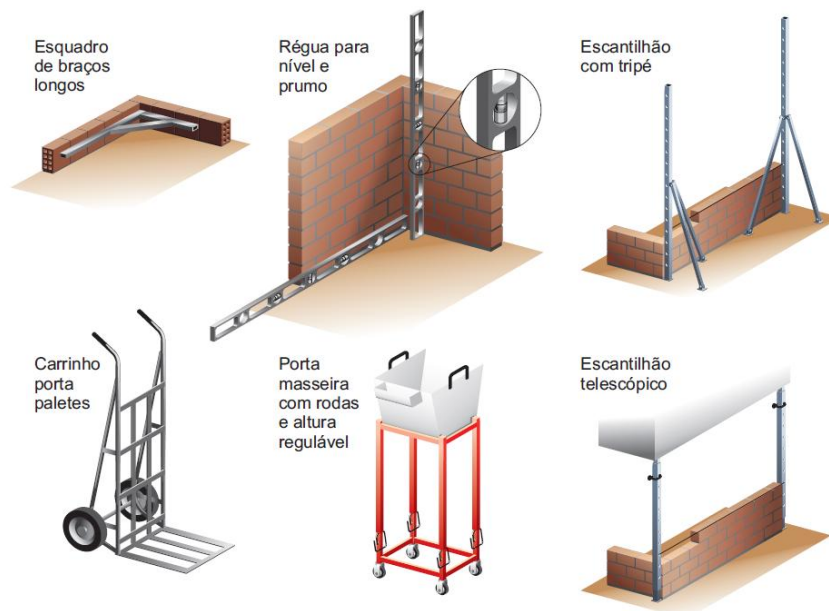


Figura 12–Equipamentos para Elevação da Alvenaria.

Fonte: Thomaz (2009).

- Ligações Prediais de Água, Esgoto e Elétrica

Para rede de abastecimento, segundo Borges (2009):

“(...) Quando a água é obtida da rede, a entrada do lote é feita obrigatoriamente pelo cavalete. Assim é chamado o dispositivo que permite a colocação do hidrômetro (medidor de consumo de água). A figura abaixo mostra esquematicamente a forma do cavalete. O cavalete estará obrigatoriamente dentro de um abrigo, com dimensões livres internas exigidas pela Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo, ou seja, 0,80 x 0,60 x 0,30 cm (largura, altura, profundidade, respectivamente). O abrigo deverá ser de alvenaria ou concreto com portinhola de madeira ou ferro.”

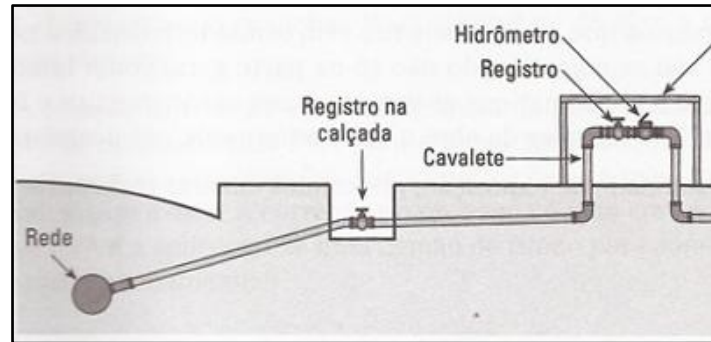


Figura 13 – Cavalete de Águas.

Fonte: Borges (2009).

A rede de esgoto, para Borges (2009), tem grande importância, pois se destina a recolhimento das águas servidas, responsável por muitas “dores de cabeça” em obras prontas, quando não for bem planejada e executada. São formadas por ramais e um tronco. Os ramais se destinam a recolher as águas servidas dos aparelhos, levando-as para o tronco, que se encaminha para a rede coletora sob rua ou para o poço negro.

Nas instalações elétricas, segundo Borges (2009), cabe ao profissional da área, junto ao engenheiro responsável, a distribuição de circuitos, espessura de fios e diâmetro de condutores. Após, o engenheiro administrador fará uma revisão geral para possíveis sugestões e modificações quanto à execução.

Borges (2009) cita serem necessários dois quadros: um conterá o relógio medidor com chave geral e outro será o de distribuição, em que a entrada geral será subdividida em diversos circuitos.

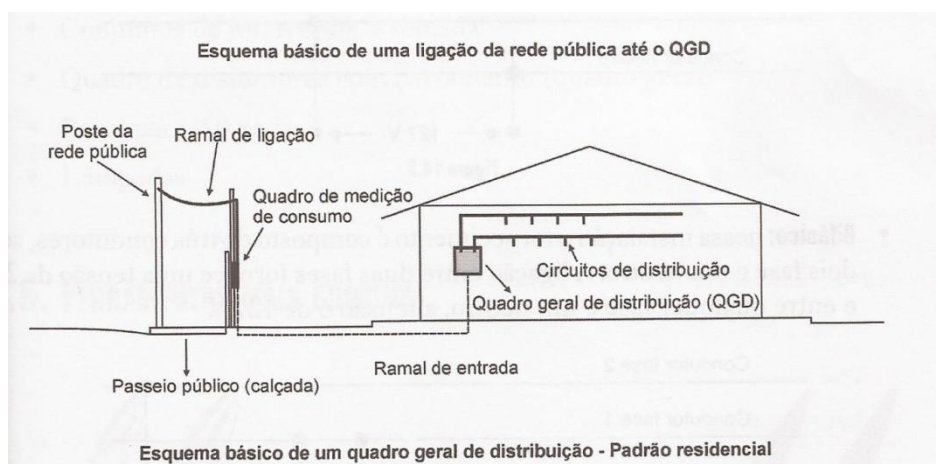


Figura 14 – Esquema básico quadro de distribuição e padrão residencial.

Fonte: Salgado (2009).

“(…) o primeiro passo a ser dado nesse setor será a feitura de uma planta na qual se indica a posição dos pontos luminosos, tomadas etc. logo no início da obra para que possa ser projetada a instalação. Essa planta poderá ser a construtiva ou de obra ou, ainda, poderemos elaborar uma planta especial. Nela os pontos serão representados por símbolos, que variam de tipos de profissional a profissional. (...) Os pontos luminosos de teto são postos ao centro ou havendo mais de um ponto serão distribuídos conforme figura abaixo quando não houver impedimentos devido à construção. Pontos na parede deverão ter uma altura superior a 2 m para não ofuscar a visão. Interruptores serão colocados a cerca de 1,30 m do piso. As quantidades de tomadas variam conforme necessidade e projeto, no entanto fica indispensável a colocação de uma tomada a cada peça principal.” Borges (2009).

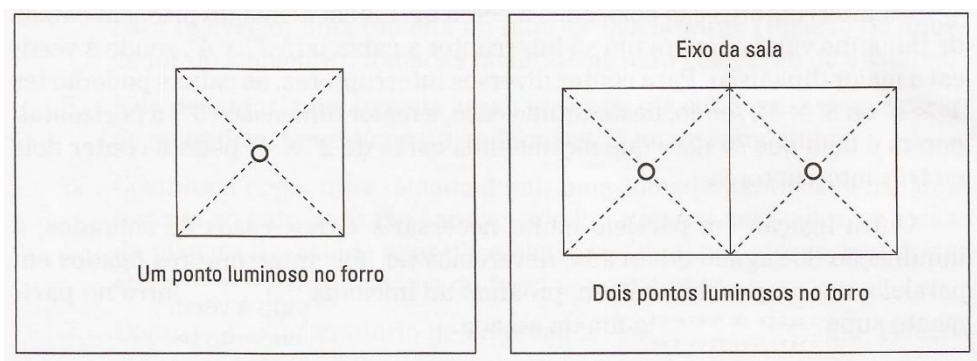


Figura 15 – Pontos de iluminação teto.

Fonte: Borges (2009).

- Cobertura

“A finalidade da cobertura é proteger a construção contra intempéries e as ações da natureza. Como elemento da construção é utilizado desde os materiais mais rústicos aos mais modernos para a cobertura. Mas o material mais empregado na construção civil para residências são os

materiais cerâmicos, tendo ótimas propriedades termo isolantes.” Salgado (2009).

Segundo Milito (2009):

“(...) O telhado é composto pela estrutura, cobertura e sistema de captação de águas pluviais.

- A estrutura: é o elemento de apoio da cobertura, podendo ser de madeira, metálica, etc. Geralmente constituída por tesouras, pontaletes ou vigas.
- A cobertura: é o elemento de vedação constituída por telhas que pode ser: cerâmica, fibrocimento, alumínio, chapa galvanizada, concreto etc.
- Sistema de captação de águas pluviais: são para o escoamento conveniente das águas pluviais e constituem-se de calhas, condutores verticais, rufos, pingadeiras e rincões. São de chapas galvanizadas, P.V.C. etc.”

“O telhado, com inclinação e dimensões previstas em projeto, será executado em telha cerâmica tipo plan, assentadas atendendo às exigências da especificação do fabricante. O madeiramento obedecerá às normas da ABNT, todas as peças da estrutura deverão ser de Parajú ou Ipê, devidamente aparelhadas, sem apresentar rachaduras, empenos e outros defeitos e seus encaixes serão executados de modo a se obter um perfeito ajuste nas emendas.” Projeto ... (2007).

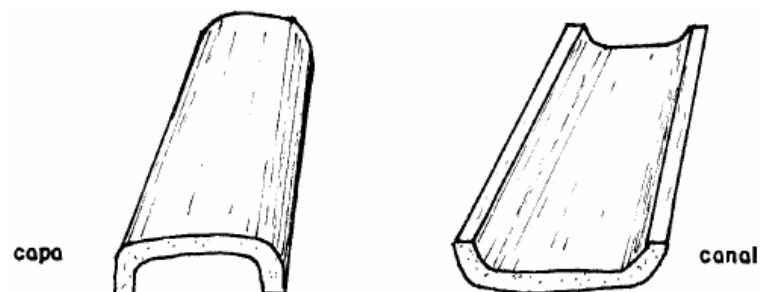


Figura 16 – Telha tipo Plan.

Fonte: Milito (2009).

3. RESULTADOS

A seguir, mostram-se as imagens obtidas do modelo virtual criado no *software* Sketchup 8, separadas por etapa de obra.

- *Terreno*



Figura 17 – Terrenos no entorno – vista 1.

Fonte: Próprio Autor.



Figura 18 – Terrenos no entorno – vista 2.

Fonte: Próprio Autor.

- Recursos Locais



Figura 19 – Recursos locais.

Fonte: Próprio Autor.

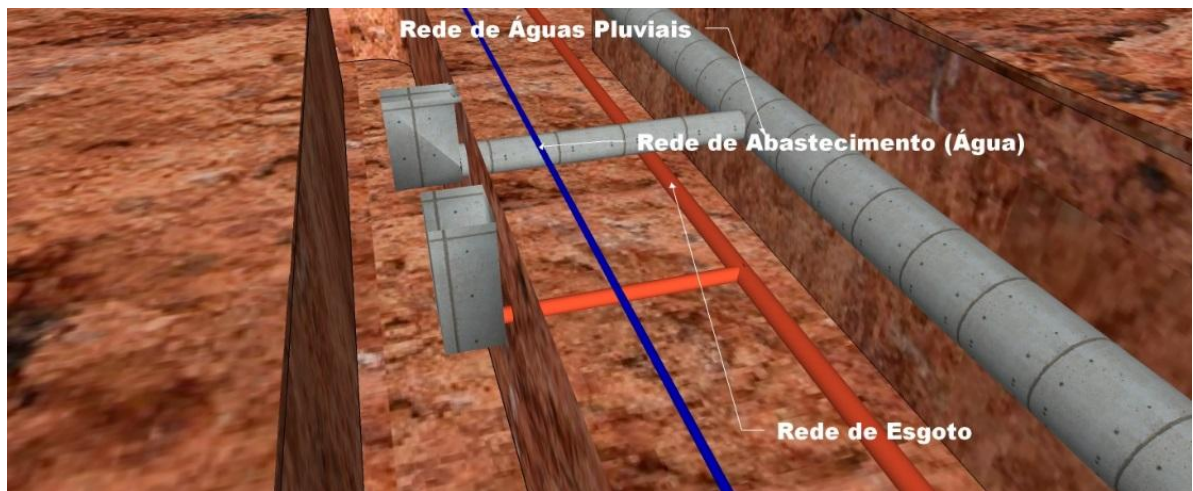


Figura 20 – Redes urbanas – vista 1.

Fonte: Próprio Autor.

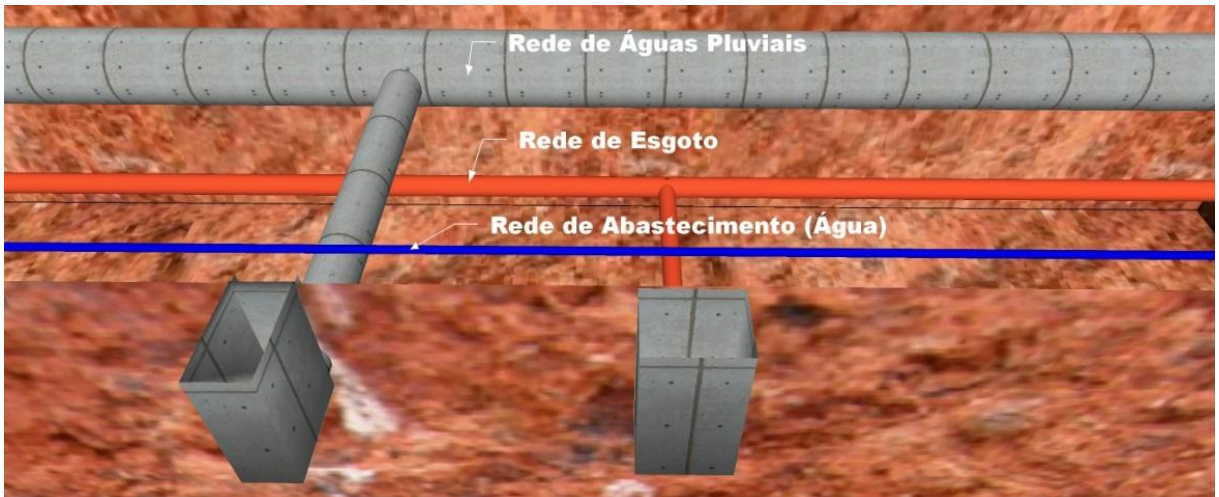


Figura 21 – Redes urbanas – vista 2.

Fonte: Próprio Autor.

- Terraplenagem

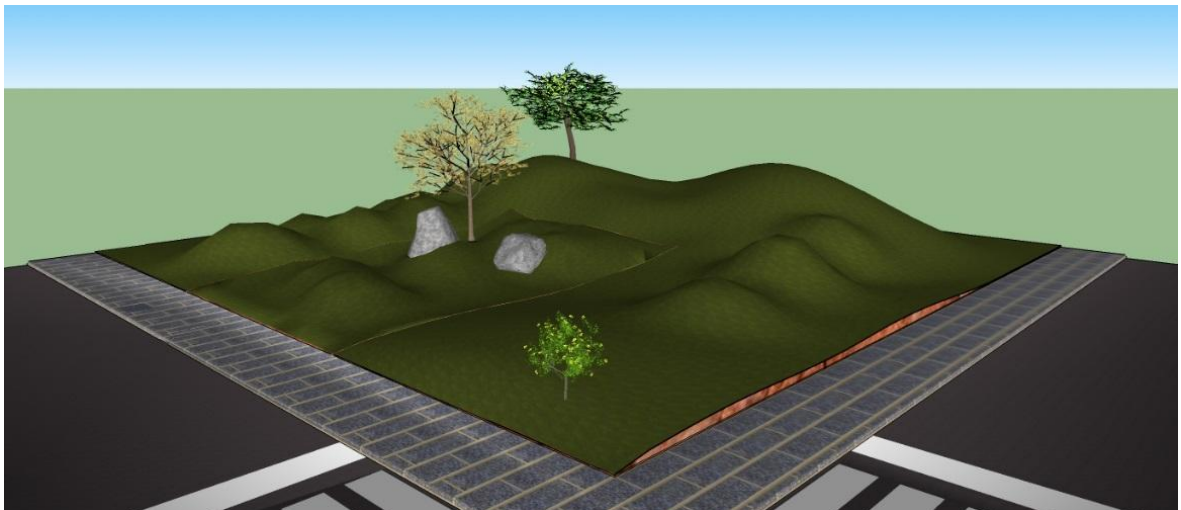


Figura 22 – Terreno antes da terraplenagem.

Fonte: Próprio Autor.

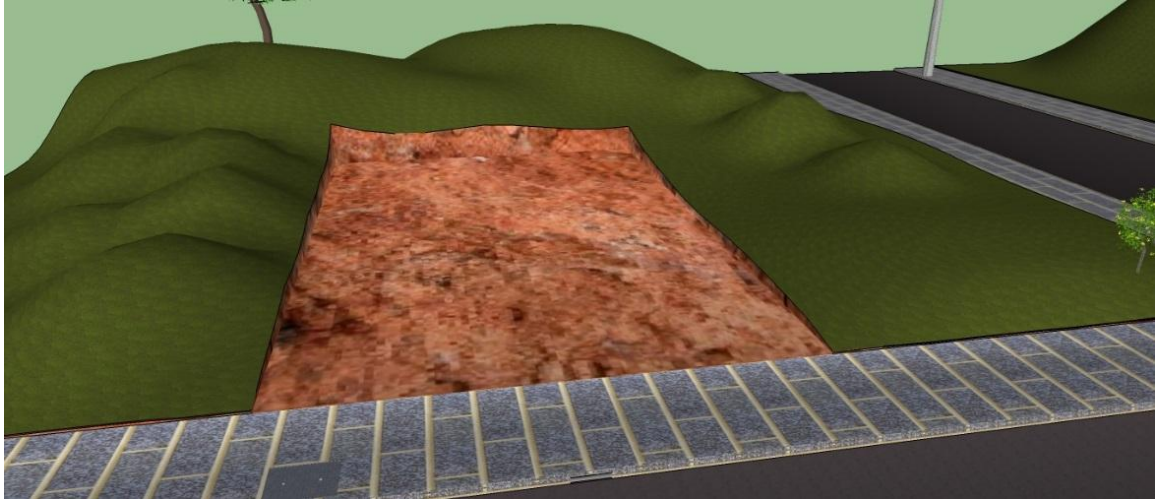


Figura 23 – Terreno após a terraplenagem – vista 1.

Fonte: Próprio Autor.

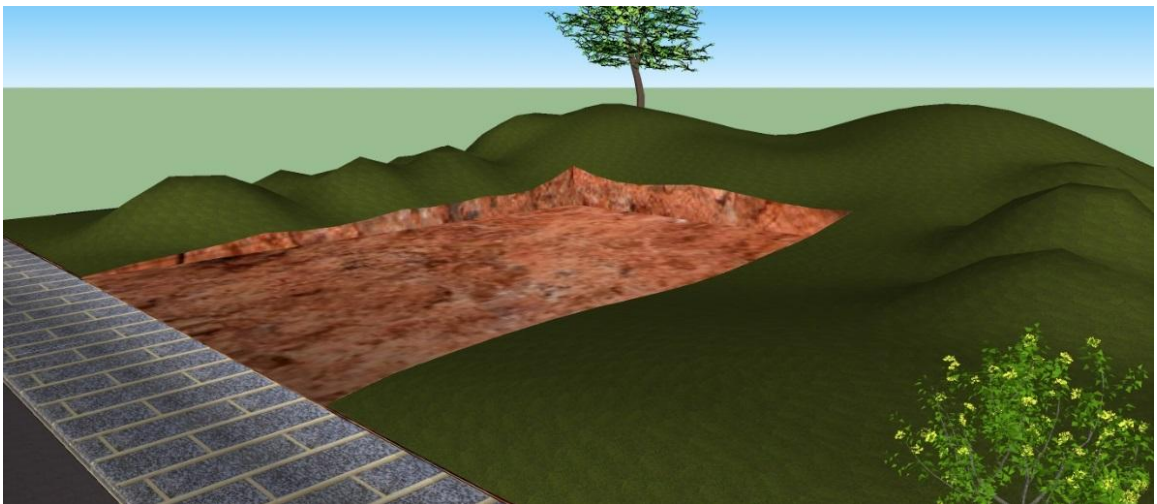


Figura 24 – Terreno após a terraplenagem – vista 2.

Fonte: Próprio Autor

- *Locação da Obra*

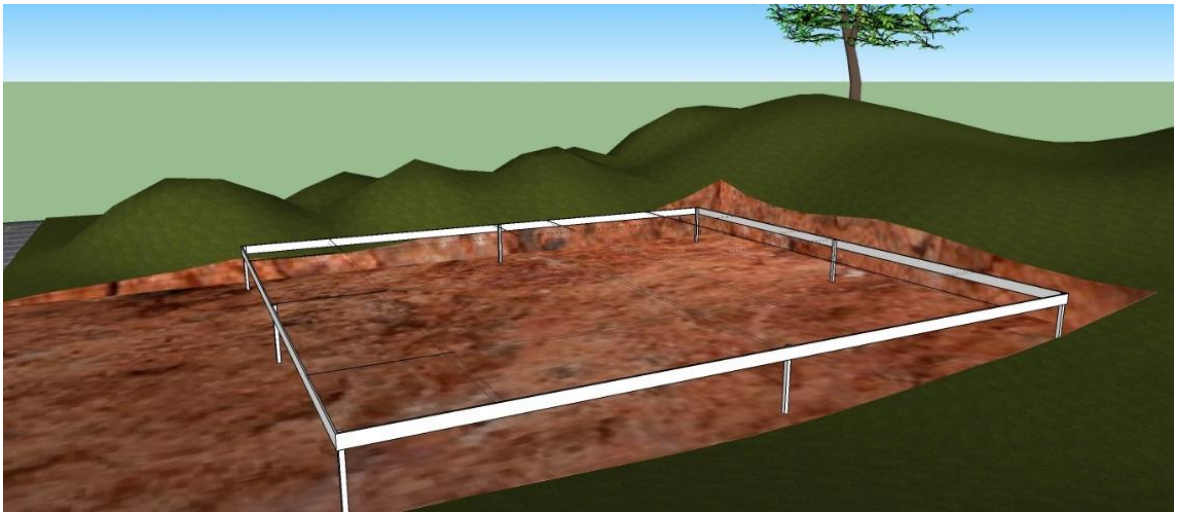


Figura 25 – Locação pelo processo de tábuas corridas – vista 1.

Fonte: Próprio Autor.

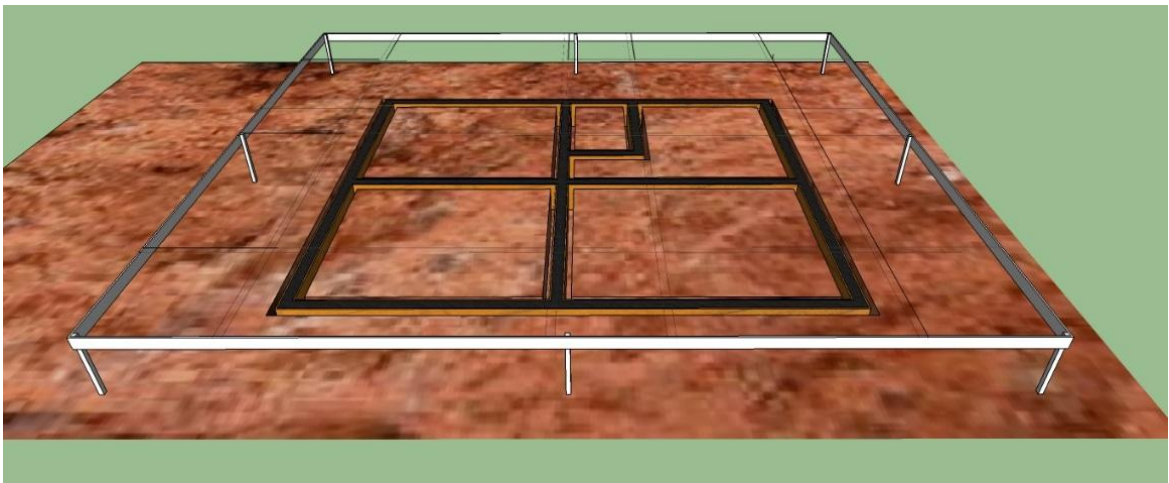


Figura 26 - Locação pelo processo de tábuas corridas – vista 2.

Fonte: Próprio Autor.

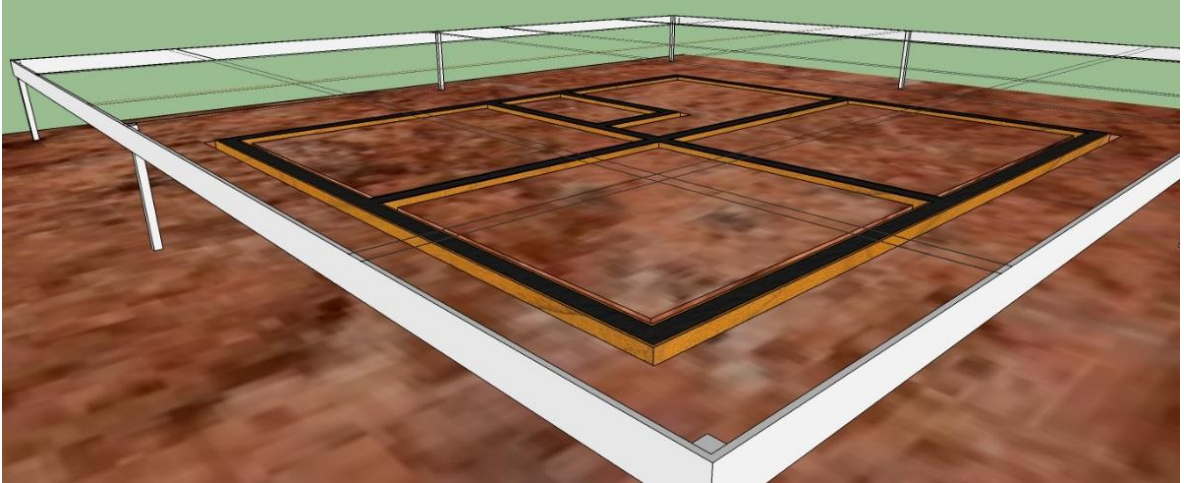


Figura 27 - Locação pelo processo de tábuas corridas – vista 3.

Fonte: Próprio Autor.

- Fundação

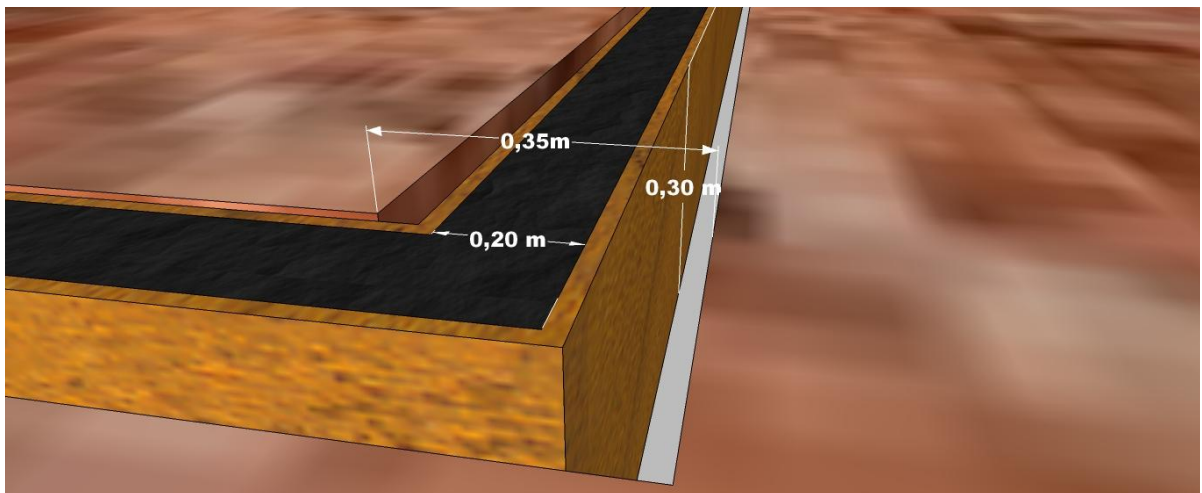


Figura 28 - Detalhe dos baldrames.

Fonte: Próprio Autor.

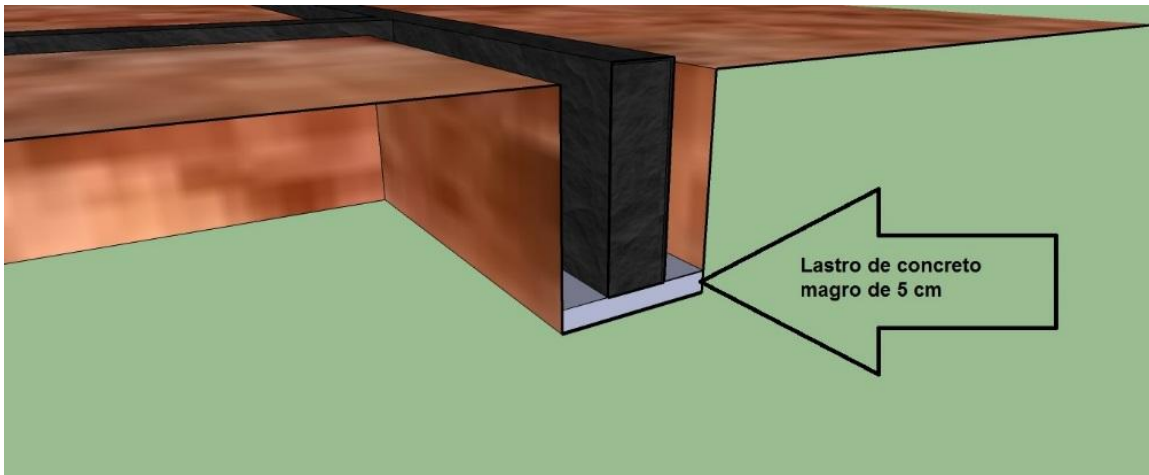


Figura 29 – Lastro de concreto magro dos baldrame.

Fonte: Próprio Autor.

- Elevação da Alvenaria

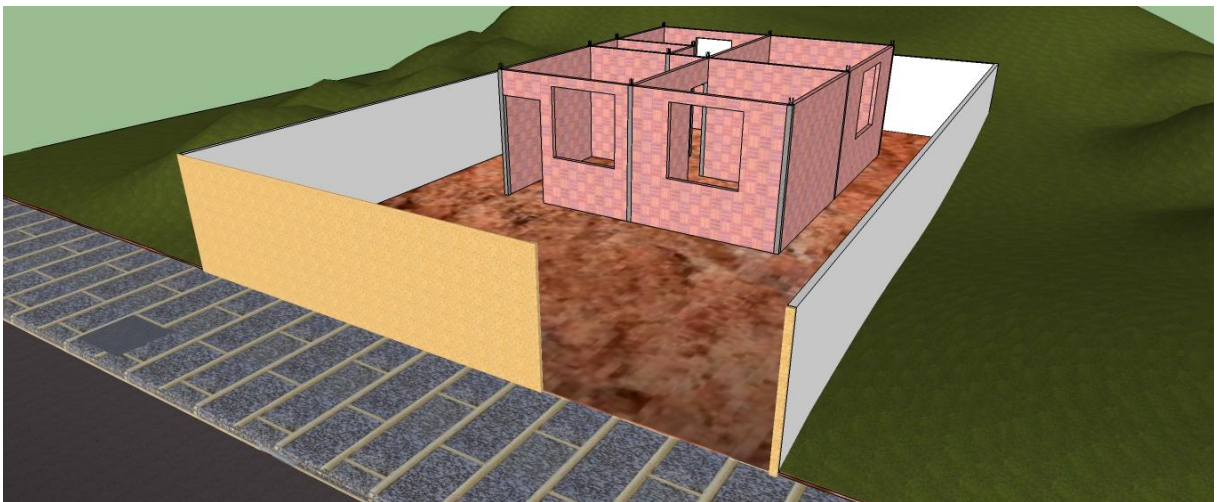


Figura 30 – Alvenaria, vista 1.

Fonte: Próprio Autor.

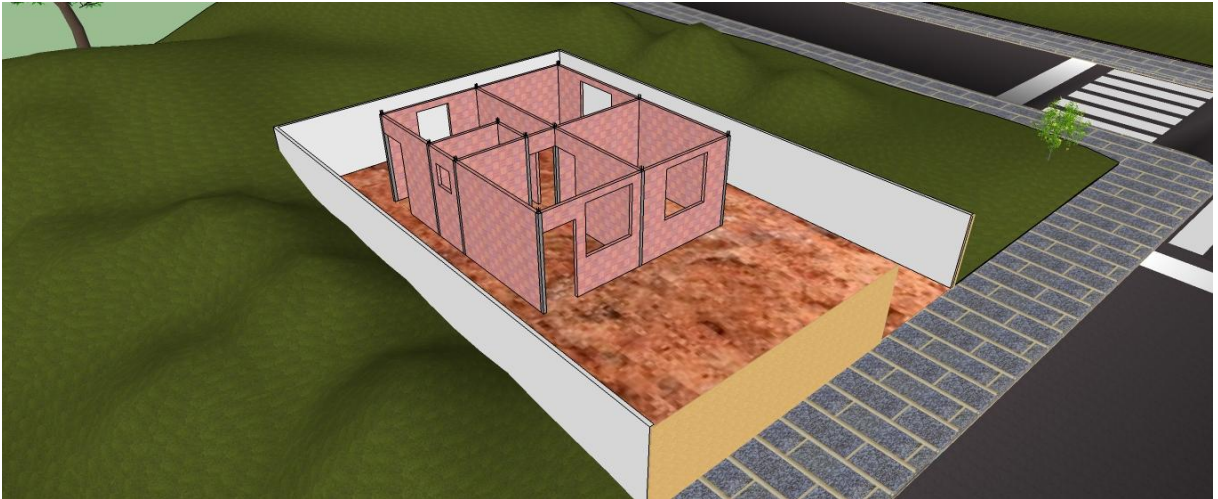


Figura 31 – Alvenaria, vista 2.

Fonte: Próprio Autor.

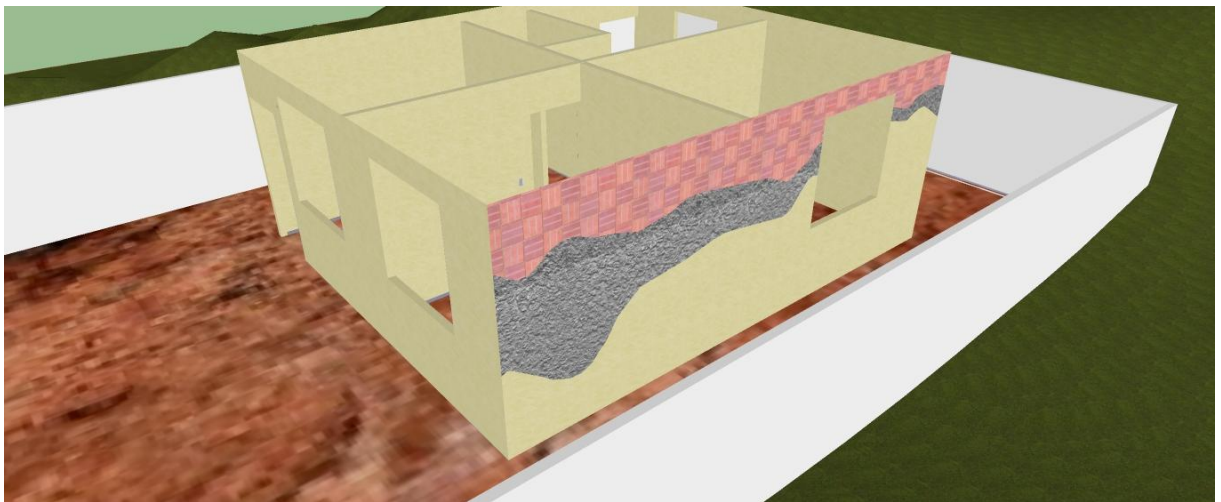


Figura 32 – Alvenaria, Chapisco, Emboço/Reboco - vista 3.

Fonte: Próprio Autor.

- Ligações Prediais de Água, Esgoto e Elétrica

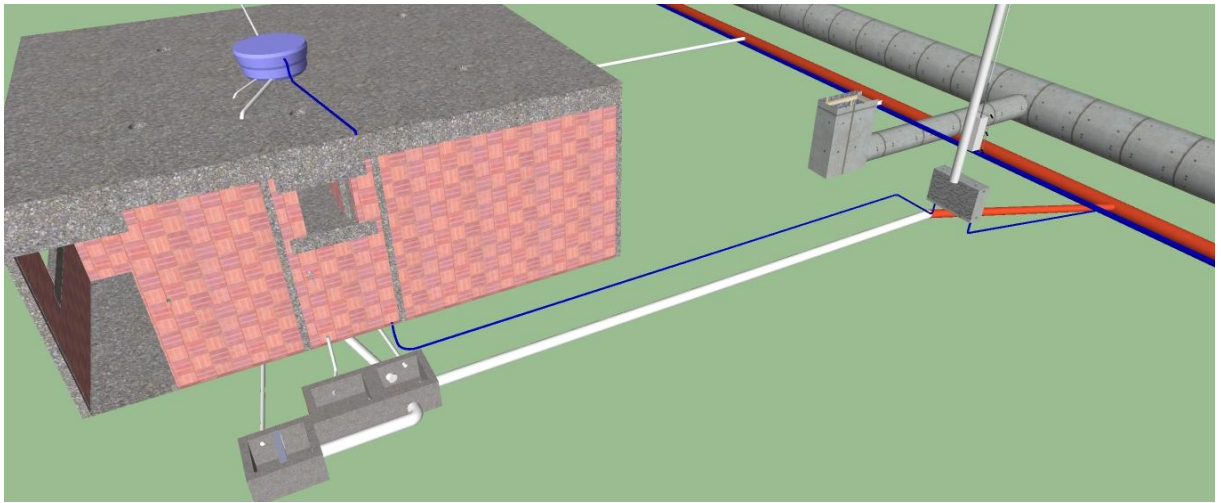


Figura 33 – Rede de água e esgoto.

Fonte: Próprio Autor.

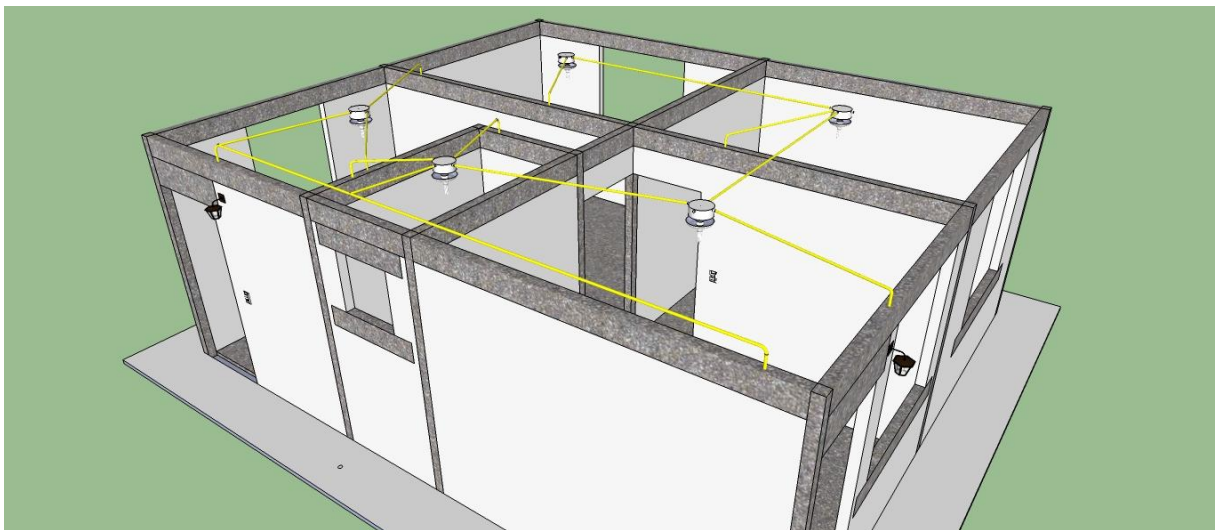


Figura 34 – Rede de energia.

Fonte: Próprio Autor.

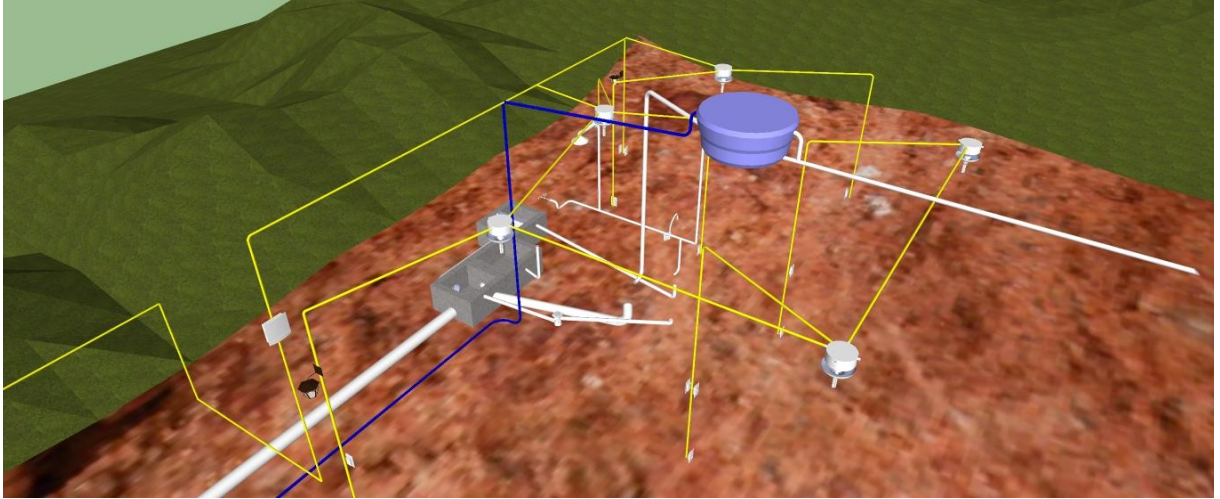


Figura 35 – Ligações Prediais de Água, Esgoto e Elétrica – vista 1.

Fonte: Próprio Autor.

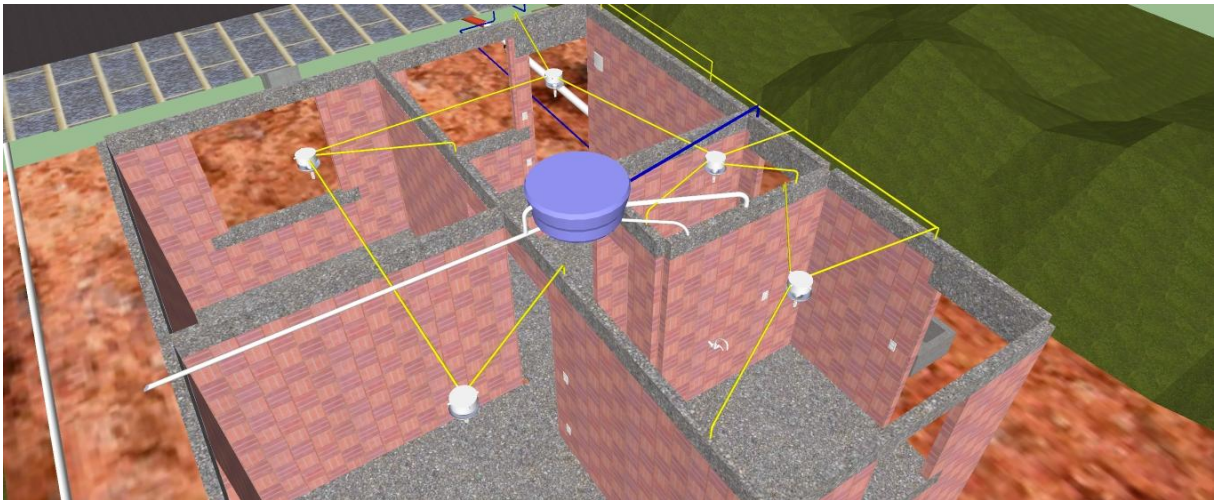


Figura 36 – Ligações Prediais de Água, Esgoto e Elétrica - vista 2.

Fonte: Próprio Autor.

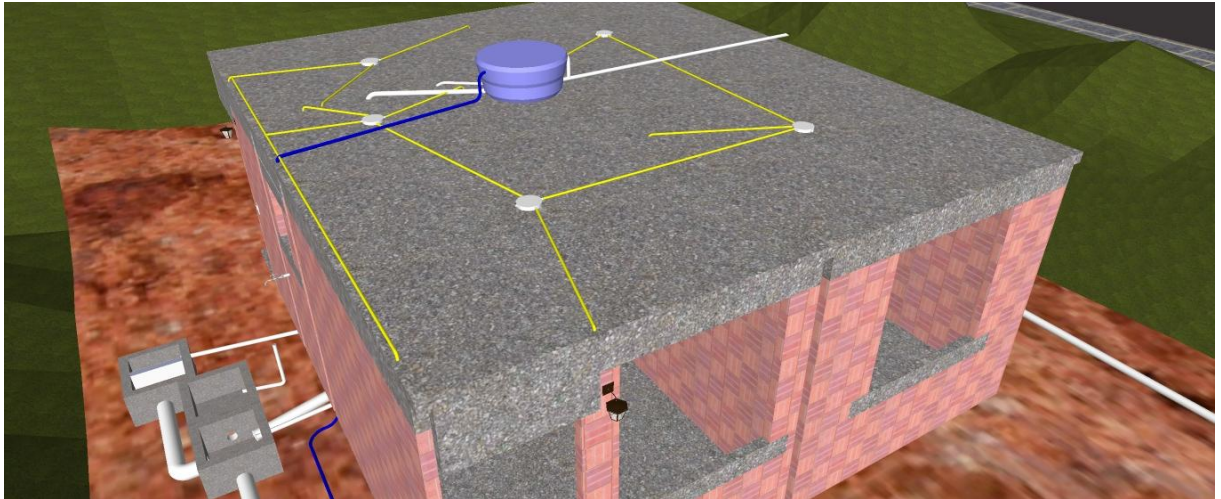


Figura 37 – Ligações Prediais de Água, Esgoto e Elétrica – vista 3.

Fonte: Próprio Autor.

- Cobertura

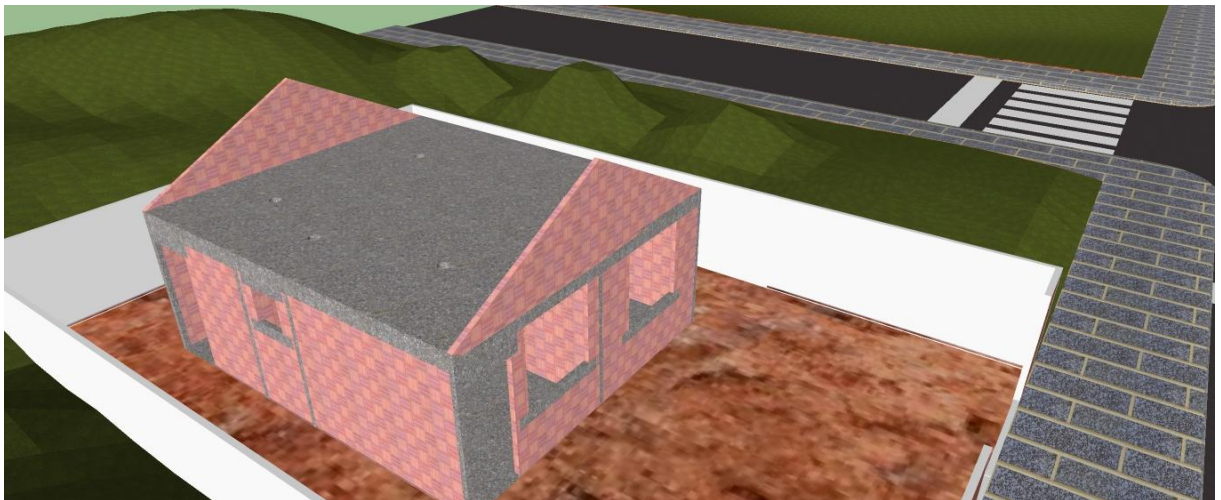


Figura 38– Detalhe do oitão.

Fonte: Próprio Autor.

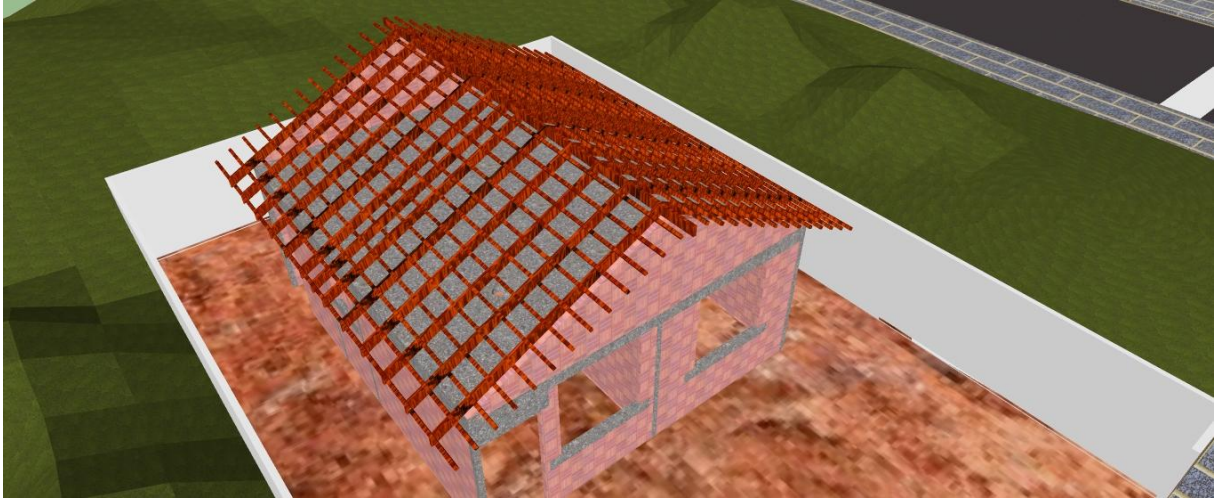


Figura 39 – Detalhe madeiramento do telhado – vista 1.

Fonte: Próprio Autor.

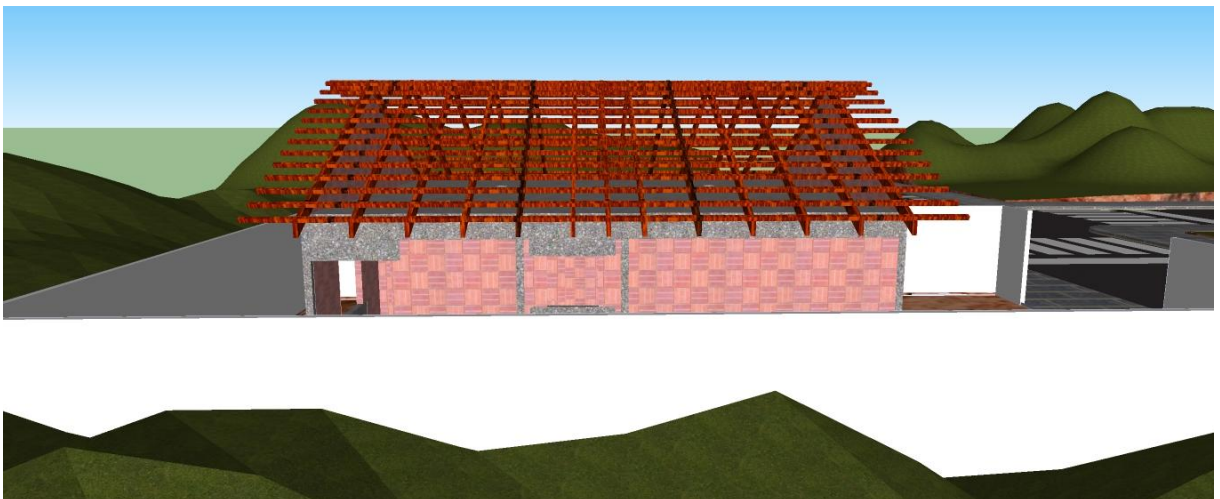


Figura 40 – Detalhe madeiramento – vista 2.

Fonte: Próprio Autor.

- Projeto Final

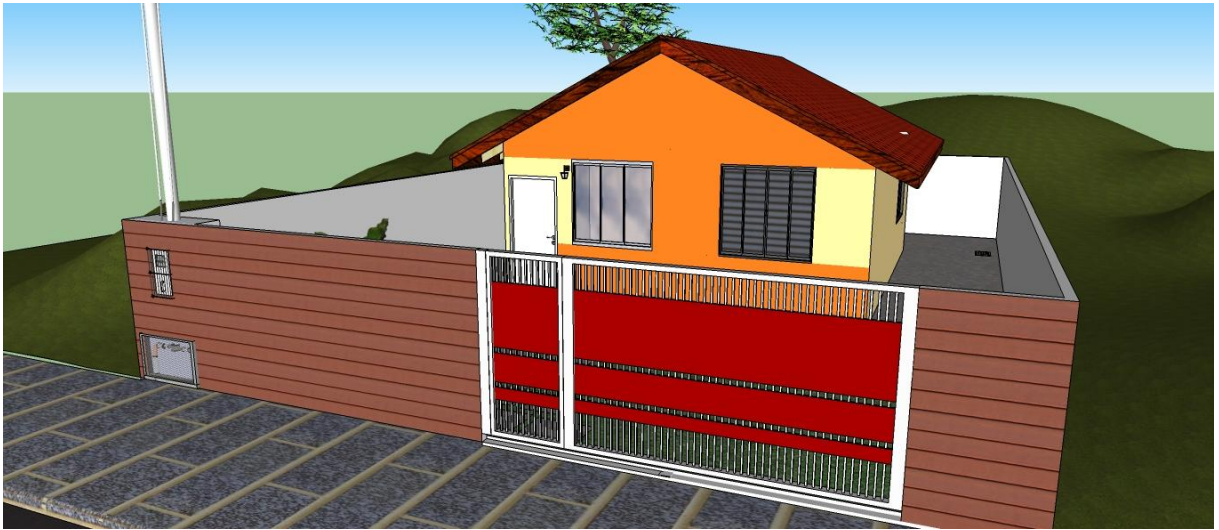


Figura 41 – Projeto Final - vista 1.

Fonte: Próprio Autor.



Figura 42 – Projeto Final – vista 2.

Fonte: Próprio Autor.



Figura 43 – Projeto Final - vista 3.

Fonte: Próprio Autor.



Figura 44 – Projeto Final – vista 4.

Fonte: Próprio Autor.

Finalmente, foi produzida uma animação mostrando as cenas na seqüência de execução da obra, usando as visualizações das camadas convenientemente. A animação foi exportada como um vídeo que pode ser executado em qualquer computador, o qual será disponibilizado na internet, para uso livremente em aulas de cursos da área da Construção Civil.

4. CONCLUSÃO

O presente trabalho proposto teve contribuições significativas na conclusão do curso do aluno autor. Pôde-se entender que uma obra, antes de ser passada para o papel, necessita de um conjunto de estudos preliminares. O estudo inicial com o cliente abordando o que o cliente precisa e espera fica evidentemente necessário.

Percebe-se que um modelo como o reproduzido neste trabalho não tem somente finalidade didática, mas também pode ser um componente do projeto de uma edificação, que poderia corrigir ou eliminar possíveis causas e riscos que poderiam trazer transtorno ou prejudicar o andamento da obra ou futuramente condená-la.

A visualização por etapas ajuda na compreensão do todo da obra. Didaticamente, este trabalho nos dá uma idéia muito clara de um projeto que se inicia desde a escolha do terreno, passando pelos elementos em seu entorno que contribuem com o andamento do projeto até a finalização, possibilitando a visualização da obra virtualmente antes de ser concebida, evitando, como citado anteriormente, erros futuros e até eliminando custos e desperdícios.

Considera-se, finalmente, que este projeto pode ser melhorado ou até mesmo subdividido, em trabalhos acadêmicos futuros, no sentido de maior detalhamento das etapas, principalmente quanto ao levantamento das alvenarias.

5. REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6118: Projeto de estruturas de concreto — Procedimento**. Rio de Janeiro, 2014.

BARROS, Carolina. **Apostila de fundações - Técnicas construtivas de edificações**. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Sul-Rio-Grandense. Pelotas, 2011. Disponível em <<http://edificacoes.files.wordpress.com/2011/04/apo-fundac3a7c3b5es-completa.pdf>>. Acesso em 01/05/2014.

BORGES, Alberto de Campos. **Práticas das pequenas construções**. Vol. 1. 9 ed. São Paulo: Blucher, 2009.

FILHO, Adilson Brito de Arruda; SILVA, Sandro Luiz da e SOUSA; Warley Pitanga. **Cartilha do pedreiro, aprendendo e construindo**. Gráfica Uneb: 2001. Disponível em: <http://www.ebah.com.br/content/ABAAAce0AC/cartilha-pedreiro>. Acesso em: 24/04/2014.

MANUAL de serviços de instalação predial de água e esgoto sanitário. Companhia catarinense de águas e saneamento – CASAN, Disponível em <http://www.casan.com.br/ckfinder/userfiles/files/Documentos_Download/Manual%20de%20Servi%C3%A7os%20de%20Instala%C3%A7%C3%A3o%20Predial%20de%20%C3%81gua%20e%20Esgotos%20Sanit%C3%A1rios.pdf>. Acesso em 01/05/2014.

MILITO, José Antonio de. **Técnicas de construção civil**. 2009. Disponível em: <<http://pt.notices-pdf.com/tecnicas-de-construcao-civil-jose-antonio-de-milito-pdf.html#a1>>. Acessado em 10/08/2013.

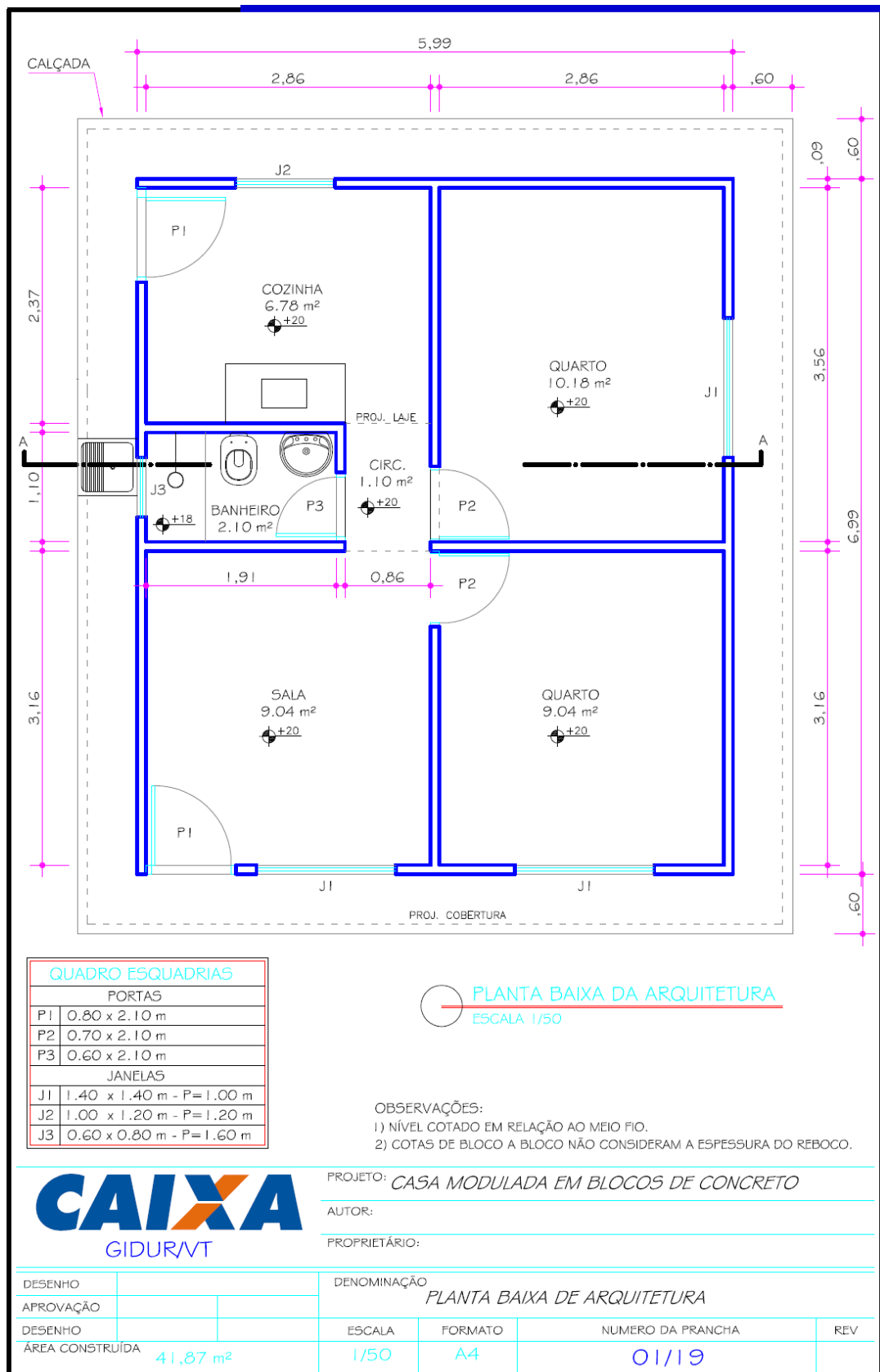
PROJETO padrão – casas populares - 42m². GIDUR/VT. Cadernos CAIXA. Vitória - ES, janeiro 2007. Disponível em <http://downloads.caixa.gov.br/_arquivos/banco_projetos/projetos_his/casa_42m2.pdf>. Acessado em 18/08/2013.

SALGADO, Julio Cesar Pereira. **Técnicas e práticas construtivas para edificações**. 2ª ed. São Paulo: Érica, 2009.

THOMAZ, Ercio; *et. al.* **Código de Práticas nº 01**: Alvenaria de vedação em blocos cerâmicos. IPT. São Paulo, 2009. Disponível em <http://www.google.com.br/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&ved=0CCoQFjAA&url=http%3A%2F%2Fwww.ipt.br%2Fdownload.php%3Ffilename%3D113-Codigo_de_Praticas_n_01.pdf&ei=0yJpU-fgLpHLsQS34YFw&usg=AFQjCNGF-kwB2vaN85nhjMNag-NVnh4P_g&bvm=bv.66111022,d.cWc&cad=rja>. Acesso em 22/03/2014.

ANEXO A

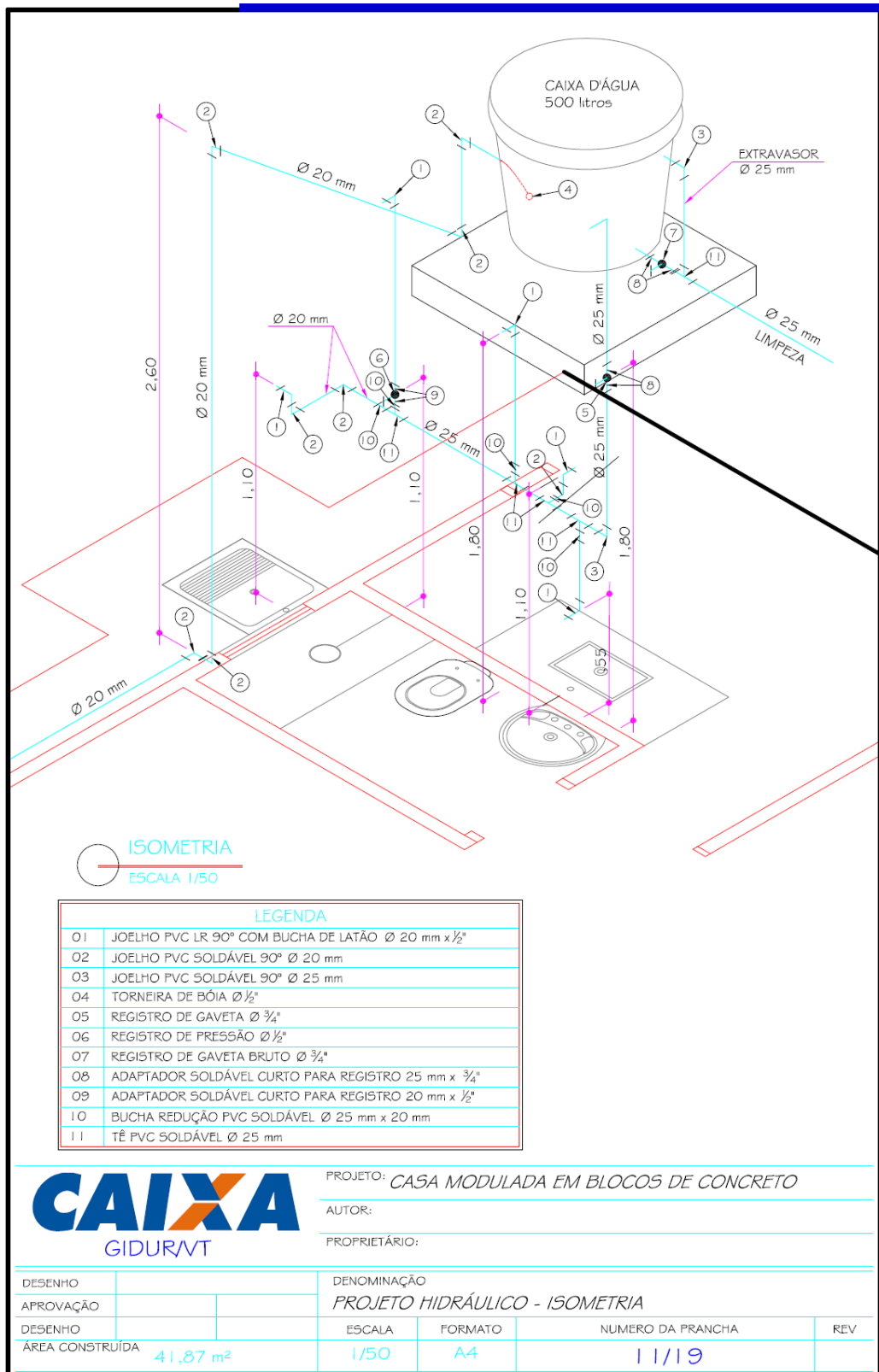
Planta arquitetônica da casa popular, conforme Projeto... (2007).



Fonte: Projeto... (2007).

ANEXO B

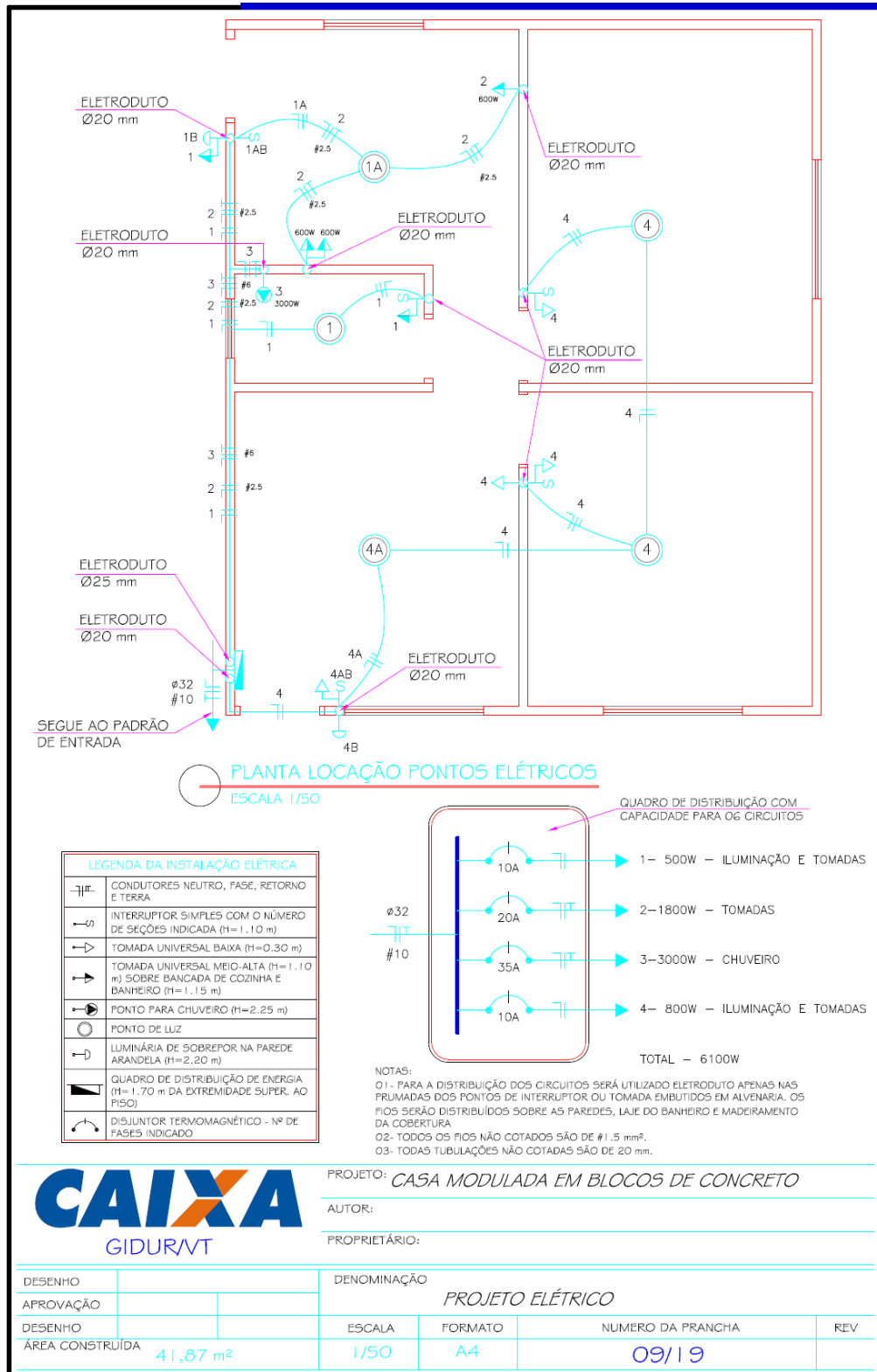
Projeto hidráulico em isométrica da casa popular, conforme Projeto... (2007).



Fonte: Projeto... (2007).

ANEXO C

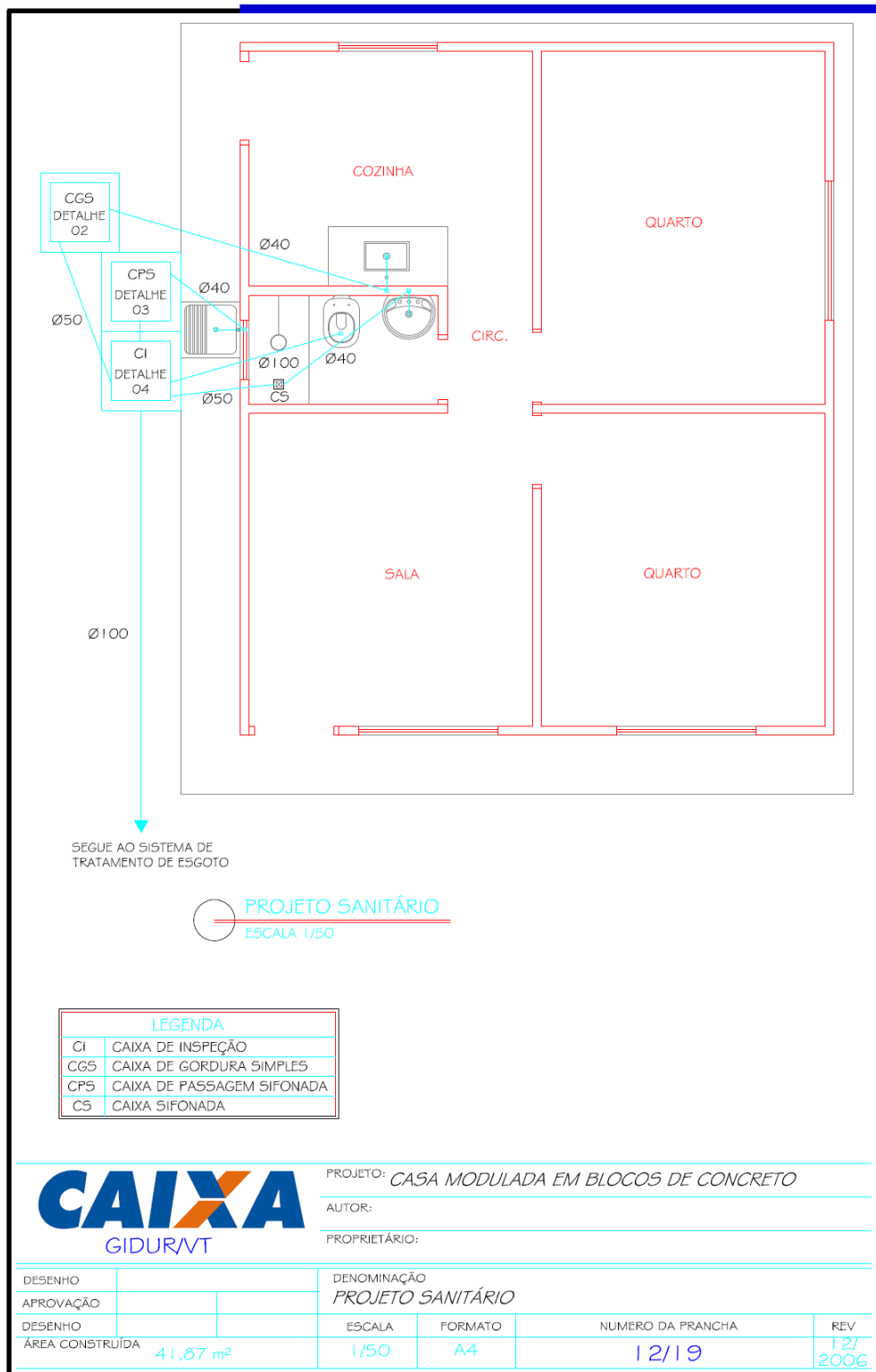
Projeto elétrico da casa popular, conforme Projeto... (2007).



Fonte: Projeto... (2007).

ANEXO D

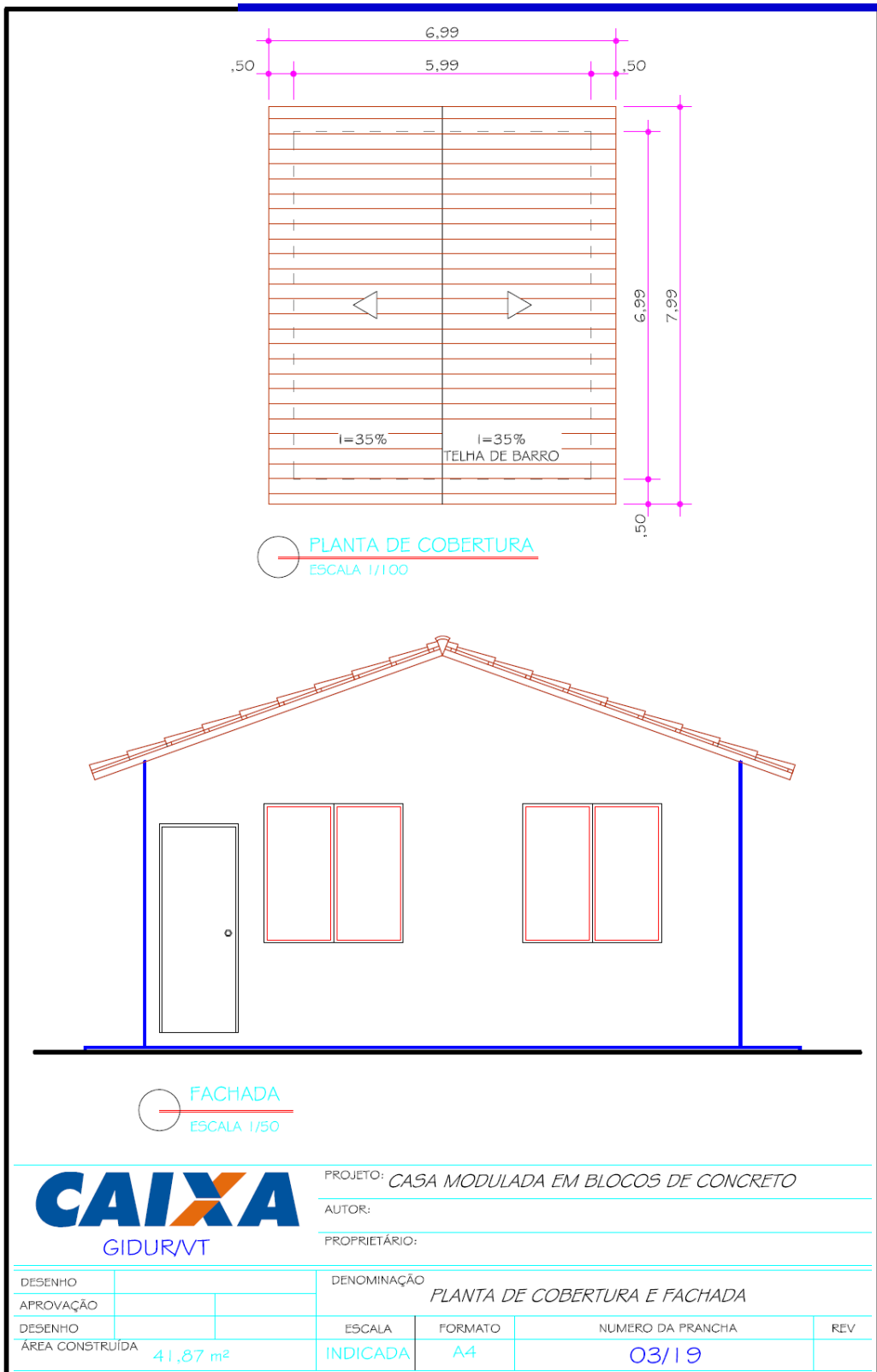
Projeto de esgotos da casa popular, conforme Projeto... (2007).



Fonte: Projeto... (2007).

ANEXO E

Planta da cobertura da casa popular, conforme Projeto... (2007).



Fonte: Projeto... (2007).