

UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAIBA
CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA
PRÓ-REITORIA PARA ASSUNTOS DO INTERIOR
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL
LABORATÓRIO DE SOLO II

R E L A T Ó R I O

ESTÁGIO SUPERVISIONADO

**ÁREA DO ESTÁGIO: EDIFICAÇÕES EM
SOLO-CIMENTO**

SUPERVISORA: PROFª - EDNA CELIE MACHADO

ALUNO: IVAN DE FARIAS

MAT.: 7621402 - 7

CAMPINA GRANDE - PARAIBA

JANEIRO/1988



Biblioteca Setorial do CDSA. Agosto de 2021.

Sumé - PB

Í N D I C E

pgs.
7

DEDICATÓRIA

AGRADECIMENTO

- 1.0 - INTRODUÇÃO
- 2.0 - OBJETIVO
- 3.0 - ENSAIOS PARA UTILIZAÇÃO DE SOLO E CIMENTO
 - 3.1 - ENSAIOS REALIZADOS NO LOCAL DA OBRA
 - 3.1.1 - ENSAIO DO VIDRO
 - 3.1.2 - ENSAIO DA CAIXA
 - 3.1.3 - ENSAIO DA RESISTÊNCIA À SECA
 - 3.1.4 - ENSAIO DO CORDÃO
 - 3.1.5 - ENSAIO DO BOLO
 - 3.2 - ENSAIOS REALIZADOS NO LABORATÓRIO
 - 3.3 - CIMENTO
- 4.0 - DESENVOLVIMENTO DO PROCESSO CONSTRUTIVO
 - 4.1.0 - LOCAÇÃO
 - 4.1.2 - NIVELAMENTO
 - 4.2 - PREPARO E CONTROLE DE USO DA MISTURA SOLO+CIMENTO
 - 4.2.1 - PREPARO DA MISTURA DO SOLO-CIMENTO
 - 4.3.0 - EXECUÇÃO DA FUNDAÇÃO
 - 4.4 - ASSENTAMENTO DAS GUIAS
 - 4.5.0 - EXECUÇÃO DAS PAREDES
 - 4.5.1 - PAREDES MONOLÍTICAS
 - 4.5.2 - PAREDES DE SOLO-CIMENTO E TIJOLOS PRENSADO DE SOLO-CIMENTO
 - 4.5.3 - CURA DAS PAREDES
- 5.0 - INSTALAÇÕES E COBERTURA
- 6.0 - PISO
- 7.0 - PINTURA
- 8.0 - PASSEIO
- 9.0 - FABRICAÇÃO DE TIJOLOS DE SOLO-CIMENTO COM A PRENSA MANUAL
- 10.0 - FABRICAÇÃO DO TIJOLO
- 11.0 - PROJETO
- 12.0 - CONCLUSÃO

- 13.0 - BIBLIOGRAFIA

DEDICATÓRIA

Aos meus pais, por terem me concedido orientação, apoio, compreensão e confiança, proporcionando condições necessárias de estudo em prol do meu futuro, contribuindo e conduzindo-me no caminho do bem e do sucesso.

A eles dedico este trabalho, e apresento meus sinceros reconhecimento de gratidão.

A G R A D E C I M E N T O S

Aos meus pais, pelo esforço efetivo dis-
preendido de mim incentivar e manter-me para que seja
um profissional graduado, honesto e competente á ser-
viço do povo Brasileiro.

A Universidade Federal da Paraíba, CAMPUS
II - Campina Grande, nas pessoas do chefe do DEC -
CCT - PRAI - UFPB, e aos professores EDNA CELIE MACHA
DO, CARLOS ROBERTO VASCONCELOS e RICARDO CORREIA LIMA.

Finalmente agradeço à Deus por ter me con-
cedido esta oportunidade e a saúde necessária para le-
var à efeito meu objetivo.

1.0 - I N T R O D U Ç Ã O

A habitação é uma das necessidades básicas do homem. Nem sempre, porém, vem sendo possível atender essa necessidade de forma satisfatória.

A busca de soluções tem levado, via regra, a saltos para níveis superiores de tecnologia, nem sempre permitem a redução efetiva do custo final para o usuário, tornando a habitação popular cada vez mais menos acessível as classes mais necessitada da população.

No Brasil, o atendimento das condições mínimas de habitação para as camadas de mais baixa renda ainda não foi equacionada. Apesar do grande esforço do governo para superar o problema, a demanda de moradias populares continua crescendo com velocidade superior à do aumento da capacidade de produção de novas unidades. Uma dessas soluções alternativas é o sistema construtivo em solo-cimento em parede monolítico e tijolo prensado em solo-cimento.

O solo-cimento pode ser aplicado na construção de casas, escolas, postos de saúde, pavimentação e outras unidades comunitárias. O solo-cimento é uma mistura de solo com aglomerante hidráulico artificial, estabilizado pelo cimento em função da natureza do solo, dosagem de cimento, teor de umidade e a compactação empregado. As proporções dos materiais são determinados em ensaios laboratoriais. De acordo com a análise do solo pode-se fazer uma dosagem de cimento de forma mais racionalmente adequada na mistura final e obtenha uma melhor característica na mistura.

O CEPED⁽¹⁾ CENTRO DE PESQUISAS E DESENVOLVIMENTO DA BAHIA, órgão que vem a frente destas pesquisas de solo-cimento no emprego de paredes monolíticas, adaptou às normas da ABCP⁽²⁾ da pavimentação ao uso das paredes monolíticas. Em consequência disso a ABCP fixou critérios à aplicação do solo-cimento na construção de paredes monolíticas que são:

Resistência à compressão aos 28 dias maior ou igual a 1,0 MPa, após uma hora de imersão em água. No ensaio de durabilidade ou perda de peso percentual não sendo inferior a 14% para solos arenosos, 10% para solos siltosos e 7% para solo argilosos em determinado ciclo de ensaio. As cargas de telhados sobre paredes monolíticas de 0,75 MPa, 0,5 MPa para carga sobre pilares de concreto.

A utilização do solo-cimento apresenta vantagens e desvantagens na execução.

As vantagens são:

- Economia de transporte de solo e outros materiais
- Mão de obra não especializada (Sistema de multirão)
- O revestimento das paredes não é necessário
- Baixo custo devido a materia prima no local
- Alta durabilidade
- Boa resistência às intempéries
- Bom isolamento térmico.

As desvantagens são:

Construção das unidades onde o solo não é adequado para o uso das paredes e dos tijolos, o que certamente, irá alterar os custos das unidades, havendo portanto, necessidade de transportar o solo até o local da obra.

2.0 - O B J E T I V O

A finalidade deste estudo é a de desenvolver uma tecnologia alternativa com o solo-cimento, visando habitações populares de baixo custo, cujas famílias de baixo poder aquisitivo venha a ser beneficiado, sendo portanto, os materiais de fácil obtenção, o sistema construtivo é razoavelmente simples e o investimento em equipamento é o mínimo possível.

O presente trabalho é mais uma das tentativas feitas no sentido de superar tecnicamente as deficiências encontradas anteriormente, e ao mesmo tempo, propor alternativas coerentes, por simplicidade, eficácia e custo, às soluções existentes.

3.0 - ENSAIOS PARA UTILIZAÇÃO DE SOLO E CIMENTO

3.1 - ENSAIOS REALIZADOS NO LOCAL DA OBRA:

3.1.1 - ENSAIO DO VIDRO

Coloca-se a metade de solo em um vidro com o volume de 1 litro, completando posteriormente o restante com água, em seguida, mexe energicamente durante um determinado tempo, logo após 15 minutos de repouso se faz a leitura da camada de solo (L_1), em seguida com uma torneira com água constante lava-se o material até que a água que saia do vidro fique limpa e com mais uma certo tempo em repouso se faz uma nova leitura chamando-se de (L_2) e calculamos pela relação $A = L_2/L_1 \times 100$, caso o valor esteja entre 50 a 90% o solo é adequado para o uso nas paredes monolíticas.

3.1.2 - ENSAIO DA CAIXA - PROCEDIMENTO

Tomar uma porção de solo destorroado e peneirado: misturar água aos poucos até que o solo comece a grudar na lâmina da colher de pedreiro;

Colocar o solo umedecido numa caixa de madeira, com dimensões internas de 60 x 8,5 x 3,5 cm previamente lubrificada com óleo diesel ou similar;

Deixar a caixa na sombra e verificar após 7 dias a retração no sentido do comprimento, se a retração total não exceder a 2 cm e não houver trinca na amostra, o solo serve para o uso.

- 3.1.3 - ENSAIO DA RESISTÊNCIA À SECA
- 3.1.4 - ENSAIO DO CORDÃO
- 3.1.5 - ENSAIO DO BOLO

Obs: Embora existam estes ensaios práticos de campo só descrevemos o da CAIXA e o do VIDRO por estes dois últimos serem os mais usados.

3.2 - ENSAIOS REALIZADOS NO LABORATÓRIO

- Preparo de Amostra de Solo para ensaio de compactação e ensaio de caracterização NBR 6457
- Análise Granulométrico do solo NBR 7181
- Determinação do limite de liquidez NBR 6459
- Determinação do limite de plasticidade NBR 7180

Os solos mais adequados são os que se enquadram nas seguintes características:

- 1 - % passando na peneira 4,8 mm - 100%
- 2 - % passando na peneira 0,075 mm - 10 a 50%
- 3 - Limite de liquidez menor ou igual à 45%
- 4 - Limite de plasticidade menor ou igual à 18%

3.3 - CIMENTO

Os cimentos que poderão ser utilizados deverão atender as seguintes especificações:

- NBR 5732 - CIMENTO PORTLAND COMUM
- NBR 5735 - CIMENTO PORTLAND DE ALTO FORNO
- NBR 5736 - CIMENTO PORTLAND POZOLÂNICO
- NBR 5733 - CIMENTO PORTLAND DE ALTA RESISTÊNCIA INICIAL

4.0 - DESENVOLVIMENTO DO PROCESSO CONSTRUTIVO

4.1.0 - LOCAÇÃO

As operações de locação sempre que possível, devem obedecer aos mesmos critérios usados para as construções convencionais.

4.1.2 - NIVELAMENTO

Quando se fizer necessário as operações referente ao nivelamento de terreno, seguido mesmo modo que para uma construção convencional. Convém que as alturas de corte não sejam superiores a 1,0 m.

4.2 - PREPARO E CONTROLE DE USO DA MISTURA SOLO+CIMENTO

4.2.1 - Preparo da mistura do solo-cimento

- Peneiramento

O solo deve ser peneirado numa malha de 5mm x 5mm, estando isento de matéria orgânica e umidade de excesso;

- DOSAGEM

A dosagem deve ser fixada em função das características do solo, entretanto na mistura usa-se em média o traço 1:15 (cimento-solo) para a parede e contra piso.

- CONTROLE DE UMIDADE

A umidade final deve ter a mistura em função do solo que se utiliza. Cada solo possui uma umidade própria de compactação, dito umidade ótima. Esta umidade é determinado em laboratório, no entanto, essa umidade pode ser feito na obra com razoável precisão, consiste em tomar um punhado da mistura e comprimi-la na palma da mão, ao abrir a mão, o bolo formado deve guardar o sinal dos dedos e quando deixado cair da altura de 1 m deve esfarelar-se. Caso não se consiga formar o bolo na mão, a umidade é insuficiente; caso o bolo ao cair não esfarelar-se, a umidade é excessiva.

CONTROLE DE COMPACTAÇÃO

O controle de compactação pode ser feito de modo ainda mais simples, pois é mais intuitivo. O término da compactação é identificado facilmente pelo operador quando o soquete quase não deixa mais marcas sobre a superfície compactada, a partir daí o esforço é praticamente inútil.

4.3.0 - EXECUÇÃO DA FUNDAÇÃO

O dimensionamento da função poderá ser feito aplicando os princípios da mecânica dos solos, a partir de resultados das investigações geotécnicas. O solo-cimento, como elemento de fundação tem desempenho equivalente às alvenarias de pedras usuais. As larguras podem ser da ordem de 40 cm. A profundidade deve ser suficiente para preservar de erosões superficiais valores de 30 a 40 cm são suficientes.

Quanto a dosagem da mistura de solo-cimento para as fundações é recomendado uma dosagem de 2 a 4% superior à que será empregada nas paredes. Em solos com baixa capacidade de suporte, ou tendências a recalques e expansão, deve-se preservar as paredes de possíveis deformações. Neste caso, as fundações terão que ser as convencionais, com sapatas ou estacas e vigas de concreto armado.

4.4 - ASSENTAMENTO DAS GUIAS

As guias podem ser em madeira, concreto armado, pilares de tijolo e mesmo o uso de alternativas mais criativas como tubos de fibro-cimento cheios de concreto. As exigências fundamentais devem ter condições de durabilidade, verticalidade e dimensões compatíveis com as espessuras das paredes. O uso de pilares de tijolos levou, no entanto, a outras limitações ainda: os pilares por sua esbeltez, não podiam ser erguidos até à altura total do pé direito.

As soluções de guias, que até o momento mostraram-se mais flexíveis, foram a utilização de estacas de concreto, que ficam perdidas na parede e guias recuperáveis de madeira. As guias de concreto, estacas, podem ser moldadas na obra, e mesmo em seção quadrada podem ser usadas tanto para os cantos como encontro de paredes. As guias recuperáveis de madeira são as mais utilizadas pois, além de mais econômicas, são as mais fáceis de fabricação, utiliza-se de uma meia cana de tubo PVC ou um bit de madeira pregado à guia, que permite à amarração entre os painéis de parede, conferindo a estabilidade do conjunto. Após a execução do painel e retirada das guias, preenche-se as cavas com a mistura no traço da fundação e compactar.

4.5.0 - EXECUÇÃO DAS PAREDES

4.5.1 - As paredes monolíticas de solo-cimento são dimensionadas para resistirem a esforços de compressão. Para tanto admite-se as seguintes hipóteses:

- 1 - Considerar a parede como um pilar largo.
- 2 - Condições de apoio da parede são de engaste na fundação e livre na parte superior.

O dimensionamento é feito pela esbeltez (λ) da peça com base nas experiências das obras realizadas, a esbeltez máxima foi fixada em $\lambda = 80$

$$\lambda = \frac{L}{r} \quad \text{- onde:}$$

L - Altura da parede em cm.

r - Raio de giração

L_r - COMPRIMENTO DE FLAMBAGEM

$$\text{para } \lambda = 80 \quad r = \frac{d}{12^{1/2}}$$

espessura das paredes em cm

$$\text{logo } d = 0,043 L$$

para nosso caso considerando o pé direito com 2,80 m

$$\text{tem } d = 0,043 \times 2,80 = 12,04$$

$d = 12 \text{ cm}$

Este dimensionamento é válido para construções de um pavimento onde as cargas não ultrapassam a 1 Kgt/cm².

4.5.2 - PAREDES DE SOLO-CIMENTO E TIJOLOS Prensado de Solo-Cimento

A execução das paredes monolíticas é feita colocando-se a mistura em camadas de, no máximo, 20 cm compactando uniformemente ao longo de toda forma.

- A parede de tijolo prensado é executado como se fosse de tijolo convencional.
- Quando necessário cortes ou aterros, no caso de aterros é importante engrossar a base da parede até o nível do contra-piso.

OBSERVAÇÕES IMPORTANTES NA EXECUÇÃO DAS PAREDES:

- Deve-se ter cuidado nos cantos e locais onde não há penetração do soquete, usa-se como alternativa para compactar os cantos o próprio cabo do soquete;
- Deve-se fazer ranhuras tanto nas superfícies de camada impermeabilizante antes do início de montar novamente as formas para que haja uma boa aderência nas camadas de solo-cimento posteriores.
- Ao completar o painel deve-se alisar as juntas, uniformizando as mesmas.

4.5.3 - CURA DAS PAREDES

A cura deve ser iniciada doze horas após a execução das paredes, com um regador ou uma mangueira de Pressão com regulador ou difusor, molhando-se três vezes ao dia, dependendo da temperatura ambiente, durante oito dias para que se obtenha uma resistência esperada.

5.0 - INSTALAÇÕES E COBERTURA

As instalações hidráulicas, elétricas, sanitárias e cobertura são, em via de regra, executada da mesma forma que numa construção convencional, tomando-se o devido cuidado de no caso de instalações embutidas fazer os sulcos nas paredes no período de 24 hs, no máximo, após sua execução.

6.0 - PISO

Em razão de ser uma casa econômica ou qualquer outra unidade, tem-se em vista um piso feito com o solo-cimento, sendo com dosagem um pouco mais forte na percentagem de cimento na mistura da seguinte maneira:

- Compactar uma camada de solo-cimento para servir de base e regularizar o piso, com espessura de 1,5 cm num traço 1:6 (argamassa de cimento e areia).

7.0 - PINTURA

Para efeito de aderência e de impermeabilização em uma parede de solo-cimento, deve-se pintar com tinta à base de pó mineral (super-cimentol, conservado "P" ou similar), tendo-se o cuidado de, antes de aplicar a 1ª demão, dá uma molhada em todo o painel a ser pintada.

8.0 - PASSEIO

O passeio deve ser feito em torno da construção a qual tem duas finalidades:

- 1 - O de dá maior proteção a fundação;
- 2 - E o de dá melhor conforto a família residente.

9.0 - FABRICAÇÃO DE TIJOLOS DE SOLO-CIMENTO COM A PRENSA MANUAL

A dosagem da mistura de solo-cimento para a fabricação dos tijolos segue com o item 4.2. A mistura é colocada na prensa e após a prensagem são levado para um local adequado, para a cura após 6 horas de moldagem, dará o início da molhagem durante o período de 7 dias.

10.0 - FABRICAÇÃO DO TIJOLO

A mistura é colocada na prensa que dará forma ao tijolo. Após a prensagem os mesmos são transportados em bandejas para a área de cura.

Os tijolos devem ser colocados na sombra sobre uma superfície plana e empilhados até uma altura de 1,5 m.

Após 6 horas de moldagem e durante 7 dias, os tijolos devem ser mantidos úmidos por meio de sucessivas molhagens com regados, ou similar, munido de chuveiro para garantir a cura necessária.

Os tijolos são dos tipos e dimensões nominais de acordo com a tabela abaixo.

DESIGNAÇÃO	COMPRIMENTO (CM)	LARGURA (cm)	ALTURA (CM)
TIPO I	20	9,5	5
TIPO II	23	11	5

11.0 - PROJETO

Anexo

12.0 - CONCLUSÃO

Apesar de vários imprevisto, o estágio proporcionou-me à análise das importantes associações no tocante as orientações teóricas recebidas na Universidade com as aplicações dessas teorias na prática, isto é, um melhor contato com a realidade da profissão escolhida.

Procurei participar, dando a minha contribuição na execução dos serviços e espero ter cumprido a minha tarefa.

Face ao exposto, concluo que o referido estágio foi de grande importância, uma vez que as experiências adquiridas, irão servir de subsídios valiosíssimos no meu futuro desempenho profissional, quando enfrentarei um mercado de trabalho por mais competitivo, cuja absorção de mão de obra requer uma qualificação fundamental numa sólida aprendizagem.

13.0 - BIBLIOGRAFIA

- 1 - CEPED - CENTRO DE PESQUISAS E DESENVOLVIMENTO DA BAHIA - CAMAÇARI
MANUAL DE CONSTRUÇÃO COM SOLO-CIMENTO. •
CONVÊNIO - CEPED/BNH/URBIS/CONDER/PMC/ •
DEA/CEBRACE.
3ª ED - ATUAL - SÃO PAULO - ABCP - 1984.
- 2 - VARGA, MILTON
CURSO DE SOLO-CIMENTO: IDENTIFICAÇÃO E CLASSIFICAÇÃO DOS SOLOS.
3ª ED - REV. - ATUAL - SÃO PAULO - ABCP, 1981.
- 3 - ABCP - CONSTRUÇÃO DE PAREDES MONOLÍTICAS COM SOLOS-CIMENTO COMPACTADO, POR ABCP E OUTROS - SÃO PAULO - 1985.
- 4 - ABCP - FABRICAÇÃO DE TIJOLOS DE SOLO-CIMENTO COM A UTILIZAÇÃO DE PRENSAS MANUAIS POR ABCP E OUTROS - SÃO PAULO - 1985.
- 5 - SILVA, MOEMA RIBAS
MATERIAIS DE CONSTRUÇÕES/MOEMA RIBAS •
SILVA - SÃO PAULO - PINI - 1985.

RECOMENDAÇÕES ESPECÍFICAS DO PROJETO

- 1 - As instalações elétricas e hidráulicas devem ser aparentes;
- 2 - A caixa d'água é apoiada em duas peças de madeira, os rasgos para fixação das peças devem ser executados no prazo máximo de 24 horas após a moldagem dos painéis.

QUADRO RESUMO DO MATERIAL

PROJETO DE SOLO - CIMENTO

DISC.	UND.	QUANT.	PU	PT
CIMENTO	SC	109	361,00	393,49
SOLO	m3	61	0,00	0,0
BRITA ZERO 66	m3	0,27	1.700,00	459,00
AREIA	m3	2,07	1.600,00	3.312,00
TINTA	Kg	100	8,5	850,00
			PT CZ\$	43.970,00

PROJETO CONVENCIONAL

FUNDAÇÃO

UND.	QUANT.	PU	PT
m3	8,28	2.303,85	19.075,88

CAMADA IMPERMEABILIZANTE

UND.	QUANT.	PU	PT
m3	0,33	3.185,40	1.051,18

CONTRA PISO

UND.	QUANT.	PU	PT
m3	4,24	460,90	19.395,05

PISO

UND.	QUANT.	PU	PT
m2	84,23	95,49	8.043,13

PAREDES

UND.	QUANT.	PU	PT
m2	199,32	202,00	40.244,46

PINTURA

UND.	QUANT.	PU	PT
m2	308,32	0,0032	0,99

QUADRO RESUMO

DISC.	UND.	PT
FUNDAÇÃO	m3	14.075,88
CAMADA IMPERM.	m3	1.051,18
CONTRA PISO	m3	19.395,05
PISO	m2	8.043,13
PAREDES	m2	40.224,46
PINTURA	m2	0,99
	PT CZ\$	87.810,46

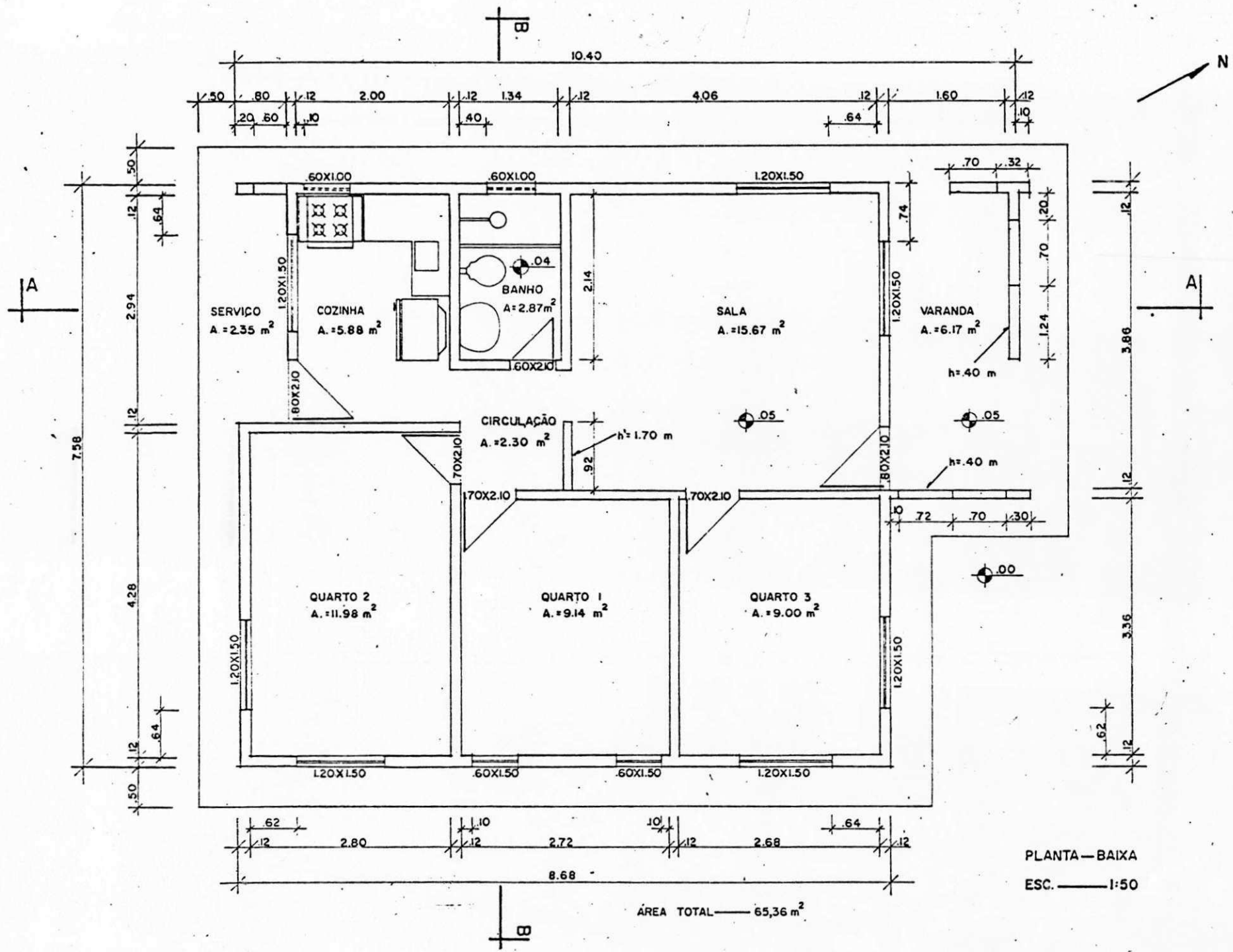
COMPARAÇÕES ENTRE OS CUSTOS DO SOLO-CIMENTO E O

CONVENCIONAL

A unidade habitacional executada convencionalmente, sem considerar a mão de obra utilizamos os mesmos itens do projeto de solo-cimento, o custo da obra fica em torno de CZ\$ 87.810,46.

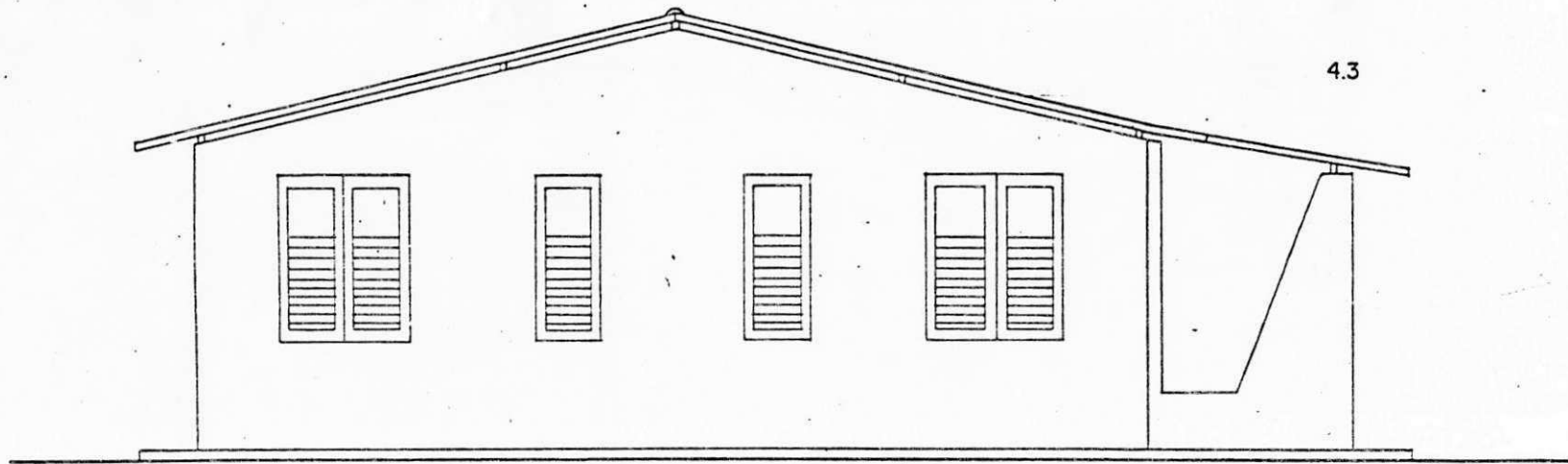
Para o cálculo dos preços unitários do projeto convencional utilizamos a tabela do PINI, porém não foram considerados os itens da tabela de preço unitário: Leis Sociais, Mão de Obra e BDI.

Enquanto o de Solo-cimento, utilizando a mão de obra no sistema multirão, o custo calculado fica em CZ\$ 43.970,00. Portanto, podemos concluir que a execução no sistema multirão de unidades em solo-cimento se torna viável economicamente à família de baixa renda em torno de 40% a 50% a menos da convencional.

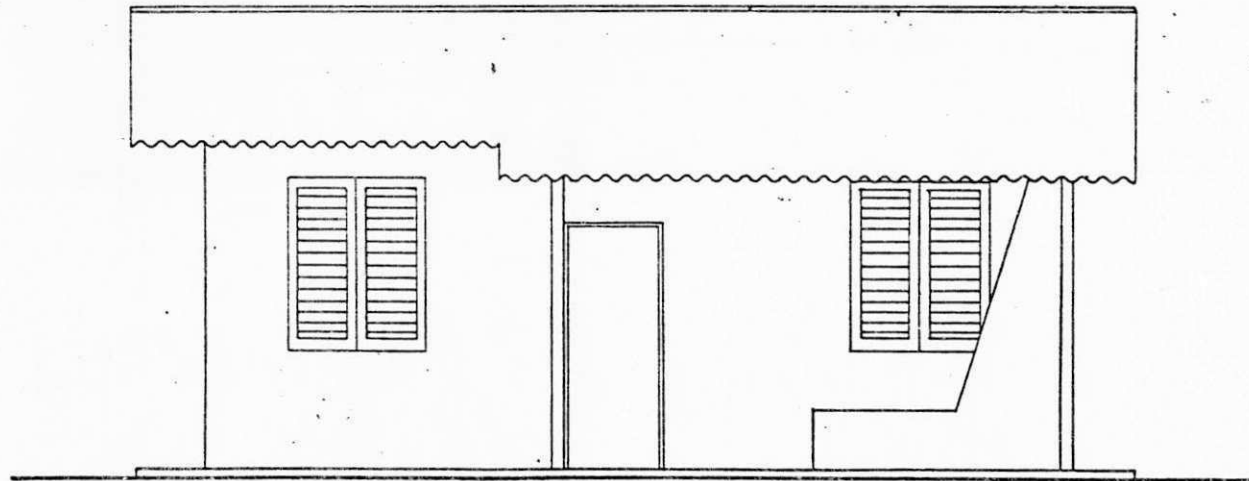


ÁREA TOTAL — 65,36 m²

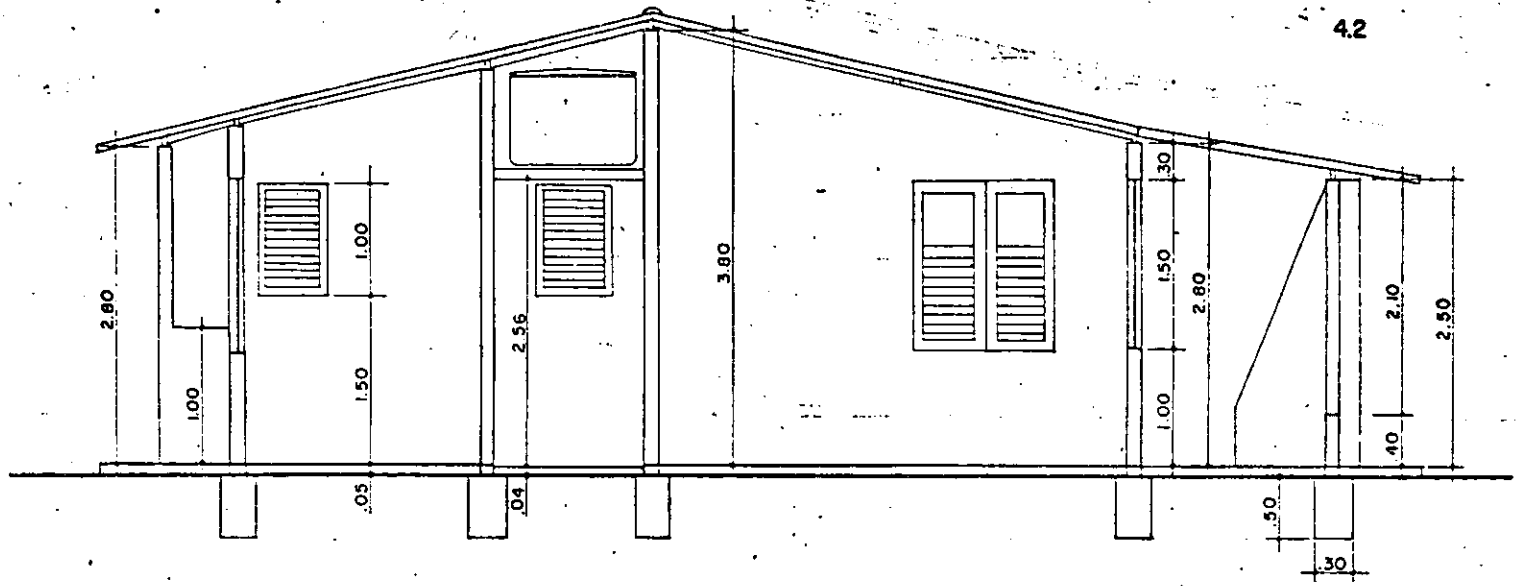
PLANTA — BAIXA
ESC. — 1:50



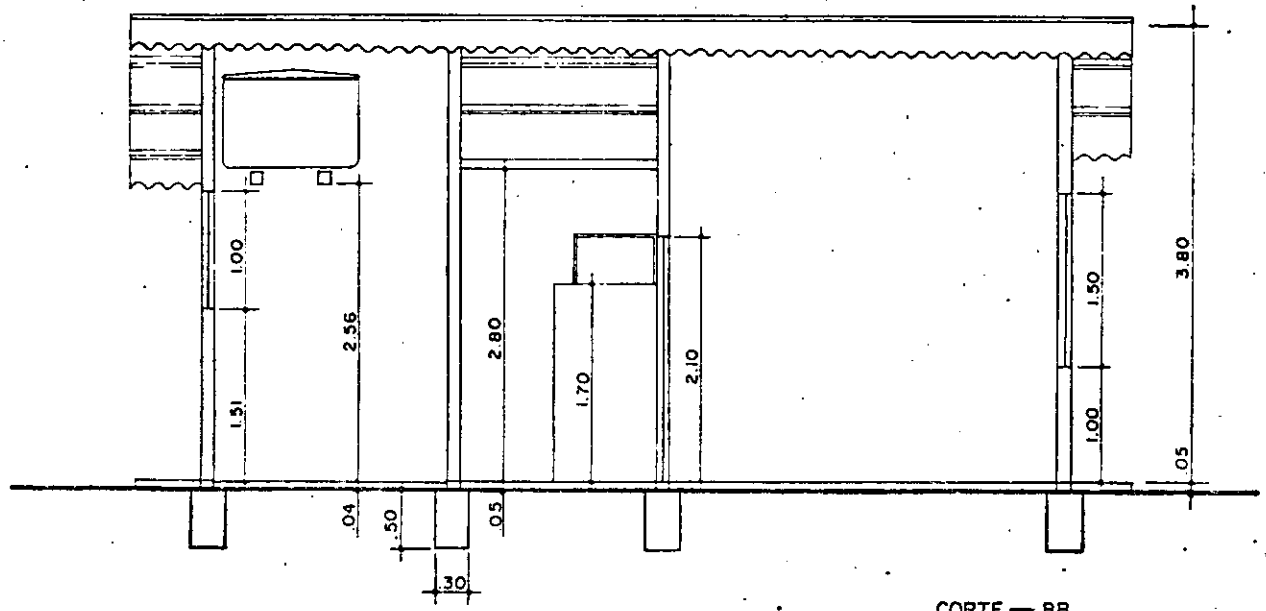
FACHADA LATERAL
ESC. ——— 1:50



FACHADA PRINCIPAL
ESC. ——— 1:50



CORTE — AA
ESC. — 1: 50



CORTE — BB
ESC. — 1: 50