

JULIANA PIRES FRIGO

**ESTUDO COMPARATIVO DOS SISTEMAS CONSTRUTIVOS NA CONSTRUÇÃO
DE HABITAÇÕES DE INTERESSE SOCIAL RURAL – ASPECTOS
ENERGÉTICOS E ECONÔMICOS.**

**CASCADEL
PARANÁ - BRASIL
FEVEREIRO DE 2014**

JULIANA PIRES FRIGO

**ESTUDO COMPARATIVO DOS SISTEMAS CONSTRUTIVOS NA CONSTRUÇÃO
DE HABITAÇÕES DE INTERESSE SOCIAL RURAL – ASPECTOS
ENERGÉTICOS E ECONÔMICOS**

Dissertação apresentada à Universidade Estadual do Oeste do Paraná, como parte das exigências do Programa de Pós-graduação em Energia na Agricultura para obtenção do Título de Mestre.

Orientador: Prof. Dr. Reginaldo Ferreira Santos

Co-orientador: Prof. Dr. Elisandro Pires Frigo

**CASCADEL
PARANÁ - BRASIL
FEVEREIRO DE 2014**

JULIANA PIRES FRIGO

**“Estudo comparativo de sistemas construtivos na construção de habitações
de interesse social rural – aspectos energéticos e econômicos”**

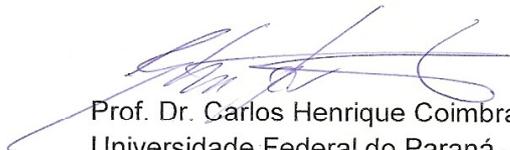
Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação *Stricto Sensu* em Energia na Agricultura em cumprimento parcial aos requisitos para obtenção do título de Mestre em Energia na Agricultura, área de concentração Agroenergia, **aprovada** pela seguinte Banca Examinadora:



Orientador: Prof. Dr. Reginaldo Ferreira dos Santos
Universidade Estadual do Oeste do Paraná – UNIOESTE/Cascavel



Prof. Dr. Jair Antonio Cruz Siqueira
Universidade Estadual do Oeste do Paraná – UNIOESTE/Cascavel



Prof. Dr. Carlos Henrique Coimbra Araújo
Universidade Federal do Paraná – UFPR/Palotina

Cascavel, 19 de fevereiro de 2014.

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho aos meus pais Carlos e Terezinha, alicerces da minha vida e ao meu amor Lúcio Flávio Gross Freitas.

AGRADECIMENTOS

A Deus, por ter me dado forças, em momentos decisivos e me guiar sempre pelo melhor caminho.

Aos meus pais Carlos e Terezinha que me ensinaram os valores da vida.

Aos meus irmãos Elisandro, Jian e Jianice, pela ajuda e exemplo de garra com que conduzem suas vidas.

Ao meu amor Lúcio, pela ajuda, paciência, apoio, sem você seria muito mais difícil chegar aqui.

Aos meus pequenos sobrinhos Lara e João Pedro que a cada dia nos mostram a importância de seguir em frente.

Aos meus colegas e amigos Ana e Akim meus parceiros de viagem e cafezinho, em especial Ângelo Mari e Álvaro Mari que foram meus companheiros de todas as horas.

A secretaria e coordenação do Programa do Mestrado em especial a Vanderléia, por todas as explicações sem explicação, paciência e pelas palavras de incentivo.

Ao corpo docente do Programa, pelo conhecimento passado e também pelas horas de distração, especialmente Prof. Duda e Prof. Jair.

Ao meu orientador Prof. Dr. Reginaldo Ferreira Santos, por todo aprendizado e confiança em mim depositada.

Agradeço a todos que no decorrer de todo este tempo estiveram me acompanhando mesmo de longe, me incentivando, e se alegrando com minhas conquistas.

OBRIGADO A TODOS.

***"servam nossas façanhas de
modelo a toda terra"***

Francisco Pinto da Fontoura

LISTA DE FIGURAS

FIGURAS

| | |
|---|----|
| FIGURA 1 - Esquema do trabalhador como parte de um sistema (homem – tarefa) | 11 |
| FIGURA 2 - Cadeia da Construção civil | 13 |
| FIGURA 3 - Casa dos primórdios da humanidade | 14 |
| FIGURA 4 -Comportamento das partículas no interior da mistura de terra pela ação dos diversos métodos de estabilização..... | 19 |
| FIGURA 5 - Componentes para fabricação de tijolos..... | 20 |
| FIGURA 6 - Esquema exemplificando a dosagem para mistura com traço 1:10..... | 24 |
| FIGURA 7 - Esquematização de verificação da umidade ideal da mistura | 25 |
| FIGURA 8 - Processo de Prensagem dos tijolos..... | 25 |
| FIGURA 9 - Processo de fabricação de cerâmica vermelha | 28 |
| FIGURA 10 - Retro-escavadeira extraindo matéria-prima da natureza..... | 29 |
| FIGURA 11 - Processo da etapa de extrusão da massa..... | 30 |
| FIGURA 12 - Etapa de secagem por processo natural | 31 |
| FIGURA 13 - Etapa por processo artificial | 32 |
| FIGURA 14 - Desenho esquemático do forno tipo túnel | 33 |
| FIGURA 15 - Montagem das paredes internas com as treliças..... | 39 |
| FIGURA 16 - Montagem das paredes externas | 39 |
| FIGURA 17 - Concretagem da parede | 40 |
| FIGURA 18 - Parede pronta para receber acabamento | 40 |
| FIGURA 19 - Esquema de método convencional e método de alvenaria estrutural.. | 42 |
| FIGURA 20 - Blocos de concreto para alvenaria estrutural..... | 43 |
| FIGURA 21 - Processo de mistura dos componentes..... | 46 |
| FIGURA 22 - Esquema do processo de cura por autoclave..... | 48 |
| FIGURA 23 - Cura do bloco meio natural (ar livre)..... | 48 |
| FIGURA 24 - Processo de cura por câmara a vapor..... | 49 |
| FIGURA 25 - Estocagem dos blocos..... | 50 |
| FIGURA 26 - Comparativo do Custo Total das Situações 1, 2, 3, 4 e 5..... | 68 |
| FIGURA 27 - Custo dos Fechamentos e Revestimentos das Situações 1, 2, 3, 4 e 5 | 68 |
| FIGURA 28 - Característica dos Insumos do Fechamento e Revestimentos (m ²) – Tijolo Cerâmico | 70 |
| FIGURA 29 - Característica dos Insumos do Fechamento e Revestimentos (m ²) – Bloco de Concreto..... | 72 |

| | |
|---|----|
| FIGURA 30 - Característica dos Insumos do Fechamento e Revestimentos (m ²) – Concreto Leve Polimerizado | 73 |
| FIGURA 31 - Característica dos Insumos do Fechamento e Revestimentos (m ²) – Tijolo de Solo-Cimento Rebocado..... | 74 |
| FIGURA 32 - Característica dos Insumos do Fechamento e Revestimentos (m ²) – Tijolo de Solo-Cimento Pintado | 76 |
| FIGURA 33 - Comparativo das Características de Insumos das Situações 1, 2, 3, 4 e 5 | 76 |
| FIGURA 34 - Comparativo das Características dos Fechamentos : Tijolo Cerâmico, Bloco de Concreto, Concreto Leve Polimerizado e Tijolo de Solo-Cimento..... | 77 |
| FIGURA 35 - Comparativo das Características dos Revestimentos das Situações 1, 2, 3, 4 e 5 | 77 |
| FIGURA 36 - Comparativo de Custos e Classificação de Insumos..... | 81 |

LISTA DE TABELAS

TABELAS

| | |
|--|----|
| TABELA 1 - População Residente Urbana e Rural | 4 |
| TABELA 2 - Identificação do Elemento de Fechamento de Cada Situação | 54 |
| TABELA 3 - Custo do Fechamento da Situação 1 - Tijolo Cerâmico | 59 |
| TABELA 4 - Custo dos Revestimentos da Situação 1 - Chapisco, Emboço, Reboco e Pintura | 59 |
| TABELA 5 - Custo do Fechamento da Situação 2 - Bloco de Concreto | 60 |
| TABELA 6 - Custo dos Revestimentos da Situação 2 - Chapisco, Emboço, Reboco e Pintura | 60 |
| TABELA 7 - Custo do Fechamento da Situação 3 - Concreto Leve Polimerizado (com formas alugadas)..... | 62 |
| TABELA 8 - Custo do Fechamento da Situação 3 - Concreto Leve Polimerizado (com formas adquiridas)..... | 62 |
| TABELA 9 - Custo dos Revestimentos da Situação 3 - Gesso e Pintura | 63 |
| TABELA 10 - Custo do Fechamento da Situação 4 - tijolo de Solo-Cimento | 63 |
| TABELA 11 - Custo dos Revestimentos da Situação 4 - Chapisco, Emboço, Reboco, Gesso e Pintura..... | 64 |
| TABELA 12 - Custo do Fechamento da Situação 5 - Tijolo de Solo-Cimento | 65 |
| TABELA 13 - Custo dos Revestimentos da Situação 5 - Pintura Interna e Externa.. | 66 |
| TABELA 14 - Comparativo de Custos de Fechamento e Revestimentos das Situações 1, 2, 3, 4 e 5..... | 67 |
| TABELA 15 - Identificação do Elemento de Fechamento de Cada Situação | 78 |

LISTA DE QUADROS

QUADROS

| | |
|--|----|
| QUADRO 1 - Equipamentos e Utensílios para a Produção de Tijolo de Solo-Cimento – Prensa Manual | 21 |
| QUADRO 2 - Equipamentos e Utensílios para a Produção de Tijolo de Solo-Cimento – Prensa Automática | 22 |
| QUADRO 3 - Consumo de Material para a Produção de um Milheiro de Tijolo de Solo-Cimento..... | 22 |
| QUADRO 4 - Principais Normativas: Tijolo Cerâmico, Bloco de Concreto, Concreto Leve Polimerizado e Tijolo de Solo-Cimento..... | 51 |
| QUADRO 5 - Classificação dos Insumos do Fechamento e Revestimento da Situação 1 | 69 |
| QUADRO 6 - Classificação dos Insumos do Fechamento e Revestimento da Situação 2 | 71 |
| QUADRO 7 - Classificação dos Insumos do Fechamento e Revestimento da Situação 3 | 72 |
| QUADRO 8 - Classificação dos Insumos do Fechamento e Revestimento da Situação 4 | 74 |
| QUADRO 9 - Classificação dos Insumos do Fechamento e Revestimento da Situação 5 | 75 |
| QUADRO 10 - Classificação do Processo de Construção dos Elementos de Fechamento | 79 |
| QUADRO 11 - Caracterização do Processo de execução do Fechamento | 79 |
| QUADRO 12 - Comparativo do Processo de Elaboração Dos Elementos Predominantes de Fechamento e do Processo de Execução dos Fechamentos..... | 82 |

FRIGO, Juliana Pires. MSc, Universidade Estadual do Oeste do Paraná. Janeiro de 2014. **Estudo comparativo dos sistemas construtivos na construção de habitações de interesse social rural – Aspectos energéticos e econômicos.** Prof. Orientador Reginaldo Ferreira Santos.

RESUMO

Diversos aspectos relacionados à moradia, bem estar e qualidade de vida demandam soluções construtivas específicas. Levando em consideração que a construção civil é uma das responsáveis pelos impactos ambientais devido à geração de grandes volumes de resíduos, é a responsável também pelo desperdício de uma significativa parcela de energia, envolvida desde o processo de extração da matéria prima até o produto final. O presente estudo apresenta um comparativo entre cinco combinações de fechamentos e revestimentos, sendo elas: tijolo cerâmico (rebocado), bloco de concreto (rebocado), concreto leve polimerizado (pintado), tijolo de solo-cimento (rebocado) e tijolo de solo-cimento com acabamento a vista (pintado), visando identificar qual a solução apresenta-se mais adequada se tratando de um menor custo aliado a um menor gasto de energia envolvida em seu processo. Para tanto o procedimento metodológico adotado é de uma pesquisa exploratória de abordagem explicativa que possibilitou o conhecimento sobre as tecnologias adotadas para o estudo em habitações sociais rurais. Este trabalho possibilitou a realização da classificação e comparativo das características dos insumos, execuções e custos, tendo como principal resultado que a tecnologia mais viável para habitações sociais rurais e que merece maior atenção e incentivo enquanto sua utilização em maior escala é a de tijolo de solo-cimento com acabamento a vista apenas com pintura impermeabilizante no aspecto de custos e de economia de energia envolvidos em seu processo de execução e utilização.

Palavras-Chave: Moradia Rural; Técnicas Construtivas; Economia de Custo e de energia;

FRIGO, Juliana Pires. MSc, Universidade Estadual do Oeste do Paraná. January 2014. Comparative study of building systems in residential construction of rural social interest - energetic and economic aspects. Advisor Reginaldo Ferreiras Santos.

ABSTRACT

Several aspects related to dwelling, wellness and life quality demand specific constructive solutions. Considering that the building is one of the responsible by the environment damages because of the quantity of waste, it is also responsible by the electricity waste from the substance extraction to its final product. This study shows a comparative among five combinations of locks and coatings, like: ceramic bricks (plastered), concrete block (plastered), cured lightweight (painted), soil – cement (plastered) and soil – cement brick with exposed complement (painted), with the purpose to identify which solution is more adequate considering the lowest cost and less electricity spent involved in its process. The adopted methodological procedure is an exploratory research with an explicative approach that enabled the knowledge about the adopted technologies to the rural dwellings study. This study enabled the inputs classification and comparative, executions and spending, having as the mainly result the more viable technology to the rural dwelling and deserve more attention and incentive while its use in a major scale is the soil – cement brick with exposed complement only with waterproofing paint related to the spending and electricity economy involved in the execution and use process.

Keywords: Rural dwelling; Building Techniques; Electricity Economy and spent.

ÍNDICE

| | |
|---|-------------|
| LISTA DE TABELAS | viii |
| LISTA DE FIGURAS | viii |
| LISTA DE QUADROS..... | ix |
| RESUMO..... | x |
| ABSTRACT..... | xi |
| 1. INTRODUÇÃO | 1 |
| 2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA..... | 3 |
| 2.1 Um Panorama Geral da Habitação no Brasil | 3 |
| 2.1.1 Habitação | 3 |
| 2.1.2 Habitação Urbana..... | 4 |
| 2.1.2 Habitação Rural..... | 4 |
| 2.1.3 Política Habitacional no Brasil | 5 |
| 2.1.3.1 Política Habitacional Rural..... | 6 |
| 2.2 Processos da Construção Civil no Brasil | 7 |
| 2.2.1 Processo não industrializado | 8 |
| 2.2.3 Processo Semi-industrializado..... | 10 |
| 2.2.4 Processo Industrializado..... | 10 |
| 2.3 Desenvolvimento Sustentável na Construção Civil | 12 |
| 2.3.1 Impacto dos Resíduos da Construção Civil no Meio Ambiente | 12 |
| 2.4 Sistemas de Construção Utilizando Terra | 13 |
| 2.4.1 Solo-cimento..... | 15 |
| 2.4.1.1 Estabilização..... | 18 |
| 2.4.1.2 Resistência | 19 |
| 2.4.1.3 Processo de Produção do Tijolo de Solo-cimento | 20 |
| 2.4.1.3.1 Produção com Prensa Manual..... | 21 |
| 2.4.1.3.2 Produção com Prensa Automática | 21 |
| 2.4.1.3.3 Produção com Prensa Automática | 22 |
| 2.4.1.3.4 Materiais Constituinte do Componente Solo-cimento | 22 |
| 2.4.1.3.5 Traço da Mistura..... | 24 |

| | |
|---|-----------|
| 2.5 Sistemas Construtivos Cerâmicos | 26 |
| 2.5.1 Processo de Produção do Tijolo Cerâmico..... | 27 |
| 2.5.2 Extração da matéria – prima e preparação da massa | 28 |
| 2.5.3 Conformação da peça (moldagem ou extrusão)..... | 30 |
| 2.5.4 Tratamento térmico..... | 31 |
| 2.5.4.1 Secagem | 31 |
| 2.5.4.2 Queima | 32 |
| 2.5.4.3 Resfriamento | 33 |
| 2.6 Sistema de Construção Utilizando Concreto..... | 34 |
| 2.6.1 Os tipos de concreto..... | 35 |
| 2.7 Concreto Celular Leve Polimerizado | 37 |
| 2.7.1 Montagem das Formas..... | 38 |
| 2.7.2 Concretagem e Desfôrma..... | 40 |
| 2.7.3 Emprego do Sistema Construtivo | 41 |
| 2.7.4 Qualidade do Sistema Construtivo | 41 |
| 2.7.5 Meio Ambiente X Sistema Construtivo | 41 |
| 2.8 Alvenaria Estrutural de Concreto | 42 |
| 2.8.1 Abordagem geral do sistema construtivo..... | 42 |
| 2.8.2 Emprego do Sistema Construtivo | 43 |
| 2.8.3 Vantagens do Sistema Construtivo..... | 44 |
| 2.8.4 Processo de Produção do Bloco de Concreto | 45 |
| 2.8.4.1 Dosagem | 45 |
| 2.8.4.2 Mistura..... | 46 |
| 2.8.4.3 Cura..... | 47 |
| 2.8.5 Estocagem..... | 49 |
| 2.9 Solo-cimento, Bloco cerâmico, Bloco de concreto, concreto polimerizado e suas Normativas | 50 |
| 2.10 Energia x Construção Civil..... | 52 |
| 3. MATERIAL E MÉTODOS | 53 |
| 3.1 Custo da Edificação Social de acordo com cada Tecnologia..... | 54 |
| 3.2 Classificação dos Insumos Utilizados na Execução dos Fechamentos (paredes) e Revestimentos..... | 55 |
| 3.3 Caracterização do processo de produção dos elementos de fechamentos predominante nas situações 1, 2, 3, 4 e 5..... | 55 |
| 3.4 Classificação do Processo de Construção dos Fechamentos e Revestimentos..... | 55 |

| | | |
|------------|--|-----------|
| 3.5 | Análise dos Dados | 56 |
| 4 | RESULTADOS E DISCUSSÃO | 57 |
| 4.1 | Resultado da Identificação dos Custos, dos Fechamentos e Revestimentos | 57 |
| 4.1.1 | SITUAÇÃO 1 - Tijolo Cerâmico revestido com: Chapisco, Emboço, Reboco, Gesso e Pintura..... | 57 |
| 4.1.2 | SITUAÇÃO 2 – Bloco de Concreto revestido com: Chapisco, Emboço, Reboco, Gesso e Pintura..... | 59 |
| 4.1.3 | SITUAÇÃO 3 – Concreto Leve Polimerizado: Gesso e Pintura..... | 61 |
| 4.1.4 | SITUAÇÃO 4 - Tijolo de Solo-Cimento revestido com: Chapisco, Emboço, Reboco, Gesso e Pintura | 63 |
| 4.1.5 | SITUAÇÃO 5 - Tijolo de Solo-Cimento (acabamento a vista), revestido com: Pintura. | 65 |
| 4.1.6 | Comparativo de custos de fechamentos e revestimentos entre as Situações 1, 2, 3, 4 e 5..... | 66 |
| 4.2 | Classificação de Insumos dos fechamentos e Revestimentos | 68 |
| 4.2.1 | SITUAÇÃO 1 - Tijolo Cerâmico revestido com: Chapisco, Emboço, Reboco, Gesso e Pintura..... | 69 |
| 4.2.2 | SITUAÇÃO 2 – Bloco de Concreto revestido com: Chapisco, Emboço, Reboco, Gesso e Pintura..... | 71 |
| 4.2.3 | SITUAÇÃO 3 – Concreto Leve Polimerizado: Gesso e Pintura..... | 72 |
| 4.2.4 | SITUAÇÃO 4 - Tijolo de Solo-Cimento revestido com: Chapisco, Emboço, Reboco, Gesso e Pintura | 73 |
| 4.2.5 | SITUAÇÃO 5 - Tijolo de Solo-Cimento (acabamento a vista), revestido com: Pintura | 75 |
| 4.2.6 | Comparativo dos Insumos dos Fechamentos e Revestimentos | 76 |
| 4.3 | Caracterização do Processo de Produção dos Elementos de Fechamento Predominantes nas Situações 1, 2, 3, 4 e 5 | 78 |
| 4.4 | Caracterização do Processo de Execução dos Fechamentos e Revestimentos | 79 |
| 4.5 | Comparação e Interpretação dos Resultados | 80 |
| 5 | CONCLUSÕES | 84 |
| | REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS | 86 |
| | APÊNDICE A- Insumos e Mão de Obra – Fechamento com Tijolo Cerâmico | 95 |
| | APÊNDICE B- Insumos e Mão de Obra – Revestimentos: chapisco, emboço, reboco, gesso e pintura | 97 |

| | |
|---|------------|
| APÊNDICE C- Insumos e Mão de Obra – Fechamento com Bloco de Concreto. | 99 |
| APÊNDICE D- Insumos e Mão de Obra – Fechamento com Concreto Leve Polimerizado (formas alugadas) | 100 |
| APÊNDICE E- Insumos e Mão de Obra – Fechamento com Concreto Leve Polimerizado (formas compradas)..... | 101 |
| APÊNDICE D- Insumos e Mão de Obra – Fechamento com Tijolo de Solo-Cimento..... | 102 |
| APÊNDICE D- Insumos e Mão de Obra – Revestimento: pintura interna e externa | 103 |
| ANEXO A – Planta da Casa Padrão Popular (utilizada como base para as simulações do trabalho) | 104 |
| ANEXO B – Tabela de Honorários (SINTRACON CURITIBA - Sindicato dos Trabalhadores na Construção Civil)..... | 105 |

1. INTRODUÇÃO

O ser humano se diferencia dos demais seres vivos por suas inúmeras capacidades, entre elas o de produzir e transformar continuamente suas técnicas através do aperfeiçoamento e estudo. Desde o início de sua existência em cavernas procura se abrigar das intempéries, e de forma intuitiva se proteger das agressões do meio. No seu processo evolutivo desenvolveu inúmeros mecanismos buscando sua adaptação a fim de satisfazer suas necessidades básicas e imediatas através de técnicas artesanais ou industrializadas para construir suas habitações sem uma preocupação com a técnica apropriada em um primeiro momento.

Habitação é entendida como espaço que desenvolve a função de moradia ao homem, a fim de promover o bem estar, qualidade de vida e o mínimo de conforto necessário para se viver.

Diversos aspectos relacionados à moradia, bem estar e qualidade de vida, demandam soluções construtivas específicas para cada região do território brasileiro. Dentre elas estão às tecnologias construtivas adotadas, onde estas apresentem baixo custo, resistência, durabilidade e que não acarretem danos ao meio ambiente. Neste intuito observa-se que a busca de soluções para estas questões tem despertado a curiosidade de estudos por novas tecnologias ou ainda o melhoramento de tecnologias já utilizadas para construção civil.

O setor da construção civil é conhecido como um dos grandes responsáveis pelos impactos ambientais. Estes começam pela grande quantidade de recursos naturais e energias utilizadas na produção e transporte de matérias primas, passam pela concepção do projeto e terminam em um grande volume de resíduos resultantes de técnicas de construção muitas vezes artesanais, empregadas por uma mão de obra desqualificada.

É notável a necessidade cada vez maior na obtenção de soluções diversificadas de forma a diminuir o excedente de materiais, a potencialização dos mesmos, visando diminuir a exploração dos recursos naturais não renováveis de maneira que contribuam nas condições ambientais dos espaços urbanos e rurais.

De acordo com Ministério das Cidades (2004) a construção civil hoje enfrenta dois grandes desafios, o primeiro é resolver o déficit habitacional em países

desenvolvidos e o segundo é buscar soluções sustentáveis para as construções considerando que está diretamente ou indiretamente ligada ao meio ambiente.

Os problemas com déficit habitacional não se apresentam somente na área urbana. No Brasil, são necessárias cerca de 7,2 milhões de novas moradias, das quais 5,5 milhões para áreas urbanas e 1,7 milhões para áreas rurais (MINISTÉRIO DAS CIDADES, 2004).

Levando em consideração os dados apresentados, observando que para áreas urbanas existem legislações que regem desde o local adequado, projetos arquitetônicos escolha de materiais e tecnologias até a execução das habitações, e sendo para área rural dispensável considerá-los, nota-se a necessidade de soluções técnicas que possam auxiliar em decisões para o caminhar de um futuro desenvolvimento sustentável, através de projetos de leis, da utilização de métodos e sistemas construtivos novos ou melhorados os quais buscam a redução de custos, de energias e menores impactos ambientais.

Diante do exposto o objetivo deste estudo é apresentar o comparativo entre quatro tecnologias construtivas de fechamentos e revestimentos para habitações residenciais sociais, sendo elas: tijolo cerâmico (rebocado), bloco de concreto (rebocado), concreto leve polimerizado (pintado) e tijolo de solo-cimento (rebocado e pintado), a fim de analisar e identificar quais as tecnologias de fechamentos e revestimentos apresenta melhor custo benefício, considerando a combinação mais sustentável e que apresente um menor consumo de energia envolvido em seu processo.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Um Panorama Geral da Habitação no Brasil

2.1.1 Habitação

Para Torres e Akemi (2010), habitação é item de fundamental importância independente de sua posição social, pois uma moradia digna influencia na melhoria e na qualidade de vida das pessoas.

Instrumento que desempenha equilíbrio social, principalmente quando se trata de uma casa, onde a mesma representa para homem um abrigo natural e seguro para família. Uma moradia digna é caracterizada como um dos mais importantes direitos do homem e o acesso a ela é uma condição básica para a promoção de sua dignidade, tornando-se um fator de estabilidade social e política (FLORIM e QUELHAS, 2004).

De acordo com Szücs *et al.* (2007) a habitação torna-se elemento importante afim de permitir a cada indivíduo a possibilidade de referência de propriedade, de espaço e proteção. Esta deve atender as principais necessidades e anseios do seu morador incluindo aspectos mais amplos que sua qualidade construtiva ou mesmo de sua sustentabilidade ambiental, quer seja urbana quer seja rural.

Para Lima Júnior *et al.* (2003), um dos grandes problemas com que se deparam as populações dos países em desenvolvimento é a falta de habitações dignas em virtude, principalmente, dos elevados preços dos materiais de construção. Surge então a necessidade de se utilizar materiais alternativos que sejam ecológicos, de baixo custo e com disponibilidade local, de modo a baratear os custos das habitações (ANJOS *et al.*, 2003b).

2.1.2 Habitação Urbana

Segundo NEAD. (2000), até a metade do século XX o Brasil se apresentava predominantemente rural, considerando que 60% da população se concentravam em áreas não urbanizadas. Contudo a inversão deste cenário ocorreu na medida em que cresceu o setor de industrialização atraindo milhares de trabalhadores para os grandes centros urbanos.

Peres (2003) cita a importância de se ressaltar como é tratado o aspecto formal que diferem área rural e urbana, normalmente dado pela legislação municipal, que define, entre outras questões, o perímetro e o uso e ocupação do solo das áreas rurais e urbanas.

A Tabela 1 mostra o crescimento da população residente nas áreas urbanas e rurais nos anos de 2000 e 2010.

TABELA 1 - População Residente Urbana e Rural

| População de População Residente no Brasil | | | |
|--|-------------|------------|-------------|
| Brasil | Urbana | Rural | Total |
| Ano 2000 | 137.925.238 | 31.947.618 | 169.872.856 |
| Ano 2010 | 160.925.792 | 29.830.007 | 190.755.799 |
| Ano 2013 | x | x | 201.032.714 |

Fonte: IBGE 2010 adaptado pelo autor (2014)

2.1.2 Habitação Rural

Habitat rural é entendido como um conjunto de necessidades e satisfações que tratam não apenas de habitação, mas também outras dimensões da vida pessoal familiar, social e políticas das populações rurais (PERES, 2003).

Segundo Mendes (2002) este termo não deve se limitar apenas pela função e estrutura do patrimônio a qual pertencem às populações. Devem abarcar também a maneira com que se organizam dentro da sociedade, da forma em que exercem

suas atividades dentro de sua cultura e da forma com que contribuem para o desenvolvimento sustentável das comunidades em que vivem.

De acordo com Costa (1995) a abrangência de um estabelecimento rural deve levar em consideração vários elementos, como a casa, os serviços ali realizados, o conjunto de campos, cultura, paisagens estradas, caminhos entre outros. Keller (1970), já falava que somente o conhecimento de todos estes possibilitaria a caracterização das diversificações de cada região brasileira, mostrando sua riqueza de contrastes das paisagens naturais e de sua economia.

Pode-se dizer que a moradia rural significa muito mais do que apenas uma residência, pode ser uma alternativa de desenvolvimento das atividades para própria subsistência e autoconstrução, beneficiando uma ocupação para os membros daquela família em que encontram certa dificuldade de conseguir trabalho (PERES, 2003).

Peres (2003) (apud Azevedo, 1970) que já dizia que a moradia rural, portanto, é o centro do conjunto formado pela exploração rural, nos quais outros elementos constituem também importância fundamental, onde as relações de posição e as funções destes elementos revelam os gêneros da vida dos habitantes, as estruturas agrárias e a organização econômica do espaço rural.

Uma das alternativas da exploração rural que vem a tona é a questão do tratamento do meio físico estando em evidência as tipologias e tecnologias construtivas utilizadas. Pensando sobre as tipologias construtivas, a habitação rural apresenta enorme variedade, dada a grande extensão territorial do Brasil, com as consequentes diferenças de meio geográfico. Esses tipos estão relacionados não apenas com o meio físico, mas também vinculados diretamente às formas regionais de economia e, por vezes, à tradição cultural. Apresenta ainda enorme variedade construtiva e de materiais com as consequentes diferenças de meio geográfico (GREGORIO, 2013).

2.1.3 Política Habitacional no Brasil

Para Gomes *et al* (2003) o ato de morar é parte da própria história do desenvolvimento da vida humana e suas características se modificam de acordo com o contexto sociopolítico e econômico em que o indivíduo se insere.

Segundo Rotta (2009) a partir da publicação do Estatuto das Cidades em 2001, foi ratificada a função social do solo urbano e a habitação passou a assumir o caráter de direito básico.

A expressão habitabilidade é caracterizada essencialmente a um conjunto: edificação, acessibilidade e ocupação para se efetivar, dentre elas a inserção da edificação dentro de uma malha urbana obtendo relações com o entorno, ser dotada de infraestrutura disponível e conforto ambiental, condições mínimas assumindo papel importante para o bem estar e conforto de seus moradores (MENEZES, 2006).

Até o ano de 2001 somente alguns programas municipais e estaduais caminhavam e restringiam-se à responsabilidade das cartas de crédito. A partir deste houve um aumento das opções financeiras pela Caixa Econômica, definido em função da renda familiar do candidato. Como alternativa foi criado o PAR (PROGRAMA DE ARRENDAMENTO RESIDENCIAL) que tinha como objetivo exclusivo de atender às necessidades de moradia das populações que ganham entre três e seis salários mínimos nas cidades com mais de 100.000 habitantes. Este representou grande avanço, superando algumas críticas que se direcionavam aos modelos desenvolvidos pelo antigo BNH (DAMÉ, 2008)

As especificações mínimas para construção de unidades habitacionais são realizadas de acordo com cada região brasileira onde será instalada a obra. Determina desde pé-direito, materiais de revestimento, fechamentos, estruturais, hidráulico e elétrico a serem utilizados, bem como taxa de ocupação entre outros (MINISTÉRIO DAS CIDADES, 2009).

2.1.3.1 Política Habitacional Rural

Em 2003, o Governo Federal iniciou o Programa Nacional de Habitação Rural (PNHR), componente do Programa Minha Casa Minha Vida que objetiva reduzir déficit habitacional dos territórios rurais, incentivando a manutenção da família no

campo e oferecendo moradia digna por meio de reforma ou construção nova, (PNHR, 2003).

O mesmo exige para habitação ser necessário à apresentação de projetos de arquitetura e engenharia contendo o mínimo: planta baixa, croqui, projetos complementares da edificação se for o caso, especificações, quantitativos, orçamento e cronograma físico-financeiro.

O PNHR tem apresentado resultados relevantes, principalmente na região Sul. Porém foram identificados alguns fatores que por sua vez limitam seu avanço, apesar de residirem os agricultores melhor estruturados e organizados do Brasil, (SCHNEIDER *et al.*, 2004). É também onde se localizam a maioria dos municípios com conselhos e fundos de habitação (IBGE, 2008).

Para Abramovay (*et al.*, 2001) e Aguiar (2006), o acesso a novas condições de moradia e melhoria da qualidade de vida de agricultores pode ser algo positivo quando se trata do desenvolvimento rural, desperta a autoestima das famílias, o desejo de permanecerem no espaço rural e fazendo com que seus filhos deem continuidade às atividades.

Mesmo com toda satisfação e perspectiva de continuidade das famílias atendidas e os avanços do PNHR, observa-se alguns limites quando se tratando da falta de recursos dos agricultores para contrapartida e da não disponibilidade de recursos pelo Governo Federal o que mantém ainda uma elevada demanda reprimida, (ROVER; MUNRINI, 2010).

2.2 Processos da Construção Civil no Brasil

A construção civil é uma atividade ligada a diversos fatores quando se trata de desenvolvimento econômico e geração de emprego o que contribui para o desenvolvimento de diversas regiões do país, ou seja, a elevação do PIB e tendo em vista seu considerável nível de investimentos e seu efeito multiplicador sobre o processo produtivo (OLIVEIRA, 2012).

Segundo Teixeira (2010) a construção civil e o desenvolvimento econômico estão intrinsecamente ligados, a indústria da construção, promovendo incrementos capazes de elevar o crescimento econômico. Isso ocorre principalmente pela

proporção do valor adicionado total das atividades, como também pelo efeito multiplicador de renda e sua interdependência estrutural, o que afirma ainda mais a importância de estudos para avanços da tecnologia.

As inovações tecnológicas que veem sendo implementadas na indústria da Construção Civil passam por mudanças significativas de organização e conhecimento. Nota-se a evolução dos materiais, das técnicas e dos processos de construção de edifícios de forma acentuada nos últimos tempos, requerendo cada vez mais conhecimentos multidisciplinares por parte dos engenheiros, arquitetos, pedreiros, serventes e os construtores em geral. Novos processos têm sido adotados com base em práticas tradicionais da construção resultando, muitas vezes, em insucessos técnicos e econômicos. Isto provoca mudanças de caráter muito mais profundo e radical (THOMAZ, 2002).

Os processos tecnológicos de construção civil podem contribuir de forma significativa para a viabilização de uma edificação com menor custo. Conforme Morett (2003), no Brasil os processos tecnológicos de construção civil podem ser classificados em três categorias: processos construtivos não industrializados (artesanal e tradicional), semi-industrializados (tradicional racionalizado e pré-fabricado parcialmente) e industrializados (depende quase que totalmente da indústria).

2.2.1 Processo não industrializado

Os processos artesanais de construção civil fazem uso normalmente de materiais da própria região onde a construção será desenvolvida, utilizando-se de materiais sem nenhum processo de manufatura (materiais rústicos) como pedra, terra, madeira entre outros. Este tipo de processo não necessita de mão de obra qualificada, é um processo com menor impacto ambiental e de baixo consumo energético, pois não se utiliza de materiais sofisticados, industrializados ou que causem algum tipo de agressão ao meio ambiente, como por exemplo, a queima em fornos (MORETT, 2003).

Yoshida (2010), afirma que a produção artesanal não utiliza de nenhum processo de padronização desde a era artesanal, anteriormente a revolução

industrial, causas que fazem com que este processo possua uma grande variabilidade em seu produto final.

As características predominantes dos processos de construções tradicionais mesclam métodos artesanais com componentes produzidos industrialmente e com uma mão de obra ainda semi-especializada, onde um único profissional desenvolve diversas funções e executa diversas etapas mesmo sem a qualificação adequada. Neste processo não há uma preocupação dimensional e de padronização entre elementos artesanais produzidos na obra e os elementos industrializados utilizados na mesma. Esta falta de preocupação de padronização também ocorre devido a uma baixa qualidade de padronização até mesmo dos elementos desenvolvidos industrialmente, o que por vezes compromete a qualidade da obra (MORETT, 2003).

O processo tradicional gera um custo elevado para a construção principalmente quando se leva em consideração o alto desperdício que ocorre nas construções normalmente podendo chegar até um terço de todo o material empregado na obra, resíduo que se transforma em aterro (MORETT, 2003).

Rosso (1980) destaca que para a melhoria dos processos tradicionais de construção civil passam pela modernização dos métodos atuais e pela melhoria da qualidade da mão de obra. O autor destaca ainda que alguns fatores contribuam negativamente para a qualidade deste tipo de processo construtivo: a falta de precisão dos revestimentos (espessuras exageradas de rebocos); imprecisão relacionada ao projeto, gerando retrabalho; falta de planejamento que geram cortes e rasgos na alvenaria; consumo de materiais incompatíveis com os projetos, devido à deficiência de leitura e interpretação dos projetos pela mão de obra; Falta de controle do processo e pesquisas e emprego de novas tecnologias.

A produção de resíduos da construção civil supera a produção de resíduos domésticos. Segundo (BÄCHTOLD, 2008) “em Salvador (BA), a quantidade de entulho recolhida em obras e reformas é de aproximadamente 60% do total; em Goiânia (GO) e em Porto Alegre (RS) esse índice é de 55%”, na cidade de São Paulo, cerca de 4.000 toneladas de lixo de construções são recolhidas diariamente pela prefeitura.

Os processos construtivos tradicionais podem evoluir para processos industrializados se forem tratados por meio de organizações, com incorporações tecnológicas mesmo que incrementais ao processo de produção (CHALITA, 2010).

2.2.3 Processo Semi-industrializado

Nos processos construtivos semi-industrializados a porcentagem de atividades realizadas nas unidades de pré-fabricação é quase igual à porcentagem de atividades realizadas em canteiro. O aumento de atividades na fábrica se deve à multiplicação de componentes e elementos iguais, inseridos no sistema. Tais processos subdividem-se em tradicional racionalizado e pré-fabricado parcialmente (KRAMBECK, 2006).

O mesmo autor fala que o processo tradicional racionalizado surgiu da necessidade de redução de custo das obras. É considerado o método mais antigo de pré-fabricação e se diferencia pela busca de maior racionalização, aumentando a produtividade. Entretanto, neste processo os componentes ainda não são trabalhados na usina, não exigindo ferramentas e equipamentos muito sofisticados. São apenas pré-cortados, pré-furados e codificados para posterior identificação no canteiro.

Para Morett, (2003) o processo semi-industrializado contempla uma padronização na obra com uma devida organização do canteiro de obras, padronização e racionalização de elementos, métodos e processos construtivos. Este tipo de processo mescla a utilização de métodos de pré-fabricação e elementos de pré-moldagem com vistas à redução de desperdícios na construção e consequentemente redução de custos de materiais e de mão de obra.

2.2.4 Processo Industrializado

Os processos industrializados são aqueles que se caracterizam principalmente pela produção dos componentes industrialmente, com característica de produção em série. Com este processo as reduções dos prazos da construção reduzem significativamente, além da redução de desperdícios na obra. Para Ribeiro (2002) é necessário que os projetos e a execução sofram ajustes de compatibilidade com os processos adotados.

Conforme Morett (2003) uma das principais vantagens do processo industrializado é a padronização e a compatibilização dimensional entre os diferentes componentes produzidos industrialmente, o que faz com que o desperdício de materiais seja praticamente nulo, principalmente por não utilizar de cortes, quebras e retrabalhos que são normais nos processos tradicionais.

A industrialização do processo da construção civil gera uma padronização de seus componentes e elementos utilizados nas diferentes fases da obra. Para Yoshida (2010), esta padronização passa a valorizar o operário valorizando de forma significativa o seu conhecimento no desenvolvimento de determinada tarefa. Esta nova formatação do processo assume papel estratégico na garantia da qualidade do produto e no sucesso do processo com a participação do trabalhador conforme o fluxograma mostrado na figura 01.

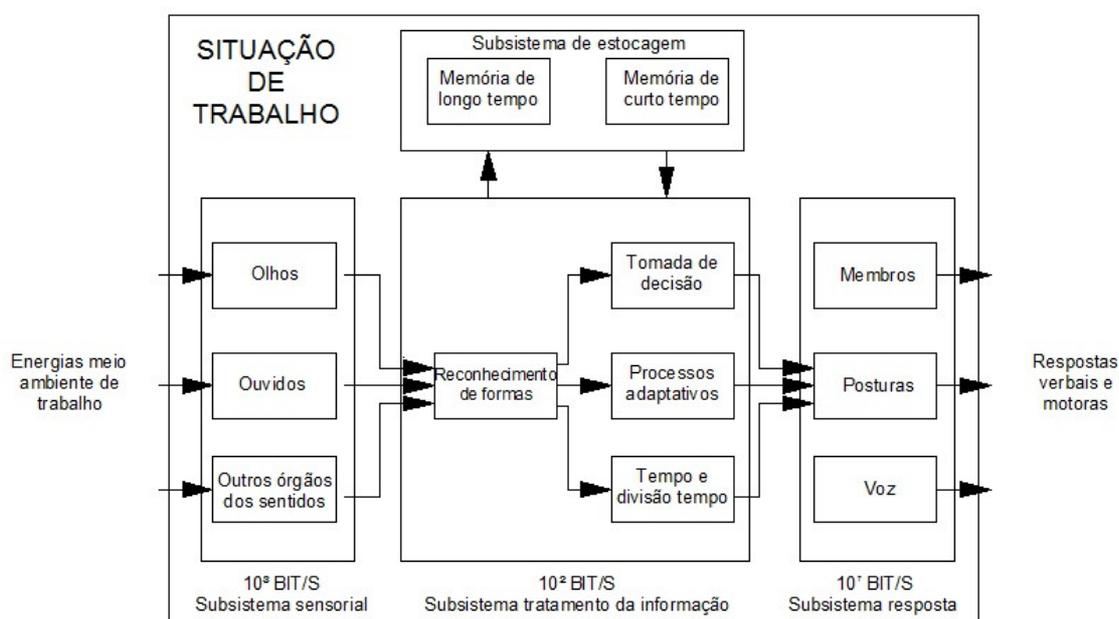


FIGURA 1 - Esquema do trabalhador como parte de um sistema (homem – tarefa).

Fonte : Santos & Fialho, 1997, p. 132

2.3 Desenvolvimento Sustentável na Construção Civil

Compreende como desenvolvimento sustentável, parte ou tudo aquilo que satisfaz as necessidades das gerações atuais sem que comprometam as capacidades e compromissos de gerações futuras, (JOHN, 2002).

Já para Montibeller (2004) a função básica do conceito de sustentabilidade é a constituição de um padrão normativo quando se trata da compreensão sobre as possibilidades de uma geração futura, a partir da eficiência e melhoria na qualidade de vida, permitindo apropriações de ideologias e segmentos sociais por toda sociedade.

Hartmann (2003) define desenvolvimento sustentável como exploração equilibrada dos recursos naturais, de maneira a satisfazer as necessidades e o bem-estar da presente geração sem comprometer as condições de sobrevivência das gerações futuras, incorporando, dessa forma, a variável ambiental.

Para Ângulo *et al.* (2000), o conceito de desenvolvimento sustentável tenta aproximar-se da construção civil através de um conceito, “entendido como um processo que leva às mudanças na exploração de recursos, na direção dos investimentos, na orientação do desenvolvimento tecnológico e nas mudanças institucionais”, vislumbrando uma intercomunicação harmônica entre as necessidades humanas presentes e futuras. Conceitos que vão além da multidisciplinaridade envolvendo questões de mudança cultural e educação ambiental.

2.3.1 Impacto dos Resíduos da Construção Civil no Meio Ambiente

Para CARDOSO *et al.* (2006), os impactos dos resíduos da construção civil se originam a partir de dois principais pontos: das construções formais (empreiteiras), informais (ampliações ou reformas – prestadores de serviços autônomos), principalmente nos grandes centros urbanos de forma desordenada e clandestina.

Além dos impactos ambientais da cadeia da construção civil seja no solo, lençol freático, ar, fauna, flora e paisagem, também contribui para impactos sobre o

clima, bem como os impactos não ambientais, quais sejam aqueles que afetam o emprego, renda e inclusão, acessibilidade, segurança e saúde, entre outros (BLUMENSCHHEIN, 2004)

A construção civil faz parte de um conjunto de processos que acabam por degradar significativamente o meio ambiente. Estima-se que esta cadeia seja responsável por cerca de 20 a 50% do consumo de recursos naturais disponíveis no planeta, renováveis e não renováveis começando desde a extração da matéria prima, passa pelo processo de construção nova, demolição, reforma e resultando em resíduos causando grandes impactos ambientais, conforme mostra o esquema na figura 2 (Karpinski *et al*, 2009).

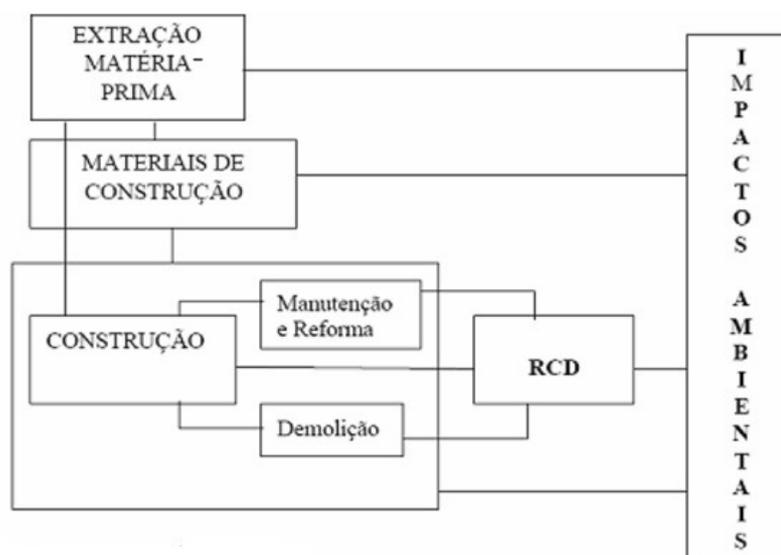


FIGURA 2 - Cadeia da Construção civil.

Fonte: Schmeider (2003)

2.4 Sistemas de Construção Utilizando Terra

Com a descoberta da agricultura o homem sentiu a necessidade de construir ambientes para o armazenamento da colheita, com isso se originaram as primeiras cidades, (BARBOSA, 2002).

O autor ainda aponta que os primeiros materiais utilizados foram aqueles que a natureza disponibilizava como pedras, galhos, palha e a terra como apresenta a Figura 3. Com estes materiais o homem pode construir grandes obras de engenharia como a muralha da china, as pirâmides entre outras.

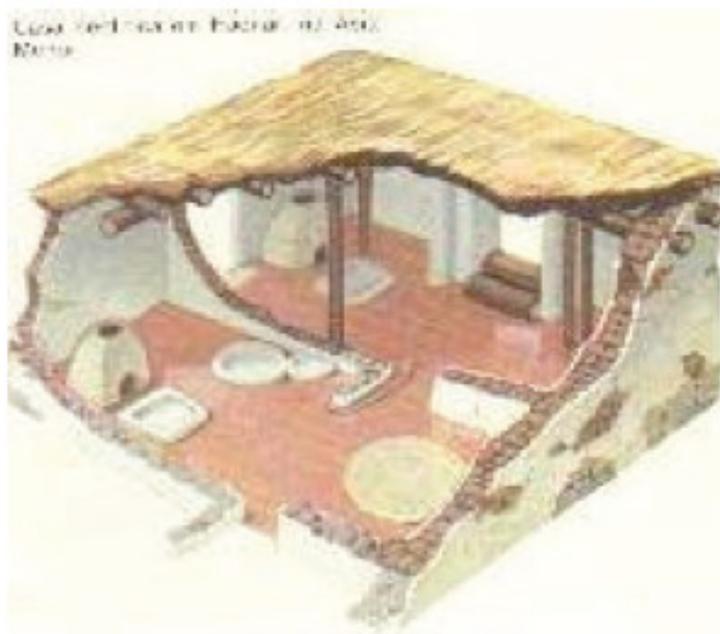


FIGURA 3 - Casa dos primórdios da humanidade

Fonte: Mesbah et al (2013)

Estudos arqueológicos apontam que o uso da terra na construção está presentes desde o período Neolítico. A utilização da terra como material de construção é a forma mais marcante das possibilidades de aplicação dos recursos naturais (NEVES, 2001).

Ao longo do tempo a técnica que utiliza a terra como processo de construção foi evoluindo devido a fatores técnicos e a condições culturais com vistas a atender as condições do homem e de suas necessidades. Com o passar do tempo foi possível um intercâmbio dos diferentes métodos de utilização de terra como método construtivo.

Na construção da Babilônia e Assíria foi utilizada uma variação de adobes moldados com terra e água até adobes molhados com asfalto natural. No Egito antigo foram introduzidos adobes com palhas e bambus, com intenção de reduzir o efeito de retração do material (LEITÃO, 1993).

Segundo Neves (2001), construções com o uso de terras com mais de dois mil anos. Esta técnica também foi utilizada em países como Peru, México e no Sudoeste dos Estados Unidos, regiões mais favorecidas por suas características de clima quente e seco.

Com o passar do tempo as técnicas foram se modernizando e pouco a pouco a técnica com o uso de terra foi sendo substituída, como afirma Morett, 2003. No entanto mesmo com a modernização dos processos de construções a técnica manteve-se em meio às habitações mais humildes e menos favorecidas economicamente, com processos artesanais de construção.

No decorrer do século XX, o processo foi retomado em vários países europeus e aperfeiçoado no período pós-guerra, chegando à descoberta do solo-cimento pelo engenheiro Inglês, H.E. Brook-Bradley, que utilizou inicialmente o material em estradas e pistas para veículos puxados a cavalo, ao sul da Inglaterra, (BAUER, 1985, apud, MORETT, 2003).

2.4.1 Solo-cimento

De acordo com a ABCP (2013) o solo-cimento é uma mistura de solo, água e cimento em porções adequadas que resulta em uma mistura homogênea. O resultado desta mistura é um material de boa resistência com baixo índice de impermeabilidade e baixa retração volumétrica.

A NBR 12023 (1992, pag. 01) estabelece que o solo-cimento é o “produto endurecido, resultante de uma mistura íntima compactada de solo, cimento e água, em porções estabelecidas através da dosagem, executada a NBR 12253”.

Na obtenção do solo-cimento o solo é o composto mais utilizado, o cimento tem a função de estabilização do mesmo e entre em proporções que variam de 5 a 10 % do peso total do solo, com este percentual de cimento já é possível conferir uma resistência adequada ao composto (ABCP, 2013)

A Associação Brasileira de Cimento Portland ainda afirma que o solo pode ser extraído do próprio local da obra, sendo que praticamente todos os tipos de solo possam ser utilizados para a confecção do solo-cimento, exceto os solos que

possuem matéria orgânica em decomposição (terra preta). Os solos classificados como mais apropriados, são aqueles que possuem entre 45% e 50% de teor de areia em sua composição, enfatizando que os solos mais arenosos podem ser estabilizados com um percentual menor de cimento, embora seja necessária a presença de argila em sua composição para uma boa coesão quando a mistura for umedecida e compactada, facilitando assim a sua retirada imediata da forma.

Segundo Silva (2005) a mistura de solo-cimento é apresentada sob a consistência de uma “farofa” que possibilita sua aplicação em fundações, contrapisos, execução de paredes monolíticas, blocos e tijolos, podendo ser empregados em diferentes tipos de construções.

Uma das grandes vantagens da utilização do solo-cimento é a possibilidade da utilização do solo extraído no próprio local da obra, principalmente quando se leva em conta que o solo é utilizado em maiores proporções na produção dos tijolos de solo-cimento, impactando de forma significativa na economia da obra, afirma Rolin *et. al* (1999).

Além da mistura ser de fácil execução, baixo custo e boa resistência, Silva (2005) aponta outras vantagens:

- disponibilidade de solo propiciando o uso intensivo de recursos materiais locais – O solo a ser utilizado geralmente está disponível no local da obra ou próximo a ela, dispensando transporte e a utilização de equipamentos sofisticados, o que torna o custo da escavação baixo. Caso o solo não se enquadre no projeto, são permitidas correções na sua granulometria;
- tecnologia simples, de fácil assimilação do processo construtivo, não necessitando por isso, de mão de obra especializada. Podem ser adotados sistemas familiares e comunitários. Essa favorece ainda a formação de cooperativas, possibilitando assim uma independência cultural, econômica e energética.
- apresenta boas condições de conforto térmico e acústico, comparáveis às as construções em alvenaria de tijolos cerâmicos. O desempenho climático apresenta-se favorável para a grande maioria das regiões do planeta. As construções com solo-cimento são muito confortáveis pois a “terra crua” é má

condutora de calor. Construções em solo-cimento são também resistentes ao fogo;

- as paredes não oferecem a menor condição para instalação e proliferação de insetos nocivos à saúde levando assim a uma maior higiene do local;
- grande durabilidade e manutenção reduzida pois, por apresentar elevada resistência e boa impermeabilidade, as construções com ele executadas são muito duráveis, resistindo ao longo dos anos ao desgaste e à umidade.
- Nas edificações de solo-cimento dispensa-se o uso de revestimentos tais como chapisco, emboço ou reboco. Isto é devido ao acabamento liso das paredes monolíticas ou à perfeição das faces das peças prensadas. Uma pintura simples é necessária apenas para aumentar a impermeabilidade das paredes e melhorar o aspecto visual e as condições de conforto e higiene.
- O consumo de energia é menor em construções com solo-cimento tanto na obtenção do material quanto na construção propriamente dita. O fato de não haver necessidade de queima na produção de tijolos reduz consideravelmente o consumo de energia, sobretudo quando são usadas prensas manuais.

Assim como Silva (2005) e Penha (2007) aponta que o baixo investimento para a produção de tijolos de solo-cimento, além da facilidade de manuseio e obtenção de matéria prima faz esta alternativa tornar-se viável para construções principalmente no meio rural e em pequenas comunidades.

Esse tipo de alvenaria é mais utilizado em zonas rurais para povoado de baixa renda e os blocos geralmente são produzidos no próprio canteiro de obra. Podendo ser utilizados em construções de casas, depósitos, galpões, aviários, armazéns, etc. (CEPLAC, 2008).

2.4.1.1 Estabilização

Morett (2003) define que a estabilização é um o processo muito antigo que vem sendo utilizado por diversas culturas para tornar uma mistura mais resistente às intempéries sem que seja comprometida a sua resistência mecânica. Muitos produtos vêm sendo utilizados com este intuito ao longo do tempo como, óleo animal ou vegetal, fibras vegetais e betume são alguns exemplos utilizados na estabilização de solos.

Para estabilizar um material é necessário proporcionar condições necessárias para que todos os grãos sejam aglutinados proporcionando-lhe condições de resistência.

Pode-se dizer que o termo "estabilização do solo" corresponde a qualquer processo, natural ou artificial, pelo qual um solo, sob o efeito de cargas aplicadas, se torna mais resistente à deformação e ao deslocamento, do que o solo original. Estes modificam as características do sistema solo-água-ar a fim de obter propriedades de longa duração compatíveis com uma aplicação particular (Houben & Guillaud 1994).

Uma relação crítica é necessária, para que as partículas de solo movimentem-se sem comprometer a estabilidade da mistura não ocorrendo expansão nem deformação. Esta relação crítica está relacionada ao percentual de partículas de solo e os espaços vazios entre o mesmo, o que caracteriza o solo como instável. A busca pela estabilidade está relacionada à redução dos espaços vazios entre as partículas chegando assim na chamada relação crítica. Considerando solo constituído apenas de agregado graúdo (pedregulho) e solo apenas de agregado miúdo (areia), a resistência deste solo depende apenas do atrito interno do mesmo, porém este tipo de solo não possui coesão. Sendo assim é necessária à adição de um componente com características cimentícias, para manter as partículas unidas e assim todo o material adquira uma coesão. Para tanto podem ser utilizados betume, argila ou cimento, (BAPTISTA, 1986, apud Morett, 2003).

Morett ainda afirma que alguns fatores são preponderantes na adequada estabilização da mistura sendo elas: a granulometria do solo, a umidade e o grau de compactação. A estabilização pode ser dividida de acordo com a compactação, prensagem e a adição de materiais aglomerantes, definindo assim dois tipos

distintos de estabilização: o primeiro tipo caracteriza-se pela característica granulométrica, teor de umidade e grau de compactação; e o segundo tipo caracteriza-se pela adição de substâncias, denominada estabilizante;

A estabilização pode dividir-se em quatro categorias, conforme o tipo de material estabilizante (mistura), conforme ilustrado na figura 4, cimentação armação, impermeabilização e tratamento químico.

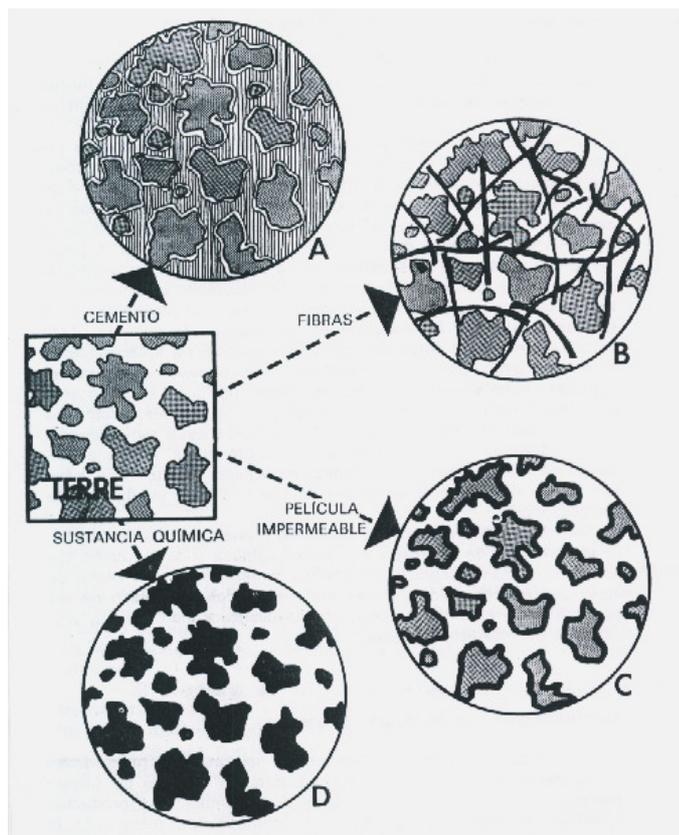


FIGURA 4 -Comportamento das partículas no interior da mistura de terra pela ação dos diversos métodos de estabilização.

Fonte: Morett, 2003

2.4.1.2 Resistência

Silva (2005) aponta que a empresa SUPERTOR, fabricante de máquinas e tecnologia de solo-cimento, com vistas à difusão da tecnologia afirma que alguns fatores influenciam nas propriedades de resistência de tijolos confeccionados com

solo-cimento, tais como: a) características do solo utilizado; b) teor de cimento da mistura; c) grau de finura do cimento utilizado; d) grau de homogeneização da mistura; e) densificação da mistura na prensagem (ou fator de empacotamento da mistura); f) tempo e condição de cura da mistura após a prensagem; g) aditivos empregados;

O autor ainda afirma que embora a empresa aponte especificamente cada item que pode influenciar na resistência do solo-cimento, o tipo de solo a umidade e o teor de cimento adotado para estabilização são os elementos que possuem relação de forma direta na variação da resistência do material.

A resistência do tijolo de solo-cimento aumenta na mesma proporção em que aumenta a adição de cimento na mistura, porém a ABCP defende que seja utilizada apenas a quantidade necessária de cimento, para que se adquira uma resistência ideal do bloco para que não ocorra a elevação do custo do mesmo sem a devida necessidade.

As resistências à compressão dos blocos de terra e terra compactada podem variar de 5 a 50 kg/cm² conforme afirma (MINKE, 1994, apud, Morett, 2003).

2.4.1.3 Processo de Produção do Tijolo de Solo-cimento

De acordo com a cartilha desenvolvida pela empresa de maquinário Máquinas Man, para a produção de cerâmica, , apresentam-se a seguir: a produção, materiais constituintes do componente do solo-cimento (figura 05), escolha do traço e preparação da mistura e a fabricação do elemento.



FIGURA 5 - Componentes para fabricação de tijolos
Fonte: Save (2012)

2.4.1.3.1 Produção com Prensa Manual

Produção mensal estimada: 60.000 unidades/mês

Edificação: Galpão com área construída de aproximadamente 100,00m²

Mão de Obra: 01 Encarregado de Produção e 04 Serventes

| | |
|--|--|
| Prensa Manual | Peneira 4,8mm: 02 unidades |
| Betoneira: 01 Unidade | Balde construção: 02 unidades |
| Triturador de Terra: 01 Unidade | Mangueira plástica: 01 unidade |
| Carros de mão: 02 unidades | Regador de água: 02 unidades |
| Reservatório de água (cap. 1000 litros): 01 unidade | Pallets: 50 unidades (1 metro x 1,20 metros) |
| Enxada: 01 unidade | Carrinho Paletizador: 01 Unidade |
| Pá: 02 unidades | |

QUADRO 1 - Equipamentos e Utensílios para a Produção de Tijolo de Solo-Cimento – Prensa Manual

Fonte: Maquinas Man (sd)

2.4.1.3.2 Produção com Prensa Automática

Produção mensal estimada: 210.000 unidades/mês

Edificação: Galpão com área construída de aproximadamente 250,00m²

Mão de Obra: 01 Encarregado de Produção e 04 Serventes

| | |
|----------------------------------|--------------------------------|
| Prensa Automática: 01 unidade | Enxada: 01 unidade |
| Triturador de Terra – 01 Unidade | Pá: 02 unidades |
| Dosador de terra – 01 unidade | Balde construção: 02 unidades |
| Dosador de cimento – 01 unidade | Mangueira plástica: 01 unidade |

| | |
|---|---|
| Misturador – 01 Unidade | Regador de água: 02 unidades |
| Correia Transportadora – 02 unidades | Paletes: 150 unidades (1 metro x 1,20 metros) |
| Carros de mão: 02 unidades | Carrinho Paletizador: 01 Unidade |
| Reservatório de água (cap. 1000 litros): 01 unidade | |

QUADRO 2 - Equipamentos e Utensílios para a Produção de Tijolo de Solo-Cimento – Prensa Automática

Fonte: Maquinas Man (sd)

2.4.1.3.3 Produção com Prensa Automática

| | | |
|----------------------------------|--------------------------|------------------------|
| Solo arenoso: 2,0 m ³ | Cimento Portland: 168 kg | Água potável: variável |
|----------------------------------|--------------------------|------------------------|

QUADRO 3 - Consumo de Material para a Produção de um Milheiro de Tijolo de Solo-Cimento

Fonte: Maquinas Man (sd)

2.4.1.3.4 Materiais Constituinte do Componente Solo-cimento

- SOLO

Segundo Pinto (1998), solo é formado por um conjunto de partículas provenientes da desagregação de rochas a partir de ações físicas e químicas, com água ou outro líquido e ar.

Para Grande (2003) a formação dos solos é causada por fatores como agentes atmosféricos, água, variações de temperatura e decomposição químicas, que atacam a superfície terrestre.

Na composição do solo-cimento, o solo é o material que entra em maior proporção, devendo ser selecionado de modo que permita o menor consumo possível de cimento, (SOUZA, et al, 2008).

Não devem ser utilizados solos que contenham matéria orgânica, pois esta pode perturbar a hidratação do cimento. Embora existam solos que sozinhos não podem ser utilizados no processo, há possibilidade de se misturar dois ou mais solos para obtenção de um solo viável que venha a estabilizar-se e possa ser usado como solo-cimento, (MÁQUINAS MAN, sd).

O solo antes de ser misturado com o cimento, deve estar seco, isento de matéria orgânica, e peneirada numa peneira com malha de 4,8mm. Em caso de não dispor de uma peneira de malha especificada (4,8mm), adota-se a peneira utilizada para café, isto é, que são usadas por ocasião da colheita do café, sua malha tem abertura aproximada de 5mm x 5mm, (MÁQUINAS MAN, sd).

- CIMENTO

O cimento é um dos materiais de construção mais utilizados na construção civil, por conta da sua larga utilização em diversas fases da construção. O cimento pertence a classe dos materiais classificados como aglomerantes hidráulicos, esse tipo de material em contato com a água entra em processo físico-químico, tornando-se um elemento sólido com grande resistência a compressão e resistente a água e a sulfatos, (MAURY, et, al, 2012).

Segundo NBR, 12253 (1992, pag.01) para a mistura de solo-cimento deve ser adotado como teor de cimento o menor dos teores com os quais a resistência média à compressão for igual ou superior a 2,1MPa, aos sete dias de idade. Pode-se utilizar qualquer tipo de cimento para a produção de tijolos, sendo que os mais usados são o cimento Portland comum (CPI), e o cimento Portland comum com adição (CPI-S)

- ÁGUA

A água deverá ser isenta de impurezas nocivas à hidratação do cimento, supõem-se usáveis, águas potáveis.

2.4.1.3.5 TRAÇO DA MISTURA

Considerando que a capacidade de uso de material da equipe (04 pessoas) seja equivalente ao consumo de um traço por hora, correspondente a 100kg de mistura.

Recomenda-se três misturas de solo-cimento com 1:10, 1:12 e 1:14 de cimento em volume (cimento e solo). Quanto maior for à dosagem de cimento no solo mais resistente será o tijolo. A figura 6 mostra o traço de 1:10 para a mistura do solo-cimento, (FUNTAC, 1999).

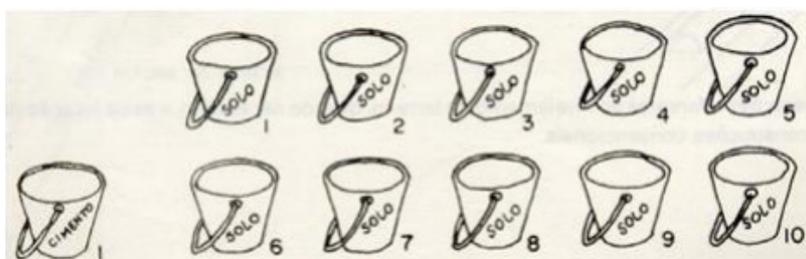


FIGURA 6- Esquema de exemplificando a dosagem para mistura com traço 1:10.

Fonte: Maquinas Man (sd).

- **PREPARAÇÃO DA MISTURA**

A quantidade de solo e de cimento a serem misturados poderão ser medidas em volume para maior facilidade de operação. Normalmente, a quantidade de cimento e do solo é feito em recipiente, (Ex. baldes, padiolas, etc.), colocando-se inicialmente o solo até adquirir um traço adequado ao manuseio e com a capacidade produtiva, por um período de no máximo 01 (uma) hora. Em seguida adicione o cimento, (FUNTAC, 1999).

Os componentes secos devem ser trabalhados (isto é, misturados) até completar homogeneização, que é alcançada quando a mistura adquirir coloração uniforme. A água deve ser adicionada em forma de chuveiro, garantindo boa distribuição sobre a massa até que atinja a umidade ideal. A verificação da umidade da mistura é feita com razoável precisão, da seguinte forma prática:

- Se pega um punhado da mistura e aperta-se energicamente entre os dedos e a palma da mão; ao abrir a mão o “bolo” deverá ter a marca deixada pelos dedos; A

figura 7 mostra um esquema utilizado para se verificar a umidade ideal da mistura, (MÁQUINAS MAN, sd).



FIGURA 7 - Esquematização de verificação da umidade ideal da mistura

Fonte: Maquinas Man (sd)

- FABRICAÇÃO DO TIJOLO

A mistura é transferida para a cuba da prensa; o molde da prensa é que dá a forma ao elemento (tijolo), conforme mostra a figura 8.



FIGURA 8 - Processo de Prensagem dos tijolos

Fonte: Maquinas Man (sd)

Logo após a prensagem, o elemento produzido deve ser colocado sobre pallets, e está pronto para ser colocado na área de cura.

Os elementos devem ser colocados na sombra, sobre uma superfície plana e empilhados até uma altura máxima de 1,50m. Após 06 (seis) horas de moldagem, e durante os 07 (sete) primeiros dias, os elementos devem ser mantidos úmidos por meio de sucessivas molhagens (a cada 04 horas) com regador ou similar, munido de chuveiro, a fim de garantir a cura necessária. Há casos em que não há condições de cura em local coberto; se isto ocorrer deve-se proteger a pilha com lona ou material similar. Quando o solo utilizado for muito arenoso e não houver possibilidade de empilhamento, logo após a conformação dos elementos, costuma-se deixá-los no

primeiro dia depositados sobre pallets, fazendo o empilhamento no segundo dia, (MORETT, 2003).

2.5 Sistemas Construtivos Cerâmicos

A utilização de materiais cerâmicos datam de 4.000 a.C. pelo homem, destacando-se pela sua durabilidade, além da abundância da matéria-prima (argila) utilizada. Não se sabe exatamente a época e o local de origem do primeiro tijolo; provavelmente alguns europeus foram os primeiros a utilizarem o produto na forma em que se apresentam hoje, as usinas desta civilização dominavam o processo de queima da argila, (SANTOS, 2002).

Segundo ANICER (2003), pode-se dizer que a cerâmica é responsável por quase totalidade das alvenarias e coberturas executadas no Brasil. E sendo um dos materiais mais utilizados no sonho das famílias na construção da casa própria, a cerâmica é o produto mais difundido, mais fácil de aplicar. No mercado a demanda de produtos de cerâmica vermelha possui alto valor agregado e destinado a acabamentos e revestimentos tais como: pisos, soleiras, tijolos, blocos, placas cerâmicas, etc.

De acordo com a ANFACER (2013), o Brasil se apresenta como um dos principais produtores mundiais de cerâmica, ficando atrás apenas da China (com 3,5 bilhões de m²) e da Espanha (com 685 milhões de m²). Com produção de 637 milhões de m², ultrapassa as produções da Itália (563 milhões de m²) e Índia (360 milhões de m²).

Segundo a ABC (2013), materiais cerâmicos compreendem todos os materiais de emprego em engenharia ou produtos químicos inorgânicos que são utilizáveis geralmente pelo tratamento em temperaturas elevadas.

Entre estes materiais estão os blocos cerâmicos e os tijolos, ambos produzidos através da queima da argila em uma temperatura aproximada de 900 °C, esta pode ser realizada em pequenas olarias ou modernas manufaturas, possuem características físicas, mecânicas que apresentam vantagens como: baixa densidade, menor carga sobre a estrutura, baixo custo, encontrados com facilidade em grande parte das regiões do país, boas características, térmicas, acústicas e apresentam uma alta resistência à chama. Contudo apresentam falta de padronização principalmente os blocos e telhas o que contribui para um baixo

desempenho dos mesmos em relação aos produtos similares comercializados, (ANDRADE, 2002).

Segundo APICER (2000) os tijolos cerâmicos são classificados de acordo com suas características e aplicação;

Quanto às características, destacam-se:

- Maciço – o volume de argila cozida não é inferior a 85% de seu volume total aparente;
- Furado – apresenta furos ou canais de formas e dimensões variadas, paralelos às suas maiores arestas; e
- Perfurado – com furos perpendiculares ao leito.

Quanto ao tipo de aplicação:

- Face à vista – destinados a permanecer aparentes no interior ou exterior da edificação;
- Enchimento – sem função resistente, suportando apenas seu peso próprio;
- Estruturais – com função estrutural na construção

2.5.1 Processo de Produção do Tijolo Cerâmico

Os processos de fabricação empregados pelos diversos segmentos cerâmicos assemelham-se parcial ou totalmente. E compreendem as seguintes etapas: extração da matéria-prima e preparação da massa, conformação da peça e tratamento térmico, ABC (2013).

Conforme mostra na figura 9 o fluxograma dos processos produtivos das cerâmicas.

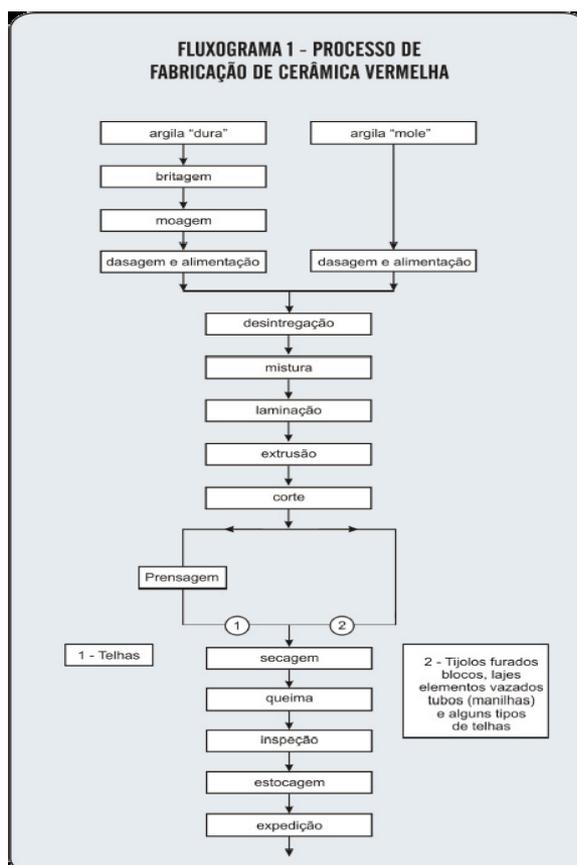


FIGURA 9 - Processo de fabricação de cerâmica vermelha

Fonte: Associação Brasileira de Cerâmica – ABC (2011)

2.5.2 Extração da matéria – prima e preparação da massa

A maioria da matéria-prima encontra-se em áreas úmidas (bacias de rios), a céu aberto. A extração além de prever remoção, disposição dos estéreis, a formação de bancos precisam assegurar a economia no transporte, a drenagem da água, a segurança no trabalho e o aproveitamento completo da jazida (SILVA, 2009). A Figura 10 mostra maquinário (retroescavadeira) extraíndo a matéria-prima da natureza para utilização no processo do tijolo cerâmico.



FIGURA 10 - Retro-escavadeira extraindo matéria-prima da natureza

Fonte: Dias *et al* (2013)

O autor ainda fala que grande parte das argilas utilizadas na indústria cerâmica é natural, sendo encontradas em depósitos dispersos pela crosta terrestre. Após a mineração, as argilas passam por uma pré-transformação, que consiste na redução granulométrica (desagregação ou moagem), mistura e homogeneização. O processo de fabricação propriamente dito tem início após estas operações.

Segundo Neto (2007) as argilas in natura podem apresentar diferentes teores de umidade, sendo classificadas em Secas (umidade relativa de até 6%), Semissecas (7% a 10%), Semiúmidas (11% a 18%) e Úmidas (maior que 18%). No entanto, para massas de composição diferente e mesmo teor de umidade, não se pode esperar comportamentos semelhantes, sendo indicada a realização de ensaios laboratoriais de caracterização. Ainda devem ser levadas em consideração as variáveis intrínsecas, tais como área de procedência (jazida), clima da região e métodos de trabalho aplicados no processo produtivo.

É chamado preparo da massa a etapa de umidificação da mistura dos vários tipos de argila, para adquirir consistência e moldagem. É formulada com base na composição química das matérias-primas, na sua composição mineralógica, nos seus comportamentos físicos e físico-químicos (BOUCH, 2005).

O mesmo autor afirma que para garantir as propriedades finais do corpo cerâmico é fundamental o beneficiamento adequado das matérias-primas e a correção das suas propriedades físico-químicas.

2.5.3 Conformação da peça (moldagem ou extrusão)

Segundo Freitas *et al.* (2009) a conformação é a etapa em que o material adquire forma e características estruturais, portanto fundamental. E a prensagem é o procedimento de conformação mais comum utilizado na produção, pois possibilita uma elevada produtividade, facilidade de automação e capacidade de produzir peças com diferentes dimensões.

Existem dois tipos de prensagem: uniaxial e isostática, na primeira o pó é compactado em uma matriz rígida por pressão na direção axial e a segunda o pó é compactado por um molde flexível atuando sobre um fluido pressurizado, (ALBRO, 2001).

A extrusão é o método mais utilizado, seguido da prensagem, dependendo do produto final que se deseja. Método de formação da peça por meio de massa pastosa, com umidade variando de 18 a 30%, dependendo do tipo de massa. Utiliza-se uma maromba equipada de boquilha, por onde a massa é forçada a passar, dando formato à peça (figura 11). Já a prensagem é o método de formação de peça utilizando-se uma mistura contendo de 5% a 15% de umidade. Neste caso é utilizada uma prensa equipada com estampo metálico, onde é formada a peça por pressões elevadas de 100 a 250kgf/cm² (BOUCH, 2005).



FIGURA 11 - Processo da etapa de extrusão da massa

Fonte: Dias et al (2013)

2.5.4 Tratamento térmico

O tratamento térmico diz respeito à secagem e a queima dos produtos cerâmicos, (SOARES E PEREIRA, 2004).

Durante o tratamento térmico, queima, a peça cerâmica tem a quantidade de poros reduzidos, apresentando contração, aumento da massa específica e maior interação entre os cristais da estrutura, aumentando a dureza e a densidade da peça formada, proporcionando resistência mecânica aceitável dentro dos limites de sua aplicabilidade (CARVALHO, 2001).

A queima é uma das etapas mais importantes do processo de fabricação, já que dela depende grande parte das características do produto cerâmico: Resistência mecânica, estabilidade dimensional, resistência ao fogo, entre outras. (SEBRAE, 2004).

2.5.4.1 Secagem

A secagem pode ser realizada de forma natural (ar livre) conforme mostra figura 12, ou artificial (figura 13) (secadores intermitentes ou contínuos), com objetivo de eliminar a água utilizada para se obter uma massa plástica no processo da conformação (VIEIRA *et al.*, 2003).



FIGURA 12 - Etapa de secagem por processo natural

Fonte: Oliveira (2012)



FIGURA 13 - Etapa por processo artificial

Fonte: Oliveira (2011) apud, SENAI – SP (2007)

A água deve ser eliminada lentamente para que não haja tensões, pois estas causam deformações indesejáveis. Durante a secagem a redução de umidade é de 20% a 25%, já após a extrusão ou prensagem chega de 6 à 10% (COUVIGNOU, 2007; SANTOS, 2001).

Para secagem natural o tempo de duração da secagem depende das condições climáticas (temperatura, umidade e vento), podendo levar até seis meses. Já a secagem artificial é realizada em fornos com temperatura que chegam de 80°C a 110 °C e depende das características da matéria-prima, do formato do secador que pode levar de 12 à 40 horas, (PAULETTI, 2001).

2.5.4.2 Queima

A queima é realizada em três fases: aquecimento, permanência em um platô e resfriamento inferior a 200 °C. A queima ou sinterização é realizado entre 800 °C a 1700 °C em fornos de tijolos. O de tipo túnel pode ser considerado o mais utilizado por apresentar rendimento operacional e energético, e este processo provoca transformações físico-químicas modificando as características de produto cru para cerâmico. O processo pode variar de alguns minutos até dias e uma boa operação

do forno é de extrema importância, pois a resistência mecânica, contração linear, absorção e porosidade não são adquiridas apenas pela uniformidade (ANICER, 2008). A figura 14 mostra um esquema de funcionamento de fornos do tipo túnel.

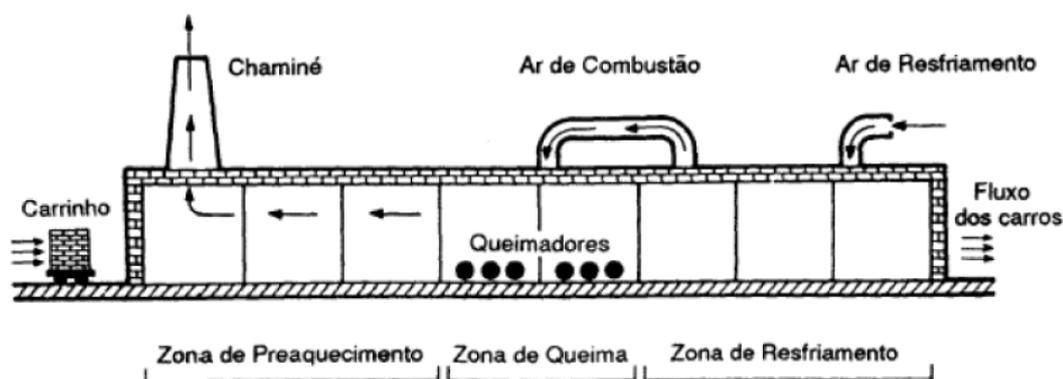


FIGURA 14 - Desenho esquemático do forno tipo túnel.

Fonte: Oliveira (2011) apud, Henrique (1983).

Segundo Bauer (2000), o processo de queima é um dos mais importantes na fabricação de tijolos, pois é nesta fase que acontecem as reações químicas que proporcionam as características finais do bloco, como resistência, cor, entre outras.

Não existe um tempo nem temperatura exata para queima, dependem do tipo de argila, eficiência do processo, condições ambientais e geométricas dos fornos. Além da importância na qualidade também tem influência significativa no consumo de energia utilizado durante a queima se for lenta gasta excessivamente mais combustível, e for rápida de mais economicamente mais interessante, porém pode comprometer a qualidade do produto.

2.5.4.3 Resfriamento

Após a queima os blocos devem ser resfriados lentamente dentro do forno por algumas horas, pois se contato com o ar externo pode apresentar defeitos como fissuras, deformações ou quebras, por isso é importante controlar a temperatura de resfriamento, (SANTOS, 2001).

O resfriamento deve ser realizado de forma gradual e cuidadosa para evitar ocorrência de trincas, através da chaminé ou do aproveitamento de calor para os

secadores, num período em torno de 38 a 50 horas (SOARES e NASCIMENTO, 2007).

2.6 Sistema de Construção Utilizando Concreto

Isaia (2005), afirma que a utilização do concreto não é recente começando a ser utilizado anos antes de Cristo na Galiléia. Também utilizado por gregos e romanos, e se reafirma perante a construção civil com o aparecimento do cimento Portland – cujo nome foi atribuído porque representava uma característica muito semelhante com o calcário da península de Portland - por John Smeaton em 1756, em seguida patenteado no ano de 1824, pelo inglês John Aspdin.

Em seguida surge o concreto estrutural, que foi preconizado em um barco, obra desenvolvida pelo Francês Joseph-Louis Lambot no ano de 1849. Na construção civil suas primeiras utilizações foram em uma ponte em 1849 e também pavimentos armados em 1852, revolucionando as técnicas da construção civil, pois apresentou vantagens no que se tratava de economia e técnicas perante outros materiais (RIBEIRO, 2010)

Na metade do século XX começaram as descobertas quanto seu uso e potencialidades, porém dentro de um cenário histórico de guerras. Dentre as descobertas em 1919 na Alemanha surge o concreto protendido utilizado somente com finalidade estrutural sendo necessária a utilização de alguns revestimentos já que esteticamente não era tão atrativo (RIBEIRO, 2010 apud, SILVIO, 1995).

Segundo Zein (2007), logo em seguida alguns arquitetos como Frank Lloyd Wright, Walter Gropius, Alvar Aalto, Le Corbusier entre outros renomados profissionais começaram trabalhos levando em consideração a plasticidade e beleza do mesmo. A primeira obra foi o Edifício Industrial da FIAT na Itália obra de Mattè Trucco, que serviu inclusive de inspiração para arquitetura mundial na utilização do concreto aparente dando início a chamada arquitetura Brutalista que se expandi a partir do ano de 1959.

Segundo IBRACON (2009), o concreto é um dos materiais construtivos mais utilizados. Pode ser encontrado em construções de vários usos, casas de alvenaria, rodovias, pontes, edifícios, torres de resfriamento, usinas hidrelétricas e nucleares,

obras de saneamento, plataformas de extração petrolífera móveis, etc. Estima-se que são consumidas 11 bilhões de toneladas de concreto por ano, o que significa, segundo a Federación Iberoamericana de Hormigón Premesclado (FIHP), um consumo médio de aproximadamente 1,9 toneladas de concreto por habitante por ano, o que perde somente para o consumo de água. No Brasil, o concreto que sai de centrais dosadoras gira em torno de 30 milhões de metros cúbicos.

2.6.1 Os tipos de concreto se dividem em:

- **Concreto Convencional:** Utilizados em obras corriqueiras, normalmente de pouca trabalhabilidade, sendo necessária a utilização de equipamentos de vibração de imersão para que atenda as exigências e qualidade do concreto aplicado.

- **Concreto Bombeável:** é definido pelo concreto cujo transporte se dá por pressão através de tubos rígidos ou mangueiras flexíveis e descarregado diretamente próximo ao ponto de aplicação. Considerado bombeável quando seus componentes não se separam por segregação e quando a resistência ao deslocamento pelo interior da tubulação não atinja valores incompatíveis com a capacidade do equipamento.

- **Concreto Especial:** São aqueles que possuem diferentes slumps, com insumos mínimos e máximos de cimento, com fator água/cimento determinados, com FCj, com outras matérias-primas não usuais, com resistências à tração na flexão, com módulo de deformação/elasticidade, para especiais, adições, etc. Como por exemplo:

a) Concreto Magro: baixo custo de cimento sem função estrutural;

b) Concreto Aparente: Normalmente com slump maior que 90mm, concreto mais argamassado para melhor acabamento, sendo necessário alguns cuidados na hora da execução como vedação da fôrmas, escolha de um bom desmontante e a cura de no mínimo 5 dias.

- **Concreto Extrusado ou Maquininha:** Concreto com baixo (10 +/- 10mm), normalmente utiliza-se pedriscos no traço do concreto, não trabalhável em uso normal, sua utilização pode ser em sarjetas, painéis e lajes laminadas, telhas

laminadas, defensas e em raras exceções em algumas fôrmas deslizantes, caixas d'água, etc.

- **Concreto Auto-adensável:** Concreto fluído, de alto slump entre 160mm à 230mm, com alta trabalhabilidade e fácil aplicação, sendo necessário a utilização de vibração. Pode ser previsto a utilização de aditivos superplastificantes. Utiliza-se normalmente em peças com, alta taxa de armadura.

- **Concreto Rheodinâmico:** Concreto com baixo slump (concreto seco). Necessita de quantidade mínima de água para hidratação do cimento, que com a utilização do aditivo de base éter policarboxílico (hiperplastificante), torna o concreto auto-adensável, sem necessidade de vibração. Desenvolvido para aplicação que necessite de alto desempenho e resistência.

- **Concreto Leve:** O concreto leve pode ser obtido com grande padrão de qualidade em qualquer lugar do mundo, por ser um material de fácil moldagem, o que muito facilita os projetos arquitetônicos. Misturado em betoneiras (cimento, areia e as perolas de poliestireno), é depois moldado nas formas. Seu transporte é simples, utilizando carrinho de mão ou caminhão bomba, como um concreto convencional. Por se tratar de um material leve, há uma grande facilidade em seu manuseio.

a) Concreto com Argila Expandida com densidade de 1600 a 1800 kg/m³: sua característica é a redução do peso, é o único que fornece resistência compatível para estruturas de concreto armado. Poderá ser bombeado a uma distância máxima de 03 pavimentos.

b) Concreto com Argila Expandida com densidade de 1200 a 1500 kg/m³: sua característica é a redução do peso. Deverá ser utilizado aditivo especial para se trabalhar com esta densidade e não poderá ser bombeado.

c) Concreto Celular: É uma argamassa no qual é introduzido micro bolhas de ar, através de espuma líquida. Devido sua porosidade não é aconselhável a utilização em concretos estruturais. Ótimo isolante térmico e acústico.

d) Concreto com Isopor: Sua característica é um concreto com peso próprio reduzido. Ótimo isolante térmico e acústico.

e) Concreto com Vermiculita Expandida: podem adotar as mesmas condições do concreto com isopor, no entanto neste caso seria agregado vermiculita expandida.

f) Concreto Sem Finos ou Concreto “Cavernoso”: É um concreto com peso próprio reduzido, que tem como característica a ausência de finos (areia).

- **Concreto Pesado:** Concreto que tem sua massa específica elevada devido a utilização de agregados pesados, são usualmente utilizados em barragens, diminui a espessura do anteparo (paredes e lajes) com grande eficácia.

- **Concreto Projetado ou Jateado ou ainda Gunitagem:**

- **Via seca:** sua mistura é realizada sem adição de água no caminhão betoneira, posteriormente é empurrado para um mangote através de uma bomba, onde recebe adição de água e aditivo.

- **Via Úmida:** adotam-se, as mesmas observações do concreto projetado via seca. O processo é o mesmo, sendo que receberá na ponta do mangote apenas o aditivo acelerador.

- **Concreto Submerso:** Aplicado em presença de água ou betonítica. São previstos aditivos especiais motivadores de viscosidade para termos maior de compacidade sem desagregação em presença de água.

- **Concreto de Alta Resistência:** São aqueles que necessariamente precisam de resultados de resistência em tempo inferior a 28 dias ou até mesmo em horas. Pode ser utilizado em qualquer tipo de estrutura, também pode ser considerado como concreto de alto desempenho.

- **Concreto de Alto Desempenho:** São concretos considerados de alta resistência, durabilidade, menor porosidade, maior impermeabilidade, maior coesão e de fácil aplicação.

2.7 Concreto Celular Leve Polimerizado

Segundo NBR 12644 (1992) a definição de concreto celular espumoso é dada pela mistura de agregados miúdos, água e aditivo (formador de espuma). A composição deste produto permite com facilidade a incorporação de micropartículas de ar, que são distribuídas de modo uniforme na mistura tornando-a mais leve, coeso e homogêneo.

O concreto Leve Celular Polimerizado, é formado pela seguinte mistura: agregados inertes como pedra e areia, cimento *Portland*, água e polímero

METAPOPOP, utilizado especialmente para o desenvolvimento para esta aplicação. O polímero METAPOPOP é um elemento adicionado diretamente em equipamentos de baixa rotação como betoneiras, caminhões-betoneira ou bombas processadoras de concreto. Quando agitado, incorpora micro partícula de ar concreto, tornando-o mais leve e fluído (TECNOMETA, 2013).

Segundo Oliveira (1999), este processo é executado com a formação de micropartículas de ar, através da interação do polímero sob agitação mecânica. Este tipo de concreto se diferencia pela baixa densidade, não perdendo as demais características de um concreto estrutural e ainda ganhando propriedades termo / acústicas.

Segundo Goual et al, (2006), o concreto celular apresenta sua estrutura de poros fechados garante excelente grau de isolamento térmico e acústico, além de boa resistência à absorção de água conferida por sua composição completamente inorgânica são obtidas em detrimento da resistência mecânica do material, a qual diminui com o aumento da porosidade do mesmo.

Um sistema construtivo que pode ser moldado no local, trata-se de uma metodologia construtiva produtiva, que apresenta alto desempenho e custos competitivos, associado a prazos pequenos na hora da execução. Através deste sistema é possível executar uma casa por dia, por jogo de forma desde que haja uma mão de obra treinada para a montagem de formas e embutidos. Caracteriza-se como uma linha de produção diretamente no canteiro de obras, tendo como princípio básico a utilização do concreto leve celular polimerizado para moldagem “in loco” de todas as paredes da habitação sendo desenvolvidas de uma só vez, utilizando formas modulares com os embutidos hidráulicos, elétricos, armaduras e esquadrias (TECNOMETA, 2013).

2.7.1 Montagem das Formas

Por meio de dispositivos específicos de fixação e espaçamento, são também posicionados nas fôrmas, para concretagem, as tubulações e complementos das instalações hidráulicas e elétricas, que, além de itens de linhas de produtos tradicionais, envolvem peças especificamente concebidas para tal sistema. As instalações hidráulicas também admitem pré-montagem parciais racionalizadas,

executadas numa bancada planejada do canteiro de obras, (OESTE FORMAS, 2013).

Utiliza-se um sistema de formas para montagem das paredes, estas garantem precisão de esquadros, níveis e prumo. Primeiramente a montagem é feita na parte interna utilizando treliças metálicas e malhas de ferro em pontos estratégicos, as tubulações fixadas e também os gabaritos de esquadrias (Figura 15). Posteriormente fixa-se a parte externa da forma com um sistema de travamento que garante espessura da parede e que não haja deslocamento quando receber o concreto, estando pronta para receber a concretagem conforme a Figura 16, (TECNOMETA, 2013).



FIGURA 15 - Montagem das paredes internas com as treliças

Fonte: Acervo do autor, (2011)



FIGURA 16 - Montagem das paredes externas.

Fonte: Acervo do autor, (2011).

2.7.2 Concretagem e Desforma

Para concretagem é adicionado diretamente no caminhão betoneira o polímero, aditivo utilizado para expansão do concreto chegando a até 20%, garantindo uma maior leveza, fluidez e conforto (Figura 17). Após 24 horas depois da concretagem tempo estimado para a cura do concreto sem que haja trincas ou fissuras são retiradas as formas. Em seguida a parede está pronta para receber o revestimento (pintura), conforme mostra a Figura 18.



FIGURA 17- Concretagem da parede.

Fonte: Tecnometa, 2011.



FIGURA 718 - Parede pronta para receber acabamento.

Fonte: Acervo do autor, (2011).

2.7.3 Emprego do Sistema Construtivo

Segundo Tecnometa (2013) este sistema pode ser empregado em Programas de Governo, habitações e interesse social, cooperativas ou em grandes projetos imobiliários, podendo tornar-se mais vantajosos do que as construções convencionais. Também podem ser utilizados como fechamento em escolas, hospitais, creches, prédios entre outros, quando combinados com estruturas em aço ou outros tipos de pré-fabricados. Após a desforma, as paredes já estão alinhadas, no prumo e rebocadas, precisando apenas de uma estucagem e pronta para receber o telhado e acabamento final. Este sistema pode chegar a uma redução de 20% no custo final da obra, comparando com a construção convencional.

2.7.4 Qualidade do Sistema Construtivo

- Ótima resistência na compressão, tração e abrasão (8 Mpa a 15 Mpa em 28 dias), conforme solicitação do cálculo estrutural normas vigentes.
- Ótima impermeabilidade das paredes.
- Casas com excelentes resultados quanto ao conforto térmico, acústico e estrutural, barreira térmica, resistência a impactos, e isolamento a fogo, resultando qualidade de vida para os usuários.

2.7.5 Meio Ambiente X Sistema Construtivo

- Esse sistema contribui com o meio ambiente, pois não gera entulhos e ainda poderá utilizar agregados sólido (areia e brita), reciclados de entulhos provenientes da construção civil convencional.
- A utilização destes agregados está de acordo com as Normas Técnicas da ABNT.

2.8 Alvenaria Estrutural de Concreto

2.8.1 Abordagem geral do sistema construtivo

A alvenaria estrutural apresenta como uma das suas características mais importantes a simplicidade, não deixando de lado outras características como estética, solidez, durabilidade, versatilidade, absorção sonora e resistência ao fogo (CARVALHO, 2000, apud, LOURENÇO, 1996).

Segundo Camacho (2006), o conceito de alvenaria estrutural pode ser definido pelo processo nos quais elementos que desempenham a função estrutural são de alvenaria, sendo projetados, executados de forma racional, sempre aliando alta produtividade à economia, desde que executada de forma correta.

Esta pode ser classificada em alvenaria de vedação e alvenaria estrutural. Alvenaria de vedação é quando não é dimensionada para suportar cargas verticais além do seu próprio peso (MILTON, 2009). Já a alvenaria estrutural os elementos que desempenham a função estrutural são as próprias alvenarias, dispensando o uso de pilares e vigas o que possibilita a redução de custos, conforme esquema mostrado na figura 19 (SAMPAIO, 2010).

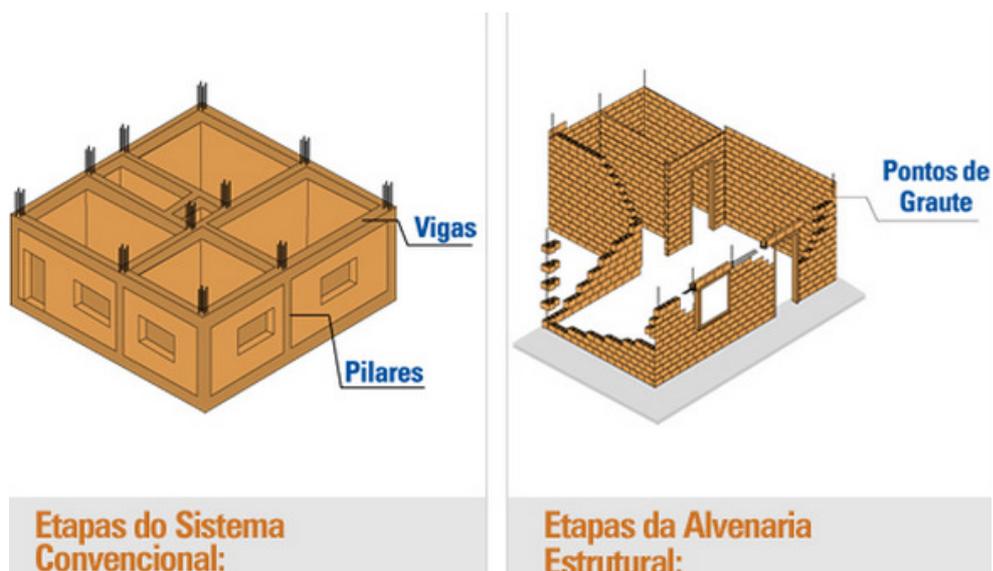


FIGURA 19 - Esquema de método convencional e método de alvenaria estrutural.

Fonte: Selecta (sd).

De acordo com Roman e Filho (2007) a alvenaria estrutural é um processo construtivo em que as paredes de alvenaria e as lajes enrijecedoras funcionam estruturalmente em substituição aos pilares e vigas utilizados nos processos construtivos tradicionais, sendo dimensionado através de cálculos que determinam a confiabilidade de estrutura para execução.

Segundo Sampaio (2010) a alvenaria estrutural é composta de blocos (ou unidades); argamassa; graute e armadura. Durante a elaboração da estrutura é comum o uso de elementos pré-fabricados tais como vergas, contravergas, coxim, escadas, etc. Sendo os blocos componentes básicos da estrutura, que desempenham principal responsabilidade de garantir as características de resistência da estrutura.

De acordo com a norma NBR 6136 (2007) o bloco se define como um “elemento de alvenaria cuja área líquida é igual ou inferior a 75% da área bruta”. Um bloco “conforme” deve oferecer qualidade e economia às edificações. Ou seja, deve apresentar dimensões e formas adequadas, compacidade, resistência, bom acabamento geométrica, boa aparência visual, sobretudo quando o projeto não prevê revestimento, bem como garantir isolamento termo acústico. Estes parâmetros são determinantes para a qualidade dos blocos e tem seus limites estabelecidos em normas técnicas apropriadas. A Figura 20 mostra três dos tipos mais utilizados de blocos estruturais.

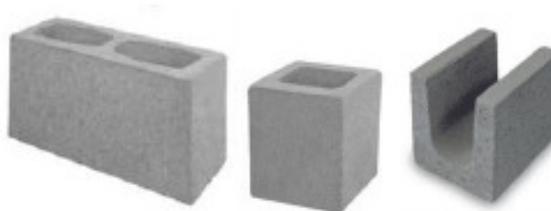


FIGURA 20- Blocos de concreto para alvenaria estrutural.

Fonte: Comunidade da construção (2011).

2.8.2 Emprego do Sistema Construtivo

A utilização da alvenaria estrutural vem sendo utilizada desde muito antigamente pelo ser humano em habitações, monumentos, templos religiosos.

Exemplos da utilização desta tecnologia são as pirâmides de Gizé, o Farol de Alexandria, grandes catedrais góticas e o Coliseu em Roma. Mesmo o uso de esta tecnologia ter se dado com maior intensidade no início do século XX em meados de 1920, já havia estudo com base em princípios científicos em laboratórios, com isso pode-se desenvolver teorias que fundamentam até hoje a arte de projetar em alvenaria estrutural de forma racional (RAMALHO; CORREA, 2003).

Segundo Silvestre, (2014) o seu emprego na construção civil é para casas e edifícios residenciais e comerciais, no Brasil é mais comum em residências. “Para que o sistema seja competitivo, é necessário atentar para duas importantes características da edificação a ser construída, a altura da edificação e o arranjo arquitetônico”.

2.8.3 Vantagens do Sistema Construtivo

Segundo NEPAE (2006), emprego da alvenaria estrutural vem se mostrando conveniente e pode trazer as seguintes vantagens técnicas e econômicas:

- Redução de custos: a redução de custos que se obtém está intimamente relacionada à adequada aplicação das técnicas de projeto e execução, podendo chegar, segundo a literatura, até a 30%, sendo proveniente basicamente da:

- a) Simplificação das técnicas de execução;
- b) Economia de formas e escoramentos.

- Menor diversidade de materiais empregados: reduz o número de subempreiteiras na obra, a complexidade da etapa executiva e o risco de atraso no cronograma de execução em função de eventuais faltas de materiais, equipamentos ou mão de obra.

- Redução da diversidade de mão de obra especializada: necessita-se de mão de obra especializada somente para a execução da alvenaria, diferentemente do que ocorre nas estruturas de concreto armado e aço.

- Maior rapidez de execução: essa vantagem é notória nesse tipo de construção, decorrente principalmente da simplificação das técnicas construtivas, que permite maior rapidez no retorno do capital empregado.

- Robustez estrutural: decorrente da própria característica estrutural, resultando em maior resistência a danos patológicos decorrentes de movimentações, além de apresentar maior reserva de segurança frente a ruínas parciais.

2.8.4 Processo de Produção do Bloco de Concreto

2.8.4.1 Dosagem

Trata-se das medidas de quantidade de cada material que compõe o traço, já previamente estabelecido pela dosagem do concreto dos blocos. Este procedimento pode ser em massa ou em volume. Entretanto deve-se ressaltar que para se obter blocos com características pouco variáveis é preferível que os materiais sejam proporcionados em massa (SOUZA, 2001).

Existem alguns erros que são passíveis de aparecer quando se trabalha com esta tecnologia. Dentre essas três fontes de erros a mais comum é relacionada à umidade da mistura. Nas usinas, em muitos casos, a água é acrescentada em função da experiência dos operários, o que leva a grandes variações nas características dos blocos, principalmente devido às variações no grau de compactação durante a moldagem (MEDEIROS, 1993).

Na dosagem do bloco de concreto devem-se tomar alguns cuidados devido a sua consistência ser de terra úmida, diferente do normalmente utilizado em estruturas, com consistência plástica. No concreto para fabricação de blocos existe a presença significativa de ar em volume e com isso ele não segue a regra do concreto de estruturas, onde menos água aumenta a resistência. A resistência à compressão é uma propriedade fundamental para os blocos estruturais, justamente por sua função e também porque a durabilidade, a absorção de água e a impermeabilidade da parede estão intimamente ligadas a esta propriedade (BARBOSA, 2004).

2.8.4.2 Mistura

É a homogeneização das substâncias dosadas, produzindo o concreto, a fim de que ele apresente a mesma composição em qualquer ponto de sua massa. A mistura em pequenas quantidades pode ser feita no local do empreendimento em betoneiras, quando houver necessidade maior utiliza-se em caminhão-betoneira, tendo capacidade de misturar até 10 m³ de concreto (PIRES *et al* , 2010).

Etapa fundamental nas misturas dos materiais básicos para produção de blocos, com intuito de dar uniformidade na produção. É importante que seja tomado cuidado na hora da colocação dos materiais e o tempo adequado de mistura. Este se deve ser definido em função do tipo de equipamento utilizado, no caso da Figura 21 mostra processo de mistura dos componentes a partir de processo industrial, (SOUZA, 2001).



FIGURA 21- Processo de mistura dos componentes.

Fonte: Pini, 2012.

Segundo Medeiros (1993) a moldagem se na vibra-prensa, o material sofre compactação através de vibração e prensagem, sendo necessário respeitar o tempo de alimentação e vibração do equipamento garantindo grau de compactação previsto e atendam as características do projeto. A maioria das máquinas vibra-prensas, com exceção das manuais de pequeno porte, possuem sistemas de alimentação totalmente automatizados. Estes sistemas controlam desde o

preenchimento da mistura nos moldes até o tempo necessário para adensar e liberar os blocos.

A sequência de funcionamento das vibra-prensas durante a moldagem dos blocos são as seguintes:

- a – preenchimento da gaveta alimentadora com a mistura destinada a moldagem dos blocos;
- b – preenchimento do molde metálico onde os blocos são moldados. Esta fase é acompanhada por vibração do molde;
- c – compactação dos blocos através dos extratores. Esta fase também é acompanhada de nova vibração do molde finalizando quando a altura desejada para os blocos é atingida;
- d – desforma dos blocos logo após o término da operação anterior. Nesta fase os extratores permanecem imóveis, enquanto o molde ascende, permitindo que os blocos permaneçam sobre o “pallet” onde foram moldados;
- e - o “pallet” com os blocos recém-moldados avançam para a frente da máquina, enquanto um novo “pallet” vazio ocupa seu lugar sob o molde;
- f – o molde metálico desce então para sua posição original, enquanto os extratores ascendem, preparando-se para um novo ciclo.

2.8.4.3 Cura

Tango (1984) (apud Souza, 2001), já falava sobre o processo de cura que corresponde a um conjunto de operações visando proporcionar aos blocos condições de umidade, temperatura e pressão necessárias para uma adequada hidratação do cimento.

A cura é um procedimento utilizado com o objetivo de evitar a perda de água do concreto enquanto jovem. Esse processo evita a perda de água para o ambiente, reduzindo a formação de capilares no concreto, a retração por secagem e a variação da umidade, tornando o concreto menos poroso e conseqüentemente mais resistente (MEHTA, 1994). Assim um bom processo de cura reduz o consumo de cimento e melhora da resistência dos blocos. Basicamente existem três tipos de cura, através de autoclaves (Figura 22), natural ou ao ar livre (Figura 23) e câmara a vapor (Figura 24) a terceira mais utilizada em indústrias.

A cura ao ar livre é a mais utilizada em fabricação manual. Ela consiste na aspersão de água para manter os blocos úmidos. Deve ser protegida da ação direta do sol e vento. A vantagem deste método é que não utiliza energia, manutenção e aquisição de máquinas, porém necessita de espaço protegido para estocagem. Quanto à cura a vapor, mais usada em indústrias, leva cerca de 16 horas, sendo apenas duas horas de aplicação direta do vapor em câmaras com temperaturas de 65 a 82 °C. Esse processo mantém o ambiente saturado de vapor, evitando perda de água do concreto durante a reação do cimento e a cura. Após essa etapa, as peças permanecem em repouso até o dia seguinte. Essas câmaras são alimentadas por caldeiras que devem usar água desmineralizada a fim de evitar a obstrução da tubulação. E por fim na cura por autoclave os blocos são submetidos à altas temperaturas e pressão, sendo um método bastante eficaz no desempenho mecânico dos blocos, porém de alto custo (MEDEIROS, 1994).

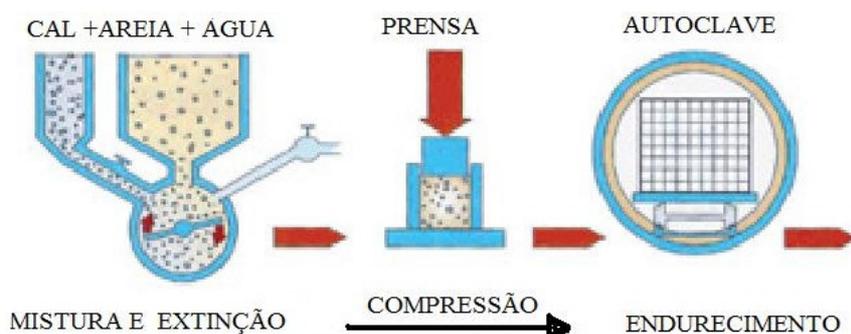


FIGURA 22 - Esquema do processo de cura por autoclave.

Fonte: Itambé (2012).



FIGURA 23 - Cura do bloco meio natural (ar livre).

Fonte: Itambé (2012).



FIGURA 24 - Processo de cura por câmara a vapor.

Fonte: Pini, 2012 .

2.8.5 Estocagem

Deve haver preocupação com a estocagem do material, pois quando exposto a céu aberto como acontece na maioria das empresas pode gerar problemas principalmente na moldagem dos blocos. Os blocos, depois de fabricados devem ser armazenados sobre terreno plano isolados do solo, por meio de um lastro de brita ou qualquer outro material semelhante, para evitar umidade ou contaminação com outros materiais (CASTRO, 2007).

De acordo com ABNT/CB-02 (2010) os blocos devem ser::

- a) descarregados em uma superfície plana e nivelada que garanta a estabilidade da pilha;
- b) os blocos devem ser empregados preferencialmente na ordem do recebimento;
- c) deve haver indicação das resistências identificando o número do lote de obra e o local de sua aplicação;
- d) os blocos devem ser armazenados sobre lajes devidamente centradas ou sobre o solo, desde que seja evitada a contaminação direta ou indireta por ação da capilaridade da água;

e) os blocos devem ser protegidos da chuva e outros elementos que venham a prejudicar o desempenho da alvenaria

A Figura 25 mostra a estocagem correta dos blocos que devem ser protegidos da exposição direta do sol e da chuva.



FIGURA 25 - Estocagem dos blocos

Fonte: Sampaio (2012)

2.9 Solo-cimento, Bloco cerâmico, Bloco de concreto, concreto polimerizado e suas Normativas

Existe um conjunto de normas técnicas da ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas) voltadas à qualidade dos materiais e aos sistemas construtivos. O quadro 4 estão relacionadas as principais normativas relacionadas ao Tijolo Cerâmico, Bloco de Concreto, Concreto Leve Polimerizado e o Tijolo de Solo-cimento:

| N° da Norma | Descrição |
|---------------------|---|
| SOLO-CIMENTO | |
| NBR 12253/1992 | Solo-cimento - Dosagem para emprego como camada de pavimento |
| NBR 12023/1992 | NBR 12023/1992 - Solo |
| NBR 12024/2012 | Solo-cimento - Moldagem e cura de corpos de prova cilíndricos - Procedimento. |
| NBR 16096/2012 | Solo-cimento - Determinação do grau de pulverização - Método de ensaio |
| NBR 12025/2012 | Solo-cimento - Ensaio de compressão simples de corpos de prova cilíndricos. |

| | |
|-----------------------------------|---|
| NBR 11798/2012 | Materiais para base de solo-cimento - Requisitos |
| TIJOLO CERÂMICO | |
| NBR 15812-1/2010 | Alvenaria estrutural - Blocos cerâmicos Parte 1: Projetos |
| NBR 15812-2/2010 | Alvenaria estrutural - Blocos cerâmicos Parte 2: execução e controle de obras; |
| NBR 15270-1/2005 | Componentes cerâmicos Parte 1: Blocos cerâmicos para alvenaria de vedação - Terminologia e requisitos; |
| NBR 15270-2/2005 | Componentes cerâmicos Parte 2: Blocos cerâmicos para alvenaria estrutural - Terminologia e requisitos; |
| NBR 15270-3/2005 | Componentes cerâmicos Parte 3: Blocos cerâmicos para alvenaria estrutural e de vedação - Métodos de ensaio; |
| NBR 8545/1984 | Execução de alvenaria sem função estrutural de tijolos e blocos cerâmicos – Procedimento; |
| NBR 8949/1985 | Paredes de alvenaria estrutural - Ensaio à compressão simples - Método de ensaio; |
| BLOCO DE CONCRETO | |
| NBR 15873/2010 | Coordenação modular para edificações |
| NBR 6136/2008 | Blocos vazados de concreto simples para alvenaria – Requisitos |
| NBR 7184:1992 | Determinação da resistência à compressão |
| NBR 8215/1983 | Prisma de blocos vazados de concreto simples para alvenaria estrutural preparo e ensaio à Compressão |
| NBR 15961-1/2011 | Alvenaria estrutural – Blocos de concreto – Parte 1: Projeto |
| NBR 15961-2/2011 | Alvenaria estrutural — Blocos de concreto — Parte 2: Execução e controle de obras |
| NBR 12118/2011 | Blocos vazados de concreto simples para alvenaria – Métodos de ensaio |
| NBR 14321/1999 | Paredes de alvenaria estrutural – Determinação da resistência ao cisalhamento |
| NBR 14322/1999 | Paredes de alvenaria estrutural – Verificação da resistência à flexão simples ou à flexo-compressão |
| NBR 10837/1989 | Cálculo de alvenaria estrutural de blocos vazados de concreto |
| NBR 8798/1985 | Execução e controle de obras em alvenaria estrutural de blocos vazados de concreto |
| CONCRETO LEVE POLIMERIZADO | |
| NBR 2644/1992 | Concreto celular espumoso – Determinação da densidade de massa aparente do estado fresco – Método de ensaio |
| NBR 2645/1992 | Execução de paredes de concreto celular espumoso moldados no local – Especificações |
| NBR12646/1992 | Paredes em concreto celular espumoso moldado no local - Especificações |

QUADRO 4 - Principais Normativas: Tijolo Cerâmico, Bloco de Concreto, Concreto Leve Polimerizado e Tijolo de Solo-Cimento

2.10 Energia x Construção Civil

A construção civil tem grande impacto na economia, na sociedade e no mundo. De acordo com Agopyan et al (2001), o setor imobiliário representa 11% do PIB da União Europeia, sendo que no Brasil esse número supera 14%.

Quarenta por cento da energia consumida mundialmente é utilizada pelo setor da construção civil. O setor residencial foi, em 2006, responsável por 11% do consumo total de energia no Brasil, representando 22% do uso total de energia elétrica (MME, 2007).

Segundo MME (2007) o consumo de energia elétrica neste setor é quase equivalente à soma dos setores comercial e público. A taxa de crescimento do consumo da eletricidade residencial foi de 8,4% ao ano. Em 2005, foram produzidos cerca de 331 milhões de toneladas e agregados (areia, brita etc.) para a construção.

O mesmo autor ainda fala que desse total, 135 milhões de toneladas representam as pedras britadas e 196 milhões de toneladas, a areia. Assim, o consumo brasileiro de agregados poderia ser estimado em aproximadamente 1,77 tonelada/habitante ao ano. Ainda fala sobre o esgotamento das reservas próximas às grandes cidades fazendo com que a areia natural seja transportadas a mais de 100 km de distância, implicando diretamente em enormes consumos de energia e geração de poluição, sendo necessárias práticas sustentáveis para que os impactos negativos para o planeta sejam diminuídos.

3. MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho pesquisa caracterizou-se como exploratória e explicativa. Apresenta uma abordagem qualitativa e quantitativa. Assim, possibilitou conhecimento sobre tecnologia construtiva mais viável para habitações sociais rurais.

A análise da viabilidade contou com o comparativo financeiro e físico considerando a sustentabilidade e redução de energia entre quatro tecnologias: tijolo de solo-cimento, tijolo cerâmico, bloco de concreto, concreto leve polimerizado, com a combinação de diferentes revestimentos conforme a Tabela 2.

TABELA 2 - Identificação do Elemento de Fechamento de Cada Situação

| SITUAÇÃO | ELEMENTO DE FECHAMENTO PREDOMINANTE |
|------------|--|
| Situação 1 | Tijolo Cerâmico |
| Situação 2 | Bloco de Concreto |
| Situação 3 | Concreto Leve Polimerizado |
| Situação 4 | Tijolo de Solo-Cimento |
| Situação 5 | Tijolo de Solo-Cimento |

Para o comparativo do presente trabalho adotou-se uma residência unifamiliar térrea contendo cinco ambientes (sala e cozinha integradas, dois dormitórios, um sanitários e uma pequena área de lavanderia externa) com área de 41,89 m² (ANEXO A).

A análise comparativa foi desenvolvida considerando as etapas de fechamentos (paredes) e revestimentos internos e externos. O estudo considerou somente estas duas etapas, pois são as etapas que consomem mais materiais e mão de obra, além de serem as etapas que dispõem da maior oferta de tecnologias no mercado possíveis a serem aplicadas em residências sociais, sejam elas urbanas ou rurais.

Os dados foram coletados e organizados conforme a seguinte sequência: custo da edificação social de acordo com cada tecnologia; classificação dos insumos

utilizados na execução dos fechamentos (paredes) e revestimentos; caracterização do processo de produção dos elementos de fechamentos predominantes nas situações 1,2 3,4 e 5; classificação do processo de construção dos fechamentos e revestimentos; resultados dos resultados.

3.1 Custo da Edificação Social de acordo com cada Tecnologia

Inicialmente foi desenvolvido um orçamento, discriminando cada item que envolve a construção da residência adotada, considerando um orçamento completo para cada tecnologia proposta, sendo elas: solo-cimento, tijolo cerâmico, bloco de concreto e parede monolítica de concreto leve polimerizado.

A orçamentação apresentada utilizou como base os valores estabelecidos na tabela de insumos desenvolvida e disponibilizada pela Caixa Econômica Federal para o mês de novembro de 2013 para a Cidade de Curitiba/PR. Esta tabela é atualizada mensalmente com valores médios para cada capital Brasileira. Para obtenção dos valores de mão de obra foram utilizados como base os custos disponibilizados em novembro de 2013 na página eletrônica do SINTRACON CURITIBA (Sindicato dos Trabalhadores da Construção Civil – Curitiba), apresentado no anexo B.

O comparativo financeiro apresentou o custo dos insumos e mão de obra dos fechamentos (paredes) e seus revestimentos internos e externos pra 1m² e para metragem total da edificação apresentada no anexo A.

3.2 Classificação dos Insumos Utilizados na Execução dos Fechamentos (paredes) e Revestimentos

Para cada uma das diferentes situações: situação 1- tijolo cerâmico revestido com chapisco, emboço, reboco, gesso e pintura; situação 2 – bloco de concreto revestido com chapisco, emboço, reboco, gesso e pintura ; situação 3 – concreto leve polimerizado, revestido com gesso e pintura; situação 4 – tijolo de solo- cimento

chapisco, emboço, reboco, gesso e pintura; situação 5 - tijolo de solo-cimento (acabamento à vista), revestido com pintura, foram desenvolvidos quadros e gráficos discriminando cada insumo utilizado na construção dos fechamentos e revestimentos, classificando-os em: natural, semi-industrializado ou industrializado.

Foram desenvolvidos gráficos comparativos das classificações dos insumos das cinco situações (combinações) estudadas no trabalho.

3.3 Caracterização do processo de produção dos elementos de fechamentos predominante nas situações 1, 2, 3, 4 e 5

Neste item foi primeiramente identificado o elemento de fechamento predominante em cada uma das cinco situações simuladas. Após a identificação do elemento predominante em cada situação, foi desenvolvido um quadro com a classificação do seu processo de produção, divididos em: artesanal, tradicional, semi-industrializado ou industrializado. Esta identificação foi possível através de uma pesquisa bibliografia do processo de produção dos elementos de fechamento das situações estudadas.

3.4 Classificação do Processo de Construção dos Fechamentos e Revestimentos

Foi desenvolvido um quadro classificando o processo de execução de cada fechamento e revestimento em cada uma das cinco situações simuladas no presente trabalho. Esta identificação foi possível através de uma pesquisa bibliografia, onde foi necessário o conhecimento aprofundado do processo de execução de cada uma das situações de fechamentos estudadas.

A classificação dos processos de execução dividiu-se em: artesanal, tradicional, semi-industrializado ou industrializado.

3.5 Análise dos Resultados

Neste item foram desenvolvidos os cruzamentos dos dados coletados, citados anteriormente, para tal discussão foram desenvolvidos textos, gráficos e quadros no intuito de facilitar o entendimento dos resultados obtidos no presente trabalho.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Resultado da Identificação dos Custos, dos Fechamentos e Revestimentos

Os resultados da pesquisa neste item relacionam os custos os fechamentos (paredes) e seus revestimentos para cada uma das situações adotadas para o presente trabalho.

As tabelas apresentam todas as etapas para cada tipo de fechamento e revestimento discriminando o custo de material e mão de obra para 1m² (um metro quadrado) como estabelecidos na bibliografia de referência, livro TCPO (Tabelas de Composições de Preços para Orçamentos) e tabela de insumos da caixa, além de apresentar o custo total para os fechamentos e revestimentos para a residência de interesse social adotada (anexo A).

As tabelas de custos que se encontram no corpo do texto ilustram a composição final para os itens de materiais e mão de obra, sendo possível visualizar as tabelas detalhadas entre os apêndices A e G.

4.1.1 SITUAÇÃO 1 - Tijolo Cerâmico revestido com: Chapisco, Emboço, Reboco, Gesso e Pintura.

Para o fechamento da situação 1, foi adotado o sistema construtivo de tijolo Cerâmico. Levando em consideração que são necessários determinados insumos bem como mão de obra para a construção deste fechamento foi desenvolvida a tabela 3 discriminando as etapas e seus custos conforme o estabelecido pela bibliografia adotada. Os elementos individualmente discriminados para cada etapa apresentam-se em uma tabela detalhada no apêndice A.

Considerando que para uma residência com área construída de 41,89m² é necessário para totalidade do fechamento, 91,52m² de vedação o custo total de

insumos e mão de obra para a presente situação é de R\$ 7.473,62 (sete mil quatrocentos e setenta e sete reais e sessenta e dois centavos).

TABELA 3 - Custo do Fechamento da Situação 1 - Tijolo Cerâmico

| INSUMOS E MÃO DE OBRA | | | |
|--|---------------|--|-------------------------------------|
| Etapas | Itens | Custo Total (m ²) | Custo Total (91,52 m ²) |
| Tijolo cerâmico (9x14x19), juntas de 12mm com argamassa mista de cimento, cal hidratada e areia sem peneirar traço 1:2:8. | Materiais | R\$ 7,34 | |
| | Mão de Obra | R\$ 5,58 | |
| | Custo Parcial | R\$ 12,92 | R\$ 1.182,28 |
| Armadura de aço para estruturas em geral CA-50. Diâmetro 8mm. Corte e dobra em obra | Materiais | R\$ 28,02 | |
| | Mão de Obra | R\$ 1,10 | |
| | Custo Parcial | R\$ 29,12 | R\$ 2.665,26 |
| Forma de madeira maciça para vigas, com tábuas e sarrafos (montagem e desmontagem) | Materiais | R\$ 11,06 | |
| | Mão de Obra | R\$ 23,74 | |
| | Custo Parcial | R\$ 34,80 | R\$ 3.184,73 |
| Etapas | Itens | Custo Total (m ³) - (0,02 m ³) | Custo Total (0,71 m ³) |
| Concreto estrutural virado em obra | Materiais | R\$ 205,43 | |
| | Mão de Obra | R\$ 35,70 | |
| | Custo Parcial | R\$ 4,82 | R\$ 441,36 |
| CUSTO TOTAL | | | R\$ 7.473,62 |

Para o revestimento da situação 1, foi adotada a seguinte combinação entre insumos: chapisco, emboço, gesso e pintura. Para tanto foi necessário criar a tabela 4 a fim de ilustrar os componentes e seus custos. Os elementos individualmente discriminados para cada etapa apresentam-se em uma tabela detalhada no apêndice B.

Para os componentes chapisco, emboço e reboco são necessários que sua aplicação seja feita internamente e externamente, portanto considera-se 183,04 m², já para os componentes de gesso, pintura externa e interna considera-se 91,52 m², tendo como custo total para o referido revestimento R\$ 7.542,57 (sete mil quinhentos e quarenta e dois reais e cinquenta e sete centavos).

TABELA 4 - Custo dos Revestimentos da Situação 1 - Chapisco, Emboço, Reboco e Pintura

| INSUMOS E MÃO DE OBRA | | | |
|--|---------------|-------------------------------|--------------------------------------|
| Etapas | Itens | Custo Total (m ²) | Custo Total (183,04 m ²) |
| Chapisco de parede interna ou externa de cimento e areia sem peneirar 1: 3. e=5mm | Materiais | R\$ 1,47 | |
| | Mão de Obra | R\$ 1,67 | |
| | Custo Parcial | R\$ 3,15 | R\$ 575,69 |
| Emboço para parede interna e externa com argamassa mista de cimento, cal hidratada e areia sem peneirar traço 1:2:6. e=20mm | Materiais | R\$ 6,22 | |
| | Mão de Obra | R\$ 8,41 | |
| | Custo Parcial | R\$ 14,63 | R\$ 2.678,53 |
| Reboco para parede interna ou externa, com argamassa pré-fabricada. e=5mm | Materiais | R\$ 2,47 | |
| | Mão de Obra | R\$ 6,87 | |
| | Custo Parcial | R\$ 9,33 | R\$ 1.707,76 |
| Etapas | Itens | Custo Total (m ²) | Custo Total (91,52 m ²) |
| Gesso aplicado em paredes | Materiais | R\$ 2,85 | |
| | Mão de Obra | R\$ 3,63 | |
| | Custo Parcial | R\$ 6,48 | R\$ 593,16 |
| Pintura com tinta látex acrílica em parede externa, sem massa corrida | Materiais | R\$ 5,97 | |
| | Mão de Obra | R\$ 5,19 | |
| | Custo Parcial | R\$ 11,16 | R\$ 1.021,33 |
| Pintura interna em Látex PVA | Materiais | R\$ 5,36 | |
| | Mão de Obra | R\$ 5,19 | |
| | Custo Parcial | R\$ 10,56 | R\$ 966,09 |
| CUSTO TOTAL | | R\$ 55,31 | R\$ 7.542,57 |

4.1.2 SITUAÇÃO 2 – Bloco de Concreto revestido com: Chapisco, Emboço, Reboco, Gesso e Pintura.

Para o fechamento da situação 2, foi adotado o sistema construtivo de bloco de concreto. Levando em consideração que são necessários determinados insumos bem como mão de obra para a construção deste fechamento foi desenvolvida a tabela 5 discriminando as etapas e seus custos conforme o estabelecido pela bibliografia. Os elementos individualmente discriminados para cada etapa apresentam-se em uma tabela detalhada no apêndice C.

Considerando que para uma residência com área construída de 41,89 m² é necessário para totalidade do fechamento, 91,52 m² de vedação o custo total de

insumos e mão de obra para a presente situação é de R\$ 5.565,72 (cinco mil quinhentos e sessenta e cinco reais e setenta e dois centavos).

TABELA 5 - Custo do Fechamento da Situação 2 - Bloco de Concreto

| INSUMOS E MÃO DE OBRA | | | |
|---|---------------|-------------------------------|-------------------------------------|
| Etapas | Itens | Custo Total (m ²) | Custo Total (91,52 m ²) |
| Alvenaria estrutural com blocos de concreto, juntas de 10 mm com argamassa mista de cimento, cal hidratada e areia sem peneirar traço 1:0.25:3 | Materiais | R\$ 32,80 | |
| | Mão de Obra | R\$ 11,62 | |
| | Custo Parcial | R\$ 44,42 | R\$ 4.065,73 |
| VERGA / CINTA - em Bloco de Concreto Canaleta | Materiais | R\$ 10,30 | |
| | Mão de Obra | R\$ 6,09 | |
| | Custo Parcial | R\$ 16,39 | R\$ 1.499,99 |
| CUSTO TOTAL | | R\$ 60,81 | R\$ 5.565,72 |

Para o revestimento da situação 2, adotou-se a mesma da situação 1, onde foram utilizadas as etapas de: chapisco, emboço, gesso e pintura, apresentadas na tabela 6. Os elementos individualmente discriminados para cada etapa apresentam-se em uma tabela detalhada no apêndice B.

Para os elementos apresentados para situação 2, são necessários que sua aplicação seja feita internamente e externamente, portanto considera-se 183,04 m², já para os componentes de gesso, pintura externa e interna considera-se 91,52 m², tendo como custo total para o referido revestimento R\$ 7.542,57 (sete mil quinhentos e quarenta e dois reais e cinquenta e sete centavos).

TABELA 6 - Custo dos Revestimentos da Situação 2 - Chapisco, Emboço, Reboco e Pintura

| INSUMOS E MÃO DE OBRA | | | |
|--|---------------|-------------------------------|--------------------------------------|
| Etapas | Itens | Custo Total (m ²) | Custo Total (183,04 m ²) |
| Chapisco de parede interna ou externa de cimento e areia sem peneirar 1: 3. e=5mm | Materiais | R\$ 1,47 | |
| | Mão de Obra | R\$ 1,67 | |
| | Custo Parcial | R\$ 3,15 | R\$ 575,69 |
| Emboço para parede interna e externa com argamassa mista de cimento, cal hidratada e areia sem peneirar traço 1:2:6. e=20mm | Materiais | R\$ 6,22 | |
| | Mão de Obra | R\$ 8,41 | |
| | Custo Parcial | R\$ 14,63 | R\$ 2.678,53 |
| Reboco para parede interna ou externa, com argamassa pré-fabricada. e=5mm | Materiais | R\$ 2,47 | |
| | Mão de Obra | R\$ 6,87 | |

| Etapas | Itens | Custo Total (m²) | Custo Total (91,52 m²) |
|--|---------------|-------------------------|-------------------------------|
| | Custo Parcial | R\$ 9,33 | R\$ 1.707,76 |
| Gesso aplicado em paredes | Materiais | R\$ 2,85 | |
| | Mão de Obra | R\$ 3,63 | |
| | Custo Parcial | R\$ 6,48 | R\$ 593,16 |
| Pintura com tinta látex acrílica em parede externa, sem massa corrida | Materiais | R\$ 5,97 | |
| | Mão de Obra | R\$ 5,19 | |
| | Custo Parcial | R\$ 11,16 | R\$ 1.021,33 |
| Pintura interna em Látex PVA | Materiais | R\$ 5,36 | |
| | Mão de Obra | R\$ 5,19 | |
| | Custo Parcial | R\$ 10,56 | R\$ 966,09 |
| CUSTO TOTAL | | R\$ 55,31 | R\$ 7.542,57 |

4.1.3 SITUAÇÃO 3 – Concreto Leve Polimerizado: Gesso e Pintura

Para o fechamento da situação 3, foi adotado o sistema construtivo de bloco de concreto. Para tanto foi desenvolvida a tabela 7 discriminando as etapas e seus custos. Os elementos individualmente discriminados para cada etapa apresentam-se em uma tabela detalhada no apêndice D e apêndice E.

Para a presente situação os insumos e mão de obra apresentam um custo de R\$ 20.470,79 (vinte mil quatrocentos e setenta reais e setenta e nove centavos), considerando que as fôrmas metálicas das paredes sejam alugadas, conforme o apresentado na tabela 6 (apêndice D), já para a situação de aquisição das fôrmas o custo dos fechamentos passa a ser de 123.747,59 (cento e vinte três mil setecentos e quarenta e sete reais e cinquenta e nove centavos) conforme o apresentado na tabela 8 (apêndice E).

Deve-se ressaltar que embora o valor do jogo de fôrmas para aquisição seja elevado para a composição de custos de uma residência, o mesmo pode ser reutilizado até 800 vezes, conforme informações fornecidas pela empresa METROFORM SYSTEM. Neste caso o valor pode ser diluído tornando viável a utilização de fôrmas adquiridas.

TABELA 7 - Custo do Fechamento da Situação 3 - Concreto Leve Polimerizado (com formas alugadas)

| INSUMOS E MÃO DE OBRA | | | |
|--|---------------|-------------------------------|-------------------------------------|
| Etapas | Itens | Custo Total (m ²) | Custo Total (91,52 m ²) |
| Concreto leve polimerizado (Fck) min. 25MPA | Materiais | R\$ 69,54 | |
| | Mão de Obra | R\$ 0,00 | |
| | Custo Parcial | R\$ 69,54 | R\$ 6.364,21 |
| Armadura de aço para estruturas em geral CA-50. Diâmetro 8mm. Corte e dobra em obra | Materiais | R\$ 35,48 | |
| | Mão de Obra | R\$ 1,10 | |
| | Custo Parcial | R\$ 36,58 | R\$ 3.347,43 |
| Formas para Concretagem das paredes 208,64m² (aluguel mês) | Materiais | R\$ 35,00 | |
| | Mão de Obra | R\$ 16,57 | |
| | Custo Parcial | R\$ 51,57 | R\$ 10.759,15 |
| CUSTO TOTAL | | R\$ 152,33 | R\$ 20.470,79 |

TABELA 8 - Custo do Fechamento da Situação 3 - Concreto Leve Polimerizado (com formas adquiridas)

| INSUMOS E MÃO DE OBRA | | | |
|--|---------------|-------------------------------|-------------------------------------|
| Etapas | Itens | Custo Total (m ²) | Custo Total (91,52 m ²) |
| Concreto leve polimerizado (Fck) min. 25MPA | Materiais | R\$ 69,54 | |
| | Mão de Obra | R\$ 0,00 | |
| | Custo Parcial | R\$ 69,54 | R\$ 6.364,21 |
| Armadura de aço para estruturas em geral CA-50. Diâmetro 8mm. Corte e dobra em obra | Materiais | R\$ 35,48 | |
| | Mão de Obra | R\$ 1,10 | |
| | Custo Parcial | R\$ 36,58 | R\$ 3.347,43 |
| Formas para Concretagem das paredes 208,64m² (aquisição) | Materiais | R\$ 530,00 | |
| | Mão de Obra | R\$ 16,57 | |
| | Custo Parcial | R\$ 546,57 | R\$ 114.035,95 |
| CUSTO TOTAL | | | R\$ 123.747,59 |

Para os elementos apresentados para situação 3, considera-se a aplicação de gesso e pintura com metragem de 91,52 m², tendo como custo total para o referido revestimento R\$ 2.580,40 (dois mil quinhentos e oitenta reais e quarenta centavos), conforme a tabela 9.

TABELA 9 - Custo dos Revestimentos da Situação 3 - Gesso e Pintura

| INSUMOS E MÃO DE OBRA | | | |
|--|---------------|-------------------------------|-------------------------------------|
| Componentes | Etapa | Custo Total (m ²) | Custo Total (91,52 m ²) |
| Gesso aplicado em paredes | Materiais | R\$ 2,85 | |
| | Mão de Obra | R\$ 3,63 | |
| | Custo Parcial | R\$ 6,48 | R\$ 592,98 |
| Pintura com tinta látex acrílica em parede externa, sem massa corrida | Materiais | R\$ 5,97 | |
| | Mão de Obra | R\$ 5,19 | |
| | Custo Parcial | R\$ 11,16 | R\$ 1.021,33 |
| Pintura interna em Látex PVA | Materiais | R\$ 5,36 | |
| | Mão de Obra | R\$ 5,19 | |
| | Custo Parcial | R\$ 10,56 | R\$ 966,09 |
| CUSTO TOTAL | | R\$ 28,19 | R\$ 2.580,40 |

4.1.4 SITUAÇÃO 4 - Tijolo de Solo-Cimento revestido com: Chapisco, Emboço, Reboco, Gesso e Pintura.

Para o fechamento da situação 4, foi adotado o sistema construtivo de tijolo de solo-cimento revestido com os mesmos acabamentos das situações 1 e 2: chapisco, emboço, reboco, gesso e pintura. Sendo assim foi desenvolvida a tabela 10 que apresenta as etapas e seus custos. Os elementos individualmente discriminados para cada etapa apresentam-se em uma tabela detalhada no apêndice F.

Considerando que para uma residência com área construída de 41,89 m² é necessário para totalidade do fechamento, 91,52 m² de vedação o custo total de insumos e mão de obra para a presente situação é de R\$ 1.920,78 (um mil novecentos e vinte reais e setenta e oito centavos).

TABELA 10 - Custo do Fechamento da Situação 4 - tijolo de Solo-Cimento

| INSUMOS E MÃO DE OBRA | | | |
|--|---------------|-------------------------------|-------------------------------------|
| Etapas | Itens | Custo Total (m ²) | Custo Total (91,52 m ²) |
| Alvenaria de tijolo de solo-cimento | Materiais | R\$ 7,51 | |
| | Mão de Obra | R\$ 13,48 | |
| | Custo Parcial | R\$ 20,99 | R\$ 1.920,78 |
| CUSTO TOTAL | | | R\$ 1.920,78 |

Para o revestimento da situação 4, estão apresentados na tabela 11 a fim de mostrar discriminadamente suas etapas seus custos. Os elementos individualmente discriminados para cada etapa apresentam-se em uma tabela detalhada no apêndice B.

Para os componentes chapisco, emboço e reboco são necessários que sua aplicação seja feita internamente e externamente, portanto considera-se 183,04 m², já para os componentes de gesso, pintura externa e interna considera-se 91,52 m², tendo como custo total para o referido revestimento R\$ 7.542,57 (sete mil quinhentos e quarenta e dois reais e cinquenta e sete centavos).

TABELA 11 - Custo dos Revestimentos da Situação 4 - Chapisco, Emboço, Reboco, Gesso e Pintura.

| INSUMOS E MÃO DE OBRA | | | | |
|--|---------------|-------------------------------|--------------------------------------|--------------|
| Etapas | Itens | Custo Total (m ²) | Custo Total (183,04 m ²) | |
| Chapisco de parede interna ou externa de cimento e areia sem peneirar 1: 3. e=5mm | Materiais | R\$ 1,47 | | |
| | Mão de Obra | R\$ 1,67 | | |
| | Custo Parcial | R\$ 3,15 | | R\$ 575,69 |
| Emboço para parede interna e externa com argamassa mista de cimento, cal hidratada e areia sem peneirar traço 1:2:6. e=20mm | Materiais | R\$ 6,22 | | |
| | Mão de Obra | R\$ 8,41 | | |
| | Custo Parcial | R\$ 14,63 | | R\$ 2.678,53 |
| Reboco para parede interna ou externa, com argamassa pré-fabricada. e=5mm | Materiais | R\$ 2,47 | | |
| | Mão de Obra | R\$ 6,87 | | |
| | Custo Parcial | R\$ 9,33 | | R\$ 1.707,76 |
| Etapas | Itens | Custo Total (m ²) | Custo Total (91,52 m ²) | |
| Gesso aplicado em paredes | Materiais | R\$ 2,85 | | |
| | Mão de Obra | R\$ 3,63 | | |
| | Custo Parcial | R\$ 6,48 | | R\$ 593,16 |
| Pintura com tinta látex acrílica em parede externa, sem massa corrida | Materiais | R\$ 5,97 | | |
| | Mão de Obra | R\$ 5,19 | | |
| | Custo Parcial | R\$ 11,16 | | R\$ 1.021,33 |
| Pintura interna em Látex PVA | Materiais | R\$ 5,36 | | |
| | Mão de Obra | R\$ 5,19 | | |
| | Custo Parcial | R\$ 10,56 | | R\$ 966,09 |
| CUSTO TOTAL | | R\$ 55,31 | R\$ 7.542,57 | |

4.1.5 SITUAÇÃO 5 - Tijolo de Solo-Cimento (acabamento a vista), revestido com: Pintura.

Para o fechamento da situação 5, foi adotado o mesmo sistema construtivo de tijolo de solo-cimento, variando apenas o revestimento adotado. Nesta a situação foi desenvolvida considerando o acabamento do tijolo de solo-cimento a vista. Assim utilizou-se apenas pintura como acabamento dos fechamentos (paredes) na presente situação.

Para tanto a tabela 12 apresenta suas etapas e seus custos conforme o estabelecido pelo livro TCPO (Tabelas de Composições de Preços para Orçamentos). Os elementos individualmente discriminados para cada etapa apresentam-se em uma tabela detalhada no apêndice F.

Considerando que para uma residência com área construída de 41,89 m² é necessário para totalidade do fechamento, 91,52 m² de vedação o custo total de insumos e mão de obra para a presente situação é de R\$ 1.920,78 (um mil novecentos e vinte reais e setenta e oito centavos).

TABELA 12 - Custo do Fechamento da Situação 5 - Tijolo de Solo-Cimento

| Etapas | INSUMOS E MÃO DE OBRA | | |
|-------------------------------------|-----------------------|-------------------------------|-------------------------------------|
| | Itens | Custo Total (m ²) | Custo Total (91,52 m ²) |
| Alvenaria de tijolo de solo-cimento | Materiais | R\$ 7,51 | |
| | Mão de Obra | R\$ 13,48 | |
| | Custo Parcial | R\$ 20,99 | R\$ 1.920,78 |
| CUSTO TOTAL | | | R\$ 1.920,78 |

Para o revestimento da situação 5, foi considerado apenas pintura (interna e externa). Para tanto a tabela 13 apresenta discriminadamente as etapas e os custos do mesmo. Os elementos individualmente discriminados para cada etapa apresentam-se em uma tabela detalhada no apêndice G.

Para a componente pintura (interna e externa) considera-se 91,52 m², tendo como custo total para o referido revestimento R\$ 1.987,42 (um mil novecentos e oitenta e sete reais e quarenta e dois centavos).

TABELA 13 - Custo dos Revestimentos da Situação 5 - Pintura Interna e Externa

| INSUMOS E MÃO DE OBRA | | | |
|---|---------------|-------------------------------|-------------------------------------|
| Etapas | Itens | Custo Total (m ²) | Custo Total (91,52 m ²) |
| Pintura com tinta látex acrílica em parede externa, sem massa corrida | Materiais | R\$ 5,97 | |
| | Mão de Obra | R\$ 5,19 | |
| | Custo Parcial | R\$ 11,16 | R\$ 1.021,33 |
| Pintura interna em Látex PVA | Materiais | R\$ 5,36 | |
| | Mão de Obra | R\$ 5,19 | |
| | Custo Parcial | R\$ 10,56 | R\$ 966,09 |
| CUSTO TOTAL | | R\$ 21,72 | R\$ 1.987,42 |

4.1.6 Comparativo de custos de fechamentos e revestimentos entre as Situações 1, 2, 3, 4 e 5

A partir da análise das cinco situações simuladas, levando em consideração a combinação dos custos dos fechamentos e seus revestimentos, apresentados na tabela 14, pode-se afirmar que:

As situações 4 e 5, que utilizam o tijolo de solo-cimento como elemento predominante na composição dos fechamentos são as que apresentam um menor custo, ainda assim a diferença de valores entre as duas situações é significativa, pois a situação 4 apresenta um valor de 41,3% maior que a situação 5 que mostra o menor custo (R\$ 3.908,20).

As situações 1 e 2, que utilizam respectivamente o tijolo cerâmico e bloco de concreto como elementos predominantes na composição dos fechamentos, possuem custos intermediários variando de R\$ 13.108,29 até R\$ 15.016,19.

A situação 3a que utiliza como elemento predominante de fechamento o concreto leve polimerizado é o que apresenta o custo mais elevado. Para esta situação foi desenvolvido dois comparativos, um utilizando as fôrmas metálicas alugadas e a outra utilizando fôrmas adquiridas. Nas duas situações o custo é mais elevado, porém é possível verificar que devido o custo elevado do conjunto de fôrmas torna-se inviável a sua aquisição para a construção de apenas uma unidade

habitacional, tornando-se viável apenas quando utilizadas para a construção de várias unidades habitacionais, diluindo-se assim o seu alto custo de aquisição.

TABELA 14 - Comparativo de Custos de Fechamento e Revestimentos das Situações 1, 2, 3, 4 e 5

| SITUAÇÃO | CUSTO | | |
|---|----------------|--------------|-----------------------|
| | Fechamento | Revestimento | Total |
| SITUAÇÃO 1 TIJOLO CERÂMICO - Revestido com Chapisco, Emboço, Reboco, Gesso e Pintura | R\$ 7.473,62 | R\$ 7.542,57 | R\$ 15.016,19 |
| SITUAÇÃO 2 BLOCO DE CONCRETO - Revestido com Chapisco, Emboço, Reboco, Gesso e Pintura | R\$ 5.565,72 | R\$ 7.542,57 | R\$ 13.108,29 |
| SITUAÇÃO 3a - (formas alugadas) CONCRETO LEVE POLIMERIZADO - Revestido com Gesso e Pintura | R\$ 20.470,79 | R\$ 2.580,40 | R\$ 23.051,19 |
| SITUAÇÃO 3b - (aquisição de formas) CONCRETO LEVE POLIMERIZADO - Revestido com Gesso e Pintura | R\$ 123.747,59 | R\$ 2.580,40 | R\$ 126.327,99 |
| SITUAÇÃO 4 TIJOLO DE SOLO-CIMENTO - Revestido com Chapisco, Emboço, Reboco, Gesso e Pintura | R\$ 1.920,78 | R\$ 7.542,57 | R\$ 9.463,35 |
| SITUAÇÃO 5 TIJOLO DE SOLO-CIMENTO (ACABAMENTO A VISTA) - Revestido com Pintura | R\$ 1.920,78 | R\$ 1.987,42 | R\$ 3.908,20 |

Conforme (Figura 26) mostra claramente o comparativo dos custos totais para cada situação simulada no trabalho. Para composição deste gráfico, foi desconsiderada a situação 3 (com aquisição das fôrmas) devido ao elevado custo para a construção de uma única unidade habitacional como o apresentado anteriormente.

Nesta figura fica evidente a diferença de custos entre as cinco situações simuladas sendo possível identificar uma significativa diferença de R\$ 19.142,99 (83,5%) entre a situação mais em conta e a que possui o custo mais elevado. Com isso pode-se afirmar que a escolha equivocada do elemento predominante em um fechamento e seus revestimentos poderá resultar em uma obra significativamente mais onerosa, considerando que o comparativo busca identificar a composição mais viável a ser aplicada em uma obra de interesse social rural, onde estes custos podem inviabilizar a construção de unidades habitacionais sociais no meio rural.

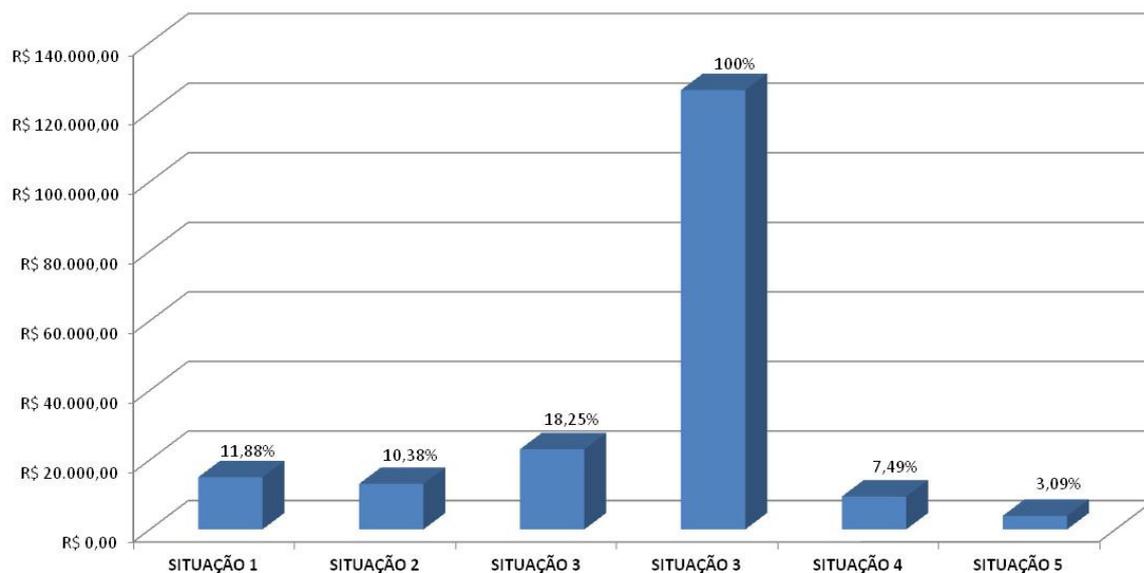


FIGURA 26 - Comparativo do Custo Total das Situações 1, 2, 3, 4 e 5

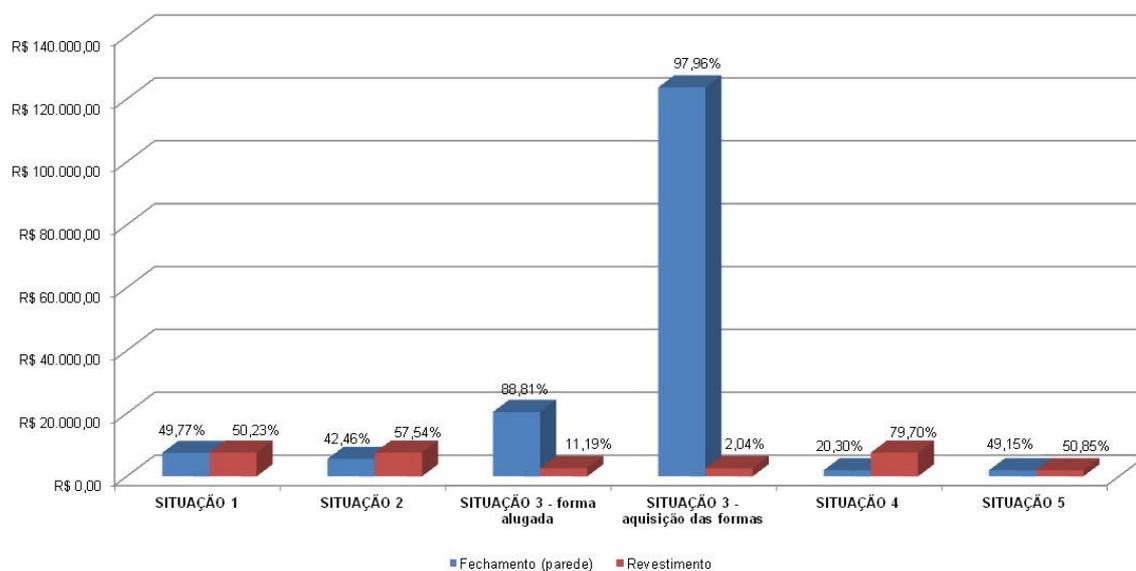


FIGURA 27 - Custo dos Fechamentos e Revestimentos das Situações 1, 2, 3, 4 e 5

4.2 Classificação de Insumos dos fechamentos e Revestimentos

Os resultados da pesquisa neste item estão relacionados a classificação dos insumos utilizados nos fechamentos e nos revestimentos, para tanto foram

organizados quadros com a apresentação das etapas, os materiais e a classificação de cada insumo, de acordo com cada situação, combinação entre sistema construtivo adotado para os fechamentos (paredes) e seus revestimentos.

A classificação dos insumos dividiu-se em:

Insumo natural – insumos extraídos diretamente da natureza sem nenhum tipo de processo industrializado envolvido;

Insumo semi-industrializado – insumo que utiliza materiais extraídos diretamente da natureza, porém que necessitam de algum processo de manufatura;

Insumo industrializado – insumo que necessita de processos totalmente industrializados para se obter o produto final.

4.2.1 SITUAÇÃO 1 - Tijolo Cerâmico revestido com: Chapisco, Emboço, Reboco, Gesso e Pintura.

O quadro 5 apresenta a situação 1 para fechamento e revestimento considerando suas classificações quanto: natural, semi-industrializado e industrializado.

| INSUMOS E MÃO DE OBRA | | | | | |
|-----------------------|---|---|----------------------|-----------------|--|
| Etapa | Materiais | Classificação dos Insumos | | | |
| | | Natural | Semi-Industrializado | Industrializado | |
| FECHAMENTO | Tijolo cerâmico (9x14x19), juntas de 12mm com argamassa mista de cimento, cal hidratada e areia sem peneirar traço 1:2:8. Espessura da paredecm | Tijolo Cerâmico | | | |
| | | Cal Hidratada | | | |
| | | Cimento Portland CP II-E-32 | | | |
| | | Areia | | | |
| | Armadura de aço para estruturas em geral CA-50. Diâmetro 8mm. Corte e dobra em obra | Espaçador circular de plástico para pilares, fundo e laterais de vigas, lajes, pisos e escadas (comprimento 30mm) | | | |
| | | Barra de aço CA-50 5/16" (bitola 8mm / massa linea: 0,395 Kg/m) | | | |
| | | Arame preto recozido, para armação de ferragem, N. 18, D = 1,25 mm (0,01 KGM) | | | |
| | Forma de madeira maciça para vigas, com tábuas e sarrafos (montagem e desmontagem) | Prego 17x21 com cabeça | | | |
| | | Sarrafo 1"x3"(altura de 75mm / espessura 25mm) | | | |
| | | Tábua de Pinus 1ª qualidade 25x 300 cm | | | |
| | | Prego 17x27 com cabeça | | | |

| | | | | | |
|----------------------------|----------|--|--|--|--|
| REVESTIMENTO | | Desmoldante de fôrmas para Concreto | | | |
| | | Areia lavada tipo média (sem frete) | | | |
| | | Pedra britada 1 (sem frete) | | | |
| | | Cimento Portland CP II-E-32 | | | |
| | Chapisco | Cimento Portland CP II-E-32 | | | |
| | | Areia | | | |
| | Emboço | Cal Hidratada | | | |
| | | Cimento Portland CP II-E-32 | | | |
| | | Areia | | | |
| | Reboco | Argamassa Pronta | | | |
| | Gesso | Gesso | | | |
| | Pintura | Líquido preparador de superfícies lata 18l | | | |
| | | Tinta látex acrílica | | | |
| Selador para pintura látex | | | | | |

QUADRO 5 - Classificação dos Insumos do Fechamento e Revestimento da Situação 1.

Na figura 28 são apresentadas as características dos insumos do fechamento e revestimentos da situação 1 apresentadas no quadro 6. Observa-se uma predominância de elementos industrializados envolvidos em sua composição (68%), seguido de materiais naturais (28%) dos elementos e em menor percentual identificou-se os materiais semi-industrializados que representam 4%.

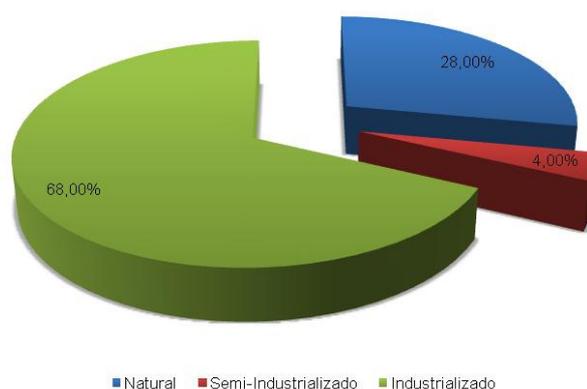


FIGURA 828 - Característica dos Insumos do Fechamento e Revestimentos (m²) – Tijolo Cerâmico

4.2.2 SITUAÇÃO 2 – Bloco de Concreto revestido com: Chapisco, Emboço, Reboco, Gesso e Pintura.

O quadro 6 apresenta a situação 2 para fechamento e revestimento considerando suas classificações quanto: natural, semi-industrializado e industrializado.

| INSUMOS E MÃO DE OBRA | | | | | |
|-----------------------|--|--|----------------------|-----------------|--|
| Etapa | Materiais | Classificação dos Insumos | | | |
| | | Natural | Semi-Industrializado | Industrializado | |
| FECHAMENTO | Alvenaria estrutural com blocos de concreto, juntas de 10 mm com argamassa mista de cimento, cal hidratada e areia sem peneirar traço 1:0.25:3 | Bloco de concreto estrutural | | | |
| | | Cal Hidratada | | | |
| | | Cimento Portland CP II-E-32 | | | |
| | | Areia | | | |
| | Verga / Cinta - em bloco de Concreto Canaleta | Areia | | | |
| | | Pedra Britada nº 2 | | | |
| | | Cimento Portland CP II-E-32 | | | |
| | | Canaleta de Concreto de vedação | | | |
| REVESTIMENTO | Chapisco | Cimento Portland CP II-E-32 | | | |
| | | Areia | | | |
| | Emboço | Cal Hidratada | | | |
| | | Cimento Portland CP II-E-32 | | | |
| | Reboco | Argamassa Pronta | | | |
| | | Gesso | | | |
| | Pintura | Líquido preparador de superfícies lata 18l | | | |
| | | Tinta látex acrílica | | | |
| | | Selador para pintura látex | | | |

QUADRO 6 - Classificação dos Insumos do Fechamento e Revestimento da Situação 2

A Figura 29 apresenta as características dos insumos do fechamento e revestimentos da situação 2 conforme mostra o quadro 7. Observa-se uma predominância de elementos industrializados envolvidos em sua composição (73,68%), seguido de materiais naturais (26,32%), e não apresentando materiais semi-industrializados em sua composição.

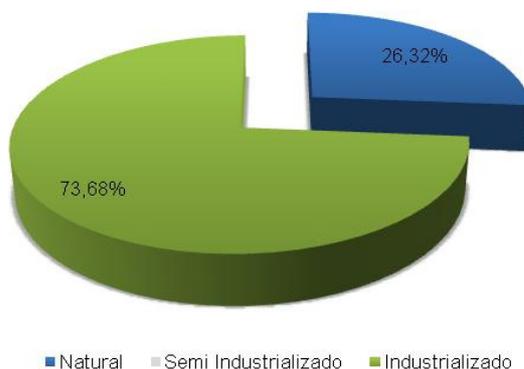


FIGURA 29- Característica dos Insumos do Fechamento e Revestimentos (m²) – Bloco de Concreto

4.2.3 SITUAÇÃO 3 – Concreto Leve Polimerizado: Gesso e Pintura

O quadro 7 apresenta a situação 3 para fechamento e revestimento considerando suas classificações quanto: natural, semi-industrializado e industrializado.

| INSUMOS E MÃO DE OBRA | | | | | |
|-------------------------------------|--|---|---------------------------|----------------------|-----------------|
| | Etapa | Materiais | Classificação dos Insumos | | |
| | | | Natural | Semi-Industrializado | Industrializado |
| FECHAMENTO | Concreto leve polimerizado (Fck) min. 25MPA | Concreto dosado em central convencional brita 1 e 2 | | | |
| | | Tecnologia | | | |
| | Armadura de aço para estruturas em geral CA-50. Diâmetro 8mm. Corte e dobra em obra. | Espaçador circular de plástico para pilares, fundo e laterais de vigas, lajes, pisos e escadas (comprimento 30mm) | | | |
| | | Aço CA-50 6,3mm (0,245 Kg/m) - 0,35m | | | |
| | | Zincagem Aço 6,3mm | | | |
| | | Treliça TG 8L (0,735 Kg/m) - 2,54m | | | |
| | | Zincagem Treliça TG 8L | | | |
| | | Arame preto recozido, para armação de ferragem, N. 18, D = 1,25 mm (0,01 KGM) | | | |
| Formas para condretagem das paredes | Formas metálicas | | | | |
| REVESTIMENTO | Gesso | Gesso | | | |
| | Pintura | Líquido preparador de superfícies lata 18l | | | |

| INSUMOS E MÃO DE OBRA | | | | | |
|----------------------------|--|--|----------------------|-----------------|--|
| Etapa | Materiais | Tipo de Insumos | | | |
| | | Natural | Semi-Industrializado | Industrializado | |
| FECHAMENTO | Alvenaria de tijolo de solo-cimento, dimensões 6,25x12,5x25 cm, embutido, barra de aço 5/16" e grout | Tijolo de solo-cimento | Solo (Terra) | | |
| | | | Cimento Portland CP | | |
| | | Pedrisco | | | |
| | | Cimento Portland CP-32 | | | |
| | | Areia média (sem frete) | | | |
| | | Cola a base de PVA | | | |
| | | Barra de aço CA-50 8mm | | | |
| REVESTIMENTO | Chapisco | Cimento Portland CP II-E-32 | | | |
| | | Areia | | | |
| | Emboço | Cal Hidratada | | | |
| | | Cimento Portland CP II-E-32 | | | |
| | Areia | | | | |
| | Reboco | Argamassa Pronta | | | |
| | Gesso | Gesso | | | |
| | Pintura | Líquido preparador de superfícies lata 18l | | | |
| Tinta látex acrílica | | | | | |
| Selador para pintura látex | | | | | |

QUADRO 8 - Classificação dos Insumos do Fechamento e Revestimento da Situação 4

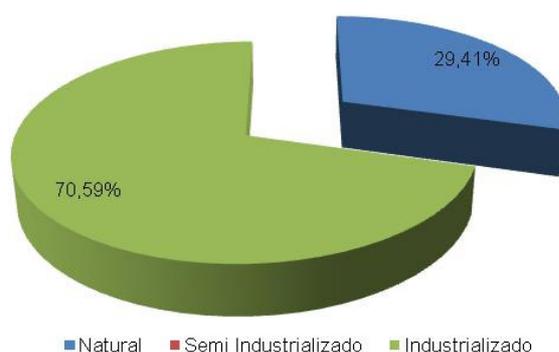


FIGURA 31 - Característica dos Insumos do Fechamento e Revestimentos (m²) – Tijolo de Solo-Cimento Rebocado

A Figura 31 apresenta as características dos insumos do fechamento e revestimentos da situação 4 conforme dados do quadro 9, observando o predomínio de elementos industrializados envolvidos em sua composição (70,59%), seguido de materiais naturais (29,41%) dos elementos e diferentemente das demais situações não apresenta materiais semi-industrializados em sua composição.

4.2.5 SITUAÇÃO 5 - Tijolo de Solo-Cimento (acabamento a vista), revestido com: Pintura.

O quadro 9 apresenta a situação 5 para fechamento e revestimento considerando suas classificações quanto: natural, semi-industrializado e industrializado.

| INSUMOS E MÃO DE OBRA | | | | | | |
|-----------------------|--|--|------------------------|-----------------|----------------------|-----------------|
| Etapa | | Materiais | | Tipo de Insumos | | |
| | | | | Natural | Semi-Industrializado | Industrializado |
| FECHAMENTO | Alvenaria de tijolo de solo-cimento, dimensões 6,25x12,5x25 cm, embutido, barra de aço 5/16" e grout | Tijolo de solo-cimento | Solo (Terra) | | | |
| | | | Cimento Portland CP-32 | | | |
| | | Pedrisco | | | | |
| | | Cimento Portland CP-32 | | | | |
| | | Areia média (sem frete) | | | | |
| | | Cola a base de PVA | | | | |
| | | Barra de aço CA-50 8mm | | | | |
| REVESTIMENTO | Pintura | Líquido preparador de superfícies lata 18l | | | | |
| | | Tinta látex acrílica | | | | |
| | | Selador para pintura látex | | | | |

QUADRO 9 - Classificação dos Insumos do Fechamento e Revestimento da Situação 5

A Figura 32 apresenta as características dos insumos do fechamento e revestimentos da situação 5 conforme dados do quadro 10, observando o predomínio de elementos industrializados envolvidos em sua composição (70%), seguido de materiais naturais (30%) dos elementos e diferentemente das demais situações não apresenta materiais semi-industrializados em sua composição.

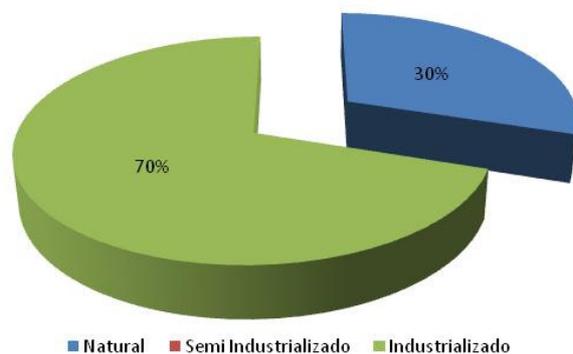


FIGURA 32 - Característica dos Insumos do Fechamento e Revestimentos (m²) – Tijolo de Solo-Cimento Pintado

4.2.6 Comparativo dos Insumos dos Fechamentos e Revestimentos

A Figura 33 mostra o comparativo relativo às características de todas as situações estudadas. Pode-se observar uma predominância de materiais industrializados seguido dos materiais naturais e os semi-industrializados com menor predominância. Ainda observa-se que a única situação que apresenta as três características de insumos é a 1, porém com predominância natural.

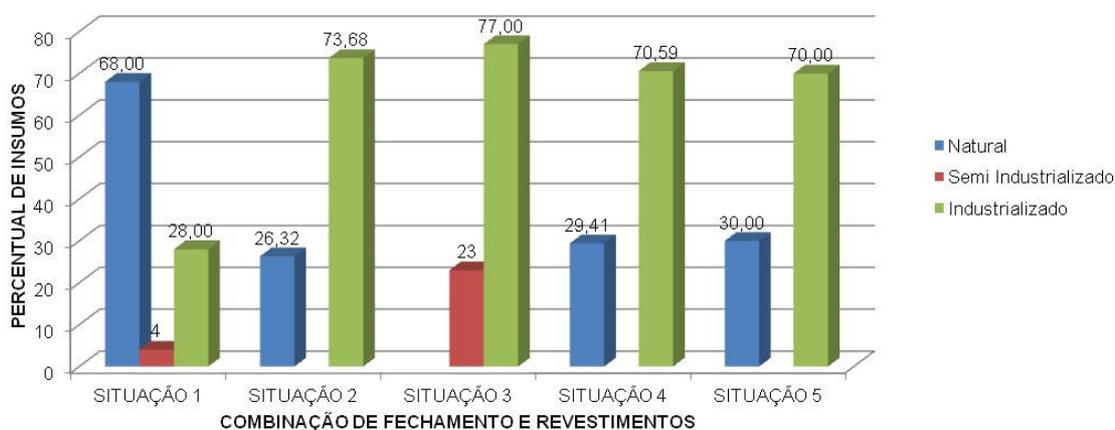


FIGURA 33- Comparativo das Características de Insumos das Situações 1, 2, 3, 4 e 5

Quando analisados os fechamentos e os revestimentos, separadamente, identifica-se no gráfico (Figura 34) que: quando analisados o número de insumo envolvido nos fechamentos, observa-se a predominância de materiais industrializados seguidos de materiais naturais observa-se ainda que os materiais semi-industrializados possuem uma menor utilização.

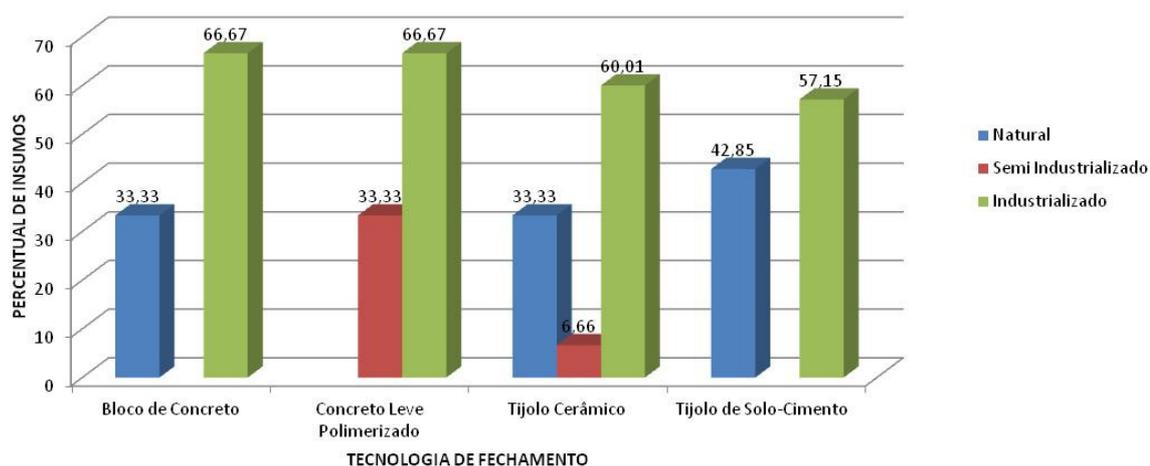


FIGURA 34 - Comparativo das Características dos Fechamentos : Tijolo Cerâmico, Bloco de Concreto, Concreto Leve Polimerizado e Tijolo de Solo-Cimento

Para os revestimentos, da mesma forma identifica-se um número significativamente predominante de insumos industrializados envolvidos em cada uma das diferentes situações conforme gráfico (Figura 35).

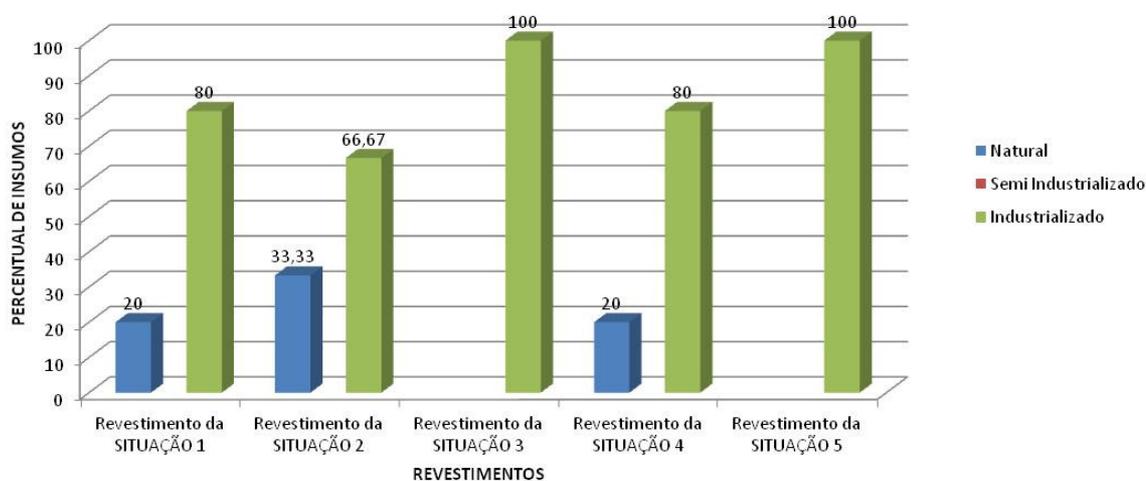


FIGURA 35 - Comparativo das Características dos Revestimentos das Situações 1, 2, 3, 4 e 5

4.3 Caracterização do Processo de Produção dos Elementos de Fechamento Predominantes nas Situações 1, 2, 3, 4 e 5.

Neste item, buscou-se caracterizar o processo de produção do elemento de fechamento predominante em cada uma das situações.

A tabela 15 apresenta a identificação de cada elemento de fechamento predominante nas diferentes situações apresentadas no trabalho.

TABELA 15 - Identificação do Elemento de Fechamento de Cada Situação

| SITUAÇÃO | ELEMENTO DE FECHAMENTO PREDOMINANTE |
|------------|--|
| Situação 1 | Tijolo Cerâmico |
| Situação 2 | Bloco de Concreto |
| Situação 3 | Concreto Leve Polimerizado |
| Situação 4 | Tijolo de Solo-Cimento |
| Situação 5 | Tijolo de Solo-Cimento |

A classificação dos elementos ocorreu de acordo com o tipo de processo utilizado no seu desenvolvimento, divididos em artesanal, tradicional, semi-industrializados e industrializados, classificação definida por Morett, 2013. Esta classificação é estabelecida de acordo com a característica dos materiais utilizados, quanto menor a manufatura dos materiais e processo empregados mais artesanal é o elemento de fechamento.

O quadro 10 ilustra a classificação de cada um dos elementos apresentados na tabela 15, onde é possível identificar um elemento de produção artesanal (tijolo de solo-cimento), um tradicional (tijolo cerâmico) e dois de produção predominantemente industrializados (bloco de concreto e concreto leve polimerizado).

| ELEMENTO DE FECHAMENTO | TIPO DE PROCESSO | | | |
|----------------------------|------------------|-------------|-----------------------|-----------------|
| | Artesanal | Tradicional | Semi-Industrializados | Industrializado |
| Tijolo Cerâmico | | | | |
| Bloco de Concreto | | | | |
| Concreto Leve Polimerizado | | | | |
| Tijolo de Solo-Cimento | | | | |

QUADRO 10 - Classificação do Processo de Construção dos Elementos de Fechamento

4.4 Caracterização do Processo de Execução dos Fechamentos e Revestimentos

No presente item, caracterizou-se o processo de execução dos diferentes fechamentos e revestimentos combinados nas cinco diferentes situações apresentadas neste trabalho.

| | SITUAÇÃO | Situação 1 | Situação 2 | Situação 3 | Situação 4 | Situação 5 |
|----------------------------|-----------------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| EXECUÇÃO DO FECHAMENTO | Artesanal | | | | | |
| | Tradicional | | | | | |
| | Semi Industrializados | | | | | |
| | Industrializado | | | | | |
| EXECUÇÃO DOS REVESTIMENTOS | Artesanal | | | | | |
| | Tradicional | | | | | |
| | Semi Industrializados | | | | | |
| | Industrializado | | | | | |

QUADRO 11 - Caracterização do Processo de execução do Fechamento

Ao analisar o quadro 11 identificam-se dois processos de execução dos fechamentos classificados como semi-industrializados, sendo eles: situação 2 que utiliza como elemento predominante o bloco de concreto e a situação 3 que utiliza

como elemento predominante o concreto leve polimerizado. Duas situações classificam-se como processos de execução artesanais, sendo elas as situações 4 e 5, ambas utilizam como elemento predominante o tijolo de solo cimento. E uma situação possui o processo de execução classificado como tradicional, que possui o tijolo cerâmico como elemento de fechamento predominante.

Ao analisar o quadro anterior identifica-se que os processos de execução dos fechamentos possuem uma variação de característica artesanal tradicional e semi-industrializado não possuindo nenhuma característica industrializada entres as cinco situações estudadas no trabalho.

Quanto aos processos de execução dos revestimentos conforme o quadro 12 identifica-se que 100% dos revestimentos utilizados nas cinco diferentes situações ainda possuem um processo de execução artesanal, ou seja, sem nenhum tipo de mecanização em seus processos de execução.

Sendo assim pode-se afirmar que a grande maioria dos processos de execução do Brasil, sejam eles em áreas urbanas ou em áreas rurais, possuem predominantemente processos artesanais, esta afirmação é possível visto que os revestimentos utilizados nas cinco situações apresentadas neste estudo são os tipos de revestimentos mais utilizados atualmente no país em habitações sociais.

4.5 Comparação e Interpretação dos Resultados

O presente trabalho buscou coletar, organizar, tabular e interpretar uma série de dados referente a duas etapas da construção de uma habitação, a de fechamento (paredes) e a de revestimento.

Para tanto os dados coletados foram apresentados separadamente, facilitando a sua análise e interpretação, sendo assim foi desenvolvido o gráfico (figura 37), que apresenta o comparativo entre os custos das etapas de fechamentos e revestimentos para a unidade habitacional social rural e a classificação quanto as características do número de insumos envolvidos em cada situação.

Também foi desenvolvido um quadro comparativo da classificação dos processos de produção dos elementos predominantes em cada fechamento e das características dos processos de execução de cada uma das situações analisadas (quadro 12).

A Figura 36 mostra uma grande variação no custo final entre as diferentes situações, considerando que o estudo busca identificar a melhor alternativa a ser aplicada em habitações sociais rurais, verificou-se que ao analisar os custos da situação 5 que utiliza o tijolo de solo-cimento com acabamento a vista utilizando como revestimento apenas pintura é a alternativa mais viável, seguida da situação 4 que também utiliza o tijolo de solo-cimento com acabamento rebocado, o que indica que a escolha do revestimento pode influenciar de forma significativa o custo de uma habitação.

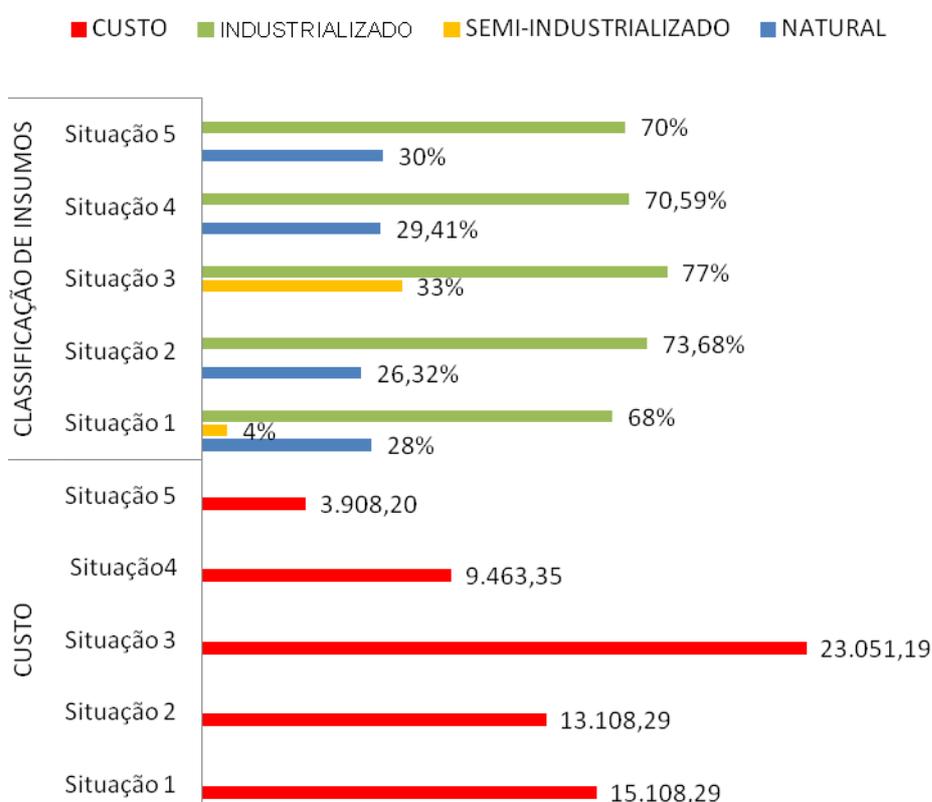


FIGURA 36 - Comparativo de Custos e Classificação de Insumos

Ainda na figura 36 é apresentado o comparativo da classificação dos insumos envolvidos em cada uma das diferentes situações. Esta classificação teve como intuito identificar quais os processos que utilizam maior número de insumos industrializados, isto buscando identificar quais as situações que de forma indireta consomem mais energia. Sendo assim ao analisar o gráfico percebe-se que em todas as situações quando relacionado o número de insumos envolvidos em cada situação é evidente o predomínio de insumos industrializados seguidos de insumos naturais.

Neste caso pode-se afirmar que todas as situações apresentadas possuem o predomínio das características industrializadas, porém para esta afirmação é necessária a análise do quadro 13 que apresenta em sua primeira parte a classificação do elemento (insumo) predominante em cada uma das situações, com isso afirma-se que: na situação 1 embora 68% dos insumos envolvidos sejam industrializados o elemento que está presente em mais de 80% do fechamento (parede) é o tijolo cerâmico que conforme a sua classificação é um insumo tradicional conferindo esta, a mesma característica.

Na situação 2 e 3 o quadro 13 apresenta um predomínio de insumos industrializados, que são compatíveis com a classificação da execução dos elementos predominantes que são respectivamente o bloco de concreto e o concreto leve polimerizado, conferindo assim uma característica predominantemente industrializadas ao fechamento das duas situações.

A situação 4 e 5 conforme o quadro 12 também apresenta uma característica industrializada quanto ao número de insumos envolvidos nas respectivas situações, porém ao analisar identifica-se como característica artesanal ao processo de execução do tijolo de solo-cimento, conferindo ao fechamento a mesma característica.

| | | Situação 1 | Situação 2 | Situação 3 | Situação 4 | Situação 5 |
|---|-----------------------|-----------------|-------------------|----------------------------|---------------------|------------|
| | | Tijolo Cerâmico | Bloco de Concreto | Concreto Leve Polimerizado | Tijolo Solo-Cimento | |
| CLASSIFICAÇÃO DO PROCESSO DE EXECUÇÃO DO ELEMENTO PREDOMINANTE DE CADA SITUAÇÃO | Artesanal | | | | | |
| | Tradicional | | | | | |
| | Semi-Industrializados | | | | | |
| | Industrializado | | | | | |
| | | Situação 1 | Situação 2 | Situação 3 | Situação 4 | Situação 5 |
| | | | | | | |
| EXECUÇÃO DO FECHAMENTO | Artesanal | | | | | |
| | Tradicional | | | | | |
| | Semi-Industrializados | | | | | |
| | Industrializado | | | | | |
| EXECUÇÃO DOS REVESTIMENTOS | Artesanal | | | | | |
| | Tradicional | | | | | |
| | Semi Industrializados | | | | | |
| | Industrializado | | | | | |

QUADRO 12 - Comparativo do Processo de Elaboração Dos Elementos Predominantes de Fechamento e do Processo de Execução dos Fechamentos.

A partir da tabulação dos dados referente a classificação da característica de execução dos fechamentos e revestimento é possível identificar que a execução dos fechamentos possui variações conforme o tipo de elemento predominante utilizado, tendo como característica de execução tradicional para a situação que utiliza o tijolo cerâmico, característica semi-industrializada para as situações que utilizam o bloco de concreto e o concreto leve polimerizado e como característica artesanal o sistema que envolve o tijolo de solo-cimento. Já em se tratando dos revestimentos, todas as situações apresentam características artesanais, independente da característica dos fechamentos.

5 CONCLUSÕES

Considerando que o consumo de energia na construção civil tem um impacto significativo na economia nacional e mundial, onde aproximadamente 40% da energia consumida mundialmente é de responsabilidade da construção civil, que passa pelo transporte a grandes distâncias devido ao esgotamento de suas reservas, como é o caso da areia e pedra britada, agregando assim um consumo ainda maior de energia na construção civil.

Foi verificado que, quanto mais dependentes de processos industrializados maior é o gasto de energia a ele conferido, podendo ser considerado que, quanto menor a parcela de elementos industrializados envolvidos em cada sistema construtivo menor o consumo energético agregado a este sistema e que quanto menor o número de elementos que dependam de transporte, melhor, pois estes também agregam a construção civil significativo percentual de gasto energético.

Contudo após os resultados apresentados pode-se perceber que referente ao elemento predominante de cada fechamento o tijolo de solo-cimento que apresenta uma característica artesanal é o mais viável analisando pelo prisma da redução do consumo energético envolvida no sistema produção e aplicação da tecnologia. Já quanto aos revestimentos das cinco situações todas possuem características industrializadas, porém quando analisado o número de elementos industrializados envolvidos a situação 5 apresenta-se mais viável, considerando que comparado com as outras quatro situações é a que apresenta o menor número de elementos industrializados envolvidos.

Quanto ao processo de execução dos revestimentos em todas as situações a característica foi artesanal, que neste aspecto tem um fator positivo e um fator negativo. O fator positivo é que por ser um processo artesanal possui menor interferência quanto ao gasto energético relacionado a processos mais industrializados. O fator negativo está relacionado ao desperdício gerado na construção civil, que conforme a revisão bibliográfica identifica-se hoje como um dos fatores mais negativos na construção civil. Neste aspecto o processo de execução de revestimento que possuir menor possibilidade de desperdício, automaticamente encontra-se em vantagem, neste caso é o revestimento utilizado na situação 5.

Apesar de identificado como mais viáveis para a utilização de habitações sociais rurais o processo com menor custo para uma única residência é o que possui o menor número de elementos industrializados envolvidos, tornando-se possível a viabilidade de uma construção mais sustentável e com um menor gasto energético agregado. É importante ressaltar que cada uma das tecnologias analisadas em algum momento pode ser viável, por vezes a tecnologia pode não ser viáveis para uma única habitação rural mas em se tratando de habitações urbanas e em larga escala pode apresentar-se mais viável. Neste estudo fica evidenciado que aquelas tecnologias que possuem um maior número de elementos industrializados envolvidos e que necessitam de uma mão de obra mais qualificada torna-se menos viável para habitações sociais rurais em comparação àquelas que apresentam como característica predominante um processo mais artesanal e com um percentual maior de elementos naturais envolvidos.

Portanto conclui-se que a tecnologia mais viável para habitações sociais rurais e que merece maior atenção e incentivo enquanto sua utilização em maior escala é a de tijolo de solo-cimento com acabamento a vista apenas com pintura impermeabilizante no aspecto de economia no consumo energético envolvidos desde seu processo de produção até a execução e, conseqüentemente terá reduções de custos .

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABCP, ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CIMENTO PORTLAND. Solo-cimento. Disponível em: <http://www.abcp.org.br/conteudo/basico-sobre-cimento/aplicacoes/solo-cimento>. Acesso em novembro 2013.

ABCP, ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CIMENTO PORTLAND ET-35. **Dosagem das misturas de solo-cimento: normas de dosagem e métodos de ensaio**. São Paulo, SP, 1986.

ABNT, ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS CB-02. **Alvenaria Estrutural – Blocos de concreto: Execução e controle de obras**. Emenda CB-02/2010.

ABNT, ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **Solo-Cimento - Ensaio de compactação**, NBR 12023, Rio de Janeiro, 1992.

ABNT, ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **Fabricação de tijolo maciço de solo-cimento com a utilização de prensa manual**, NBR 10832, Rio de Janeiro, 1989.

ABNT, ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **Blocos vazados de concreto simples para alvenaria – Requisitos**. NBR 6136, Rio de Janeiro, 2007.

ABC, ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CERÂMICA. Informações técnicas: **definição e classificação**. 2013a. Disponível em: <<http://www.abceram.org.br>>. Acesso em: outubro de 2013.

ABC, ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CERÂMICA. Informações técnicas: processos de fabricação. 2013b. Disponível em: <<http://www.abceram.org.br/site/index.php?area=4&submenu=50>>. Acesso em: outubro de 2013

ABRAMOVAY, R. et al. Os impasses sociais da sucessão hereditária na agricultura familiar. Florianópolis: Epagri; Brasília: **NEAD/Ministério do Desenvolvimento Agrário**, 2001

AGUIAR, F. L. de. **Juventudes de um rural catarinense: trajetórias cotidianas no contexto da agricultura familiar**. 2006. 141 p. Dissertação (Mestrado em Educação) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2006.

ALBARO, J. L. A. A Operação de prensagem: considerações técnicas e sua aplicação industrial. Parte V: Descrição da etapa de prensagem. **Cerâmica Industrial**, São Paulo, v. 6, n. 3, p. 26-32, 2001.

ANDRADE, L. A. S. **Uma proposta metodológica para a inspeção da qualidade em blocos cerâmicos para alvenaria em canteiros de obra**. 2002. 84p. (Mestrado em Engenharia da Produção) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis – SC, 2002.

ANFACER - Associação Nacional dos Fabricantes de Cerâmica para Revestimento. Disponível em:
<http://www.anfacer.org.br/site/default.aspx?idConteudo=157&n=Hist%C3%B3ria-da-Cer%C3%A2mica>. Acesso em novembro 2013.

ANGULO, S. C. ZORDAN, S. E., JOHN V. M. **Variabilidade de agregados graúdos de resíduos de construção e demolição reciclados. São Paulo, 2000. 155p.** Dissertação (Mestrado) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo.

ANICER- Associação Nacional da Indústria Cerâmica. Matéria: “Qualidade guia Encontro Nacional da Anicer”. **Revista da ANICER**, Seção Anicer em Destaque, Ano 6, edição 26, Novembro, 2003(b).

ANICER. Artigo “Segredos da Secagem e Queima”. **Revista da ANICER**, Ano 11, edição 53, Agosto, 2008(b).

APICER - Associação Portuguesa da Indústria de Cerâmica. **Manual de Alvenaria de Tijolo**. Associação Portuguesa de Industriais de Cerâmica de Construção, Coimbra, 2000.

AGOPYAN, V.; SILVA, V. G.; JOHN, V. M. Agenda 21: Uma Proposta de Discussão para o Construbusiness Brasileiro. Anais do ENTAC . **Encontro Nacional e I Encontro Latino . Americano sobre Edificações e Comunidades Sustentáveis**. Canela: Abril 2001.

BÄCHTOLD, FELIPE. **Resíduos da construção civil supera o lixo doméstico em capitais**. São Paulo.

BAUER, L. A. F. **Materiais de construção**. 5. Ed. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos, 2000. 705p.

BARBOSA, C. S. **Resistência e deformabilidade de blocos vazados de concreto e suas correlações com as propriedades mecânicas do material constituinte**. Dissertação (Mestrado em Engenharia), Escola de Engenharia de São Carlos, 2004.

BERNARDES , M.; GARCIA, S.; MARTINS, M. S.; ROMANINI, A. Comparativo econômico da aplicação do Sistema Light Steel Framing em Habitações de Interesse Social. In: **1º SNCS – Seminário Nacional de Construções Sustentáveis. Buscando soluções em arquitetura de interesse social**. Passo Fundo – RS, 2012.

BOUTH, J. A. C. **Estudo da potencialidade da produção de tijolos de adobe misturado com outros materiais – Uma alternativa de baixo custo para construção civil**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mecânica). Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Natal – RN, 2005.

BUSON, Márcio Albuquerque. **Autoconstrução com tijolos prensados de solo estabilizado**. Brasília: faunb, 2007. 100 p.

BRASIL- MMM- Ministério de Minas de Energia. Balanço Energético Nacional de 2007 (Ano Base 2006). Fonte: www.mme.gov.br. Acesso em novembro 2013.

BRASIL. Ministério das Cidades, 2004 . Disponível em: <http://www.cidades.gov.br/images/stories/ArquivosSNH/ArquivosPDF/4PoliticaNacionalHabitacao.pdf>. Acesso em novembro de 2013.

BLUMENSCHNEIN, R. N. **A sustentabilidade na Cadeia Produtiva da Indústria da Construção**. Tese Doutorado (Desenvolvimento Sustentável). Universidade de Brasília (UnB), Brasília-DF, 2004. 263 p.

CAMACHO, J. S. Projeto de edifícios de alvenaria estrutural. Núcleo de pesquisa a alvenaria estrutural. Universidade Estadual Paulista. Ilha Solteira – SP, 2006. Disponível em: <http://www.nepae.feis.unesp.br/Apostilas/Projeto%20de%20edificios%20de%20alvenaria%20estrutural.pdf>. Acesso em novembro, 2013

CARVALHO, M. C. R. **Avaliação do uso de cursos como mecanismos de transferência de tecnologia em alvenaria estrutural**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil). Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis – SC, 2000.

CARVALHO, O. O. **Perfil industrial da cerâmica vermelha no Rio Grande do Norte**. Natal: FIERN;SENAI, 2001.

CARVALHO, E. M. de; FILHO, J. D. A Contribuição dos Resíduos Sólidos da Construção Civil e de Demolição para a Crise Ambiental Urbana. **In: 25º Encontro Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental**. Anais do 25º Encontro Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental. Florianópolis – SC, 2009.

CASTRO, S. F. **Incorporação de resíduos de caulim em solo-cimento para construções civis**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil). Universidade Federal de Campina Grande. Campina Grande – PB, 112p, 2008.

CASTRO, W. B. Programa QUALIMAT – Qualidade dos materiais. SINDUSCON/MG, 2007

CEPLAC. Construção com solo cimento. Ferreira Filho, E.M. Disponível em: <http://www.ceplac.gov.br/radar/Artigos/artigo7.htm>. Acesso em dezembro 2013.

COUVIGNOU, E. M. **Análise da conformidade e caracterização da matéria-prima empregada na fabricação de blocos cerâmicos na região metropolitana de Salvador**. 104 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mecânica) - Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Salvador, Bahia, 2007

COMUNIDADE DA CONSTRUÇÃO – Sistemas à base de cimento. Disponível em: <<http://www.comunidadeconstrucao.com.br>>. Acesso em: janeiro , 2014.

CHARLITA, A. C. C. **Estrutura de um projeto para produção de alvenarias de vedação com enfoque na construtibilidade e aumento de eficiência na**

produção. Dissertação (Mestrado em Engenharia). Escola Politécnica de São Paulo – SP, 2010 p.251.

CBCS - CONSELHO BRASILEIRO DE CONSTRUÇÃO SUSTENTÁVEL. Site institucional. Disponível em: http://www.cbcs.org.br/_5dotSystem/userFiles/comite-tematico/materiais/CBCS_CTMaterialis_Manual_residuos_solidos.pdf . Acesso em dezembro 2013

DIAS, E.; SOUSA, H.; COSTA, M.; BALBINO, R.; BARROS, T. Relatório sobre a cerâmica Tavares. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte – Natal - RN, 2013. Disponível em: <http://www.ebah.com.br/content/ABAAAgRuIAA/relatorio-ceramica-tavares>. cesso em janeiro 2013

FASSONI, D. P. (2000). **Fabricação Artesanal de Tijolos de Terra Crua** – Adobe. Curso 64, 71ª Semana do Fazendeiro, 16 a 20 de outubro de 2000, UFV, Viçosa, MG, 10p.

FLORIM, L. C., Quelhas, O. L. G. (2004). Contribuição para a construção sustentável: características de um projeto habitacional eco-eficiente. **Revista ENGEVISA**, v.6, n. 3, p121-132, 2004.

FREITAS, C. S. R.; PEREIRA, I. A. F. S.; PEREIRA, M. L. G.; SIMÕES, T. C. R.; FERREIRA, A. A. L. **Influência de diferentes processos de conformação nas características finais de produtos cerâmicos.** Cerâmica Industrial, São Paulo, v. 14, n. 3, p. 15-18, 2009

FUNTAC. Fundação de tecnologia do Estado do Acre, departamento técnico de produção. Cartilha para produção de tijolo de solo-cimento: Habitação popular alternativas para a Amazônia- Acre, 1999.

HOUBEN, H. & H. Guillaud. 1994. Earth construction: a comprehensive guide. Intermediate Technology Publications, London. 362 p.

GRANDE, F. M. (2003) **Fabricação de tijolos modulares de solo-cimento por prensagem manual com e sem adição de sílica.** Dissertação de Mestrado – Escola de Engenharia de São Carlos, USP, São Carlos, SP, 165p.

GREGORIO, L. T. **Proposta de ferramentas para gestão da recuperação habitacional pós-desastre no Brasil com foco na população atingida.** Tese (Doutorado em Engenharia Civil). Universidade Federal Fluminense. Niterói – RJ, 2013.

GOUAL, M.S.; BALI, A. ; BARQUIN, F. ; DHEILLY, R.M. ; QUÉNEUDEDEC, M. Isothermal moisture properties of Clayey Cellular Concretes elaborated from clayey waste, cement and aluminium powder. Research, v. 36, p.1768- 1776, 2006.

IBRACON. Instituto Brasileiro do Concreto. Concreto: **material construtivo mais consumido no mundo.** Ano XXXVII/ nº 53 – jan., fev., mar., 2009.

HARTMANN, F.; SAMBERG, J. R. D. A variável ambiental na conservação rodoviária. In: **ENACOR – ENCONTRO NACIONAL DE CONSERVAÇÃO RODOVIÁRIA**, 8º, 2003, Gramado. Minicurso. Artigos Meio Ambiente. p.75-80. **Anais...** Gramado, 2003. CD-ROM.

ISAIA C. G. **CONCRETO: Ensino , pesquisa e Realizações**, Vol.1 - Concreto: da era Clássica à Contemporânea. Ed.Geraldo Cechella Isaia - São Paulo: **Revista IBRACON**, 2005. 1v.

ITAMBÉ. Massa cinzenta Revista Itambé, 2012. Disponível em: <http://www.cimentoitambe.com.br/wp-content/uploads/2012/12/bloco-de-concreto.jpg>. Acesso em dezembro 2013.

JOHN, V. M. **Desenvolvimento sustentável, construção civil, reciclagem e trabalho multidisciplinar**. São Paulo, PCC/USP. 2002. Acesso em setembro 2011

KARPINSK, L. A.; PANDOLFO, A.; REINEHR, R.; KUREK, J.; PANDOLFO, L.; GUMARÃES, J. **Gestão diferenciada de resíduos da construção civil: uma abordagem ambiental**. Dados eletrônicos. Porto Alegre – RS: Edipucs, 2009. KRAMBECK, T. I. **Revisão de sistema construtivo em madeira de floresta plantada para a habitação popular**. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo), Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis- SC, 2006.

LAMBERTS, R.; TAVARES, S. **Consumo de Energia para Construção, Operação e Manutenção das Edificações Residenciais no Brasil**. Anais do Evento ENCAC . ELACAC. Maceió, Alagoas. 2005. Pgs. 2037 - 2045.

LOPES, W. G. R. **Solo-cimento reforçado com bambu: características físico-mecânicas**. Tese (Doutorado) - Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Engenharia Agrícola. Campinas-SP, 2002

LOURENÇO, P. J. B. B. Computational strategies for masonry structures. Delft. Delft University Press. Thesis (Delft University of Tecnology). Netherlands, 1996, 210p.

MAURY, M. B.; BLUMENSCHHEIN, R.N. Produção de cimento: impactos à saúde e ao meio ambiente. **Revista Sustentabilidade em Debate** – Brasília, v.3, n.1, p.75-96, 2012.

MEDEIROS, J.S. **Alvenaria estrutural não armada de blocos de concreto: produção de componentes e parâmetros de projeto**. Dissertação (Mestrado) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo. São Paulo, 1993. 449p.

MESBAH, A.; MATTONE, R.; BARBOSA, N. P. Blocos de Concreto de Terra: Uma Opção Interessante Para a Sustentabilidade da Construção. SEBRAE – Biblioteca online. Disponível em: [http://201.2.114.147/bds/bds.nsf/cab3f008df2e175e03256d110062efc4/ae6ec233b84c285b03256f940051465f/\\$FILE/NT000A3516.pdf](http://201.2.114.147/bds/bds.nsf/cab3f008df2e175e03256d110062efc4/ae6ec233b84c285b03256f940051465f/$FILE/NT000A3516.pdf). Acesso dezembro 2013.

MOREIRA, A. M. **Materiais de Construção I. Terra Crua**. Instituto Politécnico de Tomar. ESTT, 2008, Tomar, Portugal.

MORETT, H. T., **A Importância da Inserção dos Sistemas Construtivos de Solo-Cimento no Processo de Industrialização da Construção. Dissertação de Mestrado**. Programa de Pós - Graduação em Arquitetura/ FAU/UFRJ, Rio de Janeiro, 2003.

MONTIBELLER, G. F. **O mito do desenvolvimento sustentável: Meio ambiente e custos sociais no moderno sistema produtor de mercadorias**. 2 ed.rev.- Florianópolis: Ed. Da UFSC, 2004.

MYRRHA, M. A. L. (2003). **Guia de Construções Rurais à Base de Cimento**, Fascículo 2: Como usar os materiais. São Paulo, SP. ABCP, 54p.

NEAD – **Núcleo de Estudos Agrários e Desenvolvimento Rural (2000)**. Distribuição de Riqueza e Crescimento Econômico. Brasília, Ministério da Agricultura. (Série Estudos NEAD 2).

NEVES, Célia Maria Martins. Inovações Tecnológicas em Construção com Terra na Ibero-América. CEPED – Centro de Pesquisas e Desenvolvimento. BA. Disponível na Internet via correio eletrônico: cneves@ufba.br. Disponível em: <http://www.caminosostenible.org/wp-content/uploads/BIBLIOTECA/Arquitectura%20de%20Tierra%20en%20Iberoamerica.pdf>. Acesso dezembro 2013.

NEPAE – **Núcleo de Desenvolvimento e Pesquisa da Alvenaria Estrutural (2006)**. Projeto de Edifícios de Alvenaria Estrutural. Universidade Estadual Paulista “Júlio Mesquita Filho” . São Paulo.

OLIVEIRA, F. G. **TECNOMETA - MÉTODO CONSTRUTIVO INOVADOR PARA O MERCADO DE CONSTRUÇÃO: estudo de caso**. Monografia (Especialização em Gerência Empresarial / MBA). Universidade de Taubaté, Taubaté – SP, 1999.

OESTE FORMAS (2013). Formas para concreto, Ltda. Disponível em: <http://www.oesteformas.com.br/sh.php>. Acesso em outubro 2013.

OLIVEIRA, V. F.; OLIVEIRA, E. A. A. Q. O papel da indústria da construção civil na organização do espaço e do desenvolvimento regional. **The 4th International Congress on University-Industry Cooperation – Taubate**, SP – Brazil – December 5th through 7th, 2012.

OLIVEIRA, J. De tijolo em tijolo: o desenvolvimento construído pela indústria ceramista. Disponível em: http://www.portalaz.com.br/noticia/geral/238437_de_tijolo_em_tijolo_como_a_industria_ceramista_gera_emprego_e_renda.html#. Acesso em janeiro 2014

OLIVEIRA, F. E. M. **Acompanhamento da produção industrial em cerâmica da microrregião do Vale do Assu**: Estudo de caso. Monografia (Graduação Ciências e Tecnologia). Univesidade Federal Rural do Semi-Árido – UFERSA. Angicos – RN, 2011.

PAULETTI, M. C. **Modelo para introdução de nova tecnologia em agrupamentos de nova em agrupamentos de micro e pequenas empresas: estudo de caso das indústrias de cerâmica vermelha no Vale do Rio Tijucas. 154 p.** Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2001.

PERES, R. B. **Discussão e diretrizes para políticas públicas, planejamento e programas habitacionais.** Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo). Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo. São Carlos – SP, 2003.

PINTO, C. de S. **Curso Básico de Mecânica dos Solos.** São Paulo. 2000.

PINTO, T.de P. Gestão ambiental de resíduos da construção civil: a experiência do Sinduscon-SP/ Tracisio de Paulo Pinto, São Paulo: Obra limpa: Sinduscon-SP, 2005. Acesso em outubro de 2011.

PINTO, C.S. (1998). Propriedades do solo, In: Fundações: teoria e prática / Waldemar ... [et al] São Paulo, Pini.

PNRH – Plano Nacional de Habitação Rural. Site institucional. Disponível em: http://www1.caixa.gov.br/gov/gov_social/municipal/assistencia_tecnica/produtos/repas/eses/pnhr_ogu/index.asp. Acesso em dezembro 2013.

PENHA, J. R. B.; MOREIRA, G. S. S.; BARATA, M. S. Fabricação de tijolo solocimento com substituição parcial do solo natural por resíduo da construção e demolição para construção de casas populares de baixo custo. In: **CONGRESSO BRASILEIRO DO CONCRETO, 49, 2007, Bento Gonçalves. Anais...** São Paulo: Instituto Brasileiro do Concreto, 16 p., 2007.

PIRES, A.; LOPES, D.; LACERDA, E. Concreto Sustentável. Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 2010. Disponível em http://www.arq.ufsc.br/arq5661/trabalhos_2010-2/concreto_sustentavel.pdf. Acesso em janeiro 2014

PINI. Como construir na prática. Revista PINI edição 28, 2012. Disponível em: <http://equipedeobra.pini.com.br/construcao-reforma/28/como-se-faz-blocos-de-concreto-168206-1.aspx>. Acesso em dezembro 2013.

RAMALHO, M.A.; CORRÊA, M.R.S. **Projeto de edifícios de alvenaria estrutural.** São Paulo: Pini, 2003. 174 p.

RIBEIRO, M. S. **A industrialização como Requisito para a Racionalização da Construção.** Tese de mestrado. UFRJ / FAU – PROARQ. Rio de Janeiro, 2002

RIBEIRO, R. M. “ **Concreto aparente: uma contribuição para a construção sustentável**” . Monografia (Especialização em Construção Civil). Escola de Engenharia – Universidade Federal de Minas Gerais – UFMG, Belo Horizonte – MG, 2010.

ROLIM, M. M.; FREIRE, W. J.; BERALDO, A. L. Análise comparativa da resistência à compressão simples de corpos de prova, tijolos e painéis de solo-cimento. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 3, n. 1, p. 89-92, 1999

ROSSO, T. **Racionalização da Construção**. FAU/USP. São Paulo, 1980.

SAVE, A. Casa Sustentável: Tijolo solo-cimento. Tellus Arquitetura e Sustentabilidade. Disponível em: <http://tellus.arq.br/blog/casa-sustentavel-tijolo-solo-cimento>. Acesso dezembro 2013.

SANTOS, G. M. **Estudo do comportamento térmico de um forno túnel aplicado à indústria de cerâmica vermelha**. 113 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mecânica) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis – SC, 2001.

SAMPAIO, D. Qualidade de execução. Estocagem. Disponível em: <http://www.cimentoitambe.com.br/wp-content/uploads/2012/12/bloco-de-concreto.jpg>. Acesso em janeiro 2014.

SEBRAE;ESPM. **Cerâmica vermelha da região central do Tocantins**, 2004

SELECTA – Soluções em Blocos – Alvenaria estrutural. Disponível em: http://www.selectablocos.com.br/ae_intro.html. Acesso em janeiro 2014.

SENÇO, W. (2001). Manual de Técnicas de Pavimentação, Capítulo 4, Volume II, 1ª Edição, Pini, São Paulo, p.46-143

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.

SILVA, S. R. **Tijolos de solo-cimento reforçado com serragem de madeira**. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Estruturas). Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte – MG, 2005.

SILVESTRE, M. Entrevista com engenheira da ABCP. Alvenaria Estrutural em Pauta. Disponível em: <http://www.abcp.org.br/conteudo/imprensa/noticias/alvenaria-estrutural-em-pauta>. Acesso em janeiro, 2014.

SOARES, S. R.; PEREIRA, S. W. Inventário da produção de pisos e tijolos cerâmicos no contexto da análise do ciclo de vida. **Ambiente Construído**, Porto Alegre, v.4, n.2,p.83-94, 2004.

SOARES, R. A. L.; NASCIMENTO, R. M. O processo produtivo e a qualidade do produto cerâmico estrutural. In: **II Congresso de Pesquisa e Inovação da Rede Norte Nordeste de Educação Tecnológica – II CONNEPI**, João Pessoa – PB, 2007.

SOUZA, J. G. **Contribuição ao estudo da relação entre propriedades e porcionamento de blocos de concreto – Aplicação ao uso de entulho como**

agregado reciclado. Dissertação (Mestrado em Estruturas e Construção Civil). Universidade de Brasília, Brasília / DF, 2001.

SOUZA, M. I. B.; ANTONIO, A.S.; SEGANTINI & PEREIRA, J. A. Tijolos presados de solo-cimento confeccionados com resíduos de concreto. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.12, n2, p.205, 2008.

SCHNEIDER, D.M. **Deposições irregulares de resíduos da construção civil na cidade de São Paulo.** Dissertação (Mestrado em Saúde Pública) - Universidade de São Paulo, 2003.

SCHNEIDER, S.; CAZELLA, A. A.; MATTEI, L. Histórico, caracterização e dinâmica recente do Pronaf – Programa Nacional de Fortalecimento da Agricultura Familiar. In: SCHNEIDER, S.; SILVA, M. K.; MARQUES, P. E. M. (Org.). **Políticas públicas e participação social no Brasil rural. Porto Alegre: Ed. da UFRGS, 2004.** p. 21-49. (Série Estudos Rurais).

SZÜCS, C. P.; Pereira, G. M.; Silva, C. S. F.; Costa, M. (2007). Sustentabilidade social e habitação social. In: **IV Encontro Nacional e II Encontro Latino-americano sobre Edificações e Comunidades Sustentáveis.** Anais... Campo Grande: UFMS, 2007. p. 481-490

TEIXEIRA, Luciene Pires. Desempenho da construção brasileira. Belo Horizonte: UFMG, 2010. Disponível em:

http://web.cedeplar.ufmg.br/cedeplar/site/seminarios/seminario_diamantina/2010/D10A055.pdf. Acesso em dezembro 2013.

TORRES, M. R.; AKEMI, I. Variáveis técnicas que interferiram no uso da terra para habitação social rural. Caso: Assentamento rural Sepé Tiaraju, Serra Azul – SP. In **III Congresso de Arquitetura e Construção com Terra no Brasil – Campo Grande, MS, 2010.**

THOMAZ, E. (2002). **Tecnologia, Gerenciamento E Qualidade Na Construção.** São Paulo: Editora PINI, 1ª Edição, 2ª Tiragem.

VIEIRA, C. M. F; FEITOSA, H. S.; MONTEIRO, S. N. **Avaliação da secagem de cerâmica vermelha através da curva de Bigot.** **Cerâmica Industrial, São Paulo**, v. 8, n. 2, p. 42-46, 2003.

ZEIN, R. V. Brutalismo, sobre sua definição (ou, de como um rótulo superficial é, por isso mesmo, adequado). *Arquitextos*, n. 084.01. São Paulo, Portal Vitruvius, maio 2007. Disponível em:

<http://www.vitruvius.com.br/revistas/read/arquitextos/07.084/243>. Acesso e, novembro 2013.

APÊNDICES

APÊNDICE A- Insumos e Mão de Obra – Fechamento com Tijolo Cerâmico

| INSUMOS E MÃO DE OBRA | | | | | |
|---|---------|---------|----------------|---------------------|--------------------------|
| Componentes | Unidade | Consumo | Custo Unitário | Custo Total (m²) | Custo Total (91,52m²) |
| Tijolo cerâmico (9x14x19), juntas de 12mm com argamassa mista de cimento, cal hidratada e areia sem peneirar traço 1:2:8 | | | | | |
| Materiais | | | | | |
| Tijolo Cerâmico | un | 14 | R\$ 0,41 | R\$ 5,74 | R\$ 525,32 |
| Cal Hidratada | Kg | 1,474 | R\$ 0,27 | R\$ 0,40 | R\$ 36,42 |
| Cimento Portland CP II-E-32 | Kg | 1,474 | R\$ 0,46 | R\$ 0,68 | R\$ 62,05 |
| Areia (sem frete) | m³ | 0,009 | R\$ 58,50 | R\$ 0,53 | R\$ 48,19 |
| Mão de Obra | | | | | |
| Pedreiro | h | 0,66 | R\$ 7,78 | R\$ 5,13 | R\$ 469,94 |
| Servente | h | 0,0741 | R\$ 5,95 | R\$ 0,44 | R\$ 40,35 |
| Custo Parcial | | | | R\$ 12,92 | R\$ 1.182,28 |
| Armadura de aço para estruturas em geral CA-50. Diâmetro 8mm. Corte e dobra em obra | | | | | |
| Materiais | | | | | |
| Espaçador circular de plástico para pilares, fundo e laterais de vigas, lajes, pisos e escadas (comprimento 30mm) | un | 11,4 | R\$ 2,07 | R\$ 23,60 | R\$ 2.159,69 |
| Barra de aço CA-50 5/16" (bitola 8mm / massa linea: 0,395 Kg/m) | un | 1,1 | R\$ 3,89 | R\$ 4,28 | R\$ 391,61 |
| Arame preto recozido, para armação de ferragem, N. 18, D = 1,25 mm (0,01 KGM) | Kg | 0,02 | R\$ 7,34 | R\$ 0,15 | R\$ 13,44 |
| Mão de Obra | | | | | |
| Armador | h | 0,08 | R\$ 7,78 | R\$ 0,62 | R\$ 56,96 |
| Ajudante de Armador | h | 0,08 | R\$ 5,95 | R\$ 0,48 | R\$ 43,56 |
| Custo Parcial | | | | R\$ 29,12 | R\$ 2.665,26 |
| Forma de madeira maciça para vigas, com tábuas e sarrafos (montagem e desmontagem) | | | | | |
| Materiais | | | | | |
| Prego 17x21 com cabeça | Kg | 0,067 | R\$ 6,73 | R\$ 0,45 | R\$ 41,27 |
| Sarrafo 1"x3"(altura de 75mm / espessura 25mm) | m³ | 1,199 | R\$ 0,65 | R\$ 0,78 | R\$ 71,33 |
| Tábua de Pinus 1ª qualidade 25x 300 cm) | un | 0,416 | R\$ 18,47 | R\$ 7,68 | R\$ 703,20 |
| Prego 17x27 com cabeça | Kg | 0,2 | R\$ 6,34 | R\$ 1,27 | R\$ 116,05 |
| Desmoldante de fôrmas para Concreto | l | 0,1 | R\$ 8,76 | R\$ 0,88 | R\$ 80,17 |
| Mão de Obra | | | | | |
| Carpinteiro | h | 2,562 | R\$ 7,78 | R\$ 19,93 | R\$ 1.824,21 |
| Ajudante de Carpinteiro | h | 0,64 | R\$ 5,95 | R\$ 3,81 | R\$ 348,51 |
| Custo Parcial | | | | R\$ 34,80 | R\$ 3.184,73 |
| Concreto estrutural virado em obra | | | | | |
| Materiais | | | | | |
| Areia lavada tipo média (sem frete) | m³ | 0,93 | R\$ 58,50 | R\$ 54,41 = 1,09 | R\$ 99,75 |

| | | | | | |
|-----------------------------|----------------|-------|-----------|------------------------------|---------------------|
| Pedra britada 1 (sem frete) | m ³ | 0,836 | R\$ 48,04 | R\$ 40,16 = 0,81 | R\$ 74,13 |
| Cimento Portland CP II-E-32 | Kg | 241 | R\$ 0,46 | R\$ 110,86 = 2,21 | R\$ 202,26 |
| Mão de Obra | | | | | |
| Servente de Pedreiro | h | 6 | R\$ 5,95 | R\$ 35,70 = 0,71 | R\$ 64,98 |
| Custo Parcial | | | | R\$ 241,13 = 4,82 | R\$ 441,36 |
| CUSTO TOTAL | | | | R\$ 81,66 | R\$ 7.473,62 |

APÊNDICE B- Insumos e Mão de Obra – Revestimentos: chapisco, emboço, reboco, gesso e pintura

| INSUMOS E MÃO DE OBRA | | | | | |
|--|----------------|---------|----------------|-------------------------------|--------------------------------------|
| Componentes | Unidade | Consumo | Custo Unitário | Custo Total (m ²) | Custo Total (183,04 m ²) |
| Chapisco de parede interna ou externa de cimento e areia sem peneirar 1: 3. e=5mm | | | | | |
| Materiais | | | | | |
| Cimento Portland CP II-E-32 | Kg | 2,43 | R\$ 0,46 | R\$ 1,12 | R\$ 204,60 |
| Areia (sem frete) | m ³ | 0,0061 | R\$ 58,50 | R\$ 0,36 | R\$ 65,32 |
| Mão de Obra | | | | | |
| Pedreiro | h | 0,1 | R\$ 7,78 | R\$ 0,78 | R\$ 142,41 |
| Servente | h | 0,15 | R\$ 5,95 | R\$ 0,89 | R\$ 163,36 |
| Custo Parcial | | | | R\$ 3,15 | R\$ 575,69 |
| Emboço para parede interna e externa com argamassa mista de cimento, cal hidratada e areia sem peneirar traço 1:2:6. e=20mm | | | | | |
| Materiais | | | | | |
| Cal Hidratada | Kg | 6,075 | R\$ 0,27 | R\$ 1,64 | R\$ 300,23 |
| Cimento Portland CP II-E-32 | Kg | 6,075 | R\$ 0,46 | R\$ 2,79 | R\$ 511,51 |
| Areia (sem frete) | m ³ | 0,0305 | R\$ 58,50 | R\$ 1,78 | R\$ 326,59 |
| Mão de Obra | | | | | |
| Pedreiro | h | 0,82 | R\$ 6,68 | R\$ 5,48 | R\$ 1.002,62 |
| Servente | h | 0,66 | R\$ 4,45 | R\$ 2,94 | R\$ 537,59 |
| Custo Parcial | | | | R\$ 14,63 | R\$ 2.678,53 |
| Reboco para parede interna ou externa, com argamassa pré-fabricada. e=5mm | | | | | |
| Materiais | | | | | |
| Argamassa pronta para revestimento externo, interno e assentamento de alvenaria | Kg | 8,5 | R\$ 0,29 | R\$ 2,47 | R\$ 451,19 |
| Mão de Obra | | | | | |
| Pedreiro | h | 0,5 | R\$ 7,78 | R\$ 3,89 | R\$ 712,03 |
| Servente | h | 0,5 | R\$ 5,95 | R\$ 2,98 | R\$ 544,54 |
| Custo Parcial | | | | R\$ 9,33 | R\$ 1.707,76 |
| Gesso aplicado em paredes | | | | | |
| Materiais | | | | | |
| Gesso | Kg | 6,2 | R\$ 0,46 | R\$ 2,85 | R\$ 261,02 |
| Mão de Obra | | | | | |
| Gesseiro | h | 0,39 | R\$ 7,78 | R\$ 3,03 | R\$ 277,69 |
| Servente | h | 0,1 | R\$ 5,95 | R\$ 0,60 | R\$ 54,45 |
| Custo Parcial | | | | R\$ 6,48 | R\$ 593,16 |
| Pintura com tinta látex acrílica em parede externa, sem massa corrida | | | | | |
| Materiais | | | | | |
| Líquido preparador de superfícies lata 18l | Gl | 0,12 | R\$ 22,68 | R\$ 2,72 | R\$ 249,08 |

| | | | | | |
|--|----|------|-----------|------------------|---------------------|
| Lixa para superfície madeira/grana 100 | un | 0,25 | R\$ 0,53 | R\$ 0,13 | R\$ 12,13 |
| Tinta látex acrílica | l | 0,17 | R\$ 18,30 | R\$ 3,11 | R\$ 284,72 |
| Mão de Obra | | | | | |
| Pintor | h | 0,4 | R\$ 7,78 | R\$ 3,11 | R\$ 284,81 |
| Ajudante de Pintor | h | 0,35 | R\$ 5,95 | R\$ 2,08 | R\$ 190,59 |
| Custo Parcial | | | | R\$ 11,16 | R\$ 1.021,33 |
| Pintura interna em Látex PVA | | | | | |
| Materiais | | | | | |
| Lixa d'água | un | 0,25 | R\$ 0,53 | R\$ 0,13 | R\$ 12,13 |
| Selador para pintura látex | gl | 0,12 | R\$ 22,68 | R\$ 2,72 | R\$ 249,08 |
| Tinta Látex | l | 0,17 | R\$ 14,75 | R\$ 2,51 | R\$ 229,49 |
| Mão de Obra | | | | | |
| Pintor | h | 0,4 | R\$ 7,78 | R\$ 3,11 | R\$ 284,81 |
| Ajudante de Pintor | h | 0,35 | R\$ 5,95 | R\$ 2,08 | R\$ 190,59 |
| Custo Parcial | | | | R\$ 10,56 | R\$ 966,09 |
| CUSTO TOTAL | | | | R\$ 55,31 | R\$ 7.542,57 |

APÊNDICE C- Insumos e Mão de Obra – Fechamento com Bloco de Concreto

| INSUMOS E MÃO DE OBRA | | | | | |
|---|----------------|---------|----------------|-------------------------------|------------------------------------|
| Componentes | Unidade | Consumo | Custo Unitário | Custo Total (m ²) | Custo Total (91,52m ²) |
| Alvenaria estrutural com blocos de concreto, juntas de 10 mm com argamassa mista de cimento, cal hidratada e areia sem peneirar traço 1:0.25:3 | | | | | |
| Materiais | | | | | |
| Bloco de concreto estrutural | un | 13,1 | R\$ 2,25 | R\$ 29,48 | R\$ 2.697,55 |
| Cal Hidratada | Kg | 0,653 | R\$ 0,27 | R\$ 0,18 | R\$ 16,14 |
| Cimento Portland CP II-E-32 | Kg | 5,2 | R\$ 0,46 | R\$ 2,39 | R\$ 218,92 |
| Areia | m ³ | 0,013 | R\$ 58,50 | R\$ 0,76 | R\$ 69,60 |
| Mão-de-Obra | | | | | |
| Pedreiro | h | 0,8 | R\$ 7,78 | R\$ 6,22 | R\$ 569,62 |
| Servente | h | 0,907 | R\$ 5,95 | R\$ 5,40 | R\$ 493,90 |
| Custo Parcial | | | | R\$ 44,42 | R\$ 4.065,73 |
| VERGA / CINTA - em Bloco de Concreto Canaleta | | | | | |
| Materiais | | | | | |
| Areia | m ³ | 0,01 | R\$ 58,50 | R\$ 0,59 | R\$ 53,54 |
| Pedra Britada n° 2 | m ³ | 0,02 | R\$ 46,40 | R\$ 0,93 | R\$ 84,93 |
| Cimento Portland CP II-E-32 | Kg | 6,63 | R\$ 0,46 | R\$ 3,05 | R\$ 279,12 |
| Canaleta de concreto de vedação | un | 2,5 | R\$ 1,56 | R\$ 3,90 | R\$ 356,93 |
| Aço CA-50 3/8" | Kg | 0,5 | R\$ 3,68 | R\$ 1,84 | R\$ 168,40 |
| Mão de Obra | | | | | |
| Pedreiro | h | 0,4 | R\$ 7,78 | R\$ 3,11 | R\$ 284,81 |
| Servente | h | 0,5 | R\$ 5,95 | R\$ 2,98 | R\$ 272,27 |
| Custo Parcial | | | | R\$ 16,39 | R\$ 1.499,99 |
| CUSTO TOTAL | | | | R\$ 60,81 | R\$ 5.565,72 |

APÊNDICE D- Insumos e Mão de Obra – Fechamento com Concreto Leve Polimerizado (formas alugadas)

| INSUMOS E MÃO DE OBRA | | | | | |
|---|---------|---------|----------------|-------------------|------------------------|
| Componentes | Unidade | Consumo | Custo Unitário | Custo Total (m²) | Custo Total (91,52 m²) |
| Concreto leve polimerizado (Fck) min. 25MPA | | | | | |
| Materiais | | | | | |
| Concreto dosado em central convencional brita 1 e 2 | m³ | 0,1 | R\$ 271,39 | R\$ 27,14 | R\$ 2.483,76 |
| Tecnologia * | un | 1 | R\$ 40,00 | R\$ 40,00 | R\$ 3.660,80 |
| Controle Tecnológico* | un | 1 | R\$ 2,40 | R\$ 2,40 | R\$ 219,65 |
| Custo Parcial | | | | R\$ 69,54 | R\$ 6.364,21 |
| Armadura de aço para estruturas em geral CA-50. Diâmetro 8mm. Corte e dobra em obra. | | | | | |
| Materiais | | | | | |
| Espaçador circular de plástico para pilares, fundo e laterais de vigas, lajes, pisos e escadas (comprimento 30mm) | un | 11,4 | R\$ 2,07 | R\$ 23,60 | R\$ 2.159,69 |
| Aço CA-50 6,3mm (0,245 Kg/m) - 0,35m | Kg | 0,085 | R\$ 4,15 | R\$ 0,35 | R\$ 32,28 |
| Zincagem Aço 6,3mm* | Kg | 0,02 | R\$ 7,84 | R\$ 0,16 | R\$ 14,35 |
| Treliça TG 8L (0,735 Kg/m) - 2,54m | Kg | 1,87 | R\$ 3,41 | R\$ 6,38 | R\$ 583,60 |
| Zincagem Treliça TG 8L* | Kg | 0,03 | R\$ 161,55 | R\$ 4,85 | R\$ 443,55 |
| Arame preto recozido, para armação de ferragem, N. 18, D = 1,25 mm (0,01 KGM) | Kg | 0,02 | R\$ 7,34 | R\$ 0,15 | R\$ 13,44 |
| Mão de Obra | | | | | |
| Armador | h | 0,08 | R\$ 7,78 | R\$ 0,62 | R\$ 56,96 |
| Ajudante de Armador | h | 0,08 | R\$ 5,95 | R\$ 0,48 | R\$ 43,56 |
| Custo Parcial | | | | R\$ 31,22 | R\$ 3.347,43 |
| Formas para condretagem das paredes | | | | | |
| Materiais | | | | | |
| Formas metálicas - 208,64m²(Aluguem - mês) | m² | 1 | R\$ 35,00 | R\$ 35,00 | R\$ 7.302,40 |
| Mão de Obra | | | | | |
| Ferreiro | h | 0,4 | R\$ 7,78 | R\$ 3,11 | R\$ 649,29 |
| Montador | h | 0,2 | R\$ 7,78 | R\$ 1,56 | R\$ 324,64 |
| Servente | h | 2 | R\$ 5,95 | R\$ 11,90 | R\$ 2.482,82 |
| Custo Parcial | | | | R\$ 51,57 | R\$ 10.759,15 |
| CUSTO TOTAL | | | | R\$ 152,33 | R\$ 20.470,79 |

* A tecnologia e o controle tecnológico não possuem custos estabelecidos na tabela SINAPE – CAIXA, sendo que os valores apresentados no orçamento foram fornecidos pela empresa Tecnometa – Empresa que possui patente sob a tecnologia utilizada no estudo;

* A zincagem não possui custos estabelecidos na tabela SINAPE – CAIXA, sendo que o valor apresentado no orçamento foi fornecido pela empresa Tecnometa – Empresa que possui patente sob a tecnologia utilizada no estudo

APÊNDICE E- Insumos e Mão de Obra – Fechamento com Concreto Leve Polimerizado (formas compradas)

| INSUMOS E MÃO DE OBRA | | | | | |
|---|---------|---------|----------------|-------------------|------------------------|
| Componentes | Unidade | Consumo | Custo Unitário | Custo Total (m²) | Custo Total (91,52 m²) |
| Concreto leve polimerizado (Fck) min. 25MPA | | | | | |
| Materiais | | | | | |
| Concreto dosado em central convencional brita 1 e 2 | m³ | 0,1 | R\$ 271,39 | R\$ 27,14 | R\$ 2.483,76 |
| Tecnologia * | un | 1 | R\$ 40,00 | R\$ 40,00 | R\$ 3.660,80 |
| Controle Tecnológico* | un | 1 | R\$ 2,40 | R\$ 2,40 | R\$ 219,65 |
| Custo Parcial | | | | R\$ 69,54 | R\$ 6.364,21 |
| Armadura de aço para estruturas em geral CA-50. Diâmetro 8mm. Corte e dobra em obra. | | | | | |
| Materiais | | | | | |
| Espaçador circular de plástico para pilares, fundo e laterais de vigas, lajes, pisos e escadas (comprimento 30mm) | un | 11,4 | R\$ 2,07 | R\$ 23,60 | R\$ 2.159,69 |
| Aço CA-50 6,3mm (0,245 Kg/m) - 0,35m | Kg | 0,085 | R\$ 4,15 | R\$ 0,35 | R\$ 32,28 |
| Zincagem Aço 6,3mm* | Kg | 0,02 | R\$ 7,84 | R\$ 0,16 | R\$ 14,35 |
| Treliça TG 8L (0,735 Kg/m) - 2,54m | Kg | 1,87 | R\$ 3,41 | R\$ 6,38 | R\$ 583,60 |
| Zincagem Treliça TG 8L* | Kg | 0,03 | R\$ 161,55 | R\$ 4,85 | R\$ 443,55 |
| Arame preto recozido, para armação de ferragem, N. 18, D = 1,25 mm (0,01 KGM) | Kg | 0,02 | R\$ 7,34 | R\$ 0,15 | R\$ 13,44 |
| Mão de Obra | | | | | |
| Armador | h | 0,08 | R\$ 7,78 | R\$ 0,62 | R\$ 56,96 |
| Ajudante de Armador | h | 0,08 | R\$ 5,95 | R\$ 0,48 | R\$ 43,56 |
| Custo Parcial | | | | R\$ 31,22 | R\$ 3.347,43 |
| Formas para condretagem das paredes | | | | | |
| Materiais | | | | | |
| Formas metálicas - 208,64m²(aquisição) | m² | 1 | R\$ 530,00 | R\$ 530,00 | R\$ 110.579,20 |
| Mão de Obra | | | | | |
| Ferreiro | h | 0,4 | R\$ 7,78 | R\$ 3,11 | R\$ 649,29 |
| Montador | h | 0,2 | R\$ 7,78 | R\$ 1,56 | R\$ 324,64 |
| Servente | h | 2 | R\$ 5,95 | R\$ 11,90 | R\$ 2.482,82 |
| Custo Parcial | | | | R\$ 546,57 | R\$ 114.035,95 |
| CUSTO TOTAL | | | | R\$ 647,33 | R\$ 123.747,59 |

* A tecnologia e o controle tecnológico não possuem custos estabelecidos na tabela SINAPE – CAIXA, sendo que os valores apresentados no orçamento foram fornecidos pela empresa Tecnometa – Empresa que possui patente sob a tecnologia utilizada no estudo;

* A zincagem não possui custos estabelecidos na tabela SINAPE – CAIXA, sendo que o valor apresentado no orçamento foi fornecidos pela empresa Tecnometa – Empresa que possui patente sob a tecnologia utilizada no estudo

APÊNDICE D- Insumos e Mão de Obra – Fechamento com Tijolo de Solo-Cimento

| INSUMOS E MÃO DE OBRA | | | | | | |
|--|------------------------------|---------|---------|----------------|------------------|------------------------|
| Componentes | | Unidade | Consumo | Custo Unitário | Custo Total (m²) | Custo Total (91,52 m²) |
| Alvenaria de tijolo de solo-cimento, dimensões 6,25x12,5x25 cm, embutido, barra de aço 5/16" e grout, executada até 1,60 m de altura | | | | | | |
| Materiais | | | | | | |
| Tijolo de solo-cimento - 64 un/m² | Solo (Terra) 90% | m³ | 0,032 | R\$ 0,00 | R\$ 0,00 | R\$ 0,00 |
| | Cimento Portland CP-32 - 10% | Kg | 2,63 | R\$ 0,46 | R\$ 1,21 | R\$ 110,72 |
| Pedrisco | | m³ | 0,003 | R\$ 47,74 | R\$ 0,14 | R\$ 13,11 |
| Cimento Portland CP-32 | | Kg | 1,347 | R\$ 0,46 | R\$ 0,62 | R\$ 56,71 |
| Areia média (sem frete) | | m³ | 0,003 | R\$ 58,50 | R\$ 0,18 | R\$ 16,06 |
| Cola a base de PVA | | Kg | 0,506 | R\$ 7,41 | R\$ 3,75 | R\$ 343,15 |
| Barra de aço CA-50 8mm | | Kg | 0,415 | R\$ 3,89 | R\$ 1,61 | R\$ 147,75 |
| Mão-de-Obra | | | | | | |
| Pedreiro | | h | 0,743 | R\$ 7,78 | R\$ 5,78 | R\$ 529,04 |
| Servente | | h | 0,766 | R\$ 5,95 | R\$ 4,56 | R\$ 417,12 |
| Custo Parcial | | | | | R\$ 17,85 | R\$ 1.633,65 |
| Alvenaria de tijolo de solo-cimento, dimensões 6,25x12,5x25 cm, embutido, barra de aço 5/16" e grout, executada com andaime acima de 1,60 m de altura | | | | | | |
| Materiais | | | | | | |
| Tijolo de solo-cimento | Solo (Terra) 90% | m³ | 0,032 | R\$ 0,00 | R\$ 0,00 | R\$ 0,00 |
| | Cimento Portland CP-32 - 10% | Kg | 2,63 | R\$ 0,46 | R\$ 1,21 | R\$ 110,72 |
| Pedrisco | | m³ | 0,003 | R\$ 47,74 | R\$ 0,14 | R\$ 13,11 |
| Cimento Portland CP-32 | | Kg | 1,347 | R\$ 0,46 | R\$ 0,62 | R\$ 56,71 |
| Areia média (sem frete) | | m³ | 0,003 | R\$ 58,50 | R\$ 0,18 | R\$ 16,06 |
| Cola a base de PVA | | Kg | 0,506 | R\$ 7,41 | R\$ 3,75 | R\$ 343,15 |
| Barra de aço CA-50 8mm | | Kg | 0,415 | R\$ 3,89 | R\$ 1,61 | R\$ 147,75 |
| Mão-de-Obra | | | | | | |
| Pedreiro | | H | 1,2 | R\$ 7,78 | R\$ 9,34 | R\$ 854,43 |
| Servente | | H | 1,223 | R\$ 5,95 | R\$ 7,28 | R\$ 665,98 |
| Custo Parcial | | | | | R\$ 24,12 | R\$ 2.207,90 |
| CUSTO TOTAL | | | | | R\$ 20,99 | R\$ 1.920,78 |

APÊNDICE D- Insumos e Mão de Obra – Revestimento: pintura interna e externa

| INSUMOS E MÃO DE OBRA | | | | | |
|--|---------|---------|----------------|------------------|------------------------|
| Componentes | Unidade | Consumo | Custo Unitário | Custo Total (m²) | Custo Total (91,52 m²) |
| Pintura com tinta látex acrílica em parede externa, sem massa corrida | | | | | |
| Materiais | | | | | |
| Líquido preparador de superfícies lata 18l | Gl | 0,12 | R\$ 22,68 | R\$ 2,72 | R\$ 249,08 |
| Lixa para superfície madeira/grana 100 | un | 0,25 | R\$ 0,53 | R\$ 0,13 | R\$ 12,13 |
| Tinta látex acrílica | l | 0,17 | R\$ 18,30 | R\$ 3,11 | R\$ 284,72 |
| Mão de Obra | | | | | |
| Pintor | h | 0,4 | R\$ 7,78 | R\$ 3,11 | R\$ 284,81 |
| Ajudante de Pintor | h | 0,35 | R\$ 5,95 | R\$ 2,08 | R\$ 190,59 |
| Custo Parcial | | | | R\$ 11,16 | R\$ 1.021,33 |
| Pintura interna em Látex PVA | | | | | |
| Materiais | | | | | |
| Lixa d'água | un | 0,25 | R\$ 0,53 | R\$ 0,13 | R\$ 12,13 |
| Selador para pintura látex | gl | 0,12 | R\$ 22,68 | R\$ 2,72 | R\$ 249,08 |
| Tinta Látex | l | 0,17 | R\$ 14,75 | R\$ 2,51 | R\$ 229,49 |
| Mão de Obra | | | | | |
| Pintor | h | 0,4 | R\$ 7,78 | R\$ 3,11 | R\$ 284,81 |
| Ajudante de Pintor | h | 0,35 | R\$ 5,95 | R\$ 2,08 | R\$ 190,59 |
| Custo Parcial | | | | R\$ 10,56 | R\$ 966,09 |
| CUSTO TOTAL | | | | R\$ 21,72 | R\$ 1.987,42 |

ANEXOS

ANEXO A – Planta da Casa Padrão Popular (utilizada como base para as simulações do trabalho)

***QUADRO DE ÁREAS 01:**

| ÁREA DE PROJETO | |
|-----------------------|-----------------------------|
| ÁREA PADRÃO | 41,89m ² 75,00% |
| ÁREA PADRÃO DIFERENTE | 14,00m ² 25,00% |
| | 55,89m ² 100,00% |

***QUADRO DE ÁREAS 02:**

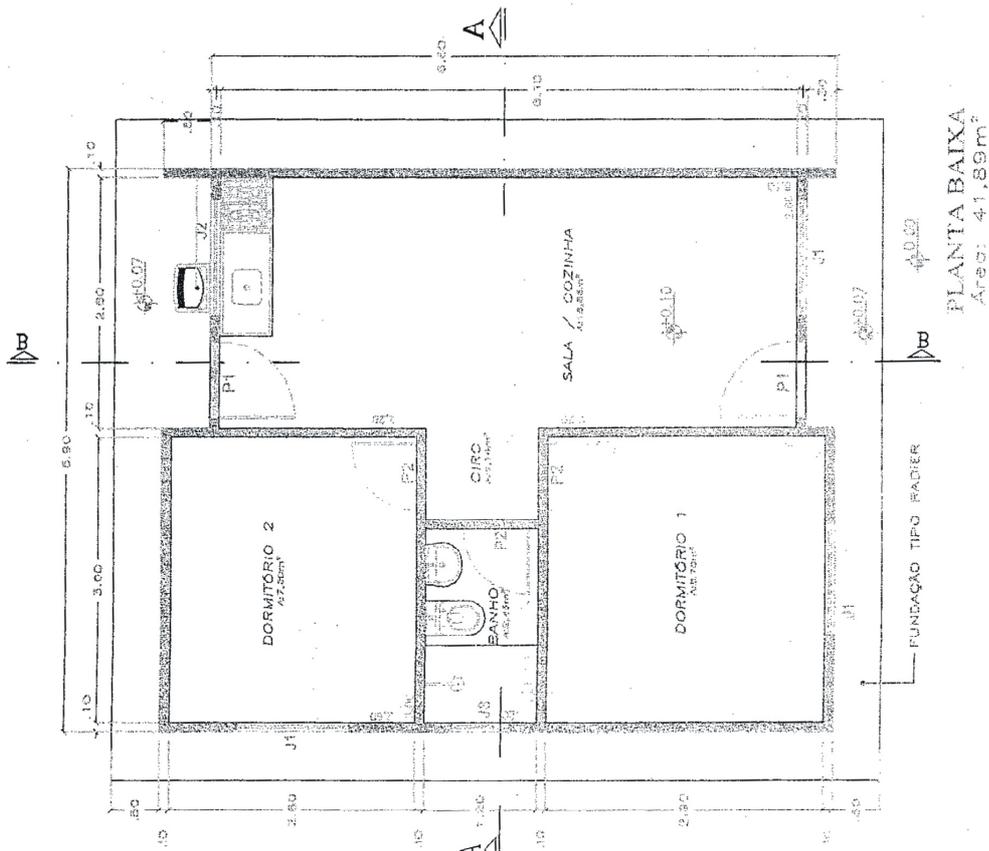
| ÁREA DE RADEIR | |
|----------------------|-----------------------------|
| ÁREA PAREDES | 3,46m ² 6,27% |
| ÁREA ÚTIL INTERNA | 36,33m ² 65,00% |
| ÁREA ÚTIL EXTERNA | 16,09m ² 28,73% |
| ÁREA TOTAL DE RADEIR | 55,89m ² 100,00% |

LEGENDA ESQUADRIAS:

| CODIGO | DIMENSÕES | ESPECIFICAÇÃO | MATERIAL |
|--------|------------------|---------------|------------------|
| J1 | (1,20x1,00/1,10) | De correr | Alumínio |
| J2 | (1,20x1,00/1,10) | De correr | Alumínio |
| J3 | (0,60x0,50/1,60) | Móvel | Alumínio |
| P1 | (0,80x2,10) | Externa | Alumínio |
| P2 | (0,70x2,10) | Interna | Moldura Semi-Oca |

LEGENDA REVESTIMENTOS

| COMPARTIMENTO | PISO | PAREDES | FORRO |
|----------------|----------|------------------------------------|----------------|
| SALA / COZINHA | CERÂMICO | CONCRETO LEVE / FINTURA / CERÂMICA | LAJE / PINTURA |
| DORMITÓRIO 1 | CERÂMICO | CONCRETO LEVE / FINTURA | LAJE / PINTURA |
| DORMITÓRIO 2 | CERÂMICO | CONCRETO LEVE / FINTURA | LAJE / PINTURA |
| BANHO | CERÂMICO | CONCRETO LEVE / FINTURA / CERÂMICA | LAJE / PINTURA |



PLANTA BAIXA
Área: 41,89m²

GNF INCORPORADORA E CONSTRUÇÕES LTDA.
 CNPJ: 10.473.385/0002-27
 Endereço: Rua Frei Otto N. 153 - São João - Curitiba - Paraná, Fone: (41) 3311-8110

PROJETO: **MEM ARQUITETOS ASSOCIADOS LTDA.**

LOCAL: **PASSO FUNDO / RS**

PLANTA: **A01**

DESENHO: **102m Arquitetura** | **EDUARDO PASSO FUNDO - RS** | DATA: **07/05/2009**

OUTROS PLANOS RELEVANTES: ANEXOS 01, 02, 03, 04, 05, 06, 07, 08, 09, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 48, 49, 50, 51, 52, 53, 54, 55, 56, 57, 58, 59, 60, 61, 62, 63, 64, 65, 66, 67, 68, 69, 70, 71, 72, 73, 74, 75, 76, 77, 78, 79, 80, 81, 82, 83, 84, 85, 86, 87, 88, 89, 90, 91, 92, 93, 94, 95, 96, 97, 98, 99, 100.

ANEXO B – Tabela de Honorários (SINTRACON CURITIBA - Sindicato dos Trabalhadores na Construção Civil)

| TABELA DE SALÁRIOS | | | | | | |
|--------------------|----------|-----------|--|-----------------------|-------------|---|
| PISO JUNHO DE 2013 | POR HORA | POR MÊS + | % DE REAJUSTE EM RELAÇÃO AO ÚLTIMO REAJUSTE SEM VALE COMPRAS | VALE MERCADO (MENSAL) | VALOR TOTAL | % DE REAJUSTE EM RELAÇÃO JUNHO/2011 COM VALE COMPRA |
| SERVENTE | 4,45 | | | 270,00 | | |
| MEIO PROFISSIONAL | 4,82 | | | 270,00 | | |
| PROFISSIONAL | 6,28 | | | 270,00 | | |
| CONTRA-MESTRE | 8,70 | | | 270,00 | | |
| MESTRE | 12,00 | | | 270,00 | | |

* PARA OS DEMAIS SALÁRIOS: 9 (nove por cento), aplicados sobre os salários de MAIO de 2012, já corrigidos, acrescido do vale compras mensal, no valor de R\$ 235,00

| OLARIAS E CERÂMICAS NO ESTADO DO PARANÁ | | | | |
|--|----------|-----------|---|--------------------------|
| PISO | POR HORA | POR MÊS + | % DE REAJUSTE EM RELAÇÃO AO ÚLTIMO REAJUSTE | PERCENTUAL ACIMA DO PISO |
| PISO | | | | PISO |
| TORNEIRO (CERAMISTA ARTESANAL OU OLEIRO EM TORNO DE PEDAL) | | | ... | 20% |
| QUEIMADOR DE MATERIAL CERÂMICO | | | ... | 30% |
| OPERADOR DE PÁ CARREGADEIRA OU RETROESCAVADEIRA | | | ... | 30% |