



UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAPÁ
CAMPUS UNIVERSITÁRIO DE SANTANA
CURSO DE ARQUITETURA E URBANISMO

**IMPLANTAÇÃO DE UMA FÁBRICA DE TIJOLO MODULAR DE SOLO CIMENTO
VOLTADA A CONSTRUÇÕES DE HABITAÇÕES POULARES NO ESTADO DO
AMAPÁ**

VOLUME I

ALLAN CARLOS SOUZA DE FREITAS
LEONARDO SANTANA DE SOUZA JUNIOR
MARCELO DOS SANTOS RODRIGUES

SANTANA-AP
2011



UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAPÁ
CAMPUS UNIVERSITÁRIO DE SANTANA
CURSO DE ARQUITETURA E URBANISMO

ALLAN CARLOS SOUZA DE FREITAS
LEONARDO SANTANA DE SOUZA JUNIOR
MARCELO DOS SANTOS RODRIGUES

**IMPLANTAÇÃO DE UMA FÁBRICA DE TIJOLO MODULAR DE SOLO CIMENTO
VOLTADA A CONSTRUÇÕES DE HABITAÇÕES POULARES NO ESTADO DO
AMAPÁ**

VOLUME I

Monografia submetida à Coordenação do Curso de Arquitetura e Urbanismo da Universidade Federal do Amapá, como requisito para obtenção do grau de Arquiteto e Urbanista.

Orientador: Prof. Jair José dos Santos Gomes

Co-Orientador: Prof. Oscarito Antunes do Nascimento

SANTANA-AP
2011

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Biblioteca Central da Universidade Federal do Amapá

Freitas, Allan Carlos Souza

Implantação de uma fábrica de tijolo modular de solo cimento voltada a construções de habitações populares no Estado do Amapá / Allan Carlos Souza de Freitas, Marcelo dos Santos Rodrigues, Leonardo Santana de Souza Junior; orientador Jair José dos Santos Gomes. Santana, 2011.

59 p.

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) – Fundação Universidade Federal do Amapá, Coordenação do Curso de Bacharelado em Arquitetura e Urbanismo.

1. Habitação – Aspectos sociais. 2. Habitação popular – Macapá(AP). 3.Arquitetura de habitação – Macapá(AP). 4. Planejamento urbano. I. Rodrigues, Marcelo dos Santos. II. Souza Junior, Leonardo Santana de. III. Gomes, Jair José dos Santos. (orient.). IV. Fundação Universidade Federal do Amapá. V. Título.

CDD. 22.ed. 728.1098116

**IMPLANTAÇÃO DE UMA FÁBRICA DE TIJOLO MODULAR DE SOLO CIMENTO
VOLTADA A CONSTRUÇÕES DE HABITAÇÕES POULARES NO ESTADO DO
AMAPÁ**

**Trabalho de conclusão de curso defendido e aprovado em sua forma final
pelo professor orientador e pelos membros da banca examinadora.**

Trabalho apresentado no Curso de Arquitetura e Urbanismo da Universidade
Federal do Amapá, para obtenção do título de Bacharel em Arquitetura e Urbanismo,
sob a orientação do Prof. Msc. Jair Jose dos Santos Gomes

BANCA EXAMINADORA:

Prof. Eng^o Msc. Jair Jose dos Santos Gomes

Prof. Eng^o. Jamil Jose Salim Neto

Prof. Arq^o. Marcos Eduardo Teixeira Monteiro

SANTANA-AP
NOVEMBRO/2011

AGRADECIMENTOS

Dedicamos esse trabalho as nossas famílias, que acreditaram incessantemente em nosso potencial e nos deram força para prosseguir. Aos nossos amigos, que sempre por perto despertavam em nós a motivação e alegria para continuarmos. Aos nossos professores que formaram de nós não só apenas profissionais, mas homens preparados para a vida. E principalmente dedicamos nosso trabalho a Deus, que com sua infinita bondade nos iluminou e guiou nossos passos para que, com certeza, alcancemos um futuro promissor.

“Esforço, empenho e dedicação são virtudes que
levam o ser humano ao sucesso”.

RESUMO

O déficit habitacional continua sendo um dos principais problemas socioeconômicos dos estados brasileiros. Como forma de minimizar a falta de moradia, principalmente, nas regiões rurais, a utilização de antigas técnicas construtivas com o emprego de terra crua, decorridas de legados culturais e notórios, pode ajudar amplamente no combate dessas dificuldades advindas de longos tempos. O tipo de material escolhido para o estudo tem haver com a milenar técnica da construção com tijolos de solo, no caso, adicionada com a composição de cimento em sua composição. Para comprovar a qualidade dos tijolos, pesquisou-se os ensaios de granulometria e de consistência do solo, além do ensaio de resistência mecânica à compressão do adobe tradicional e acrescido com cimento. Os resultados alcançados mostram a eficiência e qualidade técnica deste material, que além de resistente, ainda é de baixo custo e contribuí para suprir o crescimento demográfico de forma eco-sustentável.

Palavras-chave: Déficit habitacional. Sistema Construtivo de solo Cimento. Fabrica de produção de tijolos.

ABSTRACT

The housing deficit remains a major socioeconomic problems of the Brazilian states. In order to minimize the lack of housing, especially in rural areas, the use of old building techniques with the use of raw land, after a period of cultural legacies and notorious, widely can help to combat these difficulties arising from long lead times. The type of material chosen for the study has to do with the ancient technique of building with brick floor, in the case, added to the composition of cement in its composition. To prove the quality of the bricks, looked up the testing of particle size and consistency of the soil, and testing of mechanical strength of the traditional adobe and added with cement. The results show the efficiency and technical quality of this material, which not only tough, it is still inexpensive and helps to meet population growth in an eco-sustainable.

Keywords: Housing deficit. Constructive System of soil cement. Brick production plant.

LISTA DE FIGURAS

	Página
Figura 1 – Localização das Arquiteturas de Terra ao longo do tempo.....	18
Figura 2 – Alvenaria produzida com tijolos convencionais.....	20
Figura 3 – Alvenaria produzida com blocos de concreto.....	20
Figura 4 – Alvenaria produzida com tijolos de solo cimento.....	21
Figura 5 – Componentes da mistura de solo cimento	22
Figura 6 e 7– Perfil e extração do solo, existência de matéria orgânica	24
Figura 8 – Dimensões da caixa e colocação do material	25
Figura 9 – Medida da retração	25
Figura 10 – Preparação dos cordões.....	26
Figura 11 e 12 – Quebra dos cordões e aglutinação dos cordões em uma bola..	26
Figura 13 – Formação da fita.....	27
Figura 14 – Amassamento da fita.....	27
Figura 15 – Etapas de estocagem.....	30
Figura 16 – Foto do Engenheiro Francisco Casanova.....	32
Figura 17 – Vista de pilares de encontro com as paredes.....	32
Figura 18 – Detalhes de amarrações de encontro das paredes.....	34
Figura 19 – Detalhes da desobstrução dos furos com canos de PVC cortados para preenchimento das canaletas.....	34
Figura 20 – Colocação das primeiras fiadas de tijolos.....	35
Figura 21 – Execução das vergas de amarração.....	35
Figura 22 – Colocação de tubulações hidráulicas.....	35
Figura 23 – Colocação de tubulações de esgoto.....	36
Figura 24 – Preparação da alvenaria para colocação da instalação elétrica.....	36
Figura 25 – Sistema de mutirões realizado.....	38
Figura 26 – Vista aérea do conjunto Cajuru.....	39
Figura 27 – Locação da fábrica.....	
Figura 28 – Esquema de disposição dos equipamentos– Perspectiva.....	40
Figura 29– Esquema de disposição dos equipamentos – Vistas Superior e Lateral.....	41
Figura 30– Detentos operários da fábrica do Complexo Penitenciário de Bangu.....	43
Figura 31 – Planta baixa com layout	45

	Página
Figura 32 – Planta baixa com as respectivas áreas.....	46
Figura 33 – Corte transversal.....	47
Figura 34 – Corte longitudinal.....	47
Figura 35 – Fachada Frontal.....	48

VOLUME I

SUMÁRIO

	Página
INTRODUÇÃO	12
1.1 FORMULAÇÃO DA QUESTÃO DE ESTUDO.....	15
1.2 OBJETIVOS.....	15
1.2.1 Objetivo geral.....	15
1.2.2 Objetivos específicos.....	15
1.3 SISTEMATIZAÇÃO DO TRABALHO.....	15
FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	17
2.1 O HISTÓRICO DA CONSTRUÇÃO COM TERRA.....	17
2.2 MATERIAIS MAIS UTILIZADOS COMO ALVENARIA ATUALMENTE..	19
2.2.1 Tijolo de barro (Cerâmica).....	19
2.2.2 Blocos de concreto.....	20
PROPOSTA INOVADORA	21
3.1 TIJOLOS DE SOLO CIMENTO.....	21
3.2 Composição do solo do solo cimento	21
3.2.1 Solo.....	22
3.2.1.1- <i>Ensaio de Retração</i>	24
3.2.1.2- <i>Ensaio de Cordão</i>	25
3.2.1.3- <i>Ensaio de Fita</i>	26
3.2.2- Cimento.....	28
3.2.3- Água.....	29
3.3- Preparação da Mistura.....	29
3.4- Fabricação da Peça.....	30
3.5-O Tempo de Cura.....	30
SISTEMA CONSTRUTIVO MODULAR	31
4.1-Sistema Modular em Alvenarias.....	31
4.1.1 Material ecologicamente correto.....	31
4.2- Processo Executivo.....	33
PROJETO E IMPLANTAÇÃO DA FÁBRICA DE TIJOLO	37
5.1 Projetos implantados no Brasil.....	37
5.2-Localização do Projeto de implantação da Fábrica.....	39
5.3- A Estrutura da Fábrica de tijolo de Solo Cimento.....	40

	Página
5.4 Equipamentos necessários a fábrica.....	41
5.5 Mão de obra da fábrica.....	42
5.5.1 Mão de obra carcerária.....	42
5.6 Gestão da fábrica.....	44
COMPARATIVO DE CUSTO DE UMA HABITAÇÃO POPULAR CONVENCIONAL COM UMA HABITAÇÃO POPULAR FEITA COM TIJOLO DE SOLO CIMENTO.....	44
CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	52
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	53
ANEXOS.....	55

VOLUME II

	Página
MEMORIAL JUSTIFICATIVO BÁSICO.....	6
1.1 Aspectos relacionados a legislação	6
MEMORIAL DESCRITIVO BÁSICO.....	7
1.1 Descrição geral dos outros componentes do projeto.....	7
1.1.1 Fundação	7
1.1.2 Piso.....	8
1.1.3 Paredes.....	8
1.1.4 Forro.....	8
1.1.5 Esquadrias.....	8
1.1.6 Estacionamento.....	8
1.1.7 Cobertura.....	9
PROJETO ARQUITETÔNICO.....	10
3.1 Planta de implantação geral.....	PRANCHA 01
3.2 Planta de layout.....	PRANCHA 02
3.3 Planta de cobertura.....	PRANCHA 03
3.4 Cortes e locação.....	PRANCHA 04
3.5 Fachadas	PRANCHA 05
3.6 Planta de situação.....	PRANCHA 06
3.7 Perspectivas	PRANCHA 07
ANEXOS.....	11

1 INTRODUÇÃO

O Brasil, país classificado como “em desenvolvimento”, enfrentou e continua enfrentando diversos problemas sócio-culturais e econômicos em seus estados. A falta de moradia e de educação, as péssimas condições das malhas viárias, o descaso com o saneamento básico, vêm cada vez mais degradando a imagem dos órgãos e entidades públicas, tanto no âmbito municipal, quanto no estadual e federal.

Segundo o estudo “Déficit Habitacional no Brasil”, realizado pela Fundação João Pinheiro – MG (1995 apud Câmara Brasileira da Indústria da Construção – CBIC, 1996, p. 02) a deficiência de habitação no país, em 1991, totalizava 4,99 milhões de unidades, sendo 3,36 milhões localizadas no segmento urbano e 1,63 milhões nas áreas rurais.

Em 2006, de acordo com novo estudo realizado pela mesma fundação, para solucionar a falta de moradia do país seria preciso construir cerca de 7, 935 milhões de domicílios multi-familiares (Fundação João Pinheiro, 2008). E este número, com base nos estudos citados, só tende a crescer.

O Amapá, de acordo com Secretária de Patrimônio da União (SPU) em 2010, apresentou um déficit habitacional de aproximadamente 25 mil unidades, isso apenas na Capital do Estado; ao mesmo tempo, Eraldo Trindade, Secretário de Desenvolvimento da Prefeitura Municipal de Macapá, afirma que esse déficit é bem maior, podendo ser de aproximadamente 50 mil moradias. Para o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE (1999 apud Lorenzetti, 2001, p. 07), a caracterização do déficit habitacional é dada pela ausência de um dos itens a seguir, referentes à moradia própria ou não: instalações sanitárias ligadas à rede geral ou fossa séptica, abastecimento de água com canalização interna ligada à rede geral, coleta de lixo e ligação à rede de energia elétrica.

Vale lembrar, que os números indicados até aqui, já incluem a parcela referente à carência de moradia por posse irregular do terreno (áreas de proteção ambiental, por exemplo), o que aumentaria mais o índice de falta de habitação (Lorenzetti, 2001).

A dificuldade em encontrar locais propícios para morar, muitas vezes leva as pessoas a se alojarem em locais públicos, como praças, parques, praias, ruas, calçadas. Em alguns casos, a apropriação de terras por parte dos desabrigados é

inevitável. Além disso, diversas famílias, por falta de dinheiro e políticas públicas eficazes, constroem suas casas com diversos materiais, desde laminados de madeira e zinco, até plásticos e papelões, vivendo de forma subumana.

Não se pode deixar de mencionar a forte degradação ambiental provocada pela ocupação irregular de um dos principais ecossistemas do Estado, as áreas de ressacas, que são habitat natural de várias espécies nativas da fauna e flora da região, fato que desperta preocupação de instituições e pessoas ligadas às questões ambientais, no que diz respeito à preservação dessas áreas, o que se confirma com a promulgação da Lei nº 0455/99, do Governo do Estado do Amapá, que determinou o tombamento das referidas áreas com intuito de preservar seu valor paisagístico, econômico e ambiental.

Observa-se que, cerca de 19% da população amapaense ainda reside nestas áreas (IBGE, 2010), uma vez que habitar nas ressacas se tornou a opção mais viável financeiramente para a população desfavorecida; sem contar ainda que essas áreas de ressaca encontram-se muitas vezes em pontos geograficamente privilegiados, próximos aos equipamentos urbanos e muitos serviços básicos como comércio, escola, posto de saúde, transporte coletivo, dentre outros. Paradoxo que transforma qualquer política ou tentativa de remanejamento num sistema bastante complexo, de forma que é natural a população resistir a idéias de se instalar em loteamentos distantes do centro da cidade, visto que seria necessária uma oferta equivalente de equipamentos urbanos e serviços para que haja sucesso em qualquer projeto destinado a realocação populacional.

Desta forma, diversas medidas podem solucionar o problema da falta de habitação, contudo, a construção de um novo padrão de desenvolvimento, deve ser norteada por uma noção de crescimento econômico, não perdendo de vista a preocupação com o equilíbrio ambiental e com a justiça social. O homem deve lembrar que, por menor que seja sua ação, os impactos sobre o meio ambiente são iminentes. Isso exige a mudança imediata de atitudes, hábitos e padrões de consumo utilizados pelo ser humano. Neste sentido, o grande desafio da busca de um modelo sustentável de desenvolvimento, é atender as necessidades humanas sem ferir os princípios naturais (ALEXANDRIA; LOPES, 2008, p. 02). Segundo Cavalcante (2003 apud ALEXANDRIA; LOPES, 2008, p. 02), a forma de chegar aos predicados de uma vida sustentável não é tão simples assim. Para ele, não existe

uma teoria única do desenvolvimento ecologicamente equilibrado, e sim uma multiplicidade de métodos de compreender e investigar a questão.

É necessário uma visão e análise multidimensional e multidisciplinar, que possibilitem encontrar mecanismos que permitam o uso dos valores naturais, sem riscos de esgotar a capacidade de sustentação dos ecossistemas(CAVALCANTE, 2003 apud ALEXANDRIA ; LOPES, 2008, p. 02).

Assim tornam-se necessárias significativas verbas para tal realização, pois, além disso, diversos fatores dificultam a implantação de ações voltadas à habitação popular, principalmente nas áreas rurais. Dentre elas, destaca-se a logística de materiais e componentes que envolvem tais cidades. Grandes distâncias, falta de transporte e de água, escassez de materiais de construção são apenas alguns fatores que inviabilizam a realização de obras nesses locais. Portanto, dependendo do legado cultural da região, a utilização de antigas técnicas, porém práticas e rápidas ajudariam a amenizar consideravelmente a pobreza do Brasil. Uma delas é a utilização de terra crua nas construções, através de planejamentos globais estruturados e estrategicamente capazes de promover um desenvolvimento sustentável e econômico.

Procura-se então, atualmente, soluções alternativas e viáveis financeiramente de modo a reduzir essa crescente degradação , bem como o déficit habitacional que tanto preocupa, aumentando com isso o número de moradias decentes e consequentemente a qualidade de vida da população local. A busca por alternativas para reduzir a falta de moradia no país é incessante. A aplicação de novas tecnologias em técnicas milenares, como a utilização de construções com terra, pode solucionar grande parte desse problema social.

Sabe-se que da data desta pesquisa até hoje, praticamente nada mudou em relação a o vergonhoso déficit habitacional no Estado do Amapá, o que se vê são tentativas frustradas e políticas públicas deficientes para solucionar este grave problema social. Com o intuito de quebrar esse paradigma, se faz necessário a busca de alternativas práticas, simples e que requeiram baixos investimentos.

Propõe-se então a implantação de uma fábrica de tijolo modular de solo-cimento anexa ao Instituto de Administração Penitenciário do Amapá - IAPEN, ou simplesmente tijolo ecológico, que é assim chamado, porque no seu processo de fabricação não é utilizado à queima, evitando desta forma, agentes poluentes do

meio ambiente, tal implantação além de servir como solução para construção de forma econômica de alvenarias de habitações populares no Amapá, visa também o importante papel de ressocialização de apenados daquela instituição. Será explorado o seu uso, mostrando o passo-a-passo da execução de uma alvenaria em tijolos modulares de solo-cimento, bem como fazendo comparativos de custos de uma alvenaria com este tipo de tijolo e o custo de uma alvenaria convencional (blocos cerâmicos), mostrando as suas vantagens e desvantagens.

1.1 FORMULAÇÃO DA QUESTÃO DE ESTUDO

De que forma a implantação de uma fábrica de tijolo modular de solo cimento viabilizará a construção de habitações de interesse social no estado do Amapá?

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 Objetivo geral:

Viabilizar a Implantação de uma fábrica de tijolo ecológico, anexa ao Instituto de Administração Penitenciário do Amapá - IAPEN.

1.2.2 Objetivos específicos

- Oferecer subsídios para construção de habitações populares para população de baixa renda, combatendo assim as construções irregulares;
- Proporcionar trabalho e renda para reinserção social de apenados;
- Utilizar uma tecnologia construtiva racional em relação aos recursos naturais e conciliar a facilidade de produção com baixo custo, ampliando assim as possibilidades de viabilização de políticas habitacionais.

1.3 SISTEMATIZAÇÃO DO TRABALHO

Tal monografia será organizada em capítulos na seguinte ordem;
1º capítulo: apresenta uma introdução sobre tema da pesquisa, a questão de estudo, os objetivos, e a sistematização do trabalho.

2º capítulo: aborda sobre a fundamentação teórica do trabalho, falando do histórico das construções com terra, cita os materiais mais utilizados como alvenaria atualmente .

3ºCapítulo: Apresenta a nova tecnologia do tijolo de solo cimento , sua composição, preparação da mistura, e fabricação da peça.

4ºCapítulo: aborda sobre o sistema construtivo modular, o seu uso como alvenarias, sua produção no tocante a sua produção ecológica, e o seu processo de execução.

5ºCapítulo: trata-se do enfoque central do trabalho, da implantação de uma fabrica de tijolo modular de solo cimento no Estado do Amapá, citando os projetos que já foram implantados no Brasil, a localização do projeto, a estruturação da fabrica, o programa de necessidades, seus equipamentos, a sua mão de obra, e como funcionaria a gestão desta.

6ºCapítulo: apresenta a questão dos comparativos de custos entre um tijolo convencional e o de solo cimento, e desta forma chegar a diferença entre o valor de uma habitação popular construída com ambos os tijolos.

7ºCapítulo: apresenta as considerações finais do trabalho, pontuando as diversas qualidades que se teria com a utilização do tijolo de solo cimento, e ainda descrevendo as soluções que poderiam ser adotadas para o seu melhor uso.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 O HISTÓRICO DAS CONSTRUÇÕES COM TERRA

A terra crua, de acordo com a literatura, sempre foi um dos materiais mais empregados em construção no mundo. Originalmente, os materiais utilizados pelos primeiros homens para a construção dos seus abrigos, foram de caráter natural, abundantes e acessíveis, como a madeira, as folhas, as ramas e a palha. Devido a vida nômade, com freqüentes mudanças de moradias, não havia preocupações ou necessidades de construções mais duráveis por parte daqueles homens. Portanto, à medida que os hábitos se modificavam e o homem evoluía para o estilo de vida sedentário, ele passou a adotar materiais mais resistentes e duradouros, também disponíveis na natureza. Dentre eles, destacam-se: a terra e a pedra (ALEXANDRIA; LOPES, 2008, p. 02).

As datações mais antigas das construções em terra nos remetem à região da Mesopotâmia e ao antigo Egito. Isto ocorre primeiro pela presença constante de rios que, devido ao processo geológico de milhares de anos, sedimentaram o material para a formação da argila. Segundo por causa do clima seco, cujo conforto térmico das edificações em terra é considerável (BUSSOLOTI, 2008).

De acordo com Motta et al. (2004, p. 01):

“o uso do solo como material de construção é muito antigo. Isto é comprovado através de inúmeras construções remanescentes de eras passadas, que são testemunhos da história e cultura dos povos”.

A construção em terra foi durante séculos a principal forma construtiva em várias regiões do mundo. Em países da Ásia, no Egito e no Oriente Médio, existem exemplos dessas edificações com mais de cinco mil anos de antiguidade. No Egito, por exemplo, a utilização do adobe foi bastante difundida nas construções de casas, palácios, templos, muros, fortalezas devido ao seu fácil manuseio e baixo custo (PATRONE et al., 2005).

Bussoloti (2008) alega que, praticamente todas as antigas civilizações já trabalharam com a terra em suas edificações. Os sumérios, assírios e babilônios construíram templos em formato de pirâmides (zigurates), os egípcios ergueram as mastabas (túmulos também em formato piramidal) e, posteriormente, recorreram a

construções de pedra. Os astecas também utilizaram bastante essa técnica construtiva, levantando diversas pirâmides de seus deuses com toneladas de terra batida. Também na América, muitas tribos pré-colombianas utilizavam o adobe, pau-a-pique e a taipa de pilão para suas construções, copiando as idéias dos portugueses colonizadores.

Ainda de acordo com Bussoloti (2008), aproximadamente metade das construções, localizadas nos países “em desenvolvimento”, utilizavam a terra como base de suas construções, ou seja, cerca de um terço da humanidade vive em habitações deste tipo. Para ele, o fato da população brasileira mais humilde sobreviver de forma transitória, é determinante para o grande número de casas provisórias construídas com terra crua.

Para Dethier (2002 apud ALEXANDRIA; LOPES, 2008, p. 03):

A terra vem sendo utilizada, pelos homens, desde o surgimento dos primeiros povoados, há uns 10 mil anos, para edificar cidades inteiras; palácios e templos; igrejas e mesquitas; armazéns e castelos, praças fortificadas e soberbos monumentos.

Alexandria e Lopes (2008, p. 03) complementam:

Disponível na maior parte da superfície terrestre esse material aparentemente simples foi usado em todos os continentes em todos os climas, em todas as latitudes e em quase todas as culturas e civilizações pré-industriais, comprovando não só a diversidade de seu emprego, mas a extraordinária multiplicidade de formas e funções que pode assumir

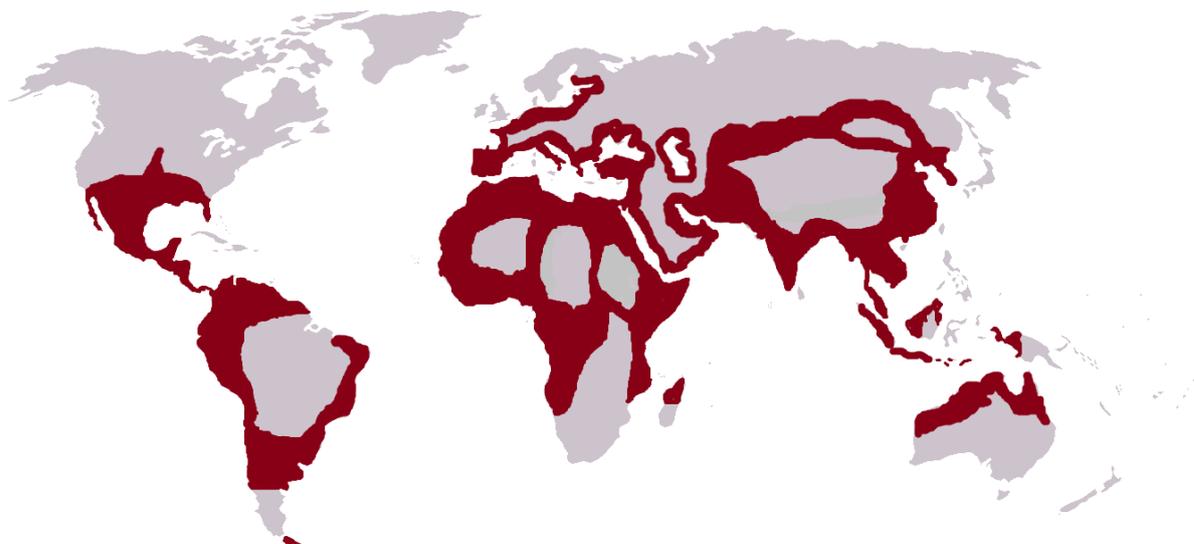


Figura 1 – Localização das Arquiteturas de Terra ao longo do tempo
Fonte: SILVA (1995 apud ALEXANDRIA; LOPES, 2008, p. 03)

Alexandria e Lopes (2008, p. 04) afirmam que as construções em terra foram e continuam sendo utilizadas em vários países do mundo, e muitas dessas casas já estão de pé há séculos, o que mostra todo o potencial desse estilo de construção sustentável.

Além de ser recomendado em construções alternativas, para populações de baixa renda em países subdesenvolvidos, ou em desenvolvimento, [...] a terra também está sendo adotada atualmente, para elaboração de residências de classe média alta, não apenas nos países do dito primeiro mundo, mas também no Brasil (Machado et al., 2004, p. 01 e 02).

Para Dethier e Guillaud (1994 apud ALEXANDRIA ; LOPES, 2008, p. 04):

“a terra sempre foi um dos materiais de construção mais utilizados no mundo e atualmente cerca de 30% da população mundial ainda vive em construções de terra”.

Dethier e Guillaud (1994 apud ALEXANDRIA ; LOPES, 2006, p. 03) continuam:

Existe um vasto repertório de técnicas que utilizam a terra crua como matéria básica para o levantamento das paredes. Técnicas que variam de acordo com as peculiaridades culturais, condicionantes ambientais e características do solo disponível em cada região do globo, onde elas são utilizadas. No Brasil, as mais usadas a partir do período colonial, foram o adobe, a taipa-de-pilão e a taipa-de-mão.

2.2 MATERIAIS MAIS UTILIZADOS COMO ALVENARIA ATUALMENTE

2.2.1 Tijolo de barro (cerâmica)

Atualmente é o mais usual em construções, por ser extremamente simples o seu uso, por ser facilmente encontrado no mercado, por ter mão de obra mais conhecedora de seu uso. Mas no tocante a custos, ele anda perdendo mercado para outros materiais, por ser mais demorada a sua execução como alvenaria acabada, por necessitar de chapisco e reboco para o seu acabamento.



Figura 2: Alvenaria produzida com tijolos convencionais
Fonte: <http://www.fazfacil.com.br>

2.2.2 Blocos de Concreto

O bloco de concreto nos últimos anos anda ganhando mercado , também dispensa chapisco e reboco , assim a sua execução como alvenaria ganha velocidade, e ultimamente esta sendo mais facilmente encontrado em pontos de venda de materiais de construção , inclusive em diversos tamanhos , os únicos problemas q ecoam de seu uso , tocam com relação ao conforto térmico deste , e também sobre a sua resistência com relação a umidade do ambiente pois tem faces que apresentam percentual médio de absorção de água superior a 10% (dez por cento), indicando que a parede construída com esses tijolos pode sofrer aumento de carga quando exposta à chuva, podendo acarretar problemas estruturais à construção.



Figura 3: Alvenaria produzida com blocos de concreto
Fonte: <http://www.fazfacil.com.br>

3 PROPOSTA INOVADORA

3.1 TIJOLOS DE SOLO CIMENTO

O tijolo de solo cimento é uma nova tecnologia que vem sendo pesquisada desde o ano de 2004, os tijolos são auto encaixados ou assentados apenas com um leve filete de cola branca, reduzindo consideravelmente o tempo de construção da obra.

Seus dois furos internos:

- Contribuem na redução do peso do tijolo;
- Permitem o embutimento da rede hidráulica e elétrica, abolindo o corte na parede depois de pronta;
- Permitem a fundição de colunas, sem o emprego do serviço de mão-de-obra de carpintaria o que reduz ainda, o consumo de madeira;
- Tornam o tijolo termo-acústico.



Figura 4 – Alvenaria produzida com tijolos de solo cimento
Fonte: arquitetando oficinas de projetos. blogspot.com

Hoje a dificuldade de uso, se dá pela dificuldade de encontrá-lo para venda, mas hoje já existem fabricas que o produzem, e com relação a sua mão de obra por este ser auto encaixável, qualquer pessoa com uma simples noção de alvenaria pode executar.

3.2 COMPOSIÇÃO DO SOLO CIMENTO

O solo-cimento é um material obtido através da mistura homogênea de solo, cimento e água, em proporções adequadas e que, após compactação e cura úmida,

resulta num produto com características de durabilidade e resistências mecânicas definidas.

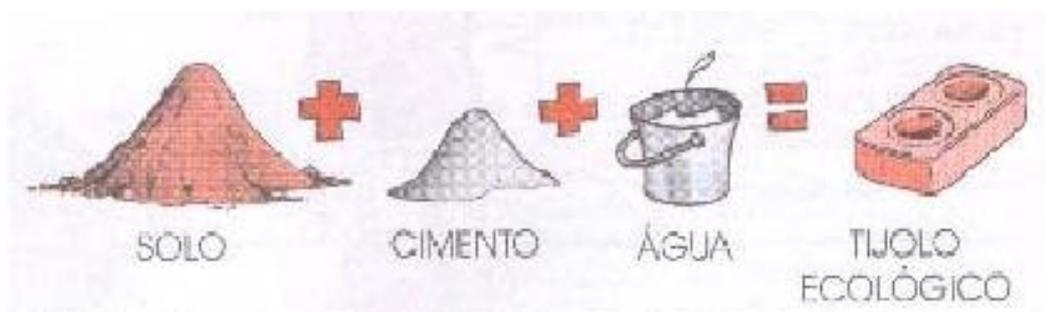


Figura 5 – Componentes da mistura de solo cimento
Fonte: Brick – Sahara 2001

Este material de construção vem suprir boa parte das necessidades de instalações econômicas na maioria das regiões rurais e suburbanas no Brasil. O uso do solo-cimento no Brasil vem, desde 1948, ajudando na satisfação de tais necessidades, encontrando-se hoje bastante difundido.

A principal aplicação do solo-cimento em habitações populares no meio urbano é a construção de paredes monolíticas. Por afinidade, seu emprego pode ser estendido para construções de casas, depósitos, galpões, aviários, armazéns, etc. O solo-cimento pode ainda ser empregado na construção de fundações, pisos, passeios, muros de contenções, barragens e blocos prensados.

3.2.1 Solo

O solo é o componente de maior proporção na mistura, devendo ser selecionado de modo que se possibilite o uso da menor quantidade possível de cimento. De maneira geral, os solos mais adequados para a fabricação de tijolos e blocos de solo-cimento são os que possuem as seguintes características:

- Passando na peneira 4,8 mm (n° 4) 100 %
- Passando na peneira 0,075 mm (n° 200) 10% a 50%
- Limite de liquidez = 45%
- Índice de plasticidade = 18%

O índice de plasticidade são limites entre os quais o solo se encontra na sua fase plástica. Já o limite de liquidez é o valor que determina se um solo se apresenta com uma umidade muito elevada a ponto de ficar num estado de um fluido muito denso. Este limite é determinado através do ensaio feito pelo aparelho de

Casagrande, onde colocamos uma amostra de solo e fazemos um sulco na mesma através de uma espátula e logo após aplicamos golpes com altura de 1 cm e intensidades constantes; daí o Limite de Liquidez (LL) se dará com o teor de umidade do solo para o qual o sulco acima citado, se fecha com 25 golpes.

Os solos que contem quantidade de argila e silte superior a 50% em sua composição não são aconselháveis. A argila é um componente importante porque, tem propriedades aglomerantes, de forma que promove a resistência inicial do material e melhora a sua trabalhabilidade. Porém, os solos predominantemente argilosos podem provocar fissuras, trincas ou rachaduras no material depois de seco, em consequência da sua retração característica. Estes solos, geralmente, apresentam pouca resistência, apesar de que a presença da argila na composição do solo é necessária para dar à mistura de solo e cimento, quando umedecida e compactada, coesão suficiente que permita a desmoldagem e o manuseio dos tijolos logo após a prensagem.

A areia caracteriza-se por sua boa resistência e por ser um material inerte, contribuindo para uma maior estabilidade e resistência final. Entretanto os solos com grande predominância de areia exigem maior tempo de espera, para que adquiram suficiente resistência, e possam suportar bem a compactação de outra camada de solo-cimento, já a composição areia e silte melhoram a resistência inicial.

A escolha do solo pode ser realizada no próprio canteiro da obra por ensaios simples, práticos, baseados na consistência e plasticidade de amostras.

Os solos arenosos requerem, quase sempre, menores quantidades de cimento do que os argilosos e siltosos.

A princípio o solo de qualquer jazida pode ser utilizado, basta apresentar 50 a 70% de teor de areia no seu composto, mas existem recomendações para evitar consequências desagradáveis como é caso do solo da camada superficial do terreno que não é recomendado, porque geralmente contém material orgânico, raízes ou pedras que podem perturbar a hidratação do cimento e, conseqüentemente, a estabilização do solo matéria-prima; a terra preta (de horta) é um exemplo de solo não recomendado.



Figura 6 e 7 – Perfil e extração do solo, existência de matéria orgânica
Fonte: SAHARA - 2001

A cor do solo ideal é que seja vermelho ou amarelo. Caso o solo seja ácido: é recomendada a correção com cal, para neutralizar a sua acidez, misturando a cal na terra no dia anterior à sua utilização.

Embora existam solos que não podem ser utilizados por si só na fabricação, há possibilidade de se misturar dois ou mais deles para que resulte um solo de características enquadráveis, nas especificações. Os ensaios necessários para a seleção de solo são:

- Preparação da amostra de Solo para Ensaio de compactação e Ensaio de Caracterização (NBR 6457);
- Determinação da Massa Específica dos Grãos de Solo (NBR 6508);
- Solo – Determinação do Limite de Liquidez (NBR 6459);
- Solo – Determinação do Limite de plasticidade (NBR 7180);
- Solo – Análise Granulométrica (NBR 7181);

3.2.1.1 *Ensaio de retração*

Um ensaio prático para a medida da retração (ensaio de caixa) tem o seguinte procedimento:

1-Tomam-se aproximadamente 4,5 kg de solo destorroado e peneirado (recomenda-se a peneira de 7,8 milímetros de abertura de malha);

2-Adiciona-se água aos poucos, até que o solo adquira a consistência de argamassa de reboco;

3-Coloca-se o material numa caixa de madeira, com dimensões internas de 60 x 8,5 x 3,5 cm, previamente lubrificada com materiais graxos, distribuindo-o

uniformemente com a colher de pedreiro até preencher todo o volume interno da caixa, rasando a superfície com uma régua de madeira;

4-Levanta-se e deixa-se cair uma das extremidades da caixa, de uma altura aproximada de sete centímetros (quatro dedos), por duas vezes, repetindo a mesma operação com a outra extremidade para uniformizar o adensamento;

5-Guarda-se a caixa ao abrigo do sol, da chuva e do vento, durante sete dias;

6- Após este período, faz-se a medida da retração no sentido do comprimento da caixa. Se a retração total não ultrapassar dois centímetros e não aparecerem trincas na amostra, o solo poderá ser utilizado; caso contrário, deve-se lhe adicionar areia até obter uma mistura que se enquadre nessa especificação.

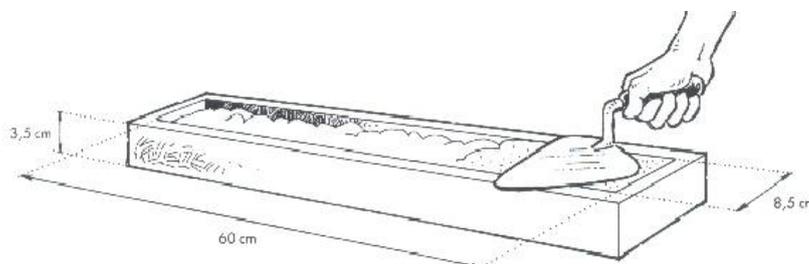


Figura 8 – Dimensões da caixa e colocação do material
Fonte: Manual prático de construção com solo-cimento – CEPED - 1978

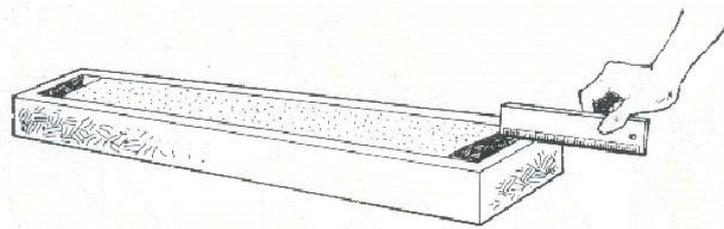


Figura 9 – Medida da retração
Fonte: Manual prático de construção com solo-cimento – CEPED - 1978

3.2.1.2 Ensaio de cordão

Prepara-se uma mistura de terra seca e água (figura 4), mantendo-se uma umidade, tal que permita a preparação de cordões da mistura (rolinhos), rolados a mão (figura 5). Rolam-se os cordões até que, com o diâmetro de 3 mm, comecem a quebrar (figura 6). Mantida a mesma umidade, aglutinam-se os cordões de modo a formar uma bola (figura 7). Se não for possível reconstruir a bola sem que ela apresente fissuras ou esmigalhe, os cordões são frágeis. Quando se procura esmagar a bola reconstituída, entre o polegar e o indicador, as reações ao esmagamento, conforme caso podem caracterizar dois outros tipos de cordões:

cordões moles, se a bola apresentar fissuras ou esmigalhar-se com pouco esforço; cordões duros, se a bola se quebrar com muito esforço.

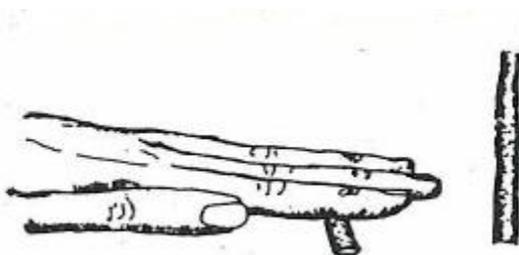


Figura 10 – Preparação dos cordões

Fonte: Manual prático de construção com solo-cimento – CEPED - 1978



Figuras 11 e 12 – Quebra dos cordões e aglutinação dos cordões em uma bola

Fonte: Manual prático de construção com solo-cimento – CEPED - 1978

3.2.1.3 *Ensaio de fita*

Toma-se uma porção de solo com a mesma umidade do ensaio do cordão e faz-se um cilindro do tamanho de um cigarro. Amassa-se o cilindro de modo a formar uma fita com 3 a 6mm de espessura e o maior comprimento possível. Caracteriza-se uma fita longa quando se consegue, sem dificuldade, o comprimento de 25 a 30 cm. Caracteriza-se uma fita curta quando se consegue, com dificuldade, o comprimento de 5 a 10 cm (ver figuras 8 e 9).

Essas características verificadas nos ensaios de cordão e da fita, assim como as reações da bola às pressões de esmagamento, constam do quadro abaixo e estão relacionados com os tipos de solos e as respectivas possibilidades de utilização.



Figura 13 – Formação da fita

Fonte: Manual prático de construção com solo-cimento – CEPED - 1978



Figura 14 – Amassamento da fita

Fonte: Manual prático de construção com solo-cimento – CEPED - 1978

Tabela dos tipos de solo de acordo com os resultados do ensaio de cordão

Ensaio do cordão	Ensaio da fita	Reações da bola	Resistência da bola seca	Tipo de solo	Possibilidades de utilização
Cordão frágil ou de resistência nula	Fita curta (ou não se consegue fazer a fita)	Reação rápida a lenta (mas jamais muito lenta)	Fraca e nula (geralmente nula)	Areias finas Areias finas siltosas Areias finas argilosas Siltos argilosos	Solo prensado para tijolos Adobes com cimento Terra compactada com cimento Terra compactada sem cimento (quando muito arenosos, devem ser acrescentados solos finos, siltos e areias siltosas)

Cordão frágil e semiduro	Fita curta	Reação lenta e muito lenta	Fraca e média	Siltes	Utilização mais difícil que a dos solos acima indicados, mas possível com o uso de cimento.
Cordão semiduro	Fita curta e longa	Reação muito lenta (ou não há reação)	Média a grande	Argilas com pedregulhos Argilas com areia Argilas siltosas	De uso possível mas apenas para terra compactada ou tijolos prensado, com cimento
Cordão duro	Fita longa	Não há reação	Grandes	Solos argilosos	Não devem ser usados

3.2.2 Cimento

O tipo de cimento utilizado também influencia na qualidade da mistura, e conseqüentemente no tijolo de solo-cimento. A principal interferência do tipo de cimento está na questão do tempo de utilização do tijolo depois de moldado, por exemplo:

Tabela de Progressão da Resistência a Compressão do Tijolo de solo cimento após a moldagem

TIPO DE CIMENTO	IDADE (DIAS)	% DE RESISTÊNCIA ADQUIRIDA*	CONDIÇÃO DO TIJOLO	IDADE (DIAS) DE INÍCIO DE ESTABILIZAÇÃO DA RESISTÊNCIA.
CP II E 32	7	45%	TRANSPORTE	63
	28	75%	UTILIZAÇÃO	
CP V ARI	3	45%	TRANSPORTE	28
	7	63%	UTILIZAÇÃO	
	28	83%	UTILIZAÇÃO	

Cimentos do tipo CPV podem ser preferências em solos argilosos (+ de 30% de argila), contudo, deve haver um enorme cuidado em relação à cura do material.

Em geral, os cimentos que poderão ser utilizados deverão atender a uma das seguintes especificações:

- NBR 5732 – Cimento Portland Comum;
- NBR 5733 – Cimento Portland de Alta Resistência Inicial;
- NBR 5735 – Cimento Portland Alto-Forno;
- NBR 5736 - Cimento Portland Pozolânico.

3.2.3 Água

A água deverá ser isenta de impurezas nocivas à hidratação do cimento, como matérias orgânicas, e sulfatos; presume-se adequadas as águas potáveis. Na hipótese de utilização de águas de poços (cisternas), a mesma deve ser previamente analisada, para podermos ter certeza de que seus componentes não irão prejudicar a mistura.

3.3 PREPARAÇÃO DA MISTURA

O solo e o cimento a serem misturados podem ser medidos em volume, para maior facilidade da operação e obter um bom volume de fabricação dos tijolos, durante uma hora de funcionamento da prensa (aproximadamente 0,10 m³). Recomenda-se o uso de recipientes calibrados, a exemplo das padiolas, para o solo e para o cimento.

O solo destorroado, o peneirado, e o cimento são misturados como se fosse uma argamassa, até a completa homogeneização, que é alcançada quando a mistura adquire coloração uniforme. A água, se necessária, deve ser adicionada em forma de chuveiro, até atingir a umidade ideal, e assim obter uma argamassa farofada. Quando não se possui misturador mecânico, o solo é espalhado sobre uma superfície lisa numa camada de até 20 cm, e em seguida, o cimento é distribuído sobre a camada de solo, e com o auxílio de pás e enxadas é processada a mistura de solo com o cimento.

A verificação da umidade da mistura é feita, com razoável precisão, da seguinte forma prática:

a) Toma-se um punhado da mistura e aperta-se energicamente entre os dedos e a palma da mão; ao se abrir a mão, o bolo deverá ter a marca deixada pelos dedos;

b) Deixando-se o bolo cair de uma altura aproximada de 1 m, sobre uma superfície dura; ela deverá esfarelar-se ao chocar-se com a superfície; se isto não ocorrer, a mistura estará muito úmida.

O traço para a fabricação dos tijolos será o que lhes conferir valor médio de resistência à compressão, sendo igual a 2,0 Mpa (20 Kgf/cm²), de modo que nenhum dos valores individuais esteja abaixo de 1,7 Mpa (17 Kgf/cm²), na idade mínima de sete dias.

Os valores médios de absorção de água não devem ser superiores a 20%, nem apresentar valores individuais superiores a 22%.

3.4 FABRICAÇÃO DA PEÇA

A mistura é transferida do misturador para a prensa; o molde da prensa é que dá forma à peça (tijolo). Logo após a prensagem, a peça produzida é expelida pela prensa sobre os páletes (bandeja), e está pronta para ser curada na sombra, sobre uma superfície plana, em pilhas de altura máxima de 1,5 m.

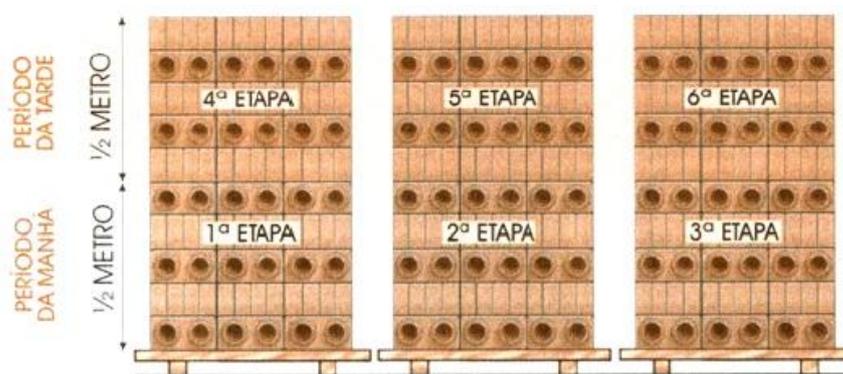


Figura 15 –Etapas de estocagem
(Fonte: Manual prático de construção com solo-cimento – CEPED - 1978)

Se o solo for muito arenoso e não for possível empilhar as peças logo após a fabricação, costuma-se deixá-las no primeiro dia depositadas sobre os páletes, fazendo o empilhamento no segundo dia.

3.5 O TEMPO DE CURA

Após seis horas da moldagem e durante os sete primeiros dias, as peças devem ser umedecidas freqüentemente com regador munido de chuveiro, a fim de garantir cura necessária.

Há casos em que não há condições de cura em local coberto; se isto ocorrer deve-se proteger a pilha com uma lona. De acordo com as normas da ABNT, só depois de 14 dias é que os tijolos ou blocos poderão ser aplicados na construção.

4 SISTEMA CONSTRUTIVO MODULAR

4.1 SISTEMA CONSTRUTIVO MODULAR EM ALVENARIAS

Segundo o engenheiro Francisco Casanova, professor do programa de engenharia da Coordenadoria de Programas de Pós Graduação da UFRJ.

A alvenaria feita com tijolos modulares, propicia uma economia bem como redução no tempo de execução da obra em torno de 30 % podendo ser maior, desde que se siga a de forma fiel a técnica construtiva de assentamento dos tijolos. Economia que se explica pela dispensa de várias etapas da construção empenhada na alvenaria convencional como por exemplo:

- Chapisco, emboço, e reboco;
- Não necessita de argamassa de assentamento, o que alivia o peso da construção;
- Outros blocos podem ser construídos com a matéria-prima do próprio local da obra, o que reduz custos em relação à matéria-prima e transportes;

4.1.1 MATERIAL ECOLOGICAMENTE CORRETO

A maior vantagem do tijolo modular de solo cimento, sem dúvida alguma, é o fato de ser ecologicamente correto, o que gera grande vantagem em relação ao tijolo convencional, já que segundo o engenheiro Francisco Casanova para fabricação de um milhão de tijolos convencionais é necessário a queima de aproximadamente cinco árvores de porte médio, para alimentar os fornos das olarias. Desta forma, o que se pode concluir é que além do tijolo ecológico possuir ligeira vantagem econômica em relação ao convencional, desempenha um importante papel ambiental, evitando o desmatamento e a consequente emissão de gases poluentes, provenientes da queima de combustíveis, sem contar que a sua matéria-prima é uma das mais abundantes da natureza.

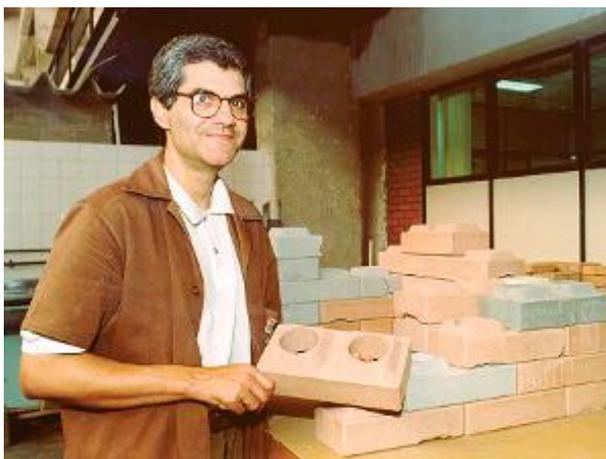


Figura 16 – Foto do Engenheiro Francisco Casanova
Fonte: <http://www.redetec.org.br>

As normas técnicas da ABNT, que determinam características como formas, dimensões, resistências à compressão e à absorção de água de blocos e tijolos de solo-cimento, desconsideram a aplicação das peças em alvenarias estruturais. Apesar disso, há um consenso entre os profissionais da área sobre a possibilidade de execução de paredes estruturais feitas de blocos de solo-cimento, “Nesse caso, deve-se aumentar a resistência dos blocos por meio de uma adição maior de cimento à mistura”, diz Fernando Teixeira, consultor na área de solo-cimento. O engenheiro explica que, além disso, os buracos dos blocos devem ser armados e preenchidos de concreto, de acordo com as orientações de um calculista que, nesse caso, também poderá determinar o diâmetro dos furos de grauteamento.



Figura 17 – Vista de pilares de encontro com as paredes
Fonte: www.comosereformaumplaneta.wordpress.com

Uma alvenaria feita com blocos de solo-cimento, de acordo com a resistência à compressão determinada pela ABNT para as peças (2 Mpa), suporta o peso de elementos como lajes moldadas ou pré-moldadas e coberturas convencionais, como a de telha cerâmica. O mesmo se aplica às paredes monolíticas. “Com relação aos

blocos, devem ser tomados pequenos cuidados de segurança, como fazer amarrações, armar e preencher os furos dos blocos das extremidades com concreto”, explica Teixeira. Segundo o engenheiro, uma alvenaria de solo-cimento, desde que associada a uma estrutura de concreto, pode atingir um número “indefinido” de pavimentos. “Sem isso, o máximo que ela consegue atingir são três pavimentos”.

As construções requerem, sobre portas e janelas, a execução de vergas de bloco do tipo canaleta, que deverão ser preenchidas com concreto. “Para isso, os furos das duas fiadas, imediatamente abaixo e acima, deverão ser obturados e grauteados”, explica Casanova. A presença da viga conformada pelo bloco do tipo canaleta também é necessária, segundo Fernando Teixeira, entre a parede e a cobertura da construção. “Essa pequena viga armada permitirá uma melhor distribuição da carga do telhado sobre as paredes”, afirma.

4.2 PROCESSO EXECUTIVO

Na execução de construções com tijolos de solo-cimento, deve-se em primeiro lugar, como em qualquer outro tipo de construção, verificar a resistência do solo para definir qual o tipo mais adequado de fundação a adotar. Depois de executada a fundação, deve-se utilizar cintas de amarração nas mesmas, para que possa iniciar a elevação das alvenarias.

As primeiras fiadas de tijolos devem ser assentadas sobre uma camada de argamassa convencional, para que possa garantir o prumo e nível correto das alvenarias a serem elevadas. Após isto, devem-se elevar as paredes a cada 50 centímetros, verificando o prumo e nível das mesmas, utilizando para o assentamento apenas um filete de material colante que pode ser cola PVA (Rodhopás ou similar), argamassa industrializada ou massa de solo cimento, para garantir o nivelamento dos tijolos.

Depois, executa-se a concretagem das colunas existentes, previamente determinadas em projeto, utilizando para isto um funil de concretagem para evitar a perda de concreto, a cada 50 centímetros, para se executar as colunas corretamente evitando com isto a segregação do concreto e bolhas de ar dentro das mesmas. Deve-se também, colocar a cada 50 centímetros de parede levantada, um ferro “U” em cada encontro de parede (na vertical, por dentro dos furos dos tijolos), para

garantir a amarração das mesmas, até atingir a altura desejada para o pé direito, ou atingir a altura das janelas e portas, aonde irá se colocar uma fiada de tijolos calha com duas barras de 6,3 mm, grauteando os furos em até dois furos abaixo do tijolo calha, para garantir que não haja fissuras nos cantos das aberturas de janelas e portas, utilizando para isto, copos plásticos ou tubos de PVC, para que não sejam obstruídos os demais furos.

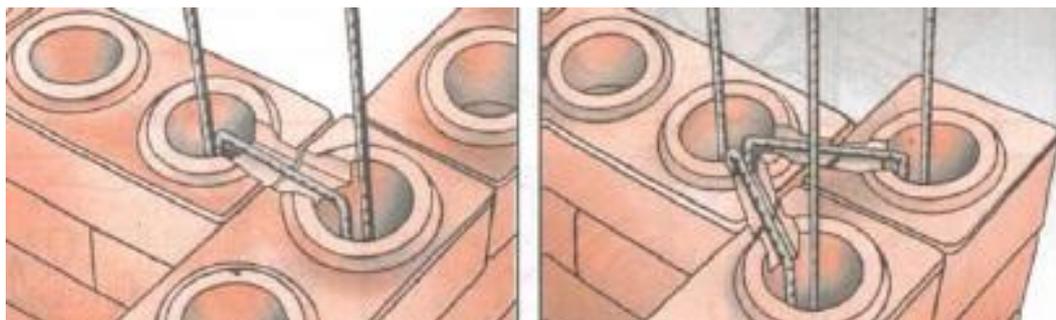


Figura 18– Detalhes de amarrações de encontro das paredes
Fonte: SAHARA – 2001

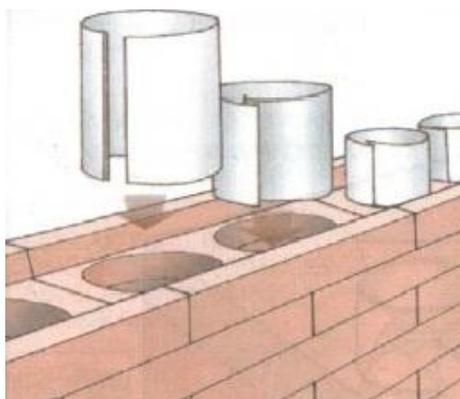


Figura 19 – Detalhes da desobstrução dos furos com canos de PVC cortados para preenchimento das canaletas
Fonte: SAHARA – 2001

Outro procedimento a se adotar é a utilização do tijolo calha na confecção das cintas de amarração, por onde deverá passar barras de ferro 6,3 mm, com dobras de no mínimo 30 cm, para posteriormente ser feita a concretagem da cinta através da obturação dos furos anteriores com copos plásticos, para que os demais furos fiquem livres, para a passagem de instalações ou simplesmente sem nenhum material, sendo assim, utilizados como câmaras termo-acústicas.

As cintas de amarração podem ser executadas em três níveis; o primeiro a 90 centímetros do piso, contornando toda a edificação externamente, no nível do assentamento das janelas baixas, o segundo no nível das portas a 2,10 metros do

piso, para fazer o papel das vergas de amarração das portas e o terceiro nível no fim das paredes executando a amarração das mesmas.



Figura 20 – Colocação das primeiras fiadas de tijolos
Fonte: goiania.olx.com.br



Figura 21 – Execução das vergas de amarração
Fonte: SAHARA – 2001

Para executar as instalações hidráulicas, devem-se aproveitar os vazios dos tijolos e descer as colunas de água fria. Os tijolos em forma de calha serão utilizados para distribuir os ramais e sub-ramais.



Figura 22 – Colocação de tubulações hidráulicas
Fonte: SAHARA – 2001

Já na instalação sanitária, se a construção for feita com mais de um pavimento, deve executar colunas vazadas (ou shafts) para a instalação dos tubos de queda, pois os tubos de 100 mm, não têm como serem embutidos nas paredes.



Figura 23 – Colocação de tubulações de esgoto
Fonte: Obra Intervilas – 2003

Para as instalações elétricas também se utiliza os furos dos tijolos para a passagem da fiação e conforme seja o padrão construtivo, pode-se encaixar os interruptores e tomadas diretamente na alvenaria, como mostra a figura 27, devendo sempre, evitar passar fiação elétrica por uma mesma parede que já tenha passagem de tubos hidráulicos.

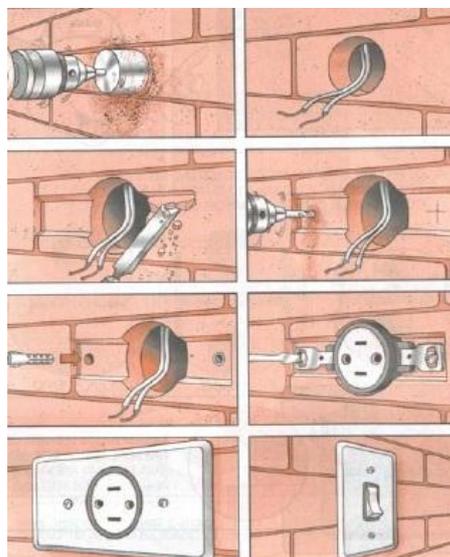


Figura 24 – Preparação da alvenaria para colocação da instalação elétrica.
Fonte: SAHARA – 2001

Nas alvenarias de tijolos modulares deve-se ter projetos bem planejados para assim evitar improvisos, pois como utiliza-se os furos dos tijolos para executar as colunas de sustentação, as instalações hidráulicas e elétricas, isto tudo deve estar

pré-definido para que, no ato da execução não haja cruzamentos dos mesmos inviabilizando a execução.

O fabricante das prensas Sahara recomenda, que se a construção for de apenas um pavimento, pode-se colocar as colunas de sustentação a cada 1 metro de distância; já se a construção for de três pavimentos, o pavimento térreo deve ter colunas espaçadas a cada 60 cm, e o 1º pavimento a cada 80cm, e o 2º e último pavimento a cada 100cm, para que seja distribuída corretamente a quantidade de colunas ao longo da construção. Outra coisa que deve ser feita se a construção tiver mais que um pavimento, é colocar nas colunas principais, mais de uma ferragem, de acordo com a quantidade de pavimentos, (a exemplo de 2 pavimentos, duas ferragens), de modo que na laje de cobertura do pavimento anterior uma das barras fique dobrada por sobre a laje para receber o concreto, e a outra siga para dar continuidade às colunas.

5 PROJETO E IMPLANTAÇÃO DA FÁBRICA DE TIJOLO

5.1 PROJETOS IMPLANTADOS NO BRASIL

A implantação de fábricas que produzem tijolos ecológicos no Brasil, já vem ocorrendo há alguns anos, mas tornou-se mais evidente durante esta última década. Dentre os casos brasileiros, já foram implantadas em tais lugares:

Fábrica de Tijolos Ecológicos de Volta Redonda: foi a primeira do tipo, instalada no estado do Rio de Janeiro. A obra, inaugurada em 28 de novembro de 2004, teve um investimento de R\$ 178 mil, e tem capacidade para produzir 3.000 tijolos por dia, quantidade suficiente para se construir uma casa popular. Os tijolos ecológicos além de serem usados na construção de casas populares, em um projeto desenvolvido pelo Banco da Cidadania, também são usados na substituição em moradias e prédios públicos. A fábrica é localizada na rua 1043, número 380, bairro Volta Grande.

Penitenciária industrial Esmeraldino Bandeira, em Gericinó: foi a responsável pela construção do **Parlatório do presídio Elizabeth Sá Rego no Complexo Penitenciário de Gericinó**, zona oeste do Rio de Janeiro, o novo espaço tem capacidade para 120 vagas regulares e mais 30 para visitas entre os presos. Não é a primeira vez que a unidade utiliza tijolos ecológicos em construções no interior do presídio. No ano passado, a **Escola Estadual de Ensino Supletivo**

Padre Bruno Trombeta, localizada no interior da unidade, foi totalmente construída com os tijolos produzidos na penitenciária industrial do cárcere, com a mão-de-obra de 30 internos que cumprem pena em Bangu 5. Na ocasião, a construção da escola em uma unidade de regime provisório foi inédita no sistema carcerário do estado e faz parte de projeto político-pedagógico que prevê, entre outros itens, a construção de mais escolas em prisões estaduais. O projeto foi realizado em parceria com o Ministério da Justiça e a Unesco (Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura).

Usina de Produção de Elementos Construtivos com Solo cimento Automática em Rondônia, a primeira Usina de Produção nesta categoria foi inaugurada em Rondônia, com recursos do Ministério do Trabalho e Emprego (MTE), no valor de R\$ 332.098, para a compra de equipamentos. A usina faz parte do Projeto Habitacional Plante uma Árvore, do programa crédito solidário do Ministério das Cidades. A usina é responsável pela fabricação de tijolos e bloquetes ecológicos para a construção de casas populares ecológicas em 19 municípios do estado, beneficiando, nessa primeira fase, 2.240 famílias. Essas famílias se uniram em cooperativa e ficaram encarregadas da construção das casas e fabricação dos tijolos.

Projeto Cajuru em Sacramento, o objetivo do projeto era de reduzir o déficit habitacional em Sacramento e que as próprias famílias construíssem as suas casas, garantindo renda e integração social. Conseguiu-se, a partir do regime construtivo de mutirão, e com a utilização de tijolos prensados de solo-cimento, promover a organização e a participação dos beneficiários, reduzir em 34% o custo final da unidade habitacional, comparado ao custo da construção convencional, sem maiores impactos ambientais.



Figura 25 : Sistema de mutirões realizado
Fonte : www.caixa.com.br

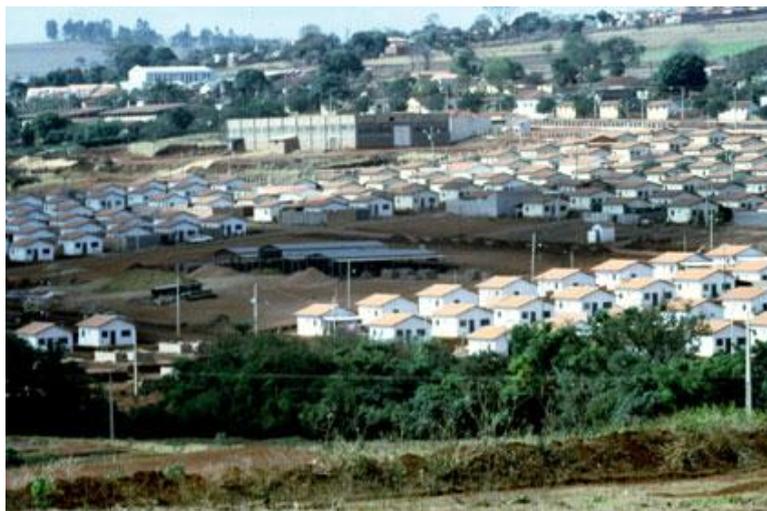


Figura 26 :Vista aérea do conjunto Cajuru
Fonte : www.caixa.com.br

O projeto já atendeu cerca de 1.484 pessoas que moram nas 370 casas prontas, alcançando 92,5% da meta proposta para essa primeira etapa do Projeto CAJURU, e proporcionou oportunidade de trabalho para 45 pessoas em situação de vulnerabilidade social, como presos em regime semi-aberto e dependentes químicos, que recebem pelo trabalho um salário mínimo e uma cesta básica por mês e, no caso dos detentos, redução da pena. Por fim o projeto ainda foi o ganhador do Premio CAIXA Melhores Práticas em Gestão Global 2009/2010.

5.2 LOCALIZAÇÃO DO PROJETO DE IMPLANTAÇÃO DA FÁBRICA

A localização da Fábrica de produção de tijolo de solo cimento é de fundamental importância para o sucesso do projeto, devendo-se levar em consideração ainda as questões sociais e econômicas da região na sua implantação.

A fábrica que foi projeto nesta monografia se localizará na rodovia Duca Serra, entre as alas masculina e feminina do Instituto de Administração Penitenciária do Estado do Amapá - IAPEN, por conta de sua localização estratégica, a qual tem acesso direto a outros municípios, como Santana, Mazagão, Porto Grande, Ferreira Gomes, Calçoene, Oiapoque, Laranjal do Jarí, entre outros, por conta da sua facilidade de escoamento. Seu terreno favorece a sua implantação por ser bastante argiloso, podendo ser utilizado inclusive como componente da produção, ele consiste em uma área de 2.505,75 m².



Figura 27 : Locação da fábrica
Fonte : Google Earth

Segundo o Plano Diretor da Cidade de Macapá e a lei complementar 029/2004 - do uso e ocupação do solo do Município de Macapá, o terreno se localiza setorizado no Setor Misto 4 (SM4), que segundo as suas atribuições de diretrizes (SM1) só é permitido o seu uso para atividades comerciais e de serviços compatibilizados com o uso residencial; atividades controladas de comércios e serviços especializados. Assim sendo, a sua implantação estará bem aferida a lei municipal.

Outro fator que é favorável a implantação do projeto nesta área, se dá por conta da proximidade da mão de obra que seria utilizada, a carcerária. Pois, se fosse mais distante do Instituto Penitenciário, teria que haver um maior cuidado com os apenados por contas de fugas.

5.3 ESTRUTURAÇÃO DA FÁBRICA DE TIJOLO DE SOLO CIMENTO

A fábrica de tijolo modular de solo cimento diferencia-se em sua estrutura de uma fábrica de tijolo convencional, de maneira que a primeira não necessita de forno para queima de combustíveis, e sua estocagem diferenciada por possuir um sistema de umidificação do estoque, enquanto a segunda por sua vez necessita de queima de combustíveis, e seu estoque é simples necessitando apenas de um galpão.

5.4 EQUIPAMENTOS NECESSÁRIOS A FÁBRICA

Para a produção do produto, em nível de patrimônio de Estado foi pensada a instalação de equipamentos automáticos sugeridos pela Indústria Ecomáquinas estes são:

- Eco Premium 2600 CH/MA - Prensa
- Eco PE 14 – Peneira elétrica
- Eco MIX 250 R\$ 14.231,00 – Misturador homogeneizador
- Eco TES/C (6m) 02 ITENS – Esteira transportadora
- Eco TES/C (3m) – Esteira transportadora
- Eco LHS 10 – Liquador homogeneizador



Figura 28 – Esquema de disposição dos equipamentos– Perspectiva
Fonte: Ecomáquinas – 2011

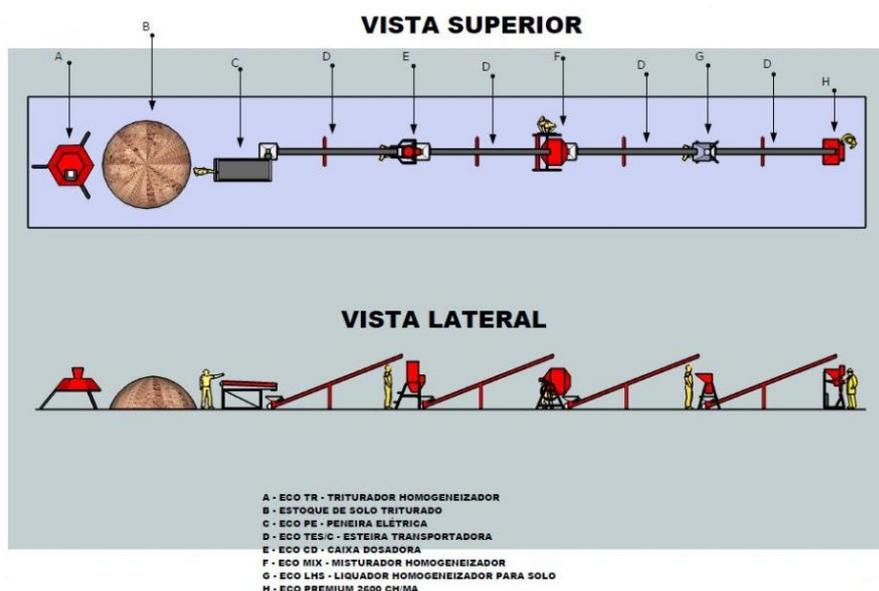


Figura 29– Esquema de disposição dos equipamentos – Vistas Superior e Lateral.
Fonte: Ecomáquinas – 2011

Além destas máquinas o processo de fabricação necessitará de no mínimo 4 pás, 4 enxadas, 2 carrinhos de mão. E para a área administrativa, precisará de 3 computadores ambos com internet, 1 (uma) impressora e 3 telefone/fax, além dos móveis e materiais de expediente.

5.5 MÃO DE OBRA DA FÁBRICA

A fábrica acarretará uma estrutura onde haverá 5 operários responsáveis pelo manuseio das máquinas, no mínimo 2 operários para desembarcar a matéria-prima dos caminhões, 2 motoristas (1 para o caminhão responsável pela matéria-prima e outro responsável pelo transportes dos tijolos), 2 operários para o empilhamento dos tijolos, 1 responsável por regar os tijolos ajudando na cura dos mesmos, e no mínimo 2 operários responsáveis pelo despacho dos tijolos nos caminhões. Ou seja, deve haver no mínimo 14 operários relacionados diretamente na produção do tijolo modular. Fora estes, haverá a necessidade de agentes penitenciários, fiscalizando a mão-de-obra e o comportamento dos operários já que se trata de mão-de-obra de apenados para tal processo, 1 diretor administrativo, um coordenador encarregado pela organização no interior da fábrica e finalmente um técnico especializado para dar as devidas orientações.

5.5.1 Mão de Obra Carcerária

Pensando na economia do Estado, seria viável pensar em uma mão-de-obra de baixo custo, idéia de associar economia ao desenvolvimento social utilizando mão-de-obra carcerária.

Atualmente, não só no Estado do Amapá como em todo o Brasil, os complexos penitenciários, são enxergados como um verdadeiro depósito de pessoas que impregna a ociosidade aos detentos, sendo que a maioria cumpre pena sem atividade produtiva.

O projeto de usar a mão-de-obra de detentos para a fabricação dos tijolos ecológicos consiste na idéia de construir uma fábrica próxima ao Instituto de Administração Penitenciário do Estado (IAPEN), processo o qual traria algo aos detentos aprenderem e gastarem seu tempo com maior utilidade.

Experiências como esta já foram aprovadas pelo Brasil, como revela o detento José Adilson Ferreira do Complexo Penitenciário de Bangu – Zona Oeste do Rio de Janeiro – o qual já tem experiência no projeto: “O trabalho é bom porque você trabalhando, você ta livre de confusões e a mente vazia é oficina do diabo”.



Figura 30: Detentos operários da fábrica do complexo penitenciário de Bangu
Fonte: Globo News – 2004

Por se tratar de mão de obra prisional é necessário seguir algumas exigências da Lei de Execuções Penais (LEP):

- A cada três dias de trabalho dos detentos selecionados serão correspondentes a um dia a menos na sua pena;
- O trabalho do preso não está sujeito ao regime da consolidação das leis do trabalho;
- A jornada normal de trabalho não será inferior a seis horas nem superior a oito horas, com descanso nos domingos e feriados;
- Só os presos a mais tempo e com bom comportamento serão aptos ao trabalho;
- Cada detento operário terá direito a uma remuneração igual ou superior a $\frac{3}{4}$ de um salário mínimo;
- Os operários que mais que mais se destacarem poderão ganhar um certificado da Universidade Federal do Amapá.

Assim, esses detentos irão adquirir um melhor comportamento, ocupando suas mentes com o trabalho, a exemplo disso existem outros detentos que desempenharam as mesmas atividades em projetos similares em todo o Brasil, sendo que parcela destes já saiu com garantia de emprego, geralmente no setor de

construção civil. Como cita o Engenheiro e docente da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ) desenvolvedor da tecnologia do tijolo de solo-cimento Francisco Casanova: “Eles aprendem a fazer alguma coisa e sobe a alto-estima” (Fonte: Globo News – 2004).

5.6 GESTÃO DA FÁBRICA

Para que a fábrica possa desenvolver as suas atividades com êxito torna-se necessário uma gestão que tenha compromisso com os objetivos elencados a ela , neste caso deve-se considerar que esta seja patrimônio do Estado do Amapá, caso contrário, seria muita imprudência apontar valores exatos sobre o custo de uma edificação, pois correr-se-ia o risco de surgirem comparações diretas entre realidades distintas, principalmente porque o Estado até então não tem experiência com esse tipo de material e muito menos pessoas comprometidas com tal tecnologia. Além disso, o orçamento final envolve muito mais do que apenas o custo de materiais, envolve neste caso o custo de produção do tijolo, ponto mais relevante no que tange a diminuição do custo final da obra.

6 COMPARATIVO DE CUSTOS DE UMA HABITAÇÃO POPULAR CONVENCIONAL COM UMA HABITAÇÃO POPULAR FEITA COM TIJOLO DE SOLO CIMENTO

Para compor custos de uma habitação feita com tijolos de solo cimento deve-se considerar as seguintes condições:

- O custo reduzido com a matéria prima base (o solo), por este já se encontrar abundantemente *in loco*.
- A utilização de mão de obra barata, por não necessitar de nenhum grande técnico para realizar os serviços, podendo ser inclusive o proprietário da casa.
- A diminuição com massas para acabamentos da alvenaria
- O tempo de execução da obra

Assim pode-se avaliar de antemão o quanto o sistema construtivo modular de solo cimento pode reduzir custos.

Mas para uma análise mais completa sobre os custos de uma habitação popular, produziu-se o orçamento da proposta arquitetônica comumente executadas nos programas habitacionais operados pela Caixa Econômica Federal (ver Figura 33, Figura 34, Figura 35, Figura 36, Figura 37), tanto do tijolo convencional quanto no tijolo de solo cimento

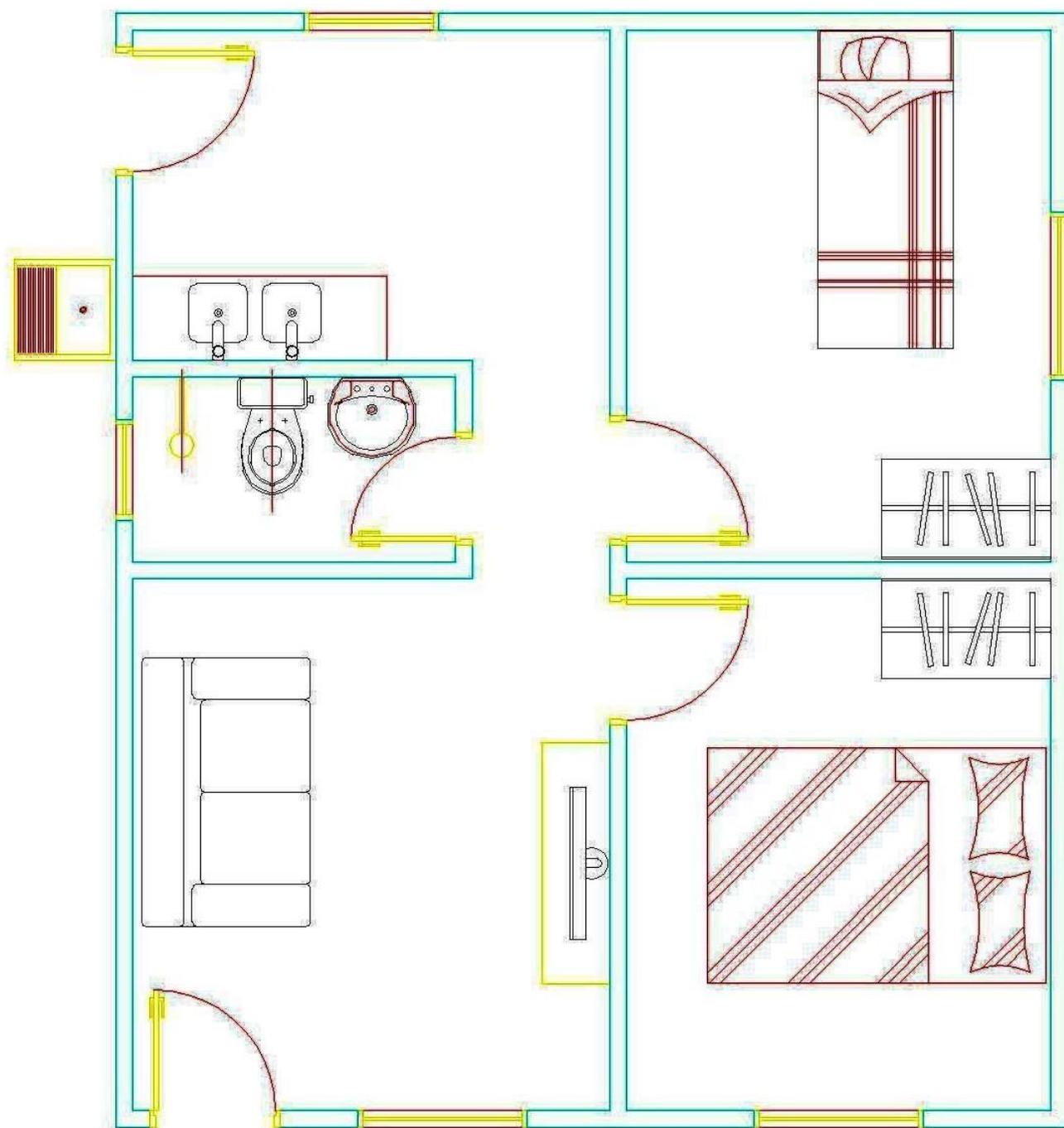


Figura 31 – Planta baixa com Layout
Fonte : Caixa Econômica Federal

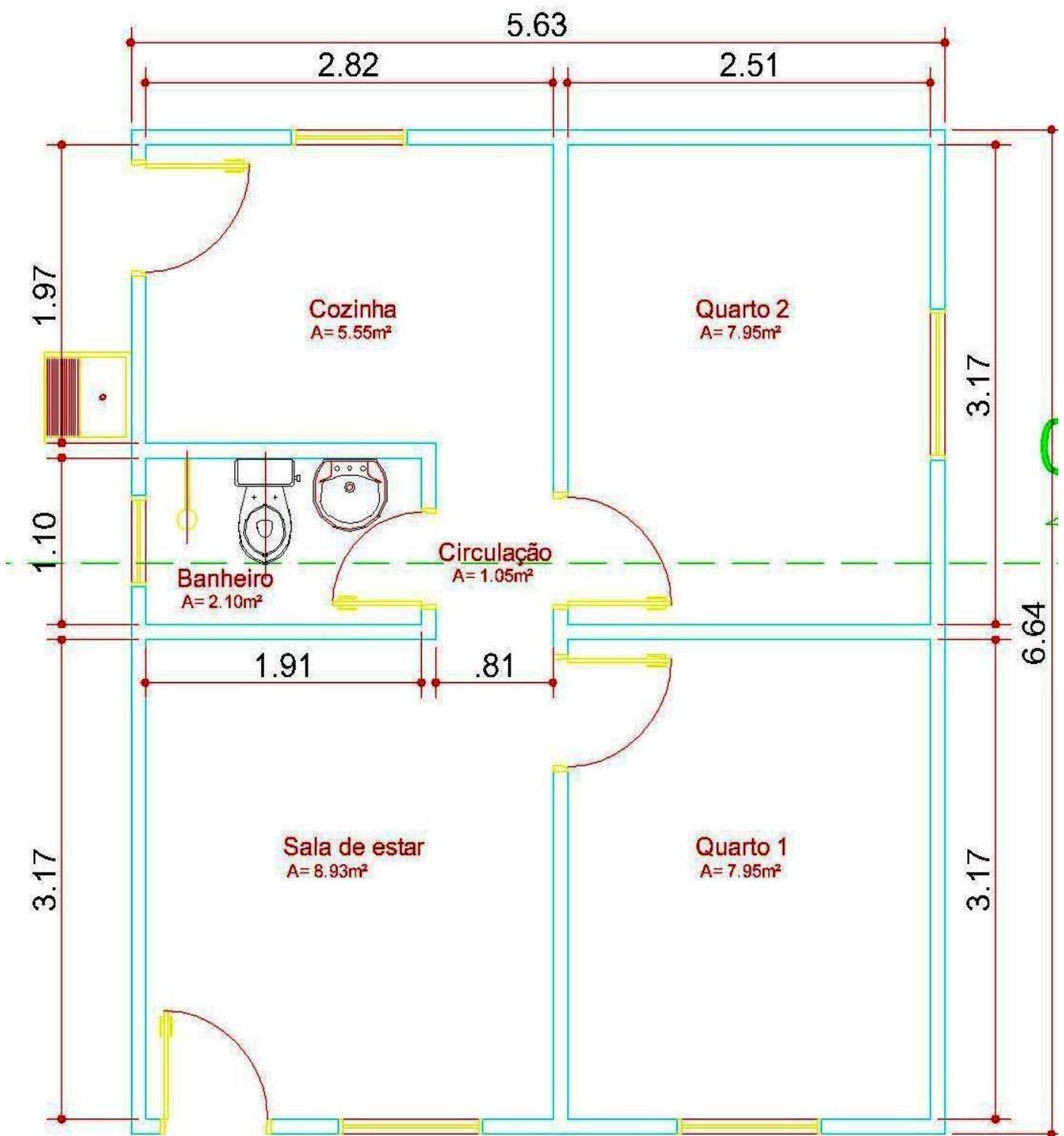


Figura 32 – Planta baixa com respectivas áreas
 Fonte : Caixa Econômica Federal

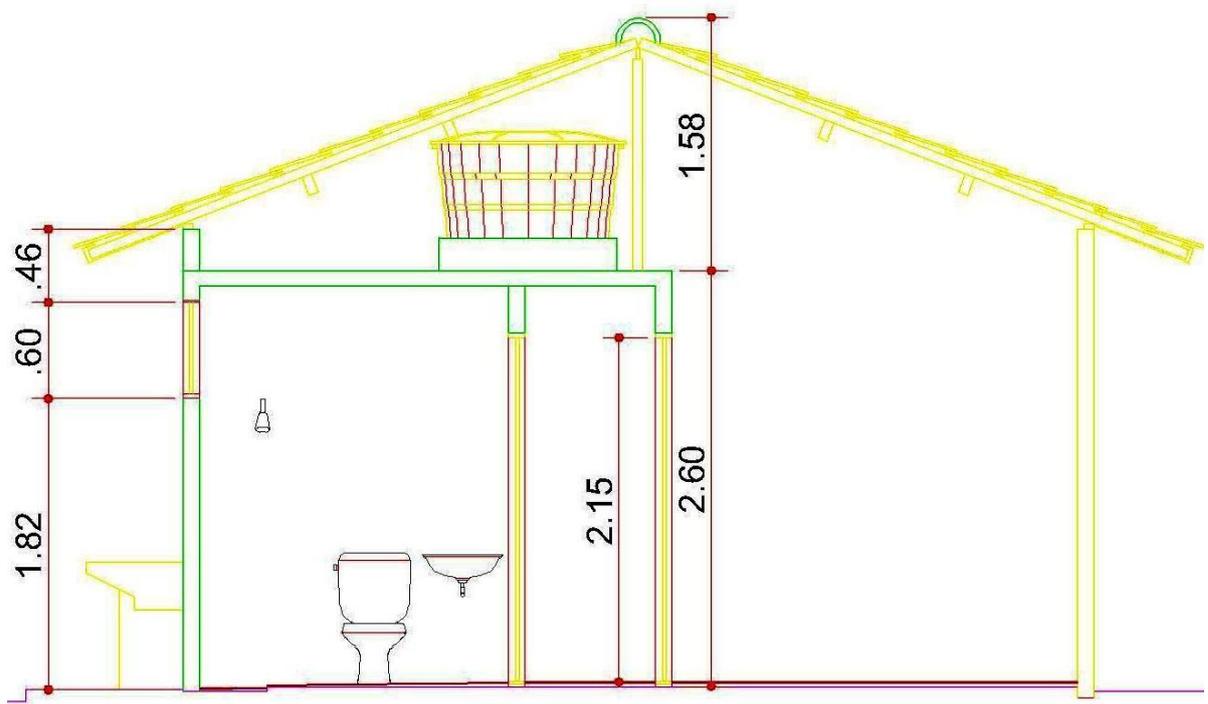


Figura 33 – Corte Transversal
 Fonte : Caixa Econômica Federal

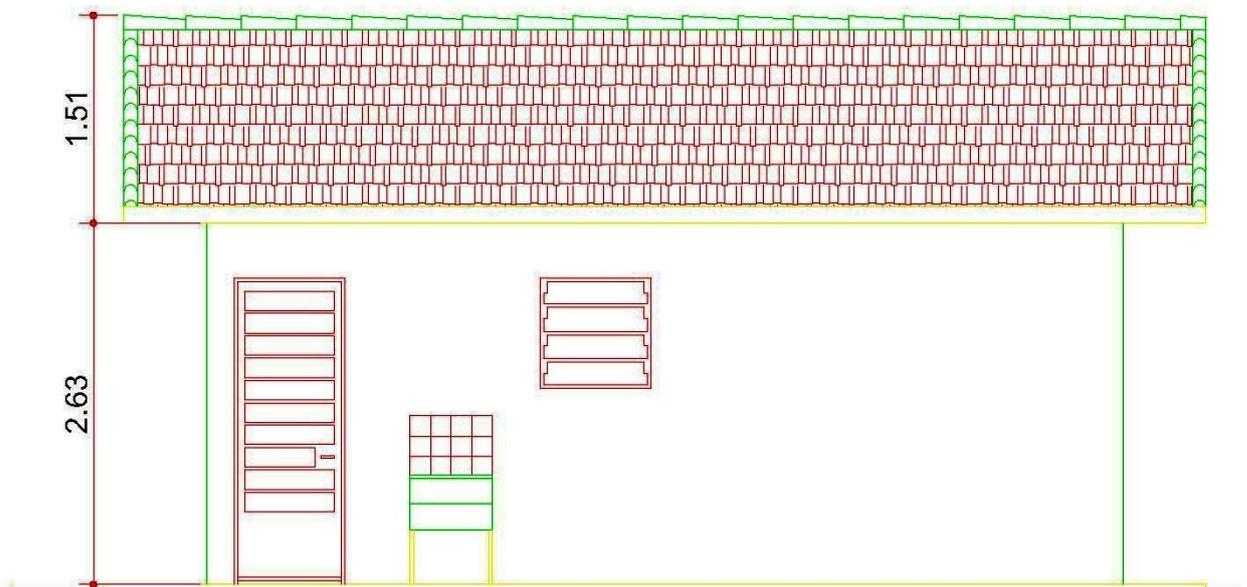


Figura 34 – Corte Longitudinal
 Fonte : Caixa Econômica Federal

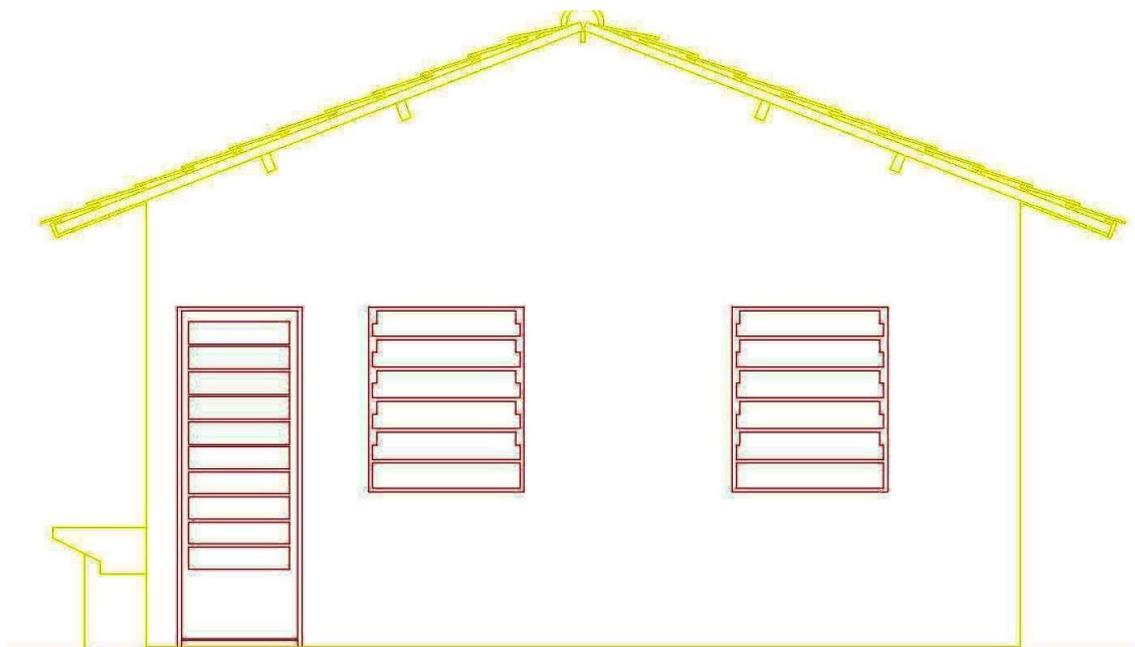


Figura 35 – Fachada Frontal
Fonte : Caixa Econômica Federal

Conforme as plantas apresentadas, a casa em estudo possui os seguintes ambientes: sala, dois quartos, banheiro e cozinha, com área total de 37,38m².

Foi feito então o primeiro orçamento (Anexo II), utilizando sistemas construtivos tradicionais, com base nas especificações e métodos construtivos da CEF – CAIXA ECONÔMICA FEDERAL e nos preços unitários da SINAPI - SISTEMA NACIONAL DE PESQUISA DE CUSTOS E ÍNDICES DA CONSTRUÇÃO CIVIL (versão referente ao mês 09/2011). As especificações básicas da casa para esse orçamento são as seguintes:

- Fundação: Alvenaria de embasamento de pedra argamassada (0,40 x 0,25m) e baldrame de alvenaria de tijolo furado;
- Contra-Piso: Regularização de base com argamassa de cimento e areia, traço 1:4, espessura de 3cm;
- Piso: Piso cimentado com argamassa de cimento e areia, traço 1:4, espessura de 1,5cm;
- Alvenaria: Tijolo cerâmico furado 9x19x19cm esp. = 10 cm, com argamassa mista de cal hidratada;
- Instalações Hidro-sanitárias: Caixa d'água em fibra de vidro 500L, vaso e lavatório em louça branca, bancada de pia e tanque em mármore sintético, torneiras de plástico;

- Instalações Elétricas: Eletrodutos em PVC, disjuntores termo-magnéticos, condutores em cobre com isolamento 750V, tomadas e interruptores de embutir;
- Acabamento de Paredes: emboço desempenado e pintura a cal (3 demãos);
- Cobertura: laje pré-fabricada no banheiro, telhado com telhas cerâmicas comuns, linhas, caibros e ripas;
- Esquadrias: portas externas e internas do tipo Paraná, janelas tipo 2 folhas de abrir de madeira para vidro.

Para o segundo orçamento (Anexo III) foi utilizado o sistema construtivo modular de solo-cimento. As especificações básicas da casa para esse orçamento são as seguintes:

- Fundação: Alvenaria de embasamento de pedra argamassada (0,40 x 0,25m) e baldrame de alvenaria de solo-cimento;
- Contra-Piso: Regularização de base com argamassa de terra + água;
- Piso: Piso cimentado com argamassa de cimento e areia, traço 1:4, espessura de 1,5cm;
- Alvenaria: tijolo de solo-cimento de dimensões 12,50 x 25,00 x 7,50 cm assentados com filete de cola plástica;
- Instalações Hidro-sanitárias: Caixa d'água em fibra de vidro 500L, vaso e lavatório em louça branca, bancada de pia e tanque em mármore sintético, torneiras de plástico;
- Instalações Elétricas: Disjuntores termo-magnéticos, condutores em cobre com isolamento 750V, tomadas e interruptores de embutir;
- Acabamento de Paredes: Selador acrílico aplicado diretamente às paredes internas e externas;
- Coberta: laje pré-fabricada no banheiro, telhado com telhas cerâmicas comuns, linhas, caibros e ripas locais;
- Esquadrias: portas externas e internas do tipo Paraná, janelas tipo 2 folhas de abrir de madeira para vidro.

Conforme os Anexos II e III, o valor total do orçamento da casa tradicional é de R\$ 26.030,55 (vinte e seis mil e trinta reais e cinqüenta e cinco centavos), enquanto o valor total do orçamento da casa de tijolo modular de solo-cimento é de R\$ 17.936,75 (dezessete mil e novecentos e trinta e seis reais e setenta e cinco

centavos). A diferença nos valores é de R\$ 8.093,80 (oito mil e noventa e três reais e oitenta centavos), sendo devido aos seguintes fatores:

No item Fundações, a diferença nos valores deve-se à cinta de impermeabilização, utilizada na casa tradicional, mas não necessária na casa em tijolo de solo-cimento, por já existir duas fiadas de tijolo (baldrame), servindo de proteção contra a água proveniente da chuva.

No item Paredes e Painéis, a diferença nos valores deve-se notadamente à alvenaria, pois a utilização do tijolo cerâmico (casa tradicional) deixa o m² bem mais caro do que quando se utiliza o de solo-cimento. Isso se deve tanto pelo preço do material, pois nesse caso especificamente pode ser obtido no próprio local da construção, quanto pela mão-de-obra, pois é mais barata pelo fato do tijolo ser confeccionado pelos detentos e a execução ser bem mais rápida e simples. Além disso, é importante ressaltar que não se utiliza cimento como argamassa de assentamento, sendo utilizado apenas um filete de cola plástica, com exceção da primeira fiada.

A diferença nos valores do item verga e contraverga se deve principalmente ao fato destas serem suprimidas no projeto em função da cinta de amarração substituí as mesmas.

No item Coberta, neste caso pode existir ou não, poderá sim existir se for utilizado a mão de obra no regime de mutirão, caso contrário será o mesmo da convencional.

No item Instalações, a diferença nos valores deve-se ao custo de material e mão-de-obra, já que o embutimento das tubulações (rasgo na parede, desperdício de material e chumbamento) feito na alvenaria convencional é dispensado na alvenaria de solo-cimento, uma vez que nesta toda a fiação, no caso da elétrica, é embutida diretamente nos furos dos tijolo sem precisar inclusive de eletrodutos, bem como as instalações hidráulicas são embutidas também nos furos dos tijolos.

Como chumbamento no tijolo cerâmico utiliza-se argamassa de cimento, enquanto no solo-cimento é apenas encaixado. Com base em informações obtidas, a verba adotada para instalações no sistema modular de solo-cimento é bem menor que a do sistema construtivo convencional.

No item Revestimento, nota-se a enorme diferença de valores, devido unicamente pelo fato de não se utilizar cimento para a execução do chapisco,

emboço, e reboco das paredes e do teto. O revestimento feito utiliza somente algumas demãos de selador acrílico, deixando de forma opcional a pintura, e os itens mencionados imediatamente acima.

No item Pavimentação há certa equivalência nos dois sistemas, pois basicamente se usa piso e contrapiso em ambos.

Nesse estudo, para efeito de análise comparativa, na construção em tijolo modular de solo-cimento, foram utilizadas as mesmas especificações básicas de construções reconhecidas e aprovadas pela CEF, conforme o projeto apresentado. Por essa razão e pelo fato da mão-de-obra ser contratada, o custo da casa em tijolo de solo-cimento ainda ficou alto em relação ao que se poderia ser feito em regime de mutirão, onde o morador constrói sua própria moradia, uma vez que nesse sistema é possível já que não exige tanta qualificação profissional. Mas, apesar disso, ainda se conseguiu uma redução de mais de 30% do valor total em relação à casa tradicional.

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Constatou-se através desta monografia:

- As vantagens qualitativas e econômicas e do tijolo modular de solo cimento em relação ao tijolo cerâmico convencional;
- Diante da implantação do projeto no Instituto de Administração Penitenciário do Amapá (IAPEN), percebeu-se a grande relevância deste para os apenados e para a sociedade, tendo em vista a sua reinserção social e qualificação profissional.
- A grande vantagem para o meio ambiente, uma vez que através dessa nova tecnologia é possível se obter um uso racional dos recursos naturais, evitando ainda a emissão de gases poluentes à atmosfera, pois para fabricação deste não se faz necessário a queima de nenhum tipo de combustível.
- Que com o conhecimento dessa nova tecnologia, pode-se nortear uma solução para as questões referentes aos custos de uma habitação popular.
- Com a implantação da fábrica de tijolo modular de solo cimento, implicara em melhoras as questões referentes a infra-estrutura , e déficit habitacional do Estado do Amapá.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CIMENTO PORTLAND- ABCP. **Construção de paredes monolíticas com solo-cimento compactado**. Boletim Técnico 110. ABCP, Brasil, 1998
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CIMENTO PORTLAND- ABCP. **Casas de paredes de solo-cimento**. Boletim Informativo da ABCP 54. Brasil, 1948.
- ALEXANDRIA, S. S.; LOPES, W. G. R. **A terra na construção civil: edificações de adobe no município de Pedro II**. PIAUÍ. Brasil - Fortaleza, CE. 2008. 10 p.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. (1984) NBR 8491 – **Tijolo maciço de solo-cimento: especificação**. Rio de Janeiro.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. (1984) NBR 8492 – **Tijolo maciço de solo-cimento: determinação da resistência a compressão e da absorção de água**. Método de ensaio. Rio de Janeiro.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. (1996) NBR 13553 – **Materiais para emprego em paredes monolíticas de solo-cimento sem função estrutural**. Rio de Janeiro.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. (1996) NBR 13554 – **Solo cimento: durabilidade por molhagem e secagem**. Método de ensino.
- CASTRO, C. O. **A habitabilidade urbana como referencial para a gestão de ocupações irregulares**. 2007. Dissertação (Mestrado em Gestão Urbana) – Centro de Ciências Exatas e de Tecnologia, Universidade Católica do Paraná, Curitiba.
- Catalogo SAHARA : Tecnologia, Maquinas e Equipamentos LTDA . Brick 2001. **O tijolo ecológico e o sistema construtivo modular** , Sahara , São Paulo , 2001,38p.

- FARREMBERG, Maria Lúcia Afonso . **Manual para Fabricação de tijolos de solo cimento**. São Paulo, CESP, Serie Divulgação e Informação ,043,1986.
- FUNDAÇÃO JOÃO PINHEIRO (Belo Horizonte, MG). **Déficit Habitacional Brasil 2006**. Belo Horizonte, 2008. p. 20.
- INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO-IPT. **Utilização de blocos de solo-cimento na construção de habitações**. São Paulo, IPT , Relatório 14.120 – IPT,1980.
- LORENZETTI, M. S. B. **A questão habitacional no Brasil**. Brasília – DF, julho/2001. p. 07-09.
- SILVA, C. G. T. **Conceitos e Preconceitos relativos às Construções em Terra Crua**. 2000.Dissertação (Mestrado em saúde pública) – Escola Nacional de Saúde Pública, Fundação Oswaldo Cruz, Rio de Janeiro.

SITES

- www.aedificandi.com.br/.../1_artigo_tijolos_solo_cimento.pdf, acessado dia 11/09/2011
- www.scielo.br/pdf/rbeaa/v12n2/v12n02a14.pdf, acessado dia 16/09/2011
- www.tijol-eco.com.br/faq.html, acessado dia 20/09/2011
- engenhariacivilestudantes.blogspot.com/2008/11/artigo-tijolos-de-solo-cimento-com.html, acessado em 25/09/2011
- www.caixamelhorespraticas.com.br/praticas/projeto-cajuru, acessado dia 27/09/2011
- www.ceplac.gov.br/radar/semfaz/solocimento.htm, acessado dia 10/10/2011
- www.sahara.com.br, acessado dia 19/10/2011
- www.revistatechne.com.br/engenharia-civil/113/artigo31818-1.asp, acessado dia 26/10/2011
- pt.scribd.com/doc/3107168, acessado dia 29/10/2011
- tijoloecologico.wordpress.com/o-projeto. acessado dia 3/11/2011
- www.youtube.com/watch?v=glcxHRk8VTY, acessado dia 05/11/2011

ANEXOS

Anexo I-ORÇAMENTO DE UMA HABITAÇÃO POPULAR TRADICIONAL

Anexo II-ORÇAMENTO DE UMA HABITAÇÃO POPULAR FEITA COM SOLO
CIMENTO

ANEXO I - ORÇAMENTO DE UMA HABITAÇÃO POPULAR TRADICIONAL

ITEM	DESCRIÇÃO	UNID.	QUANT.	VALOR UNIT.	VALOR TOTAL
1.0	SERVIÇOS PRELIMINARES				R\$ 438,66
1.1	Raspagem e limpeza do terreno	m ²	150,00	R\$ 1,71	
1.2	Locação da obra com gabarito de madeira	m ²	36,84	R\$ 4,95	
2.0	FUNDAÇÕES				R\$ 2.065,31
2.1	Escavação manual campo aberto em terra até 2m	m ³	3,71	R\$ 17,08	
2.2	Reaterro com compactação manual	m ³	3,71	R\$ 9,68	
2.3	Alvenaria de embasamento de pedra argamassada	m ³	3,79	R\$ 256,45	
2.4	Baldrame de alvenaria tijolo furado	m ²	1,51	R\$ 239,57	
2.5	Cinta de impermeabilização	m	30,42	R\$ 20,75	
3.0	ESTRUTURA				R\$ 973,08
3.1	Laje pré-fabricada p/ fôrro - vão até 4m	m ²	3,83	R\$ 58,55	
3.2	Viga de travamento (fôrma) c/ reaproveitamento	m ²	11,41	R\$ 43,13	
3.3	Viga de travamento (armadura) CA60 5.0mm	kg	11,71	R\$ 6,94	
3.4	Viga de travamento (concreto) 20MPa	m ³	0,51	R\$ 344,07	
4.0	PAREDES E PAINÉIS				R\$ 2.946,40
4.1	Alvenaria de tijolo cerâmico 9x19x19cm	m ²	94,79	R\$ 29,50	
4.2	Verga e contra-verga de concreto armado, 20MPa, 2 barras de ferro 5.0mm	m	13,60	R\$ 11,04	
5.0	ESQUADRIAS				R\$ 3.209,33
5.1	Porta tipo Paraná 0,80x2,10m completa	unid	2,00	R\$ 341,94	
5.2	Porta tipo Paraná 0,70x2,10m completa	unid	2,00	R\$ 334,89	
5.3	Porta tipo Paraná 0,60x2,10m completa	unid	1,00	R\$ 334,03	
5.4	Janela de abrir, 2 folhas de madeira, para vidro, 1,00x1,20m	m ²	3,60	R\$ 346,03	
5.5	Esquadria de ferro tipo basculante c/ vidro 0,80x0,80m	m ²	0,64	R\$ 275,95	
5.6	Esquadria de ferro tipo basculante c/ vidro 0,60x0,60m	m ²	0,36	R\$ 275,95	
6.0	COBERTURA				R\$ 4.764,30
6.1	Madeiramento p/ telha cerâmica (ripa, caibro, linha)	m ²	50,02	R\$ 51,83	
6.2	Coberta de telha cerâmica colonial	m ²	50,02	R\$ 43,42	
7.0	INSTALAÇÕES				R\$ 6.195,00
7.1	Instalações Elétricas	vb	1,05	R\$ 2.700	
7.2	Instalações Hidro-sanitárias	vb	1,05	R\$ 3.200	
8.0	REVESTIMENTO				R\$ 2.425,38
8.1	Chapisco, traço 1:3, esp. 5mm	m ²	206,06	R\$ 2,86	
8.2	Chapisco p/ teto, traço 1:3, esp. 5mm	m ²	3,83	R\$ 5,23	
8.3	Reboco Arg. de Cimento e Areia, traço 1:4	m ²	206,06	R\$ 8,64	
8.4	Reboco p/ teto Arg. Cal e Areia, traço 1:3	m ²	3,83	R\$ 10,11	

9.0	PAVIMENTAÇÃO				R\$ 1.695,92
9.1	Lastro de concreto não estrutural sarrafeado p/ contrapiso, e=6cm	m ³	2,01	R\$ 203,26	
9.2	Calçada de proteção em cimentado c/ base de concreto L=0,60m	m ²	16,06	R\$ 25,41	
9.3	Piso cimentado liso c/ argamassa de cimento e areia, traço 1:4, esp=1,5cm	m ²	33,78	R\$ 26,03	
10.0	PINTURA				R\$ 1.271,75
10.1	Pintura interna e externa a cal 3 demãos	m ²	209,89	R\$ 5,13	
10.2	Esmalte fosco duas demãos em esquadrias de Madeira, incluso aparelhameto com fundo nivelador branco fosco	m ²	22,32	R\$ 12,77	
11.0	SERVIÇOS FINAIS				R\$ 42,42
11.1	Limpeza geral da obra	m ²	46,11	R\$ 0,92	
				VALOR TOTAL	R\$ 26.030,55

ANEXO II -ORÇAMENTO DE UMA HABITAÇÃO POPULAR FEITA COM TIJOLOS DE SOLO CIMENTO					
ITEM	DESCRIÇÃO	UNID.	QUANT.	VALOR UNIT.	VALOR TOTAL
1.0	SERVIÇOS PRELIMINARES				R\$ 438,66
1.1	Raspagem e limpeza do terreno	m ²	150,00	R\$ 1,71	
1.2	Locação da obra com gabarito de madeira	m ²	36,84	R\$ 4,95	
2.0	FUNDAÇÕES				R\$ 1.343,55
2.1	Escavação manual campo aberto em terra até 2m	m ³	3,71	R\$ 17,08	
2.2	Reaterro com compactação manual	m ³	3,71	R\$ 9,68	
2.3	Alvenaria de embasamento de pedra argamassada	m ³	3,79	R\$ 256,45	
2.4	Baldrame de alvenaria de tijolo de solo-cimento	m ²	1,51	R\$ 179,6	
3.0	ESTRUTURA				R\$ 350,84
3.1	Laje pré-fabricada p/ fôrro - vão até 4m	m ²	3,83	R\$ 58,55	
3.2	Viga de travamento (fôrma) c/ reaproveitamento	m ²	Zero	Zero	
3.3	Viga de travamento (armadura) CA60 5.0mm	kg	5,85	R\$ 6,94	
3.4	Cinta de amarração (concreto) 20MPa	m ³	0,25	R\$ 344,07	
4.0	PAREDES E PAINÉIS				R\$ 1.310,80
4.1	Alvenaria de tijolo de solo-cimento	m ²	94,79	R\$ 13,30	
4.2	Verga e contra-verga de concreto armado, 20MPa, 2 barras de ferro 5.0mm	m	Substituídas pela cinta de amarração	R\$ 0,00	
5.0	ESQUADRIAS				R\$ 3.209,33
5.1	Porta tipo Paraná 0,80x2,10m completa	unid	2,00	R\$ 341,94	
5.2	Porta tipo Paraná 0,70x2,10m completa	unid	2,00	R\$ 334,89	
5.3	Porta tipo Paraná 0,60x2,10m completa	unid	1,00	R\$ 334,03	
5.4	Janela de abrir, 2 folhas de madeira, para vidro, 1,00x1,20m	m ²	3,60	R\$ 346,03	
5.5	Esquadria de ferro tipo basculante c/ vidro 0,80x0,80m	m ²	0,64	R\$ 275,95	
5.6	Esquadria de ferro tipo basculante c/ vidro 0,60x0,60m	m ²	0,36	R\$ 275,95	
6.0	COBERTURA				R\$ 4.764,30
6.1	Madeiramento p/ telha cerâmica (ripa, caibro, linha)	m ²	50,02	R\$ 51,83	
6.2	Coberta de telha cerâmica colonial	m ²	50,02	R\$ 43,42	
7.0	INSTALAÇÕES				R\$ 4.200,00
7.1	Instalações Elétricas	vb	1,05	R\$ 1.800	
7.2	Instalações Hidro-sanitárias	vb	1,05	R\$ 2.200	
8.0	REVESTIMENTO				R\$ 0,00
8.1	Chapisco, traço 1:3, esp. 5mm	m ²	Zero	R\$ 0,00	
8.2	Chapisco p/ teto, traço 1:3, esp. 5mm	m ²	Zero	R\$ 0,00	

8.3	Reboco Arg. de Cimento e Areia, traço 1:4	m ²	Zero	R\$ 0,00	
8.4	Reboco p/ teto Arg. Cal e Areia, traço 1:3	m ²	Zero	R\$ 0,00	
9.0	PAVIMENTAÇÃO				R\$ 1.695,92
9.1	Lastro de concreto não estrutural sarrafeado p/ contrapiso, e=6cm	m ³	2,01	R\$ 203,26	
9.2	Calçada de proteção em cimentado c/ base de concreto L=0,60m	m ²	16,06	R\$ 25,41	
9.3	Piso cimentado liso c/ argamassa de cimento e areia, traço 1:4, esp=1,5cm	m ²	33,78	R\$ 26,03	
10.0	PINTURA				R\$ 623,37
10.1	Pintura interna e externa apenas com selador acrílico	m ²	209,89	R\$ 2,97	
11.0	SERVIÇOS FINAIS				R\$ 0,00
11.1	Limpeza geral da obra	m ²	46,11	R\$ 0,00	
				VALOR TOTAL	R\$ 17.936,75



UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAPÁ
CAMPUS UNIVERSITÁRIO DE SANTANA
CURSO DE ARQUITETURA E URBANISMO

**IMPLANTAÇÃO DE UMA FÁBRICA DE TIJOLO MODULAR DE SOLO CIMENTO
VOLTADA A CONSTRUÇÕES DE HABITAÇÕES POULARES NO ESTADO DO
AMAPÁ**

VOLUME II

ALLAN CARLOS SOUZA DE FREITAS
LEONARDO SANTANA DE SOUZA JUNIOR
MARCELO DOS SANTOS RODRIGUES

SANTANA-AP
2011



UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAPÁ
CAMPUS UNIVERSITÁRIO DE SANTANA
CURSO DE ARQUITETURA E URBANISMO

ALLAN CARLOS SOUZA DE FREITAS
LEONARDO SANTANA DE SOUZA JUNIOR
MARCELO DOS SANTOS RODRIGUES

**IMPLANTAÇÃO DE UMA FÁBRICA DE TIJOLO MODULAR DE SOLO CIMENTO
VOLTADA A CONSTRUÇÕES DE HABITAÇÕES POULARES NO ESTADO DO
AMAPÁ**

VOLUME II

Monografia submetida à Coordenação do Curso de Arquitetura e Urbanismo da Universidade Federal do Amapá, como requisito para obtenção do grau de Arquiteto e Urbanista.

Orientador: Prof. Jair José dos Santos Gomes

Co-Orientador: Prof. Oscarito Antunes do Nascimento

SANTANA-AP
2011

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Biblioteca Central da Universidade Federal do Amapá

Freitas, Allan Carlos Souza

Implantação de uma fábrica de tijolo modular de solo cimento voltada a construções de habitações populares no Estado do Amapá / Allan Carlos Souza de Freitas, Marcelo dos Santos Rodrigues, Leonardo Santana de Souza Junior; orientador Jair José dos Santos Gomes. Santana, 2011.

59 p.

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) – Fundação Universidade Federal do Amapá, Coordenação do Curso de Bacharelado em Arquitetura e Urbanismo.

1. Habitação – Aspectos sociais. 2. Habitação popular – Macapá(AP). 3.Arquitetura de habitação – Macapá(AP). 4. Planejamento urbano. I. Rodrigues, Marcelo dos Santos. II. Souza Junior, Leonardo Santana de. III. Gomes, Jair José dos Santos. (orient.). IV. Fundação Universidade Federal do Amapá. V. Título.

CDD. 22.ed. 728.1098116

**IMPLANTAÇÃO DE UMA FÁBRICA DE TIJOLO MODULAR DE SOLO CIMENTO
VOLTADA A CONSTRUÇÕES DE HABITAÇÕES POULARES NO ESTADO DO
AMAPÁ**

**Trabalho de conclusão de curso defendido e aprovado em sua forma final
pelo professor orientador e pelos membros da banca examinadora.**

Trabalho apresentado no Curso de Arquitetura e Urbanismo da Universidade
Federal do Amapá, para obtenção do título de Bacharel em Arquitetura e Urbanismo,
sob a orientação do Prof. Msc. Jair Jose dos Santos Gomes

BANCA EXAMINADORA:

Prof. Eng^o Msc. Jair Jose dos Santos Gomes

Prof. Eng^o. Jamil Jose Salim Neto

Prof. Arq^o. Marcos Eduardo Teixeira Monteiro

SANTANA-AP
NOVEMBRO/2011

VOLUME I

SUMÁRIO

	Página
INTRODUÇÃO	12
1.1 FORMULAÇÃO DA QUESTÃO DE ESTUDO.....	15
1.2 OBJETIVOS.....	15
1.2.1 Objetivo geral.....	15
1.2.2 Objetivos específicos.....	15
1.3 SISTEMATIZAÇÃO DO TRABALHO.....	15
FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	17
2.1 O HISTÓRICO DA CONSTRUÇÃO COM TERRA.....	17
2.2 MATERIAIS MAIS UTILIZADOS COMO ALVENARIA ATUALMENTE..	19
2.2.1 Tijolo de barro (Cerâmica).....	19
2.2.2 Blocos de concreto.....	20
PROPOSTA INOVADORA	21
3.1 TIJOLOS DE SOLO CIMENTO.....	21
3.2 Composição do solo do solo cimento	21
3.2.1 Solo.....	22
3.2.1.1- <i>Ensaio de Retração</i>	24
3.2.1.2- <i>Ensaio de Cordão</i>	25
3.2.1.3- <i>Ensaio de Fita</i>	26
3.2.2- Cimento.....	28
3.2.3- Água.....	29
3.3- Preparação da Mistura.....	29
3.4- Fabricação da Peça.....	30
3.5-O Tempo de Cura.....	30
SISTEMA CONSTRUTIVO MODULAR	31
4.1-Sistema Modular em Alvenarias.....	31
4.1.1 Material ecologicamente correto.....	31
4.2- Processo Executivo.....	33
PROJETO E IMPLANTAÇÃO DA FÁBRICA DE TIJOLO	37
5.1 Projetos implantados no Brasil.....	37
5.2-Localização do Projeto de implantação da Fábrica.....	39
5.3- A Estrutura da Fábrica de tijolo de Solo Cimento.....	40

	Página
5.4 Equipamentos necessários a fábrica.....	41
5.5 Mão de obra da fábrica.....	42
5.5.1 Mão de obra carcerária.....	42
5.6 Gestão da fábrica.....	44
COMPARATIVO DE CUSTO DE UMA HABITAÇÃO POPULAR CONVENCIONAL COM UMA HABITAÇÃO POPULAR FEITA COM TIJOLO DE SOLO CIMENTO.....	44
CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	52
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	53
ANEXOS.....	55

VOLUME II

	Página
MEMORIAL JUSTIFICATIVO BÁSICO.....	6
1.1 Aspectos relacionados a legislação	6
MEMORIAL DESCRITIVO BÁSICO.....	7
1.1 Descrição geral dos outros componentes do projeto.....	7
1.1.1 Fundação	7
1.1.2 Piso.....	8
1.1.3 Paredes.....	8
1.1.4 Forro.....	8
1.1.5 Esquadrias.....	8
1.1.6 Estacionamento.....	8
1.1.7 Cobertura.....	9
PROJETO ARQUITETÔNICO.....	10
3.1 Planta de implantação geral.....	PRANCHA 01
3.2 Planta de layout.....	PRANCHA 02
3.3 Planta de cobertura.....	PRANCHA 03
3.4 Cortes e locação.....	PRANCHA 04
3.5 Fachadas	PRANCHA 05
3.6 Planta de situação.....	PRANCHA 06
3.7 Perspectivas	PRANCHA 07
ANEXOS.....	11

1 MEMORIAL JUSTIFICATIVO DA FABRICA DE TIJOLOS DE SOLO CIMENTO

O presente memorial trata do projeto arquitetônico de construção da Fabrica de Solo Cimento, sobre um terreno de 2.505,75 m², localizada na rodovia Duque de Caxias, ao lado do Instituto de Apenados do Estado do Amapá (IAPEN), no município de Macapá, Estado do Amapá.

A escolha do projeto em tal área da cidade de Macapá se deu por conta da mão de obra que será utilizada (carcerária), e também pela via de acesso ao empreendimento que será a rodovia Duque de Caxias, pois esta iria favorecer o escoamento da produção da fabrica , sendo este ponto de fundamental importância para a sobrevivência dela.

A edificação projetada constitui-se de uma edificação Térrea, com variações nas alturas dos pés direito, pois este varia de acordo com a atividade realizada em cada ambiente. Vale ressaltar que todos os dimensionamentos das áreas foram realizados através da montagem do fluxograma de atividades, organograma de ambientes, estudo de layout, e por fim programa de necessidades (Anexos III e IV).

1.1 ASPECTOS RELACIONADOS À LEGISLAÇÃO

Na área escolhida para a execução do projeto da Fábrica, consta na Lei de Uso e Ocupação do Solo do Governo do Estado do Amapá, que a verticalização máxima permitida é 14 metros, por ela esta locada no setor misto 4. No processo de elaboração do projeto o valor das alturas foi gradativamente estudado, mas chegou-se a altura final de 5 metros, sendo este valor adotado no galpão de estocagem do tijolo de solo cimento.

Seus afastamentos também obedecem à legislação vigente, pois teriam que ser de no mínimo 1,5 metros, o Coeficiente de absorção do solo também é obedecido, sendo assim é superior a 15%.

2 MEMORIAL DESCRITIVO BÁSICO

O edifício aqui proposto trata-se de um projeto de um espaço sócio-comercial, pois trabalha questões de cunho social e mercadológicas, a vertente arquitetônica escolhida para se trabalhar nesta edificação é a minimalista.

A edificação se compõe de um setor social (recepção, auditório), um administrativo (secretária, coordenação, departamento de vendas, e salas técnicas), um de serviço (refeitório, cozinha), e outro produtivo (laboratório, produção, e triturador). O projeto se estende em um único bloco, mas dispõem de maneira organizada os ambientes, segundo as atividades pertinentes a cada um.

2.1 DESCRIÇÕES GERAIS DOS OUTROS COMPONENTES DO PROJETO

2.1.1 Fundação

As fundações do edifício serão do tipo profundas e realizadas através de estacas pré-fabricadas em aço, preenchidas com concreto, conforme definição do projetista de estruturas baseado nos dados de sondagem do terreno; a escolha desses materiais se dá em face da necessidade de vencer vãos extensos (no projeto os vãos a serem vencidos são de, aproximadamente, 15 metros).

Respeitando sempre as especificações constantes nas Normas Técnicas Brasileiras (NBR) pertinentes ao assunto e na falta destas, às normas internacionais. A título de impermeabilização da estrutura em contato direto com o solo será aplicada pintura asfáltica.

2.1.2 Piso

O piso utilizado no estacionamento será de blocos intertravados, na recepção, secretaria, coordenação, e departamento de vendas, este será de porcelanato, no auditório será um piso tátil com tratamento acústico para favorecer ao auditório um melhor conforto acústico, pisos do banheiro e cozinha serão de porcelanato nas dimensões de 60x60 cm com texturas antiderrapantes e já nas áreas de estocagem e produção, será necessário um piso de alta resistência, pois ele irá trabalhar com

altas cargas, então escolhemos o Korudur. Estes são mais impermeáveis e contra a ação de manchas, além da facilidade na limpeza e grande resistência.

2.1.3 Paredes

As paredes na sua grande maioria serão formadas por alvenarias de tijolos convencionais. Em alguns pontos, estruturas do sistema “steel frame” podem ser encontradas, como no caso dos banheiros. As peças em aço que formam as paredes serão utilizadas juntamente com peças em vidro para a formação de painéis que poderão ser encontrados nas fachadas.

2.1.4 Forro

Em grande parte da edificação, o forro utilizado será de PVC, inclusive nas salas técnicas, que requerem um ambiente mais livre de ruídos que podem vir a ser gerado pelo grande fluxo de pessoas, no auditório o forro será de Lã Mineral podendo ser lã de vidro ou lã de rocha que aliam o desempenho térmico ao acústico. Além do conforto ambiental que proporciona, estes materiais aumentam o desempenho dos equipamentos e reduzem os gastos com energia. O mesmo será feitos nos laboratórios.

2.1.5 Esquadrias

As esquadrias serão todas em Alumínio e vidro, tanto as internas quanto as externas, inclusive nos banheiros e vestiários. As diferenças de esquadria serão definidas por características particulares de cada tipo de vidro. As especificações constam no projeto arquitetônico.

2.1.6 Estacionamento

O estacionamento previsto está distribuído ao longo do pavimento térreo, ao nível zero do terreno. Isso permite uma ligação direta aos acessos do edifício, facilitando a circulação. O número de vagas disponíveis será de aproximadamente 10, respeitando o número exigido pela legislação municipal pertinente ao assunto. O estacionamento contará ainda com paisagismo de forma a amenizar o impacto visual dos usuários. Será separado do exterior por um gradil em metalon, com altura

de 2 metros, pintado com tinta óleo na cor branca, de forma que não atrapalhe a visualização da edificação.

2.1.7 Cobertura

A cobertura proposta trabalha com o material de fibrocimento mais usual em fabricas de tijolos, sendo ele contem propriedades em seu material que trabalham a questão da temperatura, desta forma amenizando o aquecimento da edificação, pode-se observar também que a edificação e composta pelo uso de platibandas, que vem como caráter estético.

3 PROJETO ARQUITETÔNICO

ANEXOS

ANEXO I – PROGRAMA DE NECESSIDADES DE UMA FÁBRICA DE TIJOLO DE SOLO CIMENTO

ANEXO I - PROGRAMAS DE NECESSIDADES DE UMA FÁBRICA DE TIJOLOS DE SOLO CIMENTO

Para realizar o projeto de uma Fábrica de tijolos de solo cimento com qualidade, tornou-se necessário a formulação organogramas, fluxogramas, e programa de necessidades, para assim obter todas as diretrizes para a melhor distribuição das áreas.

ORGANOGRAMA GERAL



O organograma produzido demonstra com clareza a setorização da fábrica de tijolos de solo cimento e através deste, elencamos as áreas de acordo com a sua hierarquia organizacional.

DESCRIÇÃO DE ÁREAS POR SETOR

SETOR PÚBLICO E SOCIAL

- Estacionamento;
- Recepção;
- Auditório;
- Lavabo.

SETOR ADMINISTRATIVO

- Secretaria com banheiro;
- Coordenação com banheiro;
- Sala técnica com banheiro.
- Departamento Comercial

SETOR DE SERVIÇOS

- Guarita com lavabo, para controle de acessos do edifício;
- Estacionamento de caminhões/escoamento da produção;
- Salão de estoque da produção;
- Salão de produção de tijolos;
- Vestiários;
- Laboratório com banheiro;
- Estoque de solo;
- Trituração do solo;
- Refeitório com cozinha.

SETOR DE EQUIPAMENTOS

Sistema de água:

- Reservatórios de água;
- Casa de bombas;

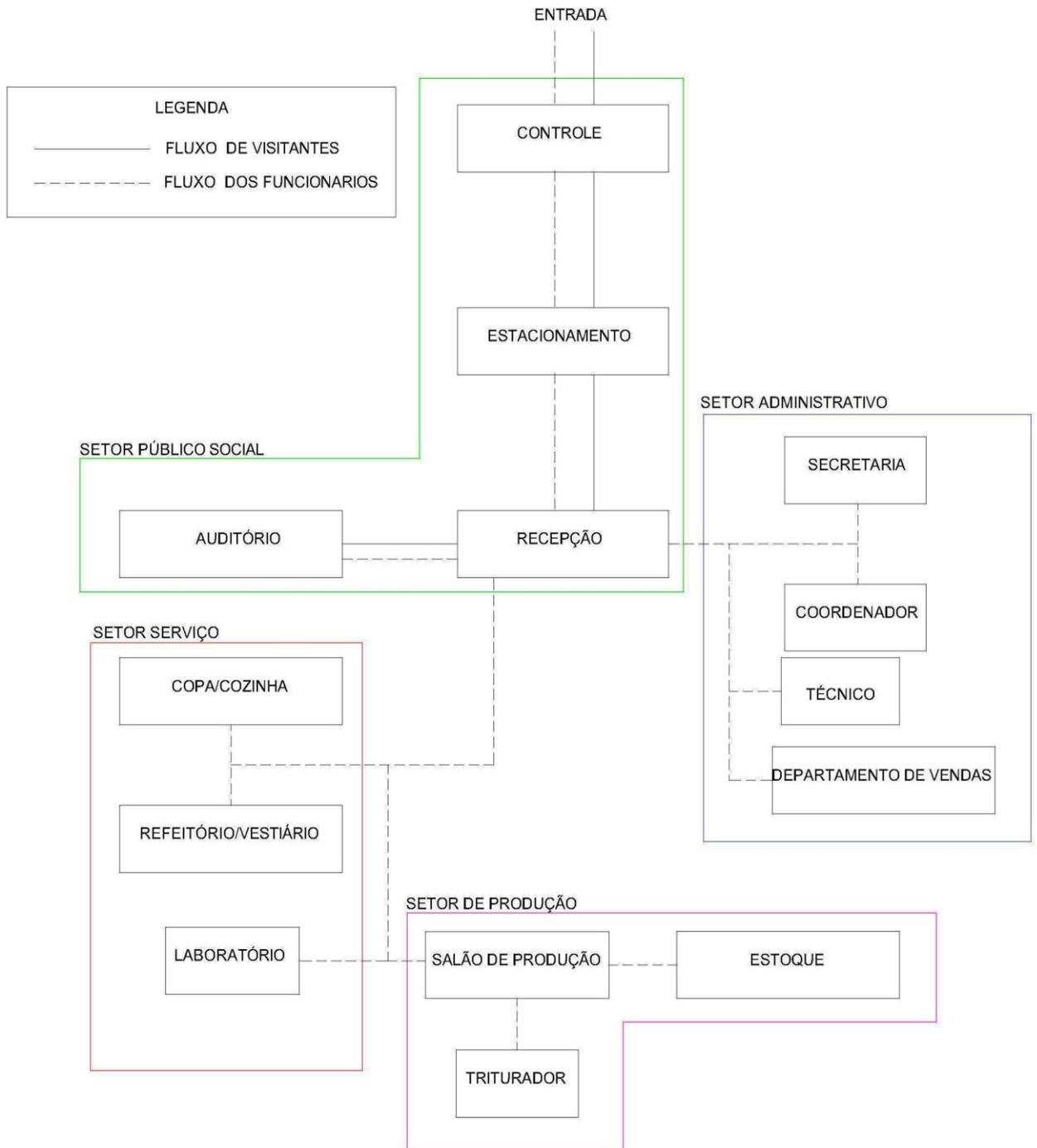
Sistema de energia elétrica:

- Transformadores;
- Quadros elétricos;

Sistemas eletrônicos:

- Circuitos de câmeras de segurança.

FLUXOGRAMA DA FÁBRICA



No projeto desta fabrica segue-se os estudos de áreas por fluxo, e por mão de obra , e pelo programa de necessidades que é mostrado na tabela a seguir :

PROGRAMA DE NECESSIDADES

Após a confecção dos organogramas e fluxogramas, e através do estudo de layout, chegou-se ao pré-dimensionamento adequado a uma fábrica de tijolos de solo cimento.

Quant	Ambientes	Funcionários	Dimensões (m)	Área (m ²)
	Estacionamento	-	-	262,58
1	Auditório	-	6,80 x 6,85	46,58
1	Sala Técnico	Técnico	3,80 x 3,50	13,30
1	Sala Coordenador	Coordenador	3,50 x 3,50	12,25
5	Lavabo	-	1,50 x 1,30	1,95
1	Recepção	Secretária	3,95 x 5,00	19,75
1	Salão p/ produção	Apenados	-	230,00
1	Estoque de solo	Apenados	-	600,00
1	Estoque de tijolos	Apenados	-	178,25
1	Sela	-	-	6,00
1	Vestiário	Todos	3,85 x 4,00	15,40
1	Triturador	Apenados	6,00 x 6,00	36,00
1	Laboratório	Técnico	3,00 x 2,85	8,55

Tabela do programa de necessidades de uma Fábrica de tijolo de Solo-Cimento
Fonte: Acervo do Grupo, 2011