

ANGELA CRISTINA ALVES GUIMARÃES DE SOUZA

**ANÁLISE COMPARATIVA DE CUSTOS DE
ALTERNATIVAS TECNOLÓGICAS PARA
CONSTRUÇÃO DE HABITAÇÕES POPULARES**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil da Universidade Católica de Pernambuco como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Engenharia Civil.

Área de Concentração: Engenharia das Construções

Orientador: Prof. Dr. Fernando Artur Nogueira Silva

Co-orientador: Prof. Dr. Romilde Almeida de Oliveira

RECIFE

2009

S729a Souza, Angela Cristina Alves Guimarães de
Análise comparativa de custos de alternativas tecnológicas
para construção de habitações populares / Angela Cristina Alves
Guimarães de Souza ; orientador Fernando Arthur Nogueira Silva ;
co-orientador Romilde Almeida de Oliveira, 2009.
158 f. : il.

Dissertação (Mestrado) - Universidade Católica de Pernambuco.
Pró-Reitoria de Ensino, Pesquisa e Extensão. Mestrado em Engenharia
Civil, 2009.

1. Construção civil - Estimativas. 2. Habitação popular - Custos.
I. Título.

CDU 69

Angela Cristina Alves Guimarães de Souza

**ANÁLISE COMPARATIVA DE CUSTOS DE ALTERNATIVAS
TECNOLÓGICAS PARA CONSTRUÇÃO DE HABITAÇÕES POPULARES**

Dissertação apresentada à Universidade Católica de Pernambuco como requisito para obtenção do título de mestre em Engenharia Civil.

Aprovada em dezembro de 2009.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Fernando Artur Nogueira Silva – UNICAP

Prof. Dr. Joaquim Teodoro Romão de Oliveira – UNICAP

Prof. Dr. Alexandre Araújo Bertini – Universidade Federal do Ceará

À Deus por conceder-me a vida e a saúde.

À minha mãe Vera Lúcia, ao meu pai Jacy (*in memoiran*), à minha tão querida avó Alice (*in memoiran*), ao meu padrinho Hermes (*in memoiran*), a minha tia Ana e a minha madrinha Luiza (*in memoiran*), por todo carinho, atenção, incentivo e ajuda que sempre me deram.
Ao meu marido José Raimundo, pela compreensão ao longo de toda caminhada.

Agradecimentos

Quero primeiramente agradecer a Deus, pela vida, pela saúde, pela família que para mim sempre foi e será muito importante, pois me considero uma pessoa feliz por ter recebido carinho, atenção e incentivo de minha família. Agradeço também a Deus a oportunidade de ter estudado e conquistado com esforço tudo que até hoje consegui, e de tantas pessoas maravilhosas que Ele sempre colocou em meu caminho para que pudesse atingir estas conquistas.

Ao IFPE que hoje me deu a oportunidade de cursar este mestrado e que outrora quando ainda era ETFPE com todo seu corpo docente me profissionalizou, dando-me a chance de chegar aonde cheguei.

Ao meu competente orientador professor Dr. Fernando Artur Nogueira Silva, que não somente me orientou, mas por todo apoio e solidariedade durante o curso e conclusão deste trabalho.

Ao meu co-orientador professor Dr. Romilde Almeida de Oliveira, pelas observações, que contribuíram para melhoria deste trabalho e ainda ao Coordenador do Mestrado em Engenharia Civil professor Dr. Joaquim Teodoro Romão de Oliveira.

Ao professor e colega de trabalho MSc. Gilberto José Carneiro Cunha Júnior por sua disponibilidade e presteza quando por mim solicitado, colaborando para melhoria desta pesquisa.

Ao professor MSc. Eng^o pesquisador do ITEP Carlos Wellington Pires Sobrinho, por sua colaboração e orientação para melhoria deste trabalho.

A todos aqui não mencionados que direta ou indiretamente colaboraram para conclusão deste trabalho.

Resumo

O déficit habitacional brasileiro atual é estimado em cerca 7,2 milhões de moradias que corresponde a 12,8% do total de domicílios do país, de acordo com dados da última Pesquisa Nacional de Amostragem de Domicílios (PNAD) realizada pelo IBGE em 2007. Não obstante a situação do déficit habitacional apresentada seja preocupante, os dados da última PNAD mostram avanços, principalmente na linha da redução absoluta do déficit. Considerando uma comparação em termos relativos, um bom indicativo da redução deste déficit se obtém quando são cotejados os anos de 2001 e 2007 onde foi constatado que o déficit recuou de 15,7% para 12,8% do total de domicílios no país. A manutenção desta trajetória de queda é um desafio que precisa ser vencido e a construção civil tem um papel importante a desempenhar neste processo. Este papel tem impactos no curto prazo, com a geração de empregos, e no longo prazo, contribuindo para a melhoria da qualidade de vida da população. Nesta particular, a discussão sobre processos construtivos que possibilitem a redução gradual do déficit habitacional com estratégias tecnológicas sustentáveis tanto do ponto de vista econômico quanto ambiental tem ganhado importante espaço na discussão técnico-científica no país. O presente trabalho promoveu o estudo comparativo de três alternativas tecnológicas para a construção de habitações de interesse social, a saber: Sistema Construtivo em Alvenaria Estrutural (Blocos cerâmicos e de concreto), Sistema Construtivo com Paredes de Gesso e Sistema Construtivo com Painéis Monolíticos de Poliestireno Expandido (EPS). Foi eleita uma geometria típica de edificação com 42,3 m² que é usualmente utilizada em programas governamentais de redução do déficit habitacional, sobre a qual foram identificados os custos de construção específicos de cada sistema estudado. Foram examinadas as características de cada um dos sistemas, ressaltando suas potencialidades, vantagens e desvantagens e foram também apropriados os custos de construção com levantamento detalhado dos insumos necessários à execução dos mesmos. Os resultados obtidos apontam que, do ponto de vista do custo de implantação, o Sistema Construtivo em Alvenaria de Blocos Cerâmicos apresentou os melhores resultados.

Palavras-Chave: Sistemas Construtivos, Habitações de Interesse Social, Custos de Construção, Déficit habitacional.

Abstract

The current Brazilian housings deficit is about 7,2 million of housings which is equivalent to 12,8% of the total of domiciles of the country, in accordance with the last National Research of Sampling of Domiciles (PNAD) carried through by the IBGE in 2008. Although Brazilian housing deficit should be considered an important problem to deal with, data from last PNAD indicates advances, mainly in the direction of the absolute reduction of the deficit. If one considers a comparison in relative bases, a good indicator of the reduction of this deficit can be obtained analyzing data from 2001 and 2007 years, where it was verified a fall trend from 15,7% for 12,8% of the total of domiciles in the country. To keep this fall trajectory means a difficult challenge that must be overcome and building industry plays an important role in this process. Its action provides short term impacts, with the generation of several jobs, and long term impacts, contributing to improve quality of life of the people. In this context, the discussion about building processes that can be used to obtain gradual reduction of the housings deficit associated with economical and environmental sustainable strategies has become an important and attractive subject to scientific studies in the country. The present work performed a comparative study of three technological alternatives for building social interest houses (low cost house), namely: Building system using structural masonry walls with concrete or ceramic units, Building system with gypsum walls and Building System with expanded polystyrene panel walls. An usual geometry, of the building with 42,3 m² in area was chose because it represents the typology often used in government programs to reduce housings deficit in Brazil. Using this archetype buildings cost were identified and analyzed for each one of the building systems studied. The features of each system were examined, standing out its potentialities, advantages and disadvantages and a detailed budget (quantities and prices) was elaborated. Obtained results showed that from the point of view of building costs alone the Building system made with structural ceramic units presented lowest costs.

Keywords: Building systems, Low cost houses, Building costs, Housing deficit.

Sumário

RESUMO	VI
ABSTRACT	VII
SUMÁRIO	VIII
LISTA DE FIGURAS	XI
LISTA DE TABELAS	XIII
LISTA DE GRÁFICOS	XIV
1 INTRODUÇÃO	15
1.1. JUSTIFICATIVA	15
1.2 PROBLEMA DE PESQUISA	16
1.3 OBJETIVO	16
1.4 HIPÓTESE	17
1.5 METODOLOGIA UTILIZADA NA PESQUISA	17
1.6 LIMITAÇÕES DO TRABALHO	18
1.7 ESTRUTURAÇÃO DA DISSERTAÇÃO	19
2 HABITAÇÕES POPULARES – SISTEMAS CONSTRUTIVOS E TÉCNICAS DE ORÇAMENTAÇÃO	20
2.1 A HABITAÇÃO DE INTERESSE SOCIAL – CONCEITOS	20
2.2 O DÉFICIT HABITACIONAL BRASILEIRO	22
2.3 SISTEMAS CONSTRUTIVOS PARA HABITAÇÃO POPULAR	26
2.3.1 SISTEMA CONSTRUTIVO EM ALVENARIA COM BLOCOS DE CONCRETO	27
2.3.2 SISTEMA CONSTRUTIVO COM ALVENARIA DE BLOCOS CERÂMICOS	28
2.3.3 SISTEMA CONSTRUTIVO COM CONCRETO CELULAR	31
2.3.4 SISTEMA CONSTRUTIVO EM AÇO	34
2.3.6 SISTEMA CONSTRUTIVO EM MADEIRA	35
2.3.7 SISTEMA CONSTRUTIVO COM BLOCOS DE GESSO	36
2.3.8 SISTEMA CONSTRUTIVO COM PAINÉIS MONOLITE DE EPS	37
2.4 ORÇAMENTOS DE OBRAS - TIPOS E CRITÉRIOS DE QUANTIFICAÇÃO	38
2.4.1 TIPOS DE ORÇAMENTOS	38

2.4.2 CRITÉRIOS DE QUANTIFICAÇÃO E ESTIMATIVA DE CUSTOS EM ORÇAMENTOS	40
2.4.3 CRITÉRIOS DE QUANTIFICAÇÃO	40
2.4.4 CRITÉRIOS DE MEDIÇÃO E PAGAMENTO	41
2.4.5 COMPOSIÇÃO DE CUSTOS UNITÁRIOS	42
3 O SISTEMA CONSTRUTIVO MONOLITE	43
<hr/>	
3.1 ORIGEM DO SISTEMA	43
3.2 CARACTERÍSTICAS DO SISTEMA	44
3.3 COMPOSIÇÃO DO PAINEL	45
3.4 CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DOS COMPONENTES DO PAINEL	47
3.4.1 POLIESTIRENO EXPANDIDO	47
3.4.2 FABRICO DO POLIESTIRENO EXPANDIDO	47
3.4.3 PROPRIEDADES MECÂNICAS DO EPS	48
3.4.4 PROPRIEDADES TÉRMICAS DO EPS	50
3.4.5 PROPRIEDADES DO EPS EM CONTACTO COM A ÁGUA	51
3.4.6 PROPRIEDADES ACÚSTICAS DO EPS	52
3.4.7 COMPORTAMENTO DO EPS EM CONTATO COM O FOGO	53
3.4.8 O COMPORTAMENTO BIOLÓGICO DO EPS	55
3.4.9 COMPATIBILIDADE DO EPS COM OUTROS MATERIAIS	55
3.4.10 O IMPACTO NO MEIO AMBIENTE	56
3.4.11 TELA SOLDADA E CONECTORES	57
3.5 TIPOS DE PAINÉIS EXISTENTES	58
3.6 DETALHES CONSTRUTIVOS	60
3.7 CONCEPÇÕES DE PROJETO	61
3.8 MATERIAIS UTILIZADOS NA MONTAGEM DOS PAINÉIS	62
3.9 TÉCNICAS CONSTRUTIVAS	64
4 O SISTEMA CONSTRUTIVO CASA 1.0	71
<hr/>	
4.1. ORIGEM DO SISTEMA	71
4.2. CARACTERÍSTICAS DO SISTEMA	72
4.2.1 FUNDAÇÕES	73
4.2.2 SUPERESTRUTURA E PAREDES	74
4.2.3 DETALHES DO PROCESSO CONSTRUTIVO	75
4.2.3.1 Alvenaria	75
4.2.3.2 Marcação	76
4.3. COMPONENTES E ELEMENTOS DO SISTEMA	79
4.3.1 BLOCOS	79
4.3.2 ARGAMASSAS DE ASSENTAMENTO	85
5 O SISTEMA CONSTRUTIVO COM PAREDES DE GESSO	87
<hr/>	
5.1 HISTÓRICO DA UTILIZAÇÃO DO GESSO	87
5.2 COMPOSIÇÃO E PRODUÇÃO DO GESSO	88
5.2.1 TIPOS DE GESSO	91
5.3 FABRICAÇÃO DE PRÉ-MOLDADOS DE GESSO	92
5.3.1 FABRICAÇÃO DE PLACAS DE GESSO	92
5.3.2 FABRICAÇÃO DOS BLOCOS DE GESSO	92
5.3.2.1 Características técnicas dos blocos de gesso e cola de gesso	93

5.4 CARACTERÍSTICAS DO SISTEMA CONSTRUTIVO COM BLOCOS DE GESSO	98
5.5 CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DO PROTÓTIPO CONSTRUÍDO E ESTUDADO PELO ITEP	99
5.6 CAPACIDADE RESISTENTE DE PAREDES E PAREDINHAS DE BLOCOS DE GESSO	104
5.7 MEMORIAL FOTOGRÁFICO DAS ETAPAS DE CONSTRUÇÃO (ITEP, 2007-A)	107
5.8 MEMORIAL FOTOGRÁFICO DA CASA APÓS DOIS ANOS DE CONCLUSÃO	110
5.9 VANTAGENS DO USO DOS BLOCOS DE GESSO EM ALVENARIAS	112
5.9.1 ESTABILIDADE E PRECISÃO DIMENSIONAL	113
5.9.2 INCOMBUSTIBILIDADE	113
5.9.3 EFICIÊNCIA ENERGÉTICA	113
5.9.4 ISOLANTE TÉRMICO	114
5.9.5 ISOLANTE ACÚSTICO	114
5.9.6 LEVEZA:	114
5.9.7 HIGRO-ATIVO:	114
5.10 DESVANTAGENS DO USO DOS BLOCOS DE GESSO EM ALVENARIAS	115
5.10.1 AÇÃO DA UMIDADE DO SOLO	115
5.10.2 ESTANQUEIDADE DE PISOS EM ÁREAS MOLHÁVEIS	115
5.10.3 ESTANQUEIDADE DIANTE DA AÇÃO DAS ÁGUAS DAS CHUVAS	116
5.11 ESTUDOS DESENVOLVIDOS PELA UNICAP NA ÁREA DO GESSO	116
5.11.1 DETERMINAÇÃO DE CONDIÇÕES OPERACIONAIS ADEQUADAS NA DESIDRATAÇÃO DO MINÉRIO DE GIPSITA PARA OBTENÇÃO DE UM GESSO BETA RECICLÁVEL	116
5.11.2 OTIMIZAÇÃO DAS CONDIÇÕES EXPERIMENTAIS NA DESIDRATAÇÃO DA GIPSITA PARA OBTENÇÃO DE UM GESSO BETA RECICLÁVEL	117
<u>6 ANÁLISE COMPARATIVA DE CUSTOS DO PROTÓTIPO DOS SISTEMAS CONSTRUTIVOS ESTUDADOS</u>	<u>118</u>
6.1 DESCRIÇÃO DA GEOMETRIA DO PROTÓTIPO ESTUDADO	118
6.2 MEMORIAL DESCRITIVO DAS ESPECIFICAÇÕES CONSTRUTIVAS DO PROTÓTIPO ESTUDADO	120
6.3 DESCRIÇÃO DAS TIPOLOGIAS ESTUDADAS E PRESSUPOSTOS DA AVALIAÇÃO DE CUSTOS	124
6.4 PLANILHA DE QUANTITATIVOS DE REFERÊNCIA	127
6.5 COMPOSIÇÃO DE PREÇOS DO SISTEMA MONOLITE	138
6.6 ANÁLISES E DISCUSSÃO DE RESULTADOS	142
<u>7 SUGESTÃO PARA TRABALHOS FUTUROS</u>	<u>159</u>
<u>8 REFERÊNCIAS</u>	<u>160</u>
<u>8 ANEXOS</u>	<u>167</u>

Lista de Figuras

Figura 2-1 - Alvenaria estrutural com blocos de concreto vazado (ABCP, 2009)	28
Figura 2-2 – Elevação de alvenaria – Blue Ville Condomínio Club, Jaboatão dos Guararapes – PE.	28
Figura 2-3 – Prédios em construção – Blue Ville Condomínio Club, Jaboatão dos Guararapes – PE.	28
Figura 2-4 - Tipos de blocos estruturais cerâmicos – (http://www.fkct.com.br)	29
Figura 2-5 - Casa de alvenaria estrutural com bloco cerâmico de faces lisas,	30
Figura 2-6 – Paredes de elevação do conjunto de habitação popular no Bairro do Cordeiro em Recife	30
Figura 2-7 – Construção do conjunto de habitação popular no Bairro do Cordeiro em Recife	31
Figura 2-8 - Sistema Construtivo com Concreto Celular – Montagem das formas	32
Figura 2-9 - Sistema Construtivo com Concreto Celular – Instalação de caixilharia	32
Figura 2-10 - Sistema Construtivo com Concreto Celular – Instalação elétrica e hidráulica	33
Figura 2-11 - Sistema Construtivo com Concreto Celular – Lançamento do concreto (SILVA, 2004)	33
Figura 2-12 - Sistema Construtivo com Concreto Celular – (SILVA, 2004)	33
Figura 2-13 - Kit Casa Fácil da Gerdau (SILVA, 2004)	35
Figura 2-14 - Sistema construtivo de casa em madeira (Silva, Maria Angelica Covelo - set/2004).	36
Figura 2-15 - Bloco de gesso simples	36
Figura 2-16 - Painel Monolítico simples	37
Figura 2-17 - Painel Monolítico simples em montagem	37
Figura 3-1 - Painel simples do sistema Monolite	44
Figura 3-2 - Elementos que compõem as placas do sistema Isolite (BERTINI, 2002)	45
Figura 3-3 - Representação esquemática dos componentes das placas do sistema Monolite	46
Figura 3-4 - Pérola de poliestireno – EPS	47
Figura 3-5 - Produção de blocos de EPS	48
Figura 3-6 - Diagrama Tensão-Deformação do EPS (ABRAPEX, 2006)	49
Figura 3-7 - Resistência à tração na flexão do EPS em função da massa densidade (ABRAPEX, 2006)	49
Figura 3-8 - Coeficiente de Condutibilidade Térmica do EPS (ABRAPEX, 2006)	51
Figura 3-9 - Coeficiente de Condutibilidade Térmica para EPS de densidade 20 Kg/m ³ (ABRAPEX, 2006)	51
Figura 3-10 - Absorção de água por imersão do EPS (ABRAPEX, 2006)	52
Figura 3-11 - Absorção de água por imersão do EPS (ABRAPEX, 2006)	52
Figura 3-12 - Bloco de isopor de 20 x 20 x 20 cm	53
Figura 3-13 - Bloco de isopor na campânula	53
Figura 3-14 - Bloco de isopor em contacto direto com a chama do Bico de Busen	54
Figura 3-15 - Bloco de isopor após a queima	54
Figura 3-16 - Detalhe do Painel: EPS + Tela Soldada (BERTINI, 2002)	57
Figura 3-17 - Painel duplo de EPS	58
Figura 3-18 - Painel Tipo Laje	58
Figura 3-19 - Painel Tipo Laje – Detalhe esquemático	59
Figura 3-20 - Painel Escadas	59
Figura 3-21 – Montagem de Escada com Painéis Monolite – (Fonte: HI-TECH).	59
Figura 3-22 - Painel Vazado	60
Figura 3-23 - Grampeadeira Pneumática	63
Figura 3-24 - Soprador Térmico	63
Figura 3-25 - Rebocadora pneumática ou caneca de projeção de argamassa	63
Figura 3-26 - Rebocadora pneumática ou caneca de projeção de argamassa	64
Figura 3-27 - Preparação da fundação	64
Figura 3-28 - Arranques para fixação dos painéis	65
Figura 3-29 - Montagem dos painéis	65
Figura 3-30 - Corte dos painéis para acomodação de aberturas	66
Figura 3-31 - Armaduras de reforço	67
Figura 3-32 - Reforço nos vãos abertos dos painéis	67
Figura 3-33 - Abertura de canaletas com um soprador de ar quente	68
Figura 3-34 - Projeção de argamassa em painel (BERTINI, 2002)	69
Figura 4-1 - Ações para a racionalização da produção (Lordsleen, 2000, p. 19)	73
Figura 4-2 – Execução da alvenaria – locação (ABCP, 2002).	76
Figura 4-3 - Planta arquitetônica típica utilizada no Sistema Casa 1.0 (ABCP, 2002)	77
Figura 4-4 - Planta da primeira fiada (ABCP, 2002)	78
Figura 4-5 - Planta da elevação da alvenaria (ABCP, 2002)	79

<i>Figura 4-6 - Família de blocos de concreto (Pallotti, 2003 apud Silva, 2003)</i>	80
<i>Figura 4-7 - Família de blocos cerâmicos (Pallotti, 2003 apud Silva, 2003)</i>	82
<i>Figura 4-8 - Família de blocos cerâmicos (Pauluzzi, 2003 apud Silva, 2003)</i>	83
<i>Figura 5-1 - Gipsita-</i>	88
<i>Figura 5-2 - Gipsita</i>	89
<i>Figura 5-3 - Gipsita</i>	89
<i>Figura 5-4 - Gipsita</i>	89
<i>Figura 5-5 - Detalhe esquemático do processo de fabricação do gesso</i>	90
<i>Figura 5-6 - Bloco simples</i>	93
<i>Figura 5-7 - Bloco HIDRO</i>	94
<i>Figura 5-8 - Bloco GRG</i>	95
<i>Figura 5-9 - Bloco reforçado com fibra de vidro e aditivos hidrofugantes</i>	96
<i>Figura 5-10 - Vista externa do protótipo da casa térrea construída pelo ITEP.</i>	100
<i>Figura 5-11 - Planta baixa do protótipo construído pelo ITEP, RT nº 021.977 (ITEP, 2007)</i>	100
<i>Figura 5-12 - Corte AA do protótipo (ITEP, 2007)</i>	101
<i>Figura 5-13 - Corte BB do protótipo (ITEP, 2007)</i>	101
<i>Figura 5-14 - Fachada Principal do protótipo (ITEP, 2007)</i>	101
<i>Figura 5-15 - Detalhe esquemático da fundação do protótipo (ITEP, 2007)</i>	102
<i>Figura 5-16 - Detalhe esquemático dos ensaios de compressão realizados (ITEP, 2007)</i>	104
<i>Figura 5-17 - Paredinha antes e após a realização do ensaio de compressão (ITEP, 2007)</i>	106
<i>Figura 5-18 - Execução do embasamento e cinta de concreto armado (radier) sobre o embasamento (ITEP, 2007-a)</i>	107
<i>Figura 5-19 - Piso cimentado sobre aterro apiloado e preparação dos blocos da 1º fiada (ITEP, 2007-a)</i>	107
<i>Figura 5-20 - Execução da 1º fiada com bloco HIDRO (ITEP, 2007-a)</i>	108
<i>Figura 5-21 - Fixação da grade de porta e execução da 2º fiada (ITEP, 2007-a)</i>	108
<i>Figura 5-22 - Acabamento e preparação da cobertura (ITEP, 2007-a)</i>	108
<i>Figura 5-23 - Execução das instalações- corte prévio com maquina e cabamento (ITEP, 2007-a)</i>	109
<i>Figura 5-24 - Fixação dos eletrodutos da instalação elétrica e acabamento (ITEP, 2007-a)</i>	109
<i>Figura 5-25 - Vista da casa em fase de conclusão (ITEP, 2007-a)</i>	109
<i>Figura 5-26 - Vista da casa concluída (ITEP, 2007-a)</i>	110
<i>Figura 5-27 - Vista frontal do protótipo</i>	110
<i>Figura 5-28 - Vista lateral esquerda do protótipo apresentando patologia da pintura na base</i>	111
<i>Figura 5-29 - Vista lateral direita do protótipo apresentando patologia na pintura, devido falha na cobertura</i>	111
<i>Figura 5-30 - Vista posterior do protótipo apresentando falha na união de dois blocos acima da porta</i>	111
<i>Figura 5-31 - Família de blocos de gesso (HABITARE-Rede 2, 2006)</i>	112
<i>Figura 6-1 - Planta baixa típica da arquitetura do modelo estudado</i>	119
<i>Figura 6-2 - Corte Transversal do modelo estudado</i>	119
<i>Figura 6-3 - Fachada Principal do modelo estudado</i>	120
<i>Figura 6-4 - Planilha com Blocos Cerâmicos de Vedação e Revestimento nas Paredes – Parte I</i>	129
<i>Figura 6-5 - Planilha com Blocos Cerâmicos de Vedação e Revestimento nas Paredes – Parte II</i>	130
<i>Figura 6-7 - Planilha com Blocos Cerâmicos de Vedação e Revestimento nas Paredes – Parte IV</i>	132
<i>Figura 6-8 - Planilha com Blocos Cerâmicos de Vedação e Revestimento nas Paredes – Parte V</i>	133
<i>Figura 6-9 - Planilha com Blocos Cerâmicos de Vedação e Revestimento nas Paredes – Parte VI</i>	134
<i>Figura 6-10 - Planilha com Blocos Cerâmicos de Vedação e Revestimento nas Paredes – Parte VII</i>	135
<i>Figura 6-11 - Planilha com Blocos Cerâmicos de Vedação e Revestimento nas Paredes – Parte VIII</i>	136
<i>Figura 6-12 - Planilha com Blocos Cerâmicos de Vedação e Revestimento nas Paredes – Parte IX</i>	137
<i>Figura 6-13 - Cronograma para Casa de 50 m² - Empresa HI-TECH</i>	155

Lista de Tabelas

<i>Tabela 2-1 - Valores Previstos para Investimento no Programa Minha Casa Minha Vida</i>	22
<i>Tabela 2-2 - Déficit habitacional absoluto e relativo por UF (IBGE, 2007)</i>	24
<i>Tabela 2-3 - Requisitos de qualidade para os blocos de concreto (NBR 6136/2006)</i>	27
<i>Tabela 2-4 - Índices de perdas de alguns insumos (PINI, 2009)</i>	41
<i>Tabela 3-1 - Compatibilidade do EPS com outros Materiais (ACEPE, 2009)</i>	56
<i>Tabela 3-2 - Comparações entre as espessuras da placas de EPS e Alvenaria Cerâmica</i>	61
<i>Tabela 3-3 - Traços usuais para argamassa de revestimento</i>	69
<i>Tabela 5-1 - Características dos blocos de gesso S</i>	93
<i>Tabela 5-2 - Características dos blocos de gesso HIDRO</i>	94
<i>Tabela 5-3 - Características dos blocos de gesso GRG</i>	95
<i>Tabela 5-4 - Características dos blocos de gesso GRGH</i>	97
<i>Tabela 5-5 - Características técnicas da cola de gesso</i>	98
<i>Tabela 5-6 - Resultado dos ensaios nas paredinhas de bloco de gesso simples (ITEP, 2007-c)</i>	105
<i>Tabela 5-7 - Resultado dos ensaios nas paredinhas de bloco de gesso simples (ITEP, 2007-c)</i>	105
<i>Tabela 5-8 - Resultado dos ensaios nas paredes de bloco de gesso simples (ITEP, 2007-c)</i>	105
<i>Tabela 6-1 - Detalhamento das áreas do protótipo estudado</i>	118
<i>Tabela 6-2 - Detalhamento dos Encargos Sociais</i>	127
<i>Tabela 6-3 - Parâmetros de custo do uso do projetor de argamassa</i>	139
<i>Tabela 6-4 - Composição do projetor de argamassa</i>	140
<i>Tabela 6-5 - Composição final do Sistema Monolite (unidade= m²)</i>	141
<i>Tabela 6-6 - Consumo de mão de obra na execução de cada sistema estudado, sem revestimento</i>	142
<i>Tabela 6-7 - Consumo de mão de obra na execução de cada sistema estudado, com revestimento</i>	143
<i>Tabela 6-8 - Custos diretos dos sistemas construtivos, sem revestimento nas paredes</i>	144
<i>Tabela 6-9 - Custos diretos dos sistemas construtivos, com revestimento nas paredes</i>	145
<i>Tabela 6-10 - Súmula dos dados técnicos dos sistemas estudados com revestimento nas paredes</i>	148
<i>Tabela 6-11 - Súmula dos custos diferenciados dos sistemas estudados com revestimento</i>	149
<i>Tabela 6-12 - Tempo gasto na execução de uma residência para cada sistema estudado, sem revestimento</i>	150
<i>Tabela 6-13 - Tempo gasto (dias) na execução de cada sistema estudado, com revestimento</i>	153

Lista de Gráficos

Gráfico 2-1 - Déficit habitacional por inadequação das habitações por faixa de renda (IBGE, 2007)	25
Gráfico 6-1 – Produtividade dos sistemas construtivos estudados, sem revestimento	142
Gráfico 6-2 – Produtividade dos sistemas construtivos estudados, com revestimento	143
Gráfico 6-3 – Custos diretos dos sistemas construtivos estudados, sem revestimento	144
Gráfico 6-4 - Custos diretos dos sistemas construtivos, com revestimento nas paredes	145
Gráfico 6-5 – Cronograma do Sistema com blocos de vedação de concreto, sem revestimento (BVCON)	151
Gráfico 6-6 – Cronograma do Sistema com blocos de vedação cerâmicos, sem revestimento (BVCER)	151
Gráfico 6-7 – Cronograma do Sistema com blocos estruturais de concreto, sem revestimento (BECON)	151
Gráfico 6-8 – Cronograma do Sistema com blocos estruturais cerâmicos, sem revestimento (BECER)	152
Gráfico 6-9 – Cronograma do Sistema com Painéis de EPS (EPS)	152
Gráfico 6-10 – Cronograma do Sistema com blocos de gesso, sem revestimento (BGES)	152
Gráfico 6-11 – Cronograma do Sistema com blocos de vedação de concreto, com revestimento (BVCON)	153
Gráfico 6-12 – Cronograma do Sistema com blocos de vedação cerâmicos, com revestimento (BVCER)	153
Gráfico 6-13 – Cronograma do Sistema com blocos estruturais de concreto, com revestimento (BECON)	154
Gráfico 6-14 – Cronograma do Sistema com blocos estruturais cerâmicos, com revestimento (BECER)	154
Gráfico 6-15 – Cronograma do Sistema com Painéis de EPS	154
Gráfico 6-16 – Cronograma do Sistema com blocos de gesso, com revestimento (BGES)	155

1 INTRODUÇÃO

1.1. Justificativa

O tema estudado ao longo da presente pesquisa diz respeito à avaliação dos custos de construção de habitações de interesse social no Brasil.

O estudo sobre a habitação de interesse social vem ganhando destaque na pesquisa acadêmica no país porque se trata de um problema que envolve uma elevada quantidade de pessoas e porque ainda persiste no país uma significativa demanda por habitações. Com efeito, recente Pesquisa Nacional de Amostras e Domicílios (PNAD) realizada pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística aponta para um déficit habitacional absoluto de 7.209.852 moradias no país no ano de 2007 (IBGE, 2007), número que corresponde a 12,8% do total de domicílios. Não obstante este número concretizar uma redução em relação aos 15,7% verificados por mesma pesquisa realizada no ano de 2001, ainda representa um número elevado quando comparado com outros países em desenvolvimento. Este quadro exige direcionamento de políticas públicas específicas que viabilizem recursos financeiros de monta para a construção de novas moradias, mas passa também por uma discussão a cerca das tipologias construtivas que consigam ser viabilizadas técnica e financeiramente para a construção de unidades em larga escala.

A temática das demandas habitacionais da população no Brasil remonta à década de 30, ocasião em que o Estado assume papel preponderante na implementação de ações para reduzir o déficit habitacional nas camadas mais pobres da população. Variadas estratégias foram adotadas ao longo do tempo com distintos graus de eficácia que vão desde ações descentralizadas nos anos 30 e 40, passam por programas mais centralizadores de produção nos formatos realizados pelo antigo Banco Nacional de Habitação nos anos 60 e 70 (FARAH, 1998) e chegam aos dias atuais com o disseminado incentivo do Governo Federal a soluções arquitetônicas locais que considerem os contextos sócio-econômicos e tecnológicos dos lugares onde serão implantadas.

O presente trabalho pretende, portanto, contribuir para oferecer informações qualitativas sobre as peculiaridades tecnológicas de três sistemas de habitações de interesse social ressaltando suas potencialidades e apropriando os custos inerentes a cada solução com

vistas a se constituir num banco de informações que possa ser utilizado pelos que têm a responsabilidade executiva para reduzir o déficit habitacional brasileiro.

1.2 Problema de Pesquisa

O presente trabalho pretende responder aos seguintes questionamentos: quais as características e potencialidades dos sistemas construtivos destinados à construção de habitação de interesse social que vêm sendo utilizado no país e qual o custo de implantação dos mesmos?

1.3 Objetivo

O objetivo geral desta dissertação é promover uma avaliação comparativa de três soluções para construção de habitações de interesse social no Brasil, enfocando os aspectos relacionados aos custos de implantação. Os objetivos específicos são os seguintes:

- Descrever as características dos sistemas de construção de habitações de interesse social escolhidos, ressaltando suas principais características construtivas, técnicas e materiais utilizados;
- Eleição de uma tipologia típica de HIS (protótipo) para estudo dos custos de construção, considerando os três sistemas, e apropriação dos custos de construção de cada sistema.

1.4 Hipótese

A rápida expansão dos projetos e construção de habitações de interesse social pode muitas vezes resultar em escolhas inadequadas quando realizadas sem critérios técnicos de estudo de viabilidade que possibilitem o entendimento das potencialidades dos sistemas construtivos disponíveis e dos custos envolvidos para sua execução. O estudo detalhado das particularidades tecnológicas dos sistemas disponíveis no mercado associado a uma densa avaliação dos custos de execução pode contribuir de maneira importante para qualificar a implantação dos programas governamentais de redução do déficit habitacional atualmente em expansão no país.

1.5 Metodologia utilizada na pesquisa

A metodologia utilizada para o desenvolvimento da pesquisa foi o Estudo de Caso que se constitui numa abordagem fundamentada em análise explicativa de situações-problema reais e contemporâneos (YIN, 2005). Para esta finalidade, foram escolhidas três tipologias construtivas para habitações populares utilizadas no Brasil, a saber: Programa Casa 1.0 da Associação Brasileira de Cimento Portland, Sistema de Construção de Paredes de Gesso, Sistema de Construção Monolite. A escolha destes sistemas é justificada devido ao fato de que são alternativas que se encontram disponíveis no mercado da construção de habitações no Brasil e que podem utilizadas em programas governamentais para redução do déficit habitacional no país.

A análise dos custos total ou preço total de determinada obra pode ser realizada de diversas formas sendo as mais utilizadas os orçamentos detalhados com apropriação dos custos unitários de produção ou os orçamentos com a utilização de estimativas ou avaliações que apropriam a valoração do empreendimento através de parâmetros genéricos, tais como Custos Unitários Básicos (CUB), preços do Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil (SINAP) ou custos unitários de publicações especializadas do mercado.

Dentre as possibilidades de projetos arquitetônicos disponíveis para cada sistema estudado foi escolhida uma tipologia de edificação com área de 42,30 m² que representa

uma tendência majoritária nas propostas para enfrentamento do problema do déficit habitacional brasileiro. Os detalhes da solução de arquitetura estudada são descritos serviços necessários à sua execução e a triangularização destes dados com os dados de custos e avaliação de implantação em grande escala permitiram o estabelecimento de diretrizes que podem ser de importante valia para a geração de indicadores para a implantação de programas de construção de residências populares no país.

Para a análise dos custos envolvidos na construção de cada solução, foi considerada uma planilha orçamentária padrão única para apropriação dos itens de serviços e também foi realizado o detalhamento das composições destes itens de serviço através da utilização de Tabelas de Composições de Preços para Orçamentos, TCPO da Editora PINI (EDITORA PINI, 2009).

1.6 Limitações do trabalho

O presente trabalho limita-se ao estudo de três tecnologias construtivas para construção de edificações residenciais para a população de baixa renda. O objetivo precípua da pesquisa foi o aprofundamento sobre as características tecnológicas dos sistemas estudados com vistas à identificação de suas potencialidades e limitações com interesse mais específico ainda na apropriação dos custos de construção de cada solução. Não pretende o estudo oferecer uma palavra definitiva e conclusiva sobre a temática das tipologias construtivas que podem ser utilizadas em construção de residências para a população de baixa renda haja vista que os avanços tecnológicos, pela rapidez com que ocorrem, e a disponibilidade de materiais específicos em determinados locais pode introduzir no mercado novas soluções que certamente agregarão vantagens adicionais àquelas discutidas na pesquisa.

Nas avaliações de custos de construção, alguns itens não foram considerados, como, o custo de aquisição do terreno, instalação de infra-estrutura e serviços de remoção dos entulhos.

1.7 Estruturação da Dissertação

A Dissertação esta estruturada em 6 capítulos.

O Capítulo 1 apresenta informações sobre o trabalho de pesquisa realizado. Justificativa da escolha do tema, definição e caracterização do problema estudado, hipóteses consideradas, panorama da metodologia utilizada na pesquisa e limitações do trabalho também se acham contempladas neste capítulo.

O Capítulo 2 contempla a definição dos conceitos de habitação de interesse social e aborda os sistemas construtivos usualmente utilizados neste tipo de construção. São também discutidas a problemática e tópicos relacionados com a orçamentação de obras.

O Capítulo 3 contempla a descrição detalhada do Sistema Construtivo com Painéis Monolíticos de Poliestireno Expandido (EPS). Para este sistema são apresentadas suas origens, suas características, particularidades, propriedades dos materiais utilizados e condicionantes de projeto.

O Capítulo 4 e 5 trazem o mesmo conteúdo do Capítulo 3 só que aplicados, respectivamente, ao Sistema Construtivo Casa 1.0 da Associação Brasileira de Cimento Portland e ao Sistema Construtivo com Painéis de Gesso.

O Capítulo 6 é dedicado à caracterização do protótipo estudado e à apresentação dos resultados da pesquisa. Neste capítulo é apresentado ainda a planta baixa de arquitetura considerada, o memorial descritivo dos serviços a serem executados na edificação, e pressupostos utilizados nas análises realizadas.

2 Habitações Populares – Sistemas Construtivos e Técnicas de Orçamentação

2.1 A Habitação de Interesse Social – Conceitos

De uma maneira geral, a habitação pode ser considerada como um bem de consumo que apresenta algumas características singulares. A primeira diz respeito à própria definição do termo habitação que pode ser visto como um produto que tem como principal função o abrigo do homem e, sendo assim, necessita ser durável para cumprir adequadamente esta finalidade. Independentemente dos avanços tecnológicos ocorridos nas últimas décadas, a função da habitação tem permanecido a mesma ao longo dos tempos – prover proteção do ser humano dos efeitos das intempéries e dos intrusos (ABIKO, 1995). Outra característica peculiar da habitação como bem de consumo é o custo de sua aquisição que costuma ser relativamente elevado quando comparado com outros bens de consumo usuais. Este fato gera uma situação sócio-econômica de elevada complexidade e desigualdade, fortemente agravada nos países em desenvolvimento como o Brasil, já que as classes sociais menos abastadas constituem, na regra geral, a maior demanda imediata por habitação no país.

Neste contexto de marcantes desigualdades no acesso à moradia, surge no Brasil o conceito de Habitação de Interesse Social (HIS). Na verdade, o termo “Interesse Social” como terminologia aplicada à habitação no Brasil remonta aos idos dos anos 70 e 80 com extinto Banco Nacional de Habitação (BNH) que adotava esta terminologia nos seus programas de financiamento imobiliário para faixas sociais de menor renda. Este conceito tem característica perene no tempo e atualmente tem sido utilizado com relativa freqüência para a definição de uma gama variada de soluções para os problemas habitacionais, usualmente dirigidas à população de baixa renda. Habitações de Baixo Custo (*low-cost housing*), Habitação Para População de Baixa renda (*housing for low-income people*) e Habitação Popular são outras formas de referência às Habitações de Interesse Social freqüentemente empregadas.

Importante ressaltar que a habitação de interesse social não deve ser entendida apenas como um produto, mas sim como um sistema com outros condicionantes de importância. Com efeito, segundo Abiko (1995), a habitação popular é o resultado de processo complexo

de produção com determinantes políticos, sociais, econômicos, jurídicos, ecológicos e tecnológicos, sendo exigível, portanto, que não se restrinja apenas à unidade habitacional para cumprir suas funções. Desta forma, defende o autor que, além de conter um espaço confortável, seguro e salubre, a habitação deva ser considerada de forma mais abrangente contemplando itens essenciais tais como serviços públicos básicos de infra-estrutura urbana. Adicionalmente, no que diz respeito às formas de oferta de habitação às populações de baixa renda, é importante pontuar a diferenciação conceitual entre *habitação de interesse social* e *habitação de mercado popular*, segundo Larcher (2005, apud Bonduki et. al., 2003). Os autores consideram que nesta última há produção e consumo de habitações populares, feitas por iniciativas próprias ou por autoconstrução (mutirão), que não estão sujeitas aos mesmos critérios de planejamento e implementação que os programas produzidos pelo poder público. Ao contrário, a habitação de interesse social deve ser entendida como aquela que é necessariamente induzida pelo poder público como forma de ratificação da função social do solo urbano (LARCHER, 2005, apud BONDUKI, 2003).

Segundo estimativas do Ministério das Cidades, baseadas em dados da Fundação João Pinheiro (FUNDAÇÃO JOÃO PINHEIRO, 2001), o déficit habitacional brasileiro para todas as faixas de renda é de aproximadamente 8 milhões de moradias, enquanto que a PNAD aponta um déficit 7,2 milhões de moradias (IBGE, 2007). A redução deste déficit tem sido enfrentada no país através da construção de habitações populares que, por sua vez, tem possibilitado o surgimento de uma variada gama de processos construtivos alternativos aos processos tradicionais, usualmente empregados pelas empresas do setor da construção civil. Uma dificuldade importante que sempre se coloca quando da discussão sobre a viabilidade destes novos sistemas construtivos, entretanto, diz respeito a pouca disponibilidade de informações comparativas que aborde de maneira clara e objetiva os aspectos técnicos relevantes destes sistemas. Esta dificuldade necessita ser superada para que estes sistemas possam ser utilizados em larga escala na solução dos problemas habitacionais no país.

A discussão do tema das HIS tem ganhado mais relevância no Brasil nos últimos meses quando o Governo Federal lançou um Programa de Crédito Solidário - Programa Minha Casa Minha Vida - cujo objetivo é investir aproximadamente R\$ 34 bilhões de reais na construção de habitação, onde o principal objetivo é atingir a população que ganha abaixo de três salários mínimos, que corresponde a cerca de 400 mil moradias de um total de um milhão, para este segmento, o Governo Federal subsidiará R\$ 16 bilhões. Também prevê a construção de 400 mil moradias para quem ganha entre três e seis salários mínimos, porém as

condições do financiamento serão diferentes, subsidiadas por R\$ 2,5 bilhões do Governo Federal e R\$ 7,5 bilhões do FGTS. O programa habitacional inclui uma linha especial de financiamento de R\$ 5 bilhões para incentivar as construtoras a investir em infraestrutura, conforme Tabela 2-1 - Valores Previstos para Investimento no Programa Minha Casa Minha Vida. O BNDES (Banco Nacional de Desenvolvimento Social) também vai oferecer linhas de financiamento à cadeia produtiva do setor da construção civil, na intenção de promover a competitividade do setor, elevar o nível de qualidade das construtoras e fornecedoras, e estimular investimentos em alternativas construtivas de menor custo, menor prazo de entrega e menor impacto ambiental, além de mais qualidade na construção.

Tabela 2-1 - Valores Previstos para Investimento no Programa Minha Casa Minha Vida
(<http://www.minhacasaminhavid.gov.br>- acessado em 09.12.09)

PROGRAMA	UNIÃO	FGTS	TOTAL
Subsídio para moradia	16,0	-	16,0
Subsídio em financiamento do FGTS	2,5	7,5	10,0
Fundo garantidor em financiamento do FGTS	2,0	-	2,0
Refinanciamento de prestações	1,0	-	1,0
Seguro em financiamento do FGTS	1,0	-	1,0
Total	20,5	7,5	28,0
PROGRAMA	UNIÃO	FGTS	TOTAL
Financiamento à Infraestrutura	5,0	-	5,0
PROGRAMA	UNIÃO	FGTS	TOTAL
Financiamento à Cadeia Produtiva	-	1,0	1,0

2.2 O Déficit Habitacional Brasileiro

A indústria da construção civil se constitui num setor produtivo que tem forte importância na economia mundial.

No Brasil, o setor da construção é responsável por 15,6% do Produto Interno Bruto do País e dentro deste percentual estima-se que o sub-setor de construção de edificações residenciais represente entre 6% a 9% do PIB nacional (ABIKO et. al, 2005).

Não obstante sua importância econômica e social, o setor da construção de edificações residenciais tem evoluído com velocidade mais lenta quando comparado com outros setores industriais situação que se deve, em grande parte, às características tecnológicas do setor que ainda convive com baixa produtividade e elevados índices de desperdício de materiais e mão-

de-obra. Esta condição foi uma regra geral para o setor até os anos 80 e, em conjunto com a situação inflacionária de então, contribuía para que a lucratividade das empresas se desse mais pela valorização imobiliária do produto final do que pelo aprimoramento do processo produtivo. Este quadro tem experimentado importantes mudanças, notadamente a partir da década de 90 em função de uma variada gama de fatores dentre os quais se destacam o fim das elevadas taxas de inflação, as conseqüências da globalização da economia e a retração do mercado consumidor. Esta situação tem levado o setor da construção civil a adotar estratégias de aumento da produtividade que possibilitem o incremento do grau de industrialização do processo produtivo.

De acordo com o Censo Demográfico de 1991/2000 e Contagem da População de 1996/2007 atualizados por Projeções da População realizados pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2008) o Brasil conta atualmente com uma população de 191,5 milhões de pessoas.

Trata-se de um país com dimensões continentais que convive com uma variada gama de problemas comuns aos países em desenvolvimento. Dentre estes problemas, a questão habitacional ganha uma importante relevância e se constitui num dos mais graves problemas sociais nos dias atuais, cuja visibilidade se dá tanto nos grandes centros urbanos, com importante contingente de pessoas morando em favelas, quanto no interior do país, onde são mais marcantes as condições de precariedade das estruturas das moradias (IPEA, 1998).

Em 2007, segundo dados da PNAD (IBGE, 2008) o déficit habitacional brasileiro foi estimado em aproximadamente 7,2 milhões de moradias que corresponde a 12,8% do total de domicílios no país. A Tabela 2-2 a seguir mostra o déficit habitacional relativo e absoluto para cada Unidade Federativa do Brasil tendo como referência o ano de 2007.

Tabela 2-2 - Déficit habitacional absoluto e relativo por UF (IBGE, 2007)

Unidade Federativa	Inadequação			Coabitação	Déficit habitacional		Total de Domicílios
	Improvisados	Rústico	Cortiços		Absoluto	Relativo (%)	
Rondonia	1.247	19.793	1.189	34.775	57.004	12,5	456.032
Acre	333	15.712	2.117	20.189	38.351	22,8	168.206
Amazonas	7.043	127.103	3.956	102.325	240.427	29,9	804.104
Roraima	-	5.292	-	9.862	15.154	13,6	111.426
Pará	3.650	311.713	6.137	225.609	547.109	29,5	1.854.607
Amapá	874	5.318	789	23.873	30.854	20,0	154.270
Tocantins	701	33.677	3.974	29.931	68.283	18,0	379.350
Maranhão	2.613	335.314	15.674	180.286	533.887	34,1	1.565.651
Piauí	-	118.338	-	68.812	187.150	22,7	824.449
Ceará	2.369	223.064	1.921	195.402	422.756	18,7	2.260.727
R. G. do Norte	916	22.907	-	87.963	111.786	13,3	840.496
Paraíba	1.400	66.660	2.332	96.954	167.346	16,6	1.008.108
Pernambuco	3.573	135.934	5.321	168.159	312.987	13,0	2.407.592
Alagoas	517	37.748	8.273	69.289	115.827	13,9	833.288
Sergipe	328	24.273	328	44.938	69.867	12,3	568.024
Bahia	4.656	193.430	15.626	323.782	537.494	13,6	3.952.162
Minas Gerais	19.264	174.510	11.875	337.129	542.778	9,1	5.964.593
Espírito Santo	1.968	37.882	-	61.001	100.851	9,4	1.072.883
Rio de Janeiro	4.498	407.477	19.122	233.961	665.058	12,7	5.236.677
São Paulo	31.328	673.001	21.389	633.088	1.358.806	10,5	12.941.010
Paraná	4.741	62.142	2.683	168.876	238.442	7,2	3.311.694
Santa Catarina	4.881	38.442	1.830	87.268	132.421	6,9	1.919.145
R.G. do Sul	3.452	138.227	1.331	212.121	355.131	9,6	3.699.281
M. G. do Sul	5.660	7.865	4.090	48.745	66.360	9,0	737.333
Mato Grosso	2.179	29.427	5.087	34.876	71.569	8,0	894.613
Goiás	706	37.365	8.815	101.512	148.398	8,2	1.809.732
Distrito Federal	871	11.751	9.788	51.346	73.756	10,0	737.560
Brasil	109.768	3.294.365	153.647	3.652.072	7.209.852	12,8	56.513.015

Nesta tabela, o déficit habitacional absoluto é a soma das habitações inadequadas com a coabitação e o déficit habitacional relativo é a relação entre a falta de moradia e o número de domicílio de cada estado. Também se encontra indicado nesta tabela o número de domicílio por estado e o total de domicílios no país – aproximadamente 56,6 milhões.

Comparando-se o déficit habitacional absoluto por estado é possível observar que os maiores índices ainda se localizam nos estados mais populosos, com destaque para São Paulo que apresenta um déficit de 1.358.806 moradias e Rio de Janeiro com um déficit de 665.058. Na terceira posição se encontra o Pará, não obstante o estado seja apenas o décimo em número de domicílios. Pernambuco se encontra na nona posição em termos absolutos e na décima terceira posição em termos relativos, respondendo por 4,34% do déficit nacional que equivale a 313 mil unidades.

Dos componentes do déficit habitacional, a coabitação familiar corresponde a quase 51% da carência total por moradias no país e, dentro do componente inadequação, os domicílios rústicos, onde estão incluídas as favelas, representam o maior problema habitacional – 3,3 milhões de moradias. Pela metodologia utilizada pela Fundação João Pinheiro (1995), os elementos básicos utilizados para se avaliar o déficit habitacional brasileiro e que se acham representados na Tabela 1 são os seguintes:

- a) a rusticidade das estruturas físicas das habitações em decorrência da sua depreciação ou caracterizada pela utilização de materiais improvisados e com pouca durabilidade;
- b) a inadequação das unidades habitacionais em virtude de suas características físicas e funcionais que conduzem a uma utilização improvisada e esporádica do domicílio e
- c) a coabitação que se caracteriza pela convivência de mais de uma família por domicílio.

O déficit habitacional por inadequação por faixa de renda acha-se representado no Gráfico 2-1 a seguir, onde se realça a concentração do déficit na faixa até três salários mínimos: 89,4%. Ao se considerar a faixa de renda imediatamente superior são mais 6,5% das famílias, totalizando 95,9% das carências urbanas.

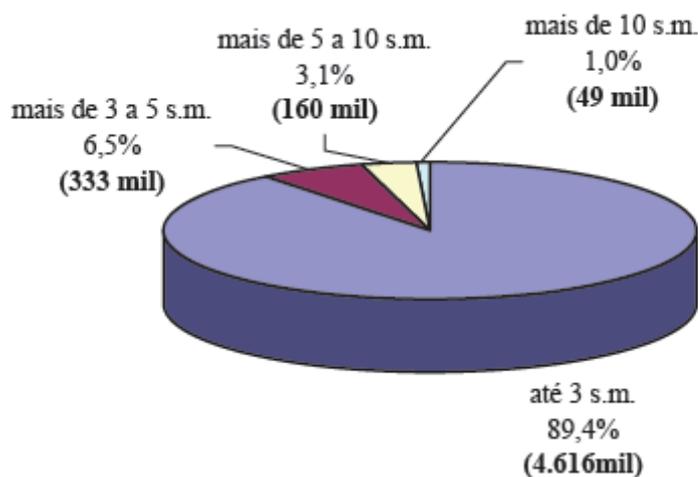


Gráfico 2-1 - Déficit habitacional por inadequação das habitações por faixa de renda (IBGE, 2007)

Como inadequados são classificados os domicílios com carência de infra-estrutura, com adensamento excessivo de moradores, com problemas de natureza fundiária, cobertura inadequada, sem unidade sanitária domiciliar exclusiva ou em alto grau de depreciação.

Não obstante a situação do déficit habitacional apresentada seja preocupante, os dados da PNAD 2007 (IBGE, 2007) mostram avanços, principalmente na linha da redução absoluta do déficit. Segundo estudos do Sindicato da Indústria da Construção Civil do Estado de São Paulo trabalhando com os dados censitários do IBGE (SINDUSCON, 2008), o recuo do déficit habitacional foi superior a 450 mil unidades, tomando-se a média do período 2003-2005. Considerando uma comparação em termos relativos, um bom indicativo da redução deste déficit se obtém quando são cotejados os anos de 2001 e 2007 onde foi constatado que o déficit recuou de 15,7% para 12,8% do total de domicílios no país.

A manutenção desta trajetória de queda é um desafio que precisa ser vencido e a construção civil tem um papel importante a desempenhar neste processo. Este papel tem impactos no curto prazo, com a geração de empregos, e no longo prazo, contribuindo para a melhoria da qualidade de vida da população.

Nesta particular, a discussão sobre processos construtivos que possibilitem a redução gradual do déficit habitacional com estratégias tecnológicas sustentáveis tanto do ponto de vista econômico quanto ambiental tem ganhado importante espaço na discussão técnico-científica no país.

2.3 Sistemas Construtivos para Habitação Popular

Há uma variada gama de sistemas construtivos disponíveis para uso em habitações de interesse social. A seguir serão sumariamente descritos aqueles que são mais utilizados no país.

2.3.1 Sistema Construtivo em Alvenaria com Blocos de Concreto

Esse tipo de bloco é largamente empregado no Brasil. Podem ser estruturais ou de vedação, e são, aparentemente, fisicamente idênticos, entretanto, os blocos estruturais possuem paredes mais espessas, o que lhe confere maior resistência aos esforços de compressão e, portanto, podem ser usados para dar sustentação às construções. Ambos podem dispensar chapisco e emboço, dependendo do tipo de acabamento aparente que se escolher.

Como os blocos vazados permitem a passagem das tubulações elétricas e hidráulicas através dos seus furos, também não há necessidade de quebrar paredes e há possibilidade de modulação. A somatória disso acarreta redução de desperdício e economia no uso de fôrmas e concreto.

É regulamentado pela NBR 6136 (2006), que reúne os requisitos para os blocos de alvenaria com e sem função estrutural. As classes de blocos são definidas como: A, B e C (blocos estruturais) e D (blocos de vedação), cujos requisitos de qualidade são mostrados na tabela seguinte. Também foram incluídas novas famílias, de acordo com as dimensões dos blocos: complementando as já existentes M10, M15 e M20, agora existem a M7,5 e a M12,5 (larguras de 65 e 115 mm, respectivamente).

Tabela 2-3 – Requisitos de qualidade para os blocos de concreto (NBR 6136/2006)

Classe do Bloco	Resistência à mínima à compressão (MPa)	Absorção média do bloco (%)		Retração ¹ (%)
		Agregado normal	Agregado leve	
A	≥ 6,0	≤ 10	≤ 13 (média) ≥ 16 (individual)	≤ 0,065
B	≥ 4,0			
C	≥ 3,0			
D	≥ 2,0			

¹Facultativo



Figura 2-1 - Alvenaria estrutural com blocos de concreto vazado (ABCP, 2009)



Figura 2-2 – Elevação de alvenaria – Blue Ville Condomínio Club, Jaboatão dos Guararapes – PE.



Figura 2-3 – Prédios em construção – Blue Ville Condomínio Club, Jaboatão dos Guararapes – PE.

2.3.2 Sistema Construtivo com Alvenaria de Blocos Cerâmicos

Assim como os blocos de concreto, os blocos cerâmicos também são largamente empregados no Brasil e podem ser estruturais ou de vedação.

Os blocos cerâmicos para alvenaria de vedação possuem furos de forma prismática, retangulares, cilíndricos ou outros, perpendiculares às faces que os contém. São produzidos por conformação plástica de matéria prima argilosa, contendo ou não aditivos, queimados a

elevadas temperaturas (da ordem de 1.000 °C). Os blocos cerâmicos para vedação são produzidos para serem usados especificamente com furos na horizontal, podendo em algumas variações ser produzidos para utilização com furos na vertical.

Os blocos cerâmicos para alvenaria estrutural possuem furos de forma prismática, retangulares, cilíndricos ou outros, perpendiculares às faces que os contém, produzidos por conformação plástica de matéria prima argilosa contendo ou não aditivos, e queimados a elevadas temperaturas. Os blocos são assentados com os furos na vertical, a Figura 2-4 apresenta os tipos de blocos cerâmicos com os furos na vertical.

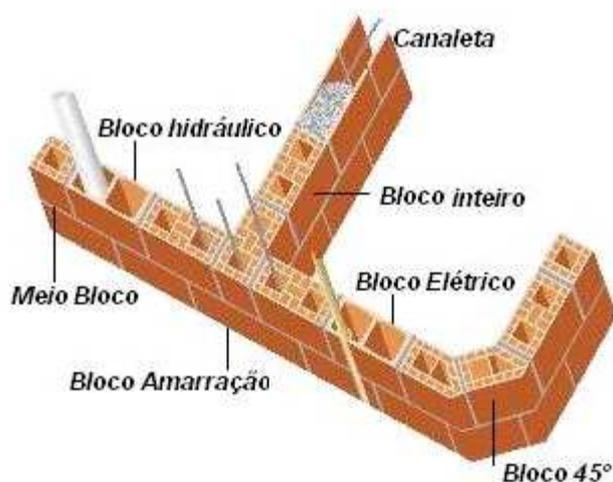


Figura 2-4 - Tipos de blocos estruturais cerâmicos – (<http://www.fket.com.br>)

O uso de blocos com 14 cm de largura, sem revestimento, representa uma carga de 120 kgf/m², no entanto se a escolha for pela alvenaria estrutural com blocos de concreto sob mesmas condições tem-se um peso de 175 kgf/m².

Segundo ANICER (Associação Nacional da Indústria Cerâmica) as alvenarias estruturais com blocos cerâmicos possuem bom desempenho térmico e maior durabilidade que as alvenarias com outros tipos de blocos, uma vez que nas primeiras, as deformações em função das variações térmicas são extremamente inferiores.

Os blocos cerâmicos são regulados pela norma NBR 15270 (2005).

Uma das desvantagens destes blocos é que para cozimento e secagem necessita-se de temperaturas que variam entre 900 C° a 1.100 C°.

A Figura 2-5 mostra uma casa de padrão popular construída em 1993, no pátio da Escola de Engenharia da Universidade Federal de Goiás com blocos estruturais de faces lisas, como parte de uma pesquisa de verificação de desempenho neste tipo de alvenaria aparente A

foto, que foi tirada em 2008, mostra que, após 15 anos do término da obra, a edificação não apresenta sinais da idade, apesar de não ter recebido qualquer tipo de proteção nas paredes contra a ação da água de chuva.

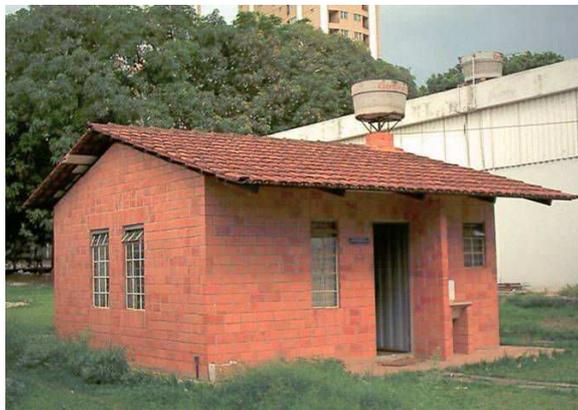


Figura 2-5 - Casa de alvenaria estrutural com bloco cerâmico de faces lisas, construída em 1993, no pátio da Escola de Engenharia da Universidade Federal de Goiás.

A Figura 2-6 apresenta a elevação de alvenaria na construção de fevereiro de 2005 do conjunto de habitacional “Casarão do Cordeiro” na cidade do Recife, em Pernambuco e a Figura 2-7 apresenta alguns dos prédios concluídos, teve sua inauguração em fevereiro de 2005.



Figura 2-6 – Paredes de elevação do conjunto de habitação popular no Bairro do Cordeiro em Recife



Figura 2-7 – Construção do conjunto de habitação popular no Bairro do Cordeiro em Recife

2.3.3 Sistema Construtivo com Concreto Celular

O concreto celular é um composto formado por agregados areia, cimento, água, fibras de polipropileno e micro-células de ar dispersas na massa. As máquinas que produzem a espuma são ajustadas para produzir com uma densidade em torno de 80 g/litro. O agente espumígeno Gethal utilizado, é de origem orgânica (protéica) com uma densidade em torno de 1,01 kg/l que, em contato com a água e o ar, no interior do gerador, produz uma espuma contendo grande número de micro-bolhas de ar formando, assim, vazios no interior da massa do concreto celular, e com isso crescimento do volume e redução da densidade inicial da argamassa.

O concreto celular espumoso em comparação com os concretos auto-clavados, apresenta para mesmas densidades de massa, menores resistências mecânicas e maiores retrações, sendo considerado um "primo pobre" deste.

Fornecido pela Gethal, e com suporte técnico da ABCP, o sistema pode proporcionar alta produtividade com redução de custos e eliminação de desperdícios. Antes da concretagem são embutidas nas fôrmas as instalações hidráulicas, elétricas e as esquadrias.

Após execução da fundação é feita a montagem do conjunto de fôrmas modulares ao longo das linhas de paredes. O sistema de fôrmas modulares forma um conjunto com diversos painéis, podem trabalhar na horizontal ou vertical, seu transporte pode ser manual ou com grua.

Os painéis são todos modulados e conectados entre si através de grampos metálicos especiais. A montagem dos painéis é feita com a colocação da face interna e externa,

até o fechamento, mantendo-se as aberturas de portas para a circulação de pessoas durante as operações de montagem e desmontagem do sistema.

A retirada das fôrmas se dá 12 horas após o lançamento do concreto celular. Em habitações de apenas 01 pavimento recomenda-se, pela baixa carga transmitidas ao solo pelas paredes, a execução de uma laje "radier" armada com tela eletrosoldada, sobre uma base de brita (pedra 1 e 2) devidamente compactada, onde serão embutidos os elementos da rede de esgoto e entrada da rede hidráulica. As paredes e os pisos admitem quaisquer tipos de revestimentos e pinturas. A Figura 2-8, a Figura 2-9, a Figura 2-10, a Figura 2-11 e a Figura 2-12 mostram parte deste processo construtivo.



Figura 2-8 - Sistema Construtivo com Concreto Celular – Montagem das formas



Figura 2-9 - Sistema Construtivo com Concreto Celular – Instalação de caixilharia
(<http://www.gethal.com.br>)



Figura 2-10 - Sistema Construtivo com Concreto Celular – Instalação elétrica e hidráulica
(<http://www.gethal.com.br>)



Figura 2-11 - Sistema Construtivo com Concreto Celular – Lançamento do concreto (SILVA, 2004)



Figura 2-12 - Sistema Construtivo com Concreto Celular – (SILVA, 2004)

2.3.4 Sistema Construtivo em Aço

Steel frame ou estrutura em perfil leve metálico consiste em uma armação metálica e paredes de gesso (com camadas isolantes sonoras/térmicas). Como as paredes são ocas, a passagem de fiação e hidráulica é feita de maneira rápida.

- Vantagens:
 - ✓ Prazos curtos: o tempo de fabricação médio das peças é de 30 dias e o da montagem, de uma semana a 15 dias;
 - ✓ Racionalização de material e mão-de-obra: o sistema industrializado evita desperdício e requer menos mão-de-obra;
 - ✓ Confeção de trabalhos em paralelo: enquanto se fazem as fundações, as peças metálicas estão sendo fabricadas;
 - ✓ Obra limpa sem depósitos de cimento, areia, madeira e ferragens, o entulho é menor;
 - ✓ Flexibilidade de reformas: é possível incorporar novos elementos metálicos;
 - ✓ Maior área útil e distância entre vãos: os pilares e as vigas são mais delgadas do que os equivalentes de concreto, com isso, a área interna aumenta e a distância entre os pilares também;
 - ✓ Possibilidade de reciclagem: o aço tem alto valor de revenda e pode ser derretido para a confecção de outras peças.

- Desvantagens:
 - ✓ Prazos curtos: o tempo de fabricação médio das peças é de 30 dias e o da montagem, de uma semana a 15 dias;
 - ✓ Risco de custos maiores: se o projeto não levar em conta todos os itens da construção, o preço pode ser de 5 a 20% maior se comparado ao processo tradicional;
 - ✓ Dificuldade de transporte: a locomoção é mais complicada em locais ermos ou cidades distantes de centros urbanos;
 - ✓ Necessidade de amarração: a estrutura de aço necessita de perfis complementares para se unir às superfícies de fechamento;
 - ✓ Contração e dilatação constantes: se essa movimentação característica do aço não for respeitada, podem surgir trincas nas paredes e nos pisos. Devem-se respeitar

as especificações de projeto: se ele determinar paredes de tijolos, não se aconselha usar blocos.

A Gerdau produziu um kit “Casa Fácil” (Figura 2-13), com perfis e barras de aço resistente à corrosão atmosférica – formado por gabarito, pilares, vigas e estrutura de telhado para uma residência de 24 m², 36 m² ou 48 m². A construção fica pronta em até 21 dias – com telhado, paredes e acabamentos -, uma economia de tempo de 35% em comparação com os 32 dias gastos no sistema convencional. O produto está voltado principalmente para atender à população com renda de até cinco salários mínimos.



Figura 2-13 - Kit Casa Fácil da Gerdau (SILVA, 2004)

Assim como a Gerdau, várias empresas já se utilizam desse sistema de construção.

2.3.6 Sistema Construtivo em Madeira

O processo construtivo se utiliza de madeira previamente serrada, sob a forma de perfilados, que se encaixarão no local da obra sem necessidade do uso de pregos ou pinos para fixação.

O processo de montagem se dá após a preparação prévia das fundações e pisos, utilizando-se de perfis estruturais que servirão como elementos para os montantes, panos de paredes, cantos para mudanças de planos, montagem de divisórias e vigote para travejamento da estrutura que são unidos e encaixados entre si, obtendo-se um processo construtivo simples e barato.

Possibilita a redução do tempo de construção, desperdício de mão-de-obra e material.

A Figura 2-14 apresenta algumas etapas construtivas desse sistema.



Figura 2-14 - Sistema construtivo de casa em madeira (Silva, Maria Angelica Covelo - set/2004).

2.3.7 Sistema Construtivo com Blocos de Gesso

O processo construtivo de paredes em blocos de gesso se dá da mesma maneira que as alvenarias em blocos de concreto ou cerâmico, porém ao invés do uso destes blocos e argamassa utilizam-se blocos de gesso furados ou maciços e massa ou cola de gesso. Os blocos têm dimensões médias de 66 x 50 cm (largura x altura) e espessuras médias da ordem de 7 ou 10 cm. Existem vários tipos de blocos: simples (cor branca), Hidrófugos na cor azul, reforçados com fibras de vidro na cor verde - GRG (Glass Reinforced Gypsum), Hidrófugos reforçados com fibras de vidro na cor rosa – GRGH, ver Figura 2-15.

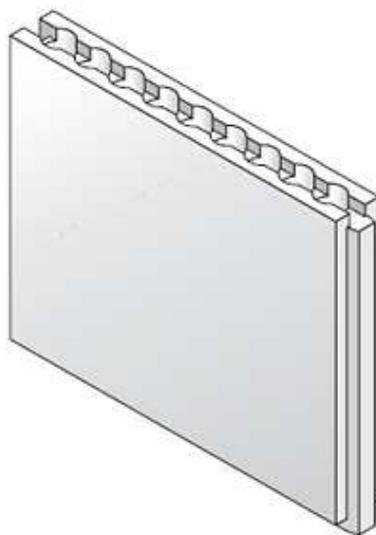


Figura 2-15 - Bloco de gesso simples

Mais detalhes sobre o sistema construtivo em gesso será apresentado em capítulo específico desta dissertação.

2.3.8 Sistema Construtivo com Painéis Monolite de EPS

É um sistema construtivo com painéis industriais, tipo sanduíche, com núcleo de poliestireno expandido (EPS), com telas eletrosoldadas em ambas as faces e argamassadas. Desenvolvido inicialmente na Itália, e só chegou ao Brasil na década de 90. Os painéis devem ser modulados conforme projeto arquitetônico.

A Monolite define o sistema como sendo um sistema construtivo, anti-sísmico, isolante termo-acústico, com o qual é possível realizarem-se, construções de vários pavimentos e edifícios arquitetônicos dos mais simples aos mais complexos.



Figura 2-16 - Painel Monolítico simples - <http://www.monolitesystems.com> (acessado em 03.12.2009)

A seguir a Figura 2-17 apresenta algumas imagens do sistema construtivo.



Figura 2-17 - Painel Monolítico simples em montagem - <http://www.tecnocell.com.br/produtos> (acessado em 26/08/08)

Mais detalhes sobre o sistema construtivo em gesso será apresentado em capítulo específico desta dissertação.

2.4 Orçamentos de Obras - Tipos e Critérios de Quantificação

2.4.1 Tipos de Orçamentos

Do ponto de vista mais generalizado, o orçamento de um determinado empreendimento representa uma previsão ou estimativa do seu custo ou preço total. O custo de uma obra é representado pelo somatório de todos os dispêndios exigíveis para a sua execução e o seu preço total se obtém incorporando a este custo os impostos incidentes sobre exercício empresarial das empresas do ramo da construção civil bem como o lucro do empreendedor (MATTOS, 2006).

Para se apropriar o custo de um empreendimento, acham-se disponíveis várias tipologias de orçamentos e a escolha de um deles está diretamente relacionada com os objetivos pretendidos com a estimativa e com a disponibilidade de dados sobre o empreendimento que se deseja orçar. De acordo com seu grau de detalhamento é usual se estabelecer a seguinte divisão dos orçamentos de um empreendimento (MATTOS, 2006):

- Orçamento Paramétrico

Trata-se de um orçamento de caráter expedito com base em custos históricos e comparações com projetos de natureza similar. Fornece apenas uma ordem de grandeza do custo do empreendimento, mas se constitui numa importante ferramenta para verificações iniciais com, por exemplo, estudos preliminares de viabilidade. Se os respectivos projetos não se acham disponíveis, o custo do empreendimento é em geral realizado por área ou volume construído utilizando-se como fonte de preços o Custo Unitário Básico (CUB) definido pela NBR 12721 (2006).

- Orçamento Preliminar

Trata-se de um orçamento com maior nível de detalhe do que o orçamento paramétrico e demanda um levantamento de quantitativos e uma pesquisa de preços dos principais serviços e insumos e, por conta disto, apresenta um grau de incerteza mais reduzido. Sua utilização pressupõe a disponibilidade de projetos que permitam a adequada apropriação dos diversos itens de serviços que farão parte do empreendimento.

- Orçamento Discriminado

Também referido como orçamento analítico ou detalhado, o orçamento discriminado é o que apresenta o menor grau de incerteza e é composto por uma extensiva relação de serviços ou atividades a serem realizadas no empreendimento. Também pressupõe uma extensiva pesquisa de preços dos insumos (materiais e mão-de-obra), procurando obter um valor que seja o mais representativo possível do “real” custo para execução da obra. Os preços unitários de cada um dos serviços são obtidos mediante recurso a composições de custos e os quantitativos são apropriados através de levantamentos dos projetos disponíveis. Em princípio, este tipo de orçamento só poderia ser realizado após a conclusão de todos os projetos (arquitetura, estrutura, instalações e outros) com seus respectivos cadernos de especificações e detalhamentos.

Os custos unitários de construção são divulgados mensalmente até o dia 5 de cada mês pelos Sindicatos da Indústria da Construção Civil, em suas respectivas regiões jurisdicionais, em cumprimento ao artigo 54 da Lei 4.591/1964. Os salários e preços de materiais previstos na NBR-12721 (2006) são obtidos através de levantamento de informações junto a empresas/fornecedores do setor da construção. Os itens componentes do CUB constituem-se em parâmetros para o cálculo do metro quadrado de construção de uma obra de edificação (não são inclusos fundações especiais, instalações especiais, elevadores, tributos, lucro etc.) Este indicador é computado para os diversos projetos-padrão representativos, levando-se em conta os lotes básicos de insumos com seus respectivos pesos constantes da NBR-12721 (2006).

Desde junho de 1992, o Banco de Dados da Câmara Brasileira da Indústria da Construção- CBIC divulga o CUB médio para o Brasil, que corresponde a uma média ponderada dos CUBs estaduais coletados pelos vários SINDUSCONs (Sindicatos da Construção) associados à CBIC. O CUB Médio Brasil foi criado com a intenção de permitir a comparação dos indicadores de custo setorial elaborados pelos SINDUSCONs com outros indicadores de custo nacional de obras de edificações, como o INCC/FGV (Índice Nacional de Custo da Construção/Fundação Getúlio Vargas) e o SINAPI/IBGE-CAIXA (Índice Nacional da Construção Civil calculado pelo IBGE em convênio com a Caixa Econômica Federal). Há também disponível da cidade do Recife a Tabela de Preços da Empresa de Limpeza Urbana da Prefeitura da Capital que é largamente difundida entre as empresas de construção civil que executam obras públicas.

2.4.2 Critérios de Quantificação e Estimativa de Custos em Orçamentos

O início de qualquer processo de orçamentação de determinado empreendimento demanda o conhecimento dos diversos serviços e etapas que o compõem, mas não é suficiente apenas identificar estes serviços se faz necessária a quantificação de cada um deles. A esta fase se chama “levantamento de quantitativos” ou “levantamento de quantidades” (materiais, mão-de-obra e equipamentos) que se constitui numa das etapas da orçamentação mais importantes da tarefa de orçar e que mais exige esforço intelectual do orçamentista (MATTOS, 2006).

Geralmente um orçamento segue as etapas seguintes:

- Recebimento do conjunto de documentos e todas as informações complementares, como: prazo, condições de execução, medição e pagamento;
- Análise dos documentos e esclarecimentos de dúvidas, caso existam;
- Identificação dos itens e discriminação orçamentária preliminar dos serviços;
- Quantificação (medição);
- Busca das composições;
- Listagem e cotação de materiais, mão-de-obra e serviços sub-empregados;
- Lançamento dos custos, análise de BDI, e ajustes finais;
- Fechamento do orçamento, redação das condições da proposta ou minuta do contrato.

2.4.3 Critérios de Quantificação

O início de qualquer processo de orçamentação de determinado empreendimento demanda o conhecimento dos diversos serviços e etapas que o compõem, mas não é suficiente apenas identificar estes serviços se faz necessária a quantificação de cada um deles. A esta fase se chama “levantamento de quantitativos” ou “levantamento de quantidades” que se constitui numa das etapas da orçamentação mais importantes da tarefa de orçar e que mais exige esforço intelectual do orçamentista (MATTOS, 2006).

Ao se levantar o quantitativo de cada material deve sempre deixar uma memória de cálculo, a fim de que as contas possam ser conferidas por outra pessoa e que na necessidade

de alteração no projeto não acarrete um segundo levantamento completo, normalmente para isso cada empresa utiliza formulários padronizados.

Ao se fazer o levantamento de quantidades pode-se envolver elementos de naturezas diversas:

- Linear: cerca, tubulação, meio-fio, sinalização horizontal de estrada, rodapé, etc.
- Superfície (área): limpeza e desmatamento, forma, alvenaria, revestimento, esquadria metálica, forro, esquadria, pintura, impermeabilização, plantio de grama, etc.
- Volumétrica: escavação, aterro, dragagem, bombeamento, concreto.
- Peso: estrutura metálica, armação.
- Adimensionais: serviços que não se incluem nos itens acima, e sim por contagem, como por exemplo: postes, portões, placas de sinalização, entre outros.

2.4.4 Critérios de Medição e Pagamento

É muito importante que ao se levantar o quantitativo, se verifique atentamente as especificações, todos os projetos e os critérios de medição e pagamento, estabelecidos pelo contratante, pois uma falha nesta etapa poderá representar um prejuízo muito grande na conclusão dos serviços. Um outro ponto importante que se deve levar em consideração, são as perdas durante a execução dos serviços.

A Tabela 2-4 apresenta uma estimativa do índice de perdas de alguns insumos:

Tabela 2-4 - Índices de perdas de alguns insumos (PINI, 2009)

INSUMO	PERDA	MOTIVO
Aço	15%	Sobras e desbitolamento das barras
Azulejo	10%	Transporte, manuseio, arremates
Cimento	5%	Preparação do concreto com betoneira
Cimento	10%	Preparação do concreto sem betoneira
Blocos de concreto	4%	Transporte, manuseio e arremates
Blocos cerâmicos	8%	Transporte, manuseio e cortes

2.4.5 Composição de Custos Unitários

Dá-se o nome de composição de custos ao processo em que se estabelece o cálculo dos custos unitários nos orçamentos discriminados para a execução de um serviço ou atividade. A composição lista todos os insumos (material, mão-de-obra e equipamentos) que entram execução de uma unidade de serviço, com suas respectivas quantidades, e seus custos unitários e totais (MATTOS, 2006).

Exemplo:

- ✓ Custo de m² de elevação de alvenaria;
- ✓ Custo de 1 unidade de poste instalado.

Na composição de custo é feita uma tabela composta por cinco colunas, em que entram os seguintes dados:

- Insumo: refere-se a cada um dos itens que entram na execução dos serviços, seja de ordem material, mão-de-obra e, ou equipamentos.
- Unidade: é a unidade de medida do insumo.
- Índice: é o quanto cada insumo incide na execução de uma unidade do serviço.
- Custo unitário: é o custo da aquisição ou emprego de uma unidade do insumo.

Custo total: é o custo total do insumo para execução de uma unidade do serviço, obtido através da multiplicação do índice pelo custo unitário. O custo total da unidade de serviço é o somatório do custo total dos insumos.

A seguir serão discutidos com mais detalhes as questões construtivas dos três sistemas escolhidos, analisando suas características, propriedades, custos de construção para um modelo da unidade habitacional de referência ressaltando as vantagens e desvantagens de cada um deles.

3 O Sistema Construtivo Monolite

3.1 Origem do Sistema

O Sistema Construtivo Monolite se constitui atualmente num dos sistemas construtivos que contempla importantes avanços do ponto de vista técnico, tanto em termos de tempo de construção quanto com relação os aspectos de qualidade final e economia. O pressuposto básico é a possibilidade de atendimento simultâneo, num mesmo sistema, das demandas de desempenho estrutural, conforto térmico e impermeabilidade que, na maioria das vezes, são requisitos que exigem a superação de importantes desafios tecnológicos para que se tornem exequíveis.

A origem dos painéis com poliestireno expandido (EPS) advém de um projeto italiano, desenvolvido numa região sujeita a terremotos com o intuito de criar uma estrutura monolítica que não desmoronasse e agregasse elementos de isolamento térmico no início dos anos oitenta. Com esta finalidade, foi desenvolvido um painel modular, pré-fabricado, leve, composto de uma alma de EPS disposto entre duas malhas de aço elestrossoldadas, e em seguida recebendo revestimento em concreto e/ou argamassa aplicados nas obras (BERTOLDI, 2007). Ainda segundo Bertoldi (2007) esta tecnologia foi difundida em diversos países, entre eles: Itália, Portugal, Espanha, Rússia, Turquia, Líbia, Egito, Argentina, Chile, Venezuela, Guatemala, Costa Rica, México, França, países onde foram implantadas unidades de produção do sistema construtivo. No Brasil, ela chega por volta do ano de 1990, quando o Instituto de Pesquisas Tecnológicas (IPT) de São Paulo realiza análises dos componentes do sistema e de elementos construídos obtendo resultados favoráveis, no que diz respeito aos principais pressupostos do mesmo (comportamento estrutural, conforto térmico e impermeabilidade). Hoje se tem várias empresas que oferecem produtos semelhantes como o sistema Hi-Tech, empresa de origem americana e que já comercializa este produto no Brasil (BERTOLDI, 2007).

Estudos relatam que em 1967 foi patenteado nos Estados Unidos por Victor Weisman um método semelhante, constituído de pré-painéis de material isolante com telas soldadas (BERTINI , 2002, apud PICKARD, 1990).

3.2 Características do Sistema

O sistema construtivo foi desenvolvido pela Monolite e por isto o denominou de Sistema Monolite. São painéis de dimensões variáveis conforme modulação desejada para o projeto arquitetônico, tipo sanduíche com núcleo de poliestireno expandido e telas de aço eletro soldadas, como mostra a Figura 3.1, possui significativa redução de desperdícios ao processo de construção, comparado aos sistemas convencionais, além da reduzida mão de obra, necessária para a produção dos painéis. A utilização destes painéis possibilita a racionalização do processo de fabricação, na indústria e sua montagem, no canteiro, podendo possibilitar economia no custo das fundações, por ser mais leve que outro tipo de vedação. Minimiza os desperdícios e incrementa o controle de execução com aumento de qualidade, na sua produção. Diminui, ainda, o custo com mão-de-obra para sua aplicação, com o uso de equipamentos que proporcionam ganhos de produtividade e qualidade, além de reduzir o tempo de execução, com maior confiabilidade nos prazos de entrega.

A Monolite define o sistema como sendo um sistema construtivo, anti-sísmico, isolante termo-acústico, com o qual é possível realizar construções de vários pavimentos e edifícios arquitetônicos dos mais simples aos mais complexos.

Segundo Bertoldi (2007), um painel argamassado, tipo monolite de 80 mm de espessura, tendo uma chapa de poliestireno com espessura de 25 mm em seu núcleo, tem uma transmitância térmica de $1,266 \text{ W/m}^2\text{K}$, e para que se tenha essa mesma transmitância térmica com parede em alvenaria de tijolo cerâmico seriam necessário uma espessura de 280 mm, representando aproximadamente 3 vezes mais a espessura do painel argamassado tipo monolite.



Figura 3-1 - Painel simples do sistema Monolite - <http://www.monoliteintl.com/monopanel.asp> (acessado em 03.12.2009)

3.3 Composição do Painel

A composição típica de um painel do sistema monolite é exposta a seguir.

- Núcleo central de poliestireno expandido (espessura de 5 cm, 8 cm ou 10 cm), não tóxico, auto extingüível, quimicamente inerte e de densidade e morfologia variável com o modelo do painel (10 kg/m^3), como pode ser visto no detalhe 1 da Figura 3-2;
- Tela de armaduras eletrosoldadas, colocadas em ambas as faces do poliestireno expandido, os diâmetros dos varões variam como modelo do painel e a direção da armadura (ver detalhe 2 da Figura 3-2);
- Conectores de aço servem para fazer a ligação das telas com o EPS, como pode ser visto no detalhe 3 da Figura 3-2.

Estes elementos podem ser vistos nas Figura 3-2 e Figura 3-3 a seguir.

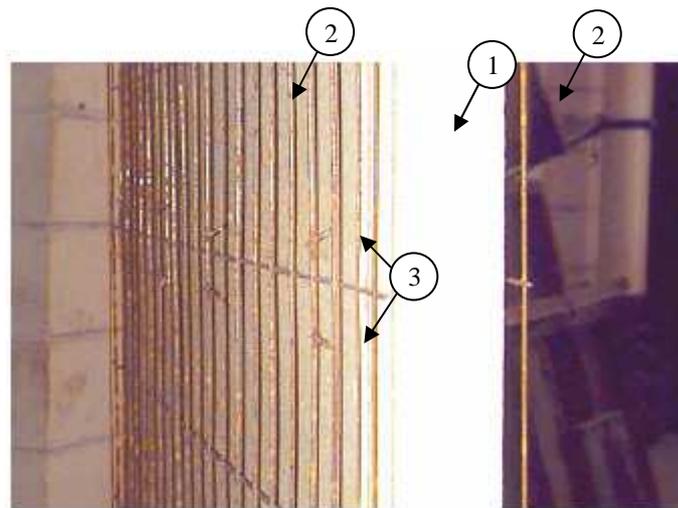


Figura 3-2 - Elementos que compõem as placas do sistema Isolite (BERTINI, 2002)

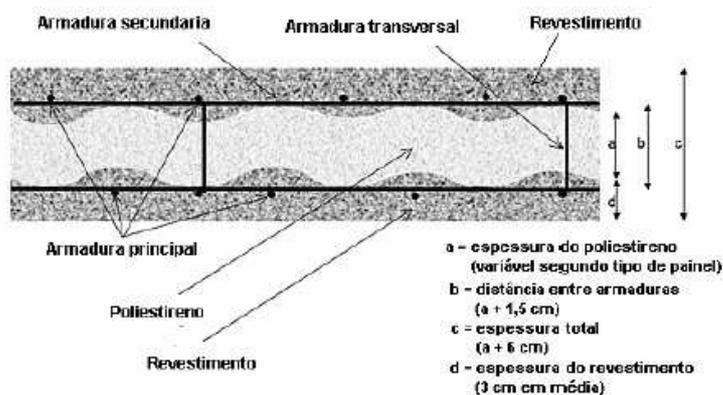


Figura 3-3 - Representação esquemática dos componentes das placas do sistema Monolite
(Fonte: CASSAFORMA, www.cassaforma.com.ar, Memorial Descritivo)

A Figura 3-2 apresenta os elementos do sistema Isolite e a Figura 3-3 apresenta os elementos do sistema Monolite. A diferença entre eles é que no sistema Isolite o núcleo central de EPS tem suas faces planas ao passo que no sistema Monolite as faces são onduladas.

Núcleos leves introduzem facilitadores para as operações de transporte muito embora esta característica não deva ser uma condição primordial para a escolha do material no núcleo. Um núcleo executado com alvenaria de tijolos, por exemplo, com posterior execução das faces de argamassa, poderia atender plenamente às exigências. No entanto, não é leve, quando comparado com uma placa de EPS, por exemplo. Essa escolha é função também da finalidade da estrutura, da viabilidade e da disponibilidade de material do núcleo. Placas de argamassa ou de concreto podem ser ligadas por conectores de diversos tipos. O núcleo pode ou não participar da transferência de esforços. Quando não há participação do núcleo, a transferência de esforços fica por conta dos conectores. De uma maneira geral, quando o núcleo não responde pela transferência de cargas entre as placas a exigência que se acha mais freqüente é quanto à sua leveza e aí o EPS leva importantes vantagens quando comparado com outros materiais tradicionais, como o concreto ou a alvenaria.

3.4 Características técnicas dos componentes do painel

3.4.1 Poliestireno Expandido

O Poliestireno Expandido, usualmente referido como EPS (Expanded Polystyrene), é mais conhecido no Brasil como Isopor. Na verdade “Isopor” é uma marca registrada da Kanauf Isopor Ltda que foi descoberto em 1949 pelos químicos Fritz Stastny e Karl Buchholz, nos laboratórios da BASF na Alemanha (ABRAPEX, 2006). No Brasil a norma NBR 11752 de 1993, regulamenta os materiais celulares de poliestireno para isolamento térmico na construção civil e em câmaras frigoríficas.

O EPS é um material celular rígido, obtido através da polimerização do estireno (PS, material derivado do petróleo) em água (DIN ISSO 1043/78). O agente expensor do EPS é o hidrocarboneto pentano. Nesta fase são acrescentados vários aditivos para melhorar algumas das propriedades do poliestireno, tornando-se um material de aspecto vítreo e granulado.

3.4.2 Fabrico do Poliestireno Expandido

Para a obtenção dos blocos de EPS, o material é submetido a um processo de transformação física, já não alterando as suas propriedades químicas. Este processo é chamado de sintetização, sob a ação de um vapor saturado, provocando a expansão dos grânulos de poliestireno vítreo em cerca de 20 a 50 vezes o volume inicial, como mostra a Figura 3-4, obtendo-se então os diferentes tipos de EPS. (ABRAPEX, 2006).



Figura 3-4 - Pérola de poliestireno – EPS - (Fonte: www.acepe.pt/eps)

O EPS é na verdade uma espuma termoplástica rígida (ABRAPEX, 2006). E contém em seu volume uma porcentagem elevada de pequenos poros, até 98% de ar e apenas 2% de poliestireno, tem cor branca, inodoro, reciclável, fisicamente estável, bom isolante térmico nas temperaturas de 70° a 80°C. Pode ser produzido com densidades em menos de 16 Kg/m³ a mais de 32 Kg/m³, oferecendo o nível ideal de estabilidade para quaisquer aplicações.

Na moldagem o granulado estabilizado é introduzido em moldes e novamente exposto a vapor de água, o que provoca a soldadura do mesmo; assim obtém-se um material expandido, que é rijo e contém uma grande quantidade de ar. Para a Construção Civil são produzidos blocos de EPS em grandes moldes paralelepípedicos, como mostra a Figura 3.5. Estes blocos de EPS podem ser cortados em quaisquer formatos e não contém os nocivos CFCs ou HCFCs, logo não agride a camada de ozônio de Terra.



Figura 3-5 - Produção de blocos de EPS - (Fonte: www.acepe.pt/eps)

3.4.3 Propriedades Mecânicas do EPS

As principais propriedades mecânicas do EPS estão relacionadas com as condições de manuseamento e aplicação, sejam elas: a resistência à compressão, a resistência à flexão, a resistência à tração e a fluência sob compressão. De uma forma geral, os valores aumentam de uma maneira linear com a densidade.

A Figura 3-6 apresenta diagramas de tensão-deformação para variados tipos de EPS, onde se pode observar que, para uma mesma taxa de deformação, a mudança na densidade influencia a resistência à compressão do EPS, aspecto que significa uma melhoria na rigidez

do material. Em compressão o EPS se comporta de maneira linear até a deformação atingir cerca de 2% da espessura da placa. Quando se aumenta a força de compressão acima do limite de elasticidade, verifica-se uma deformação permanente de parte das células, mas que, não se rompem.

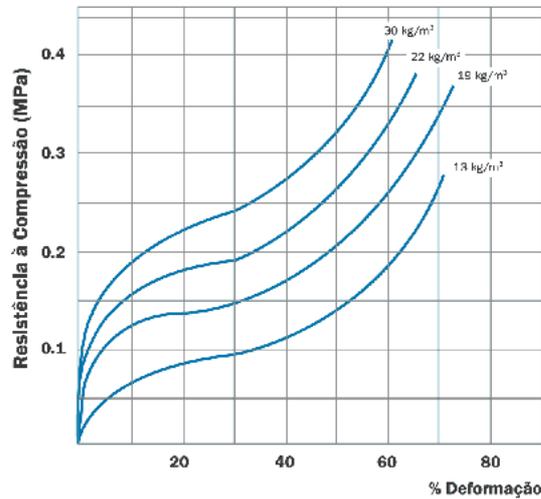


Figura 3-6 - Diagrama Tensão-Deformação do EPS (ABRAPEX, 2006)

A resistência à tração e tração na flexão do EPS acha-se representada na Figura 3-7 a seguir.

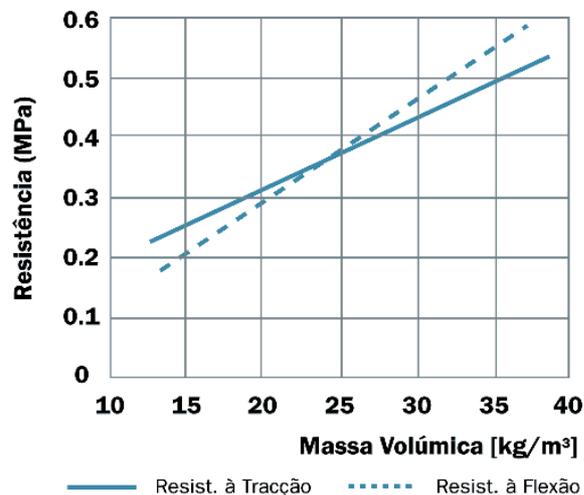


Figura 3-7 - Resistência à tração na flexão do EPS em função da massa densidade (ABRAPEX, 2006)

3.4.4 Propriedades térmicas do EPS

A propriedade mais importante do EPS é a sua capacidade de resistir à passagem do calor. Segundo a Associação Brasileira de Poliestireno Expandido (ABRAPEX, 2006), um metro cúbico de EPS possui 3 a 6 bilhões de glóbulos fechados e cheios de ar, garantindo-lhe as propriedades físicas, de extrema leveza e de excelente isolamento térmico. Como o EPS é hidrófobo (tem afinidade com a água, ou seja, possui uma ótima molhabilidade) e de células fechadas, com uma grande quantidade de ar, quase imóvel, dentro das suas células, sua absorção de água é mínima, aspecto que faz com que sua variação na condutividade térmica também seja mínima. É permeável ao vapor, não criando problemas quando exposto à umidade, uma vez que as temperaturas altas favorecem a eliminação dessa umidade.

A capacidade de isolamento térmico é expressa através do Coeficiente de Condutibilidade Térmica (CCT). Este coeficiente fornece o fluxo de calor que passa em 1 m^2 de superfície do material, quando este possui uma espessura de 1 m e é submetido a uma diferença de temperatura de 1 grau entre as suas faces. Assim, se uma hipotética parede de concreto tivesse 1 metro de espessura e a sua face externa estivesse a 20 C° e a sua face interna a 21 C° , o fluxo de calor que atravessaria cada m^2 da sua superfície seria igual a 1,75 W (ou 1,75 J/s). Portanto o coeficiente de condutibilidade térmica do concreto é de 1,75 $\text{W}\cdot\text{m}/\text{m}^2/\text{C}^\circ$ ou mais comumente 1,75 $\text{W}/\text{m}/\text{C}^\circ$, fazendo-se o ajuste das unidades métricas.

Quanto menor este coeficiente, maior a capacidade de isolamento térmico, porém para obter um efeito isolante numa aplicação construtiva, além do CCT, outro fator determinante é a espessura da camada isolante empregada. O CCT do EPS depende principalmente da sua densidade, é o que se pode observar na Figura 3.8. O CCT do EPS diminui (melhora a capacidade de isolamento térmico) com o aumento da massa volumétrica (ABRAPEX, 2006). Para efeitos de cálculo, o valor corrente do CCT do EPS pode ser tomado como sendo de 0,04 $\text{W}/\text{m}^\circ\text{C}$. A Figura 3-8 a seguir mostra a variação do coeficiente de condutibilidade térmica com a temperatura de 10°C em função da densidade, onde se pode observar que quanto maior a densidade menor é o coeficiente de condutibilidade térmica de forma não linear. A Figura 3-9 apresenta coeficiente de condutibilidade térmica em função da temperatura para EPS de densidade $20 \text{ Kg}/\text{m}^3$, podendo-se observar que quanto menor a temperatura, menor é o coeficiente de condutibilidade térmica.

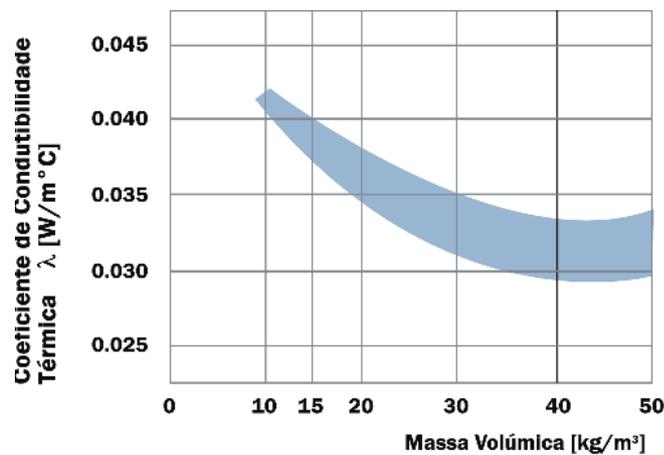


Figura 3-8 - Coeficiente de Condutibilidade Térmica do EPS (ABRAPEX, 2006)

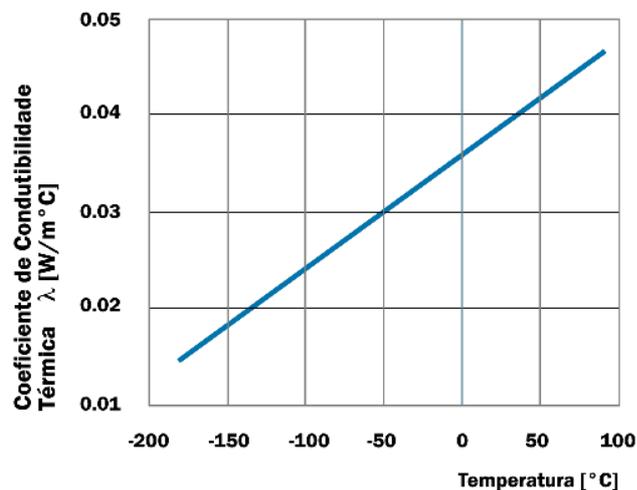


Figura 3-9 - Coeficiente de Condutibilidade Térmica para EPS de densidade 20 Kg/m³ (ABRAPEX, 2006)

3.4.5 Propriedades do EPS em contacto com a água

Pode-se dizer que o EPS não é higroscópico, ou seja, quase não absorve água. Devido ao fato de ter as paredes das células impermeáveis e estrutura fechada, quando imerso em água o EPS absorve apenas pequenas quantidades da mesma, que fica retida nos poucos espaços entre as células. Desta forma, o EPS volta a secar facilmente, sem perder qualquer das suas propriedades. A Figura 3-10 a seguir apresenta a absorção de água por imersão do EPS em função do tempo para EPS de diferentes pesos específico, e que se verifica é que essa absorção é inversamente proporcional a sua massa específica.

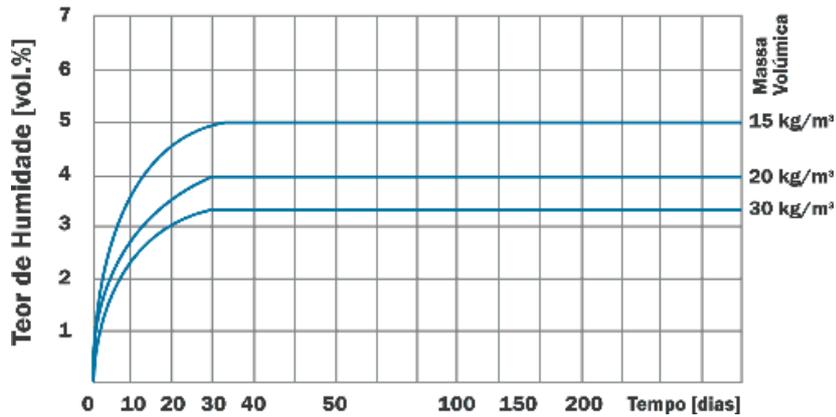


Figura 3-10 - Absorção de água por imersão do EPS (ABRAPEX, 2006)

A Figura 3-11 a seguir mostra a variação no coeficiente de condutibilidade térmica do EPS em função do teor de umidade contido para EPS de 16 Kg/m³. A redução deste coeficiente se situa entre 3 a 4% para cada 1% de volume de água absorvido.

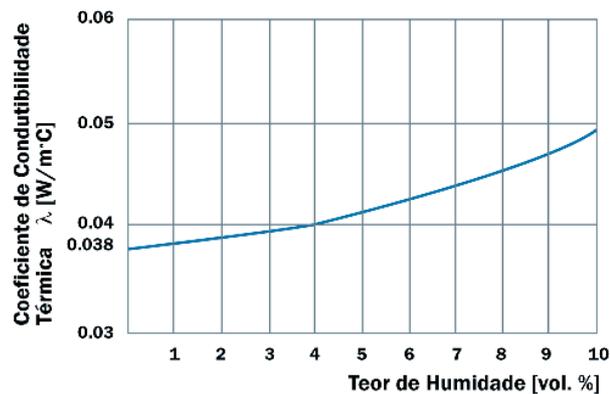


Figura 3-11 - Absorção de água por imersão do EPS (ABRAPEX, 2006)

3.4.6 Propriedades acústicas do EPS

Como todos os bons isolantes térmicos, o EPS não é um bom isolante acústico. E para ser usado como isolante acústico, é necessário sofrer um tratamento específico prévio. As paredes das placas de EPS devem ser rompidas para que se abram as micro-células através de prensagem ou calandragem (cilindragem). Para isto as placas de EPS necessitam passar entre dois cilindros numa abertura de 1/3 da espessura das placas. Ou compressão das placas de EPS até que cheguem a 1/3 da sua espessura original. (ABRAPEX, 2006).

3.4.7 Comportamento do EPS em contato com o fogo

Segundo Bertoldi (2007), é muito importante que se conheça o comportamento do poliestireno expandido na presença do fogo, pois o mesmo não pode ser inflamado por faíscas ou resíduos em brasa, que possam vir de soldas elétricas, por exemplo, ou por pontas acesas de cigarros. Somente chamas acesas e colocadas diretamente sobre o EPS (poliestireno expandido) podem inflamá-lo.

Callister (2006) em seu livro informa que, quanto às características de fusibilidade, o poliestireno é termoplástico, ou seja, quando aquecido se funde e se solidifica ao se resfriar, e isto ficou comprovado com a prática feita no laboratório da UNICAP no Departamento de Química, onde foi feito a queima de um bloco de isopor no tamanho de 20 x 20 x 20 cm, conforme se pode ver na Figura 3-12, na Figura 3-13, na Figura 3-14 e na Figura 3-15 a seguir.



Figura 3-12 - Bloco de isopor de 20 x 20 x 20 cm



Figura 3-13 - Bloco de isopor na campânula



Figura 3-14 - Bloco de isopor em contacto direto com a chama do Bico de Busen



Figura 3-15 - Bloco de isopor após a queima

Vale salientar que o ar contido na estrutura celular de poliestireno expandido não possui oxigênio suficiente para que haja combustão. Para que isto ocorra há necessidade de uma quantidade de ar 130 vezes maior, em volume, do existente no material. Logo, não haverá combustão de material, quando o mesmo se encontra protegido por uma camada de emboço ou outro elemento construtivo, que impeça a chegada de oxigênio, ainda quando uma chama externa (por exemplo, um curto-circuito).

Bertoldi (2007) faz uma comparação interessante a respeito da combustão do EPS e de alguns materiais, como exemplo, a madeira. O EPS possui apenas 1,5 a 2,5% de seu volume, com potencial poder de combustão e com poder calorífico em caso de incêndio, na ordem de 145 a 240 kcal/dm³ ao passo em que na madeira tem-se 2400 kcal/dm³. Importante ressaltar que a madeira pesa em média 600 kg/m³ e o EPS pesa em média 20 kg/m³. Conclui-se que a capacidade energética, em caso de incêndio nos EPS empregados em isolações de uma habitação, está muito abaixo do que aconteceria se o mesmo acontecesse em uma pequena quantidade de móveis existentes em uma residência.

Com respeito à liberação de gases tóxicos, tem-se demonstrado que o EPS Classe F a uma temperatura de 300° C libera uma fração de monóxido de carbono na ordem de 50 ppm (partes por milhão), enquanto que, no caso da madeira 400 ppm. O EPS Classe F é

ocasionalmente denominado "auto-extinguível" ou "retardante a chama". A uma temperatura de 400° C se chega a 200 ppm para o EPS "Classe F" e 6000 ppm para a madeira. Pode-se verificar que em termos de temperatura a elevação foi de um terço, produzindo um acréscimo de monóxido de carbono numa proporção bem acima para a madeira, logo se pode concluir que o EPS libera quantidades bem menores de gases tóxicos.

3.4.8 O comportamento biológico do EPS

Segundo ABRAPEX (2006) o EPS não é solúvel em água, não libera substâncias para o ambiente, assim como não apodrece nem ganha bolor (Bolor é uma designação comum dada a fungos filamentosos). Até hoje, não foi observado qualquer efeito prejudicial para a saúde. O EPS não serve de alimento para o desenvolvimento de animais ou microrganismos.

3.4.9 Compatibilidade do EPS com outros materiais

O EPS é compatível com a maioria dos materiais utilizados na construção de edificações, porém não se compatibiliza com materiais que contenham solventes. Os solventes ou vapores deles danificam a estrutura celular do EPS, acelerando ainda mais com a elevação da temperatura (ACEPE - Associação Industrial do Polietireno Expandido - 2008).

A Tabela 3-1 apresenta a compatibilidade do EPS com alguns materiais utilizados na construção civil. A sinalização “ + ” indica que o EPS possui alta resistência a estes materiais. A sinalização “ - ” indica que o EPS possui baixa resistência a estes materiais. E sinalização “+/-” indica que o EPS possui pouca resistência a estes materiais.

Tabela 3-1 – Compatibilidade do EPS com outros Materiais (ACEPE, 2009)

Material	 sinalização
Água, água do mar, soluções de sais	+
Materiais de construção correntes (cal, cimento e gesso)	+
Soluções alcalinas	+
Soluções ácidas fracas	+
Ácido clorídrico 35%	+
Ácido nítrico 50%	+
Ácido sulfúrico 95%	-
Sais e adubos	+
Betumes, produtos betuminosos diluídos com água	+
Produtos betuminosos com solventes	-
Produtos asfálticos	-
Gasóleo, gasolina, fuel	-
Álcool	+/-
Solventes orgânicos	-
Hidratos de carbono alifáticos	-

3.4.10 O impacto no meio ambiente

O EPS não contém qualquer produto tóxico ou perigoso para o ambiente e camada de ozônio (está isento de CFCs). O gás contido nas células é o ar. Para sua produção é necessária pouca energia por se tratar de um plástico e por ser muito leve, assim como, provoca pouquíssimos resíduos sólidos ou líquidos (ACEPE, 2009).

Ao ser utilizado na confecção dos painéis monolíticos, permite economia de energia para resfriamento dos ambientes, pois o EPS é um isolante, o que poderá representar uma economia de energia, durante a vida útil do edifício, até centenas de vezes superiores à energia consumida durante o seu fabrico. Esta economia de energia significa que, além preservar os recursos energéticos, o uso de EPS reduz a emissão dos gases poluentes e dos gases que contribuem para o efeito estufa na atmosfera. E ainda, após o término de sua vida útil, o EPS é totalmente reciclável.

3.4.11 Tela soldada e conectores

As malhas utilizadas no sistema de painéis monolíticos são produzidas com aço de alta resistência, com tensão última acima de 600 MPa, com limite de escoamento, $f_{yk} > 600$ N/mm² e limite de ruptura, $f_{tk} > 680$ N/mm². O aço utilizado poderá ser do tipo comum, zincado, galvanizado a quente e inoxidável, adequados às necessidades de aplicação e que garantam estabilidade e integridade ao longo do tempo. Os diâmetros poderão variar de 2 a 10 mm. As dimensões das malhas, também podem variar, de um mínimo de 50 a 300 mm de espaçamento, podendo, assim, ter a forma quadrada ou retangular (BERTOLDI, 2007).

A malha padrão para painéis de vedação utiliza bitola de fio de 3,4 mm e apresenta um espaçamento médio, entre os fios de 73 por 130 mm, em uma direção secundária, porém, dependendo da aplicação, poderão variar a bitola dos fios e também, suas dimensões, além de receber adição de armaduras suplementares. São produzidas em equipamentos eletromecânicos programáveis, onde os fios de aço entram na máquina formando as telas que, por meio de pinças em contato com o aço, liberam calor efetuando a solda entre os fios e assim se formam as malhas de tela. As faces do painel do sistema podem ser ligadas através de conectores a fim de garantir a estabilidade geométrica do mesmo durante as operações de manuseio. Esses conectores atravessam o núcleo fazendo um ângulo de aproximadamente 45°, mantendo-o firme no lugar, e são fixados à tela em cada face por meio de solda, impedindo sua separação. A função principal desses conectores é manter as telas a uma distância de 1,0 cm da face da placa de EPS, dos dois lados, e fazer com que o pré-painel possua rigidez suficiente para permitir a projeção da argamassa. A Figura 3-16 a seguir esclarece estes detalhes.



Figura 3-16 - Detalhe do Painel: EPS + Tela Soldada (BERTINI, 2002)

3.5 Tipos de Painéis Existentes

A seguir relacionam-se os tipos de painéis de EPS mais utilizados.

- Painel Simples – Utilizado como vedação ou portante. Pode ser utilizado como função estrutural em obras de até quatro pavimentos (Figura 3-1);
- Painel Duplo – Composto por dois painéis simples, separados um do outro e unidos por meio de conectores de aço de alta resistência, entre os quais se pode colocar armadura adicional, e efetuar o preenchimento de seu interior com concreto, permitindo executar construções de vários pavimentos (Figura 3-17);

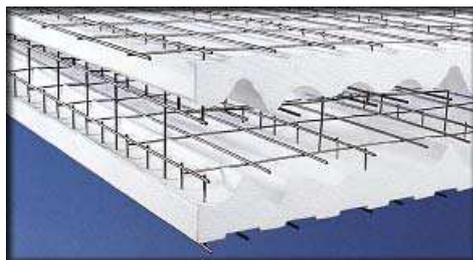


Figura 3-17 - Painel duplo de EPS - (Fonte: <http://www.monoliteintl.com/monopanel.asp>)

- Painel Laje – Com armadura unidirecional ou bidirecional, sua geometria molda ranhuras ao longo do comprimento do painel que se reforçam com aço estrutural para formar uma série de secções tipo "T" (Figura 3-18 e Figura 3-19);

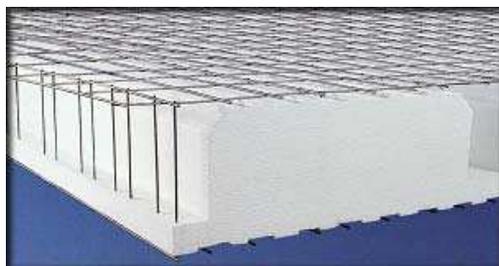


Figura 3-18 - Painel Tipo Laje - (Fonte: <http://www.monoliteintl.com/monopanel.asp>)

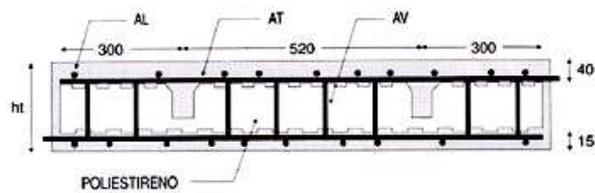


Figura 3-19 - Painel Tipo Laje – Detalhe esquemático - (Fonte: <http://www.monoliteintl.com/monopanel.asp>)

- Painel Escada – Fabricado sob medida (Figura 3-20);

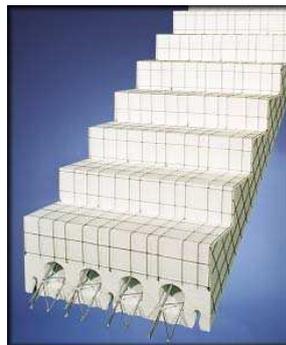


Figura 3-20 - Painel Escadas - (Fonte: <http://www.monoliteintl.com/monopanel.asp>)



Figura 3-21 – Montagem de Escada com Painéis Monolite – (Fonte: HI-TECH).

- Painel Vazado – É utilizado quando as cargas ultrapassam a capacidade estrutural do painel ondulado, fazendo-se o preenchimento dos vazios interiores com concreto, e desta forma aumentando a capacidade de carga dos painéis (Figura 3-22);



Figura 3-22 - Paineis Vazados - (Fonte: <http://www.monoliteintl.com/monopanel.asp>)

3.6 Detalhes Construtivos

O processo construtivo dos painéis autoportante do Sistema Monolite se inicia com a execução das fundações que na grande maioria das edificações com um ou dois pavimentos pode ser uma sapata corrida (rasa) (Mammimi, 2009) ou uma laje radier, por conta do pequeno peso transmitido pelas paredes do sistema. Naturalmente o projeto estrutural é quem definirá as soluções definitivas para as fundações a serem utilizadas que dependerão, por conseguinte, do perfil do subsolo onde a edificação será implantada.

Os painéis Monolite são encaixados por um processo normal de amarração das armaduras e ajustados entre si através do encaixe da própria estrutura. Após a colocação de todas as placas de uma parede sobre a base perfeitamente alinhada e aprumada, em todas as junções é colocada uma tela de reforço para dar mais rigidez e para assegurar uma continuidade ao isolamento térmico e acústico.

Pode-se utilizar o sistema com um único elemento construtivo (vedações verticais e horizontais-coberturas em lajes planas, inclinadas e em forma de arco). Quando utilizado na vertical poderá ser usado apenas como vedação junto a outros elementos de função estrutural ou ele mesmo com ambas as funções. Estes painéis proporcionam racionalização dos projetos, por ter características modulares e dependendo da necessidade do projeto, quando na confecção dos painéis, ou mesmo durante a obra, poderão ser acrescentados outros materiais. Os mesmos também são fáceis de serem recortados, quando necessário.

Se compararmos com outros elementos de vedação, fazendo uma proporção entre suas dimensões padrão (100 x 1000 x 2600 mm), os painéis do Sistema Monolite eles são relativamente leves, não necessitando de equipamentos de grande porte, como guias, para seu transporte. Seu processo executivo não requer mão de obra especializada. A montagem é feita

de forma seqüencial, utilizando de régua, recebendo travamento e instalações de água, esgoto, elétrica e telefônica, as quais poderão ficar embutidas, recebendo em seguida os revestimentos.

Bertoldi (2007) apresenta a Tabela 3-2 a seguir, onde são feitas comparações entre as espessuras das placas monolíticas de EPS com alvenaria de bloco cerâmico para uma mesma transmitância térmica.

Tabela 3-2 - Comparações entre as espessuras da placas de EPS e Alvenaria Cerâmica

Descrição	Espessura EPS (mm)	Densidade EPS (kg/m ³)	Espessura Painel Argamassado (mm)	Espessura equivalente alvenaria cerâmica (mm)	Transmitância Térmica (W/m ² K)
Painel Parede Ondulado-25	25	10	80	280	1,26633
Painel Parede Ondulado-50	50	10	110	550	0,720
Painel Parede Ondulado-90	90	10	150	980	0,430
Painel Parede Ondulado-140	140	10	200	1510	0,289
Painel Piso Nervurado-100	100-40	15	150	-	0,470

3.7 Concepções de Projeto

O projeto é, na realidade, a primeira etapa do desenvolvimento do produto, e representa um custo único, no entanto, as falhas de um projeto mal elaborado permanecem durante toda a vida útil da construção, e em alguns casos, constituindo-se em elevados custos de manutenção, reparos e insatisfação.

É importante que se tenha uma racionalização no processo construtivo para que se possam controlar todas as ações necessárias, a fim de melhorar o uso dos recursos materiais, humanos, organizacionais, energéticos, tecnológicos, temporais e financeiros disponíveis na construção em todas as suas fases. O Brasil foi um dos primeiros países do mundo a aprovar uma norma de Coordenação Modular decimétrica (módulo de 10 cm), a NB-25R (1950), sob o título: Modulação das Construções. Hoje já se tem um total de 26, com datas de publicação de 1977 e 1982, produzidas pelo CB-2, o “Comitê Brasileiro de Construção Civil” e pelo CE-2:02.15, a “Comissão de Estudo de Coordenação Modular da Construção”.

A modulação da alvenaria ou painel é o acerto das dimensões em planta e do pé direito da edificação, em função das dimensões do elemento base do sistema construtivo escolhido (bloco ou painel), de modo a se evitar cortes ou ajustes durante a execução das paredes. Segundo Rosso (1976), engenheiros e arquitetos têm um papel fundamental na implantação da Coordenação Modular, desde a fase do projeto dos componentes até a fase da utilização da edificação.

É importante que além da coordenação modular dos blocos ou painéis, haja uma coordenação dimensional entre os demais componentes e subsistemas. Rosso (1976) comenta ainda que “A coordenação dimensional não deve ser entendida como mero instrumento geométrico, mas também, físico e econômico. Não está vinculada, apenas à composição arquitetônica, mas também, à tecnologia e à produção”. Pois não só garantem uma perfeita realização das tarefas, mas também, colaboram para uma perfeita fabricação do produto e integração com as várias etapas do processo construtivo. Um projeto, onde se tem como base a modulação dos painéis, na sua fase de execução terá maior racionalização e produtividade.

Segundo IBS (2005) coordenação modular é o conceito para a coordenação de dimensão e espaço em que os edifícios e seus componentes, são dimensionados e posicionados em função de uma unidade básica ou módulo.

3.8 Materiais utilizados na montagem dos painéis

Para montagem dos painéis em obra, é necessário efetuar a amarração entre as telas e demais elementos estruturais. Esta operação poderá ser feita de forma manual ou não. Quando realizada de forma manual, é feita com o uso de arame e alicates, ferramentas comuns nos canteiros de obra, porém recomendam-se o uso de grampeadoras pneumáticas, como mostrado na Figura 3-23, pois proporcionam uma maior produtividade e padronização na fixação.

Os materiais constituintes dos grampos e os utilizados para amarração devem ser compatíveis com o aço das telas e armaduras evitando, assim, a formação de pontes galvânicas que minimiza os efeitos da corrosão das armaduras.



Figura 3-23 - Grampeadeira Pneumática

Na fase de instalações, faz-se necessária abertura de sulcos, os quais receberão as tubulações. Para a execução destes sulcos, utiliza-se como ferramenta auxiliar o soprador térmico (Figura 3-24), que produz ar quente sobre o poliestireno expandido provocando a contração do material. Como alternativa a este, pode-se utilizar maçarico, equipamento utilizado para solda.



Figura 3-24 - Soprador Térmico

Para execução do reboco, além da forma manual tradicional, podem-se utilizar as rebocadoras pneumáticas - tipo caneca, conforme Figura 3-25 e Figura 3-26, proporcionando economia na execução dos revestimentos, sem o emprego de mão-de-obra especializada. Este equipamento permite, ainda, um revestimento de melhor qualidade. Um operário que trabalha com esta rebocadora em condições perfeitas, ou seja, projeto, andaimes desmontáveis e fornecimento contínuo de material, poderá rebocar até $60 \text{ m}^2 / \text{h}$, usando uma espessura de 1 cm. Considerando que a produtividade usual para execução manual de reboco com argamassa pré-fabricada de mesma espessura é de $0,5 \text{ h/m}^2$ ou $2,0 \text{ m}^2/\text{h}$ (PINI, 2008), a produtividade obtida com este equipamento é trinta vezes superior.



Figura 3-25 - Rebocadora pneumática ou caneca de projeção de argamassa -
(<http://www.fridulsa.com.uy/materiales>)



Figura 3-26 - Rebocadora pneumática ou caneca de projeção de argamassa -
(<http://www.fridulsa.com.uy/materiales>)

3.9 Técnicas Construtivas

A seguir são descritas e exemplificadas as principais técnicas construtivas utilizadas na execução de edificações com o sistema.

- Etapa I: Nesta etapa é realizada a preparação das fundações que poderá ser uma laje de fundação, sapata corrida, ou uma em conformidade com as condições do terreno e do projeto estrutural. Após o término das fundações deverão ser fixados arranques de aço de 3,4 mm a 5 mm e 30 cm acima do piso (Figura 3-27 e Figura 3-28 a seguir), que alinhados pelo gabarito da obra serão fixados aos painéis monolíticos.



Figura 3-27 - Preparação da fundação - (<http://www.tecnocell.com.br/produtos>)



Figura 3-28 - Arranques para fixação dos painéis - (<http://www.tecnocell.com.br/produtos>)

- Etapa II: Nesta etapa é realizada a montagem dos painéis. A partir dos arranques deixados no “radier”, os painéis são unidos uns aos outros por processo normal de amarração de ferragens. Da mesma forma utilizada na alvenaria convencional, deve-se verificar o prumo e alinhamento das paredes, Figura 3-29.



Figura 3-29 - Montagem dos painéis - (<http://www.tecnocell.com.br/produtos>)

Os painéis podem ser recortados e aplicados conforme a necessidade, como exemplo, a Figura 3-30 apresenta a montagem em uma área que possui vão aberto, os painéis recortados se juntam a painéis inteiros.

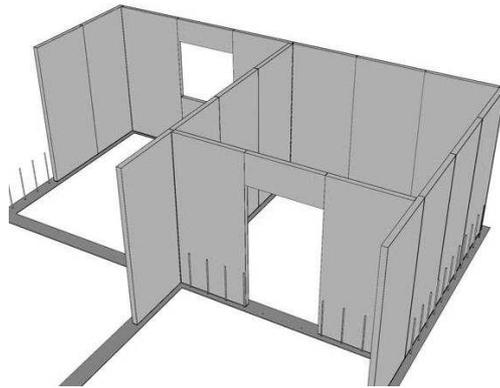


Figura 3-30 - Corte dos painéis para acomodação de aberturas (<http://www.cassaforma.com>)

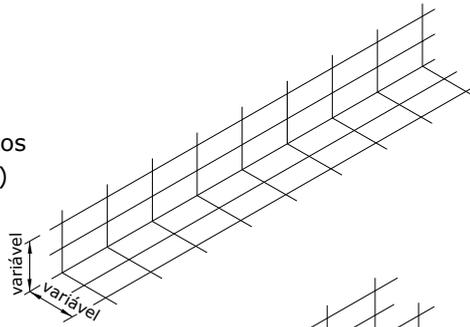
Depois de serem colocadas todas as placas de uma parede sobre a base alinhada aprumada, fazem-se a colocação das telas de reforço para se obter uma maior rigidez.

Os cantos de parede podem ser efetuados de duas maneiras:

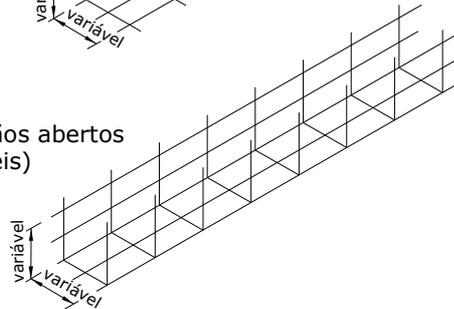
- Sem colunas de alinhamento: os painéis são unidos diretamente uns aos outros pelos arranques existentes em todos eles e cantoneiras de tela;
- Com colunas de alinhamento: os painéis são unidos por uma cantoneira de tela ficando a treliça de 3,00 m entre eles formando uma coluna de aproximadamente 10 cm x 10 cm que será posteriormente concretada, utilizam-se tiras de EPS sob as telas, que servem de fôrma para o concreto.

Devem ser dispostas armaduras em ângulo para reforço dos cantos, armaduras em U para reforço dos vãos abertos e armaduras planas para reforço em zona corrente ou nas emendas de painéis conforme esquematizado na Figura 3-31.

MALHA ANGULAR
Para reforço nos cantos
(dimensões variáveis)



MALHA EM "U"
Para reforço nos vãos abertos
(dimensões variáveis)



MALHA PLANA
Para reforço em 45° vértices de vãos ou emendas
(dimensões variáveis)

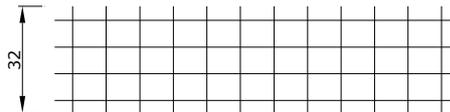


Figura 3-31 - Armaduras de reforço

A espessura total é em média de 3 cm de argamassa em cada face do painel.

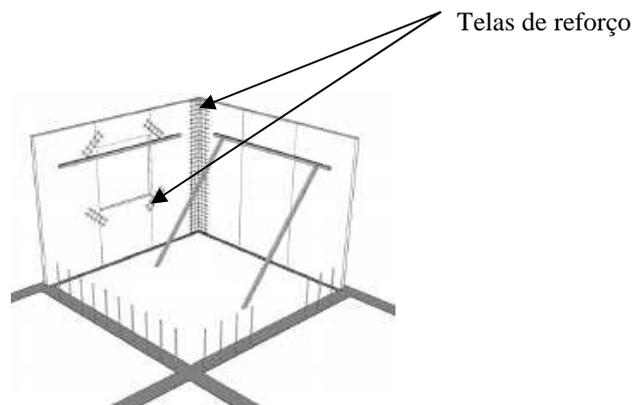


Figura 3-32 - Reforço nos vãos abertos dos painéis (<http://www.cassaforma.com>)

- Etapa III: Nesta etapa são executadas as instalações (elétrica e hidráulica). O processo é feito com a utilização de um soprador de ar quente, onde são feitos canaletas para a passagem dos tubos da instalação hidráulica e elétrica, de forma rápida, limpa e sem

desperdício, quando comparado ao sistema tradicional. Este processo é ilustrado na Figura 3-33 a seguir.



Figura 3-33 - Abertura de canaletas com um soprador de ar quente
(<http://www.tecnocell.com.br/produtos>)

- Etapa IV: Nesta etapa é realizado o revestimento da parede. Executa-se o revestimento de argamassa ou micro concreto diretamente sobre o painel. A fase de revestimento dos painéis é um pouco difere do reboco na alvenaria convencional. A principal diferença está no traço e composição da massa, que na realidade trata-se de argamassa estrutural ou micro-concreto. O acabamento do revestimento aplicado será uniforme e sua aparência de qualidade superior, pois as marcas do trajeto das instalações elétricas e hidráulicas, quase sempre visíveis nos sistemas tradicionais, não aparecerão. Pode-se utilizar nesse procedimento um “projetador” (caneca de projeção) de argamassa, Figura 3-25 e Figura 3-26, para dar velocidade à execução ou utilizar processo o manual tradicional de chapisco e reboco. Inicialmente é realizado um chapisco grosso, e posteriormente é executado o reboco sarrafeado com a mesma argamassa, finalizando na face externa com massa fina desempenada. Internamente pode-se deixar a argamassa sarrafeada e dar acabamento posterior com massa corrida ou gesso. A Figura 3-34 a seguir exemplifica a aplicação do revestimento com a utilização de uma “caneca de projeção de argamassa” ou rebocadora pneumática de argamassa.



Figura 3-34 - Projeção de argamassa em painel (BERTINI, 2002)

Os componentes do micro concreto são: areia média e cimento com a inclusão de fibras plásticas e aditivos, para dar maior consistência e impedir a retração excessiva do concreto. Cada parede deve ser rebocada pelos dois lados para evitar problemas de alinhamento e prumo.

O traço a seguir (Tabela 3-3) é o usualmente utilizado para as argamassas usadas de revestimento.

Tabela 3-3 - Traços usuais para argamassa de revestimento

INSUMO	CONSUMO POR DEMÃO	
	1°	2°
Cimento Portland	50 kg	50 kg
Areia média	100 kg	175 kg
Brita zero (pedrisco)	75 kg	-
Fibras de polipropileno	250 g	250 g
Aditivo plastificante	50 ml	50 ml
Água	17,5 l	17,5 l
Relação água/cimento	0,35	0,35

Se a construção a ser realizada com este sistema for dotada de laje de cobertura, antes de se concluir o revestimento dos painéis, ainda na fase de chapisco, pode-se proceder à

montagem desta laje, utilizando trilhos ou nervuras tradicionais pré-fabricados e lajotas de EPS. Uma opção adicional é a utilização de painéis monolíticos específicos para desempenhar a função de uma laje. Importante ressaltar também que este sistema construtivo permite construções de dois pavimentos sem a necessidade de estrutura auxiliar. Bastando para tal na fase de montagem da laje intermediária, a execução das treliças que servirão de arranques para as paredes desse pavimento. A partir dessa fase, os demais procedimentos de cobertura, acabamento e pintura são iguais das construções convencionais.

4 O Sistema Construtivo Casa 1.0

4.1. Origem do Sistema

O Sistema Casa 1.0 é uma tipologia construtiva idealizada conjuntamente pela Associação Brasileira de Cimento Portland – ABCP – e pela Organização não Governamental Água e Cidade tendo a Escola Politécnica da Universidade de São Paulo como suporte técnico para o seu desenvolvimento. Trata-se de um projeto que utiliza o concreto celular ou a alvenaria de blocos estruturais de concreto como principais elementos construtivos das paredes e que busca aliar a qualidade técnica dos materiais utilizados com a minimização dos desperdícios e dos custos de construção.

O termo Casa 1.0 busca estabelecer uma analogia com os carros populares, que atingiram enorme sucesso na última década. Produção em série, padronização de processos construtivos, utilização de materiais testados e aprovados formam um conceito de produção que os idealizadores pretendem que seja uma alternativa para a redução do déficit habitacional brasileiro.

As premissas fundamentais do Sistema Construtivo Casa 1.0 como sistema industrializado para construção de habitações leva em consideração a necessidade de se construir residências que não sejam limitadas ou insalubres e que propiciem adequadas condições de habitabilidade aos seus moradores. Para tal o sistema foi pensado tendo em conta os seguintes pressupostos: (JUNKEIRA, 2006).

- Redução dos custos de construção através de projetos racionalizados e do uso de materiais e tecnologias de comprovadamente eficazes;
- Compatibilização dos projetos arquitetônicos, estruturais, de instalações entre si e com as tecnologias e materiais empregados;
- Projeto de ambientes visando o conforto do usuário, bem ventilados e iluminados e adequados para receber móveis com dimensões comerciais;
- Possibilidade de ampliações e modificações pelo usuário, sem comprometer as premissas atingidas no projeto original e
- Utilizar materiais e tecnologias locais e acessíveis.

4.2. Características do Sistema

O Sistema Construtivo Casa 1.0 utiliza os conceitos das construções racionalizadas em alvenaria estrutural não armada que se caracterizam pela coordenação modular e pela utilização de blocos de concreto com resistência à compressão de 4,5 MPa na área bruta, usualmente empregados como blocos de finalidade estrutural.

A alvenaria estrutural racionalizada de blocos vazados de concreto é um sistema construtivo em que a parede, construída com blocos modulados de mesma família, desempenha duas funções: vedação (fechamento) e elemento estrutural, suportando as ações verticais e horizontais. Essa racionalização proporciona mais eficácia e economia ao sistema, que apresenta vantagens significativas, tais como:

- Redução de armaduras
- Redução de fôrmas
- Eliminação das etapas de moldagem dos pilares e vigas
- Facilidade na montagem da alvenaria
- Redução de desperdícios e posterior retrabalho.

A coordenação modular é uma técnica que permite relacionar as medidas de projeto com as demais medidas modulares das unidades por meio de um reticulado espacial de referência. Trata-se de um processo essencial para a racionalização da alvenaria estrutural e se constitui num dos principais motivos pelos quais esta tecnologia construtiva é considerada um processo racionalizado.

O conceito da coordenação modular é aplicável a qualquer sistema construtivo e tem como pressuposto a adoção de soluções construtivas em todas as etapas da obra, do Projeto à Execução, que favoreçam a minimização dos desperdícios de materiais, de mão-de-obra e de tempo (FRANCO, 1998). Detalhes mais aprofundados sobre a aplicação da coordenação modular podem ser obtidos em Modler (2000).

Nesta mesma direção de pensamento, Lordsleem (2000) caracteriza a racionalização construtiva como o conjunto de ações que visam à otimização do uso dos recursos disponíveis em todas as fases da construção.

A Figura 4-1 a seguir (LORDSLEEM, 2000) sintetiza as atividades necessárias para a produção racionalizada da alvenaria que não obstante tenha sido elaborado com foco na alvenaria de vedação é perfeitamente ao caso da execução da alvenaria estrutural racionalizada.

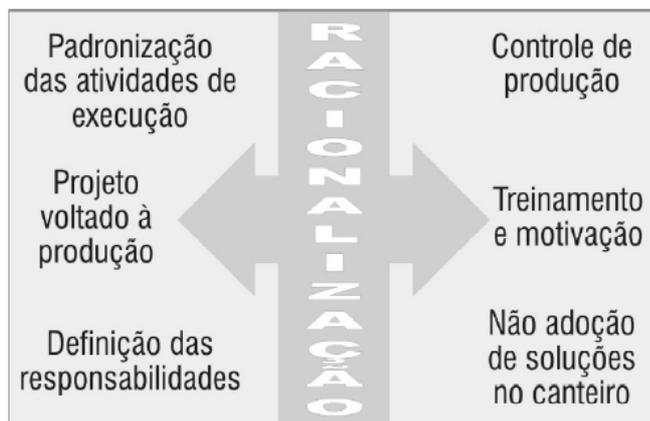


Figura 4-1 - Ações para a racionalização da produção (Lordsleen, 2000, p. 19)

A utilização de paredes em alvenaria, com função resistente, mas sem dimensionamento através de cálculo racional e modulação dimensional, caracteriza o que usualmente se refere como alvenaria resistente. Esta técnica construtiva tem sido largamente utilizada em edificações de até quatro pavimentos na Região Metropolitana do Recife e em alguns estados do país, mas não pode ser considerado como processo racionalizado da alvenaria estrutural (OLIVEIRA; SILVA; SOBRINHO, 2008).

4.2.1 Fundações

A fundação é função do tipo de terreno onde a edificação será implantada. Pode ser fundação direta: radier, sapata, sapata corrida, ou indireta: estaca broca manual, estaca pré-moldada, entre outros. No caso de necessidade de vigas de baldrame, os mesmos serão executados com canaletas de concreto de 4,5 MPa de 14 cm de largura e preenchidos com concreto f_{ck} 15 MPa armado.

4.2.2 Superestrutura e Paredes

A estrutura será executada em alvenaria com blocos de concreto estrutural de 4,5 MPa de 14 cm de largura de acordo com as seguintes normas:

- NBR 6136/2006: Blocos vazados de concreto simples para alvenaria;
- NBR 12118/2006: Blocos vazados de concreto simples para alvenaria – Métodos de ensaio. Reúne os procedimentos para determinação da resistência à compressão, absorção de água, retração por secagem e análise dimensional dos blocos. Foram canceladas e substituídas a sua versão anterior, publicada em 1991, a NBR 7184: Blocos vazados de concreto simples para alvenaria – Determinação da resistência à compressão e a NBR 12117: Blocos vazados de concreto para alvenaria – Retração por secagem. As alterações nos procedimentos de ensaio são poucas, mas a sua reunião em um único exemplar deve facilitar a divulgação e conhecimento.

Os blocos devem apresentar homogeneidade em suas características, tais como: porosidade, textura, absorção, retração e resistência à compressão conforme consta na Tabela 2-3.

Preferencialmente, o bloco deve possuir o Selo de Qualidade da ABCP, se forem utilizados blocos de concreto, e as próprias paredes é que servirão de estrutura para a edificação (alvenaria estrutural). Os blocos serão assentados com argamassa industrializada múltiplo uso. Serão executadas vergas e contra-vergas nas aberturas de portas e janelas com concreto f_{ck} 15 MPa armado, utilizando-se o bloco tipo canaleta, de acordo com o projeto estrutural. As lajes são do tipo pré-moldadas treliçadas em concreto f_{ck} 15 MPa armado. Os baldrames serão impermeabilizados com 2 demãos de tinta asfáltica para concreto e papelão alcatroado.

Junto aos vãos das janelas deverá ser executada contra-verga com blocos de concreto tipo calha (14x19x19cm), cheios de concreto estrutural e duas barras metálicas com $\Phi=5.0$ mm. Para os vãos das portas deverá ser executado verga nas mesmas especificações. Os vãos das janelas deverão ser executados conforme projeto e foram programados para estarem

com o vão superior junto à viga de travamento (respaldo), economizando a colocação da verga. Os blocos utilizados deverão apresentar boa qualidade, arestas vivas, sem trincas. As juntas deverão ter no máximo 12 mm, rebaixadas a ponta de colher, permanecendo perfeitamente colocados em linhas horizontais contínuas e verticais descontínuas (ABCP).

A edificação não receberá revestimento, serão executadas faixas lisas junto à pia da cozinha, tanque e no box do banheiro, em massa única (emboço paulista).

Ainda segundo a ABCP, as diretrizes básicas para os projetos de arquitetura do sistema devem levar em conta alguns aspectos que são importantes para sua eficiência e funcionalidade e tem repercussão direta na minimização dos custos de construção, hipótese fundamental do sistema. A seguir são relacionados alguns destes aspectos, a título de exemplificação.

- Racionalização: Parede hidráulica, perímetro reduzido de paredes, alvenaria racionalizada com mínimas perdas, fundação direta e processos construtivos compatíveis com a realidade tecnológica do país;
- Layout inteligente: Mínima área de circulação, separação das áreas íntima, social e serviços, área mínima habitável em cada ambiente com possibilidade de ampliação e personalização;
- Tecnologia: Utilização de materiais e tecnologias locais e acessíveis;
- Área construída ideal: Casas até 42 m² e Apartamento até 46 m².

4.2.3 Detalhes do Processo Construtivo

As etapas principais da construção são descritas a seguir (ABCP, 2002).

4.2.3.1 Alvenaria

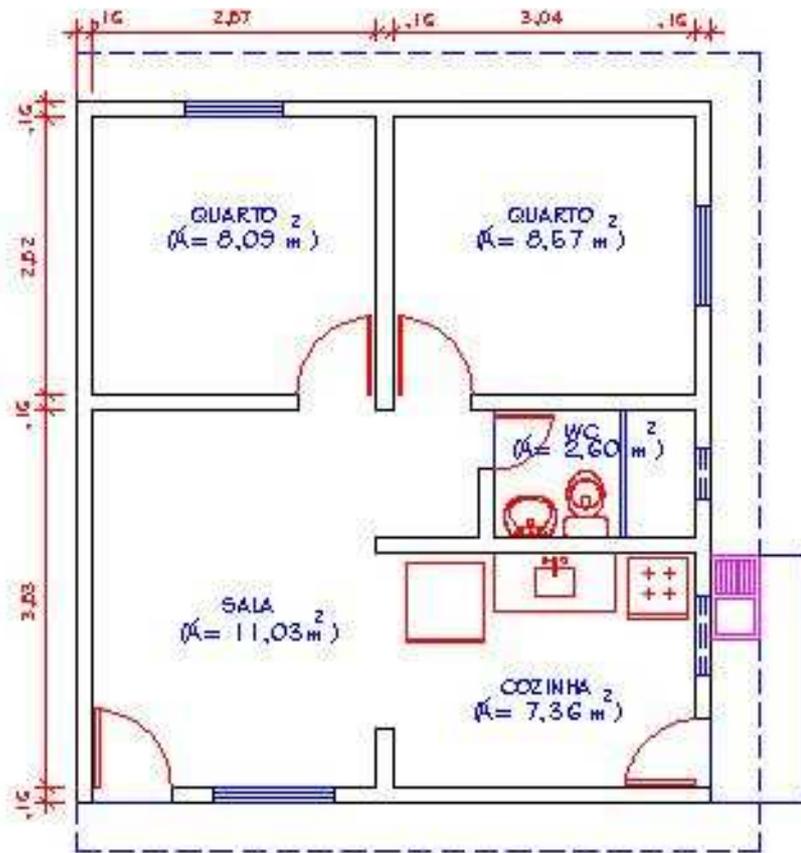
Primeiramente, deve-se observar a locação das instalações, porque as tubulações elétricas coincidirão com os furos dos blocos, e as instalações hidrosanitárias com os *shafts*. A Figura 4-2 a seguir ilustra este processo.



Figura 4-2 – Execução da alvenaria – locação (ABCP, 2002).

4.2.3.2 Marcação

O processo de marcação é realizado através das informações contidas na planta de primeira fiada da edificação. A planta de primeira fiada é uma das etapas do processo modular de construção de obras em alvenaria racionalizada. A Figura 4-3 e a Figura 4-4 a seguir ilustram uma planta típica de arquitetura e a planta de primeira fiada de um projeto arquitetônica típica (geminada) utilizada no Sistema Casa 1.0.



PLANTA BAIXA - (Área = $45,70 \text{ m}^2$)

Figura 4-3 - Planta arquitetônica típica utilizada no Sistema Casa 1.0 (ABCP, 2002)



PLANTA BAIXA - 1ª FIADA

Figura 4-4 - Planta da primeira fiada (ABCP, 2002)

Deve ser observada, primeiramente, a locação das instalações, porque as tubulações elétricas deverão coincidir com os furos dos blocos e as instalações hidro-sanitárias, com os shafts. Instalações e armaduras coincidem com os furos dos blocos de concreto graças à precisão dimensional e ao uso da família adequada de componentes. Com os pontos precisamente demarcados, as fundações podem ser executadas.

A elevação de alvenaria começa a partir da execução da segunda fiada. Nesta fase serão executados os vãos das esquadrias, sendo que os vãos das portas já foram locados na primeira fiada. É realizado também o embutimento dos eletrodutos, são definidos os locais para as instalações de água e esgoto (shafts) e os detalhes estruturais (armações e concretagens). Todos esses detalhes deverão estar contidos nas elevações das paredes, com soluções práticas estabelecidas na fase de projeto. A Figura 4-5 a seguir ilustra a planta de elevação de uma parede de alvenaria do Sistema Casa 1.0.

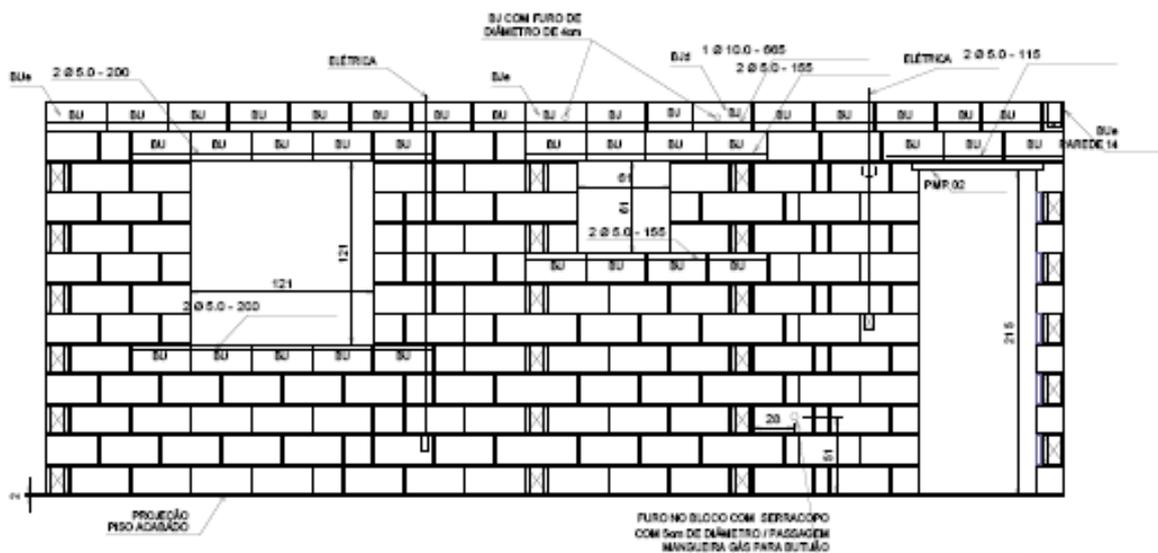


Figura 4-5 - Planta da elevação da alvenaria (ABCP, 2002)

4.3. Componentes e Elementos do Sistema

Os componentes e elementos de um sistema construtivo que utiliza a alvenaria com estrutural podem ser entendidos, respectivamente, como os insumos (cimento, argila, areia, entre outros) que compõem os elementos que, por sua vez, são definidos como partes da obra obtidas pela junção de dois ou mais componentes (SILVA, 2003). Tomando com base esta definição é possível relacionar como componentes de um sistema em alvenaria estrutural os blocos, as juntas de argamassa e, eventualmente, a armadura e o graute e como elementos decorrentes da junção destes componentes a parede, o pilar de alvenaria, as cintas, as vergas e contra-vergas e a laje. A seguir serão apresentadas as principais características dos componentes e elementos do sistema.

4.3.1 Blocos

Os blocos são as unidades principais do sistema em alvenaria estrutural e respondem por parcela importante das características do mesmo, tais como: resistência à compressão, durabilidade, precisão e estabilidade dimensional, resistência ao fogo e a penetração da chuva

bem como o isolamento acústico e térmico (CAVALHEIRO, 1995). A proposta da Casa 1.0 da ABCP contempla a utilização de paredes de blocos de concreto, mas não há qualquer restrição de ordem técnica quanto a utilização de blocos cerâmicos com as mesmas características exigidas para os blocos de concreto. Desta forma, serão apresentadas a seguir as características destas duas tipologias de blocos.

A Figura 4-6 a seguir apresenta a família de blocos de concreto utilizados correntemente.

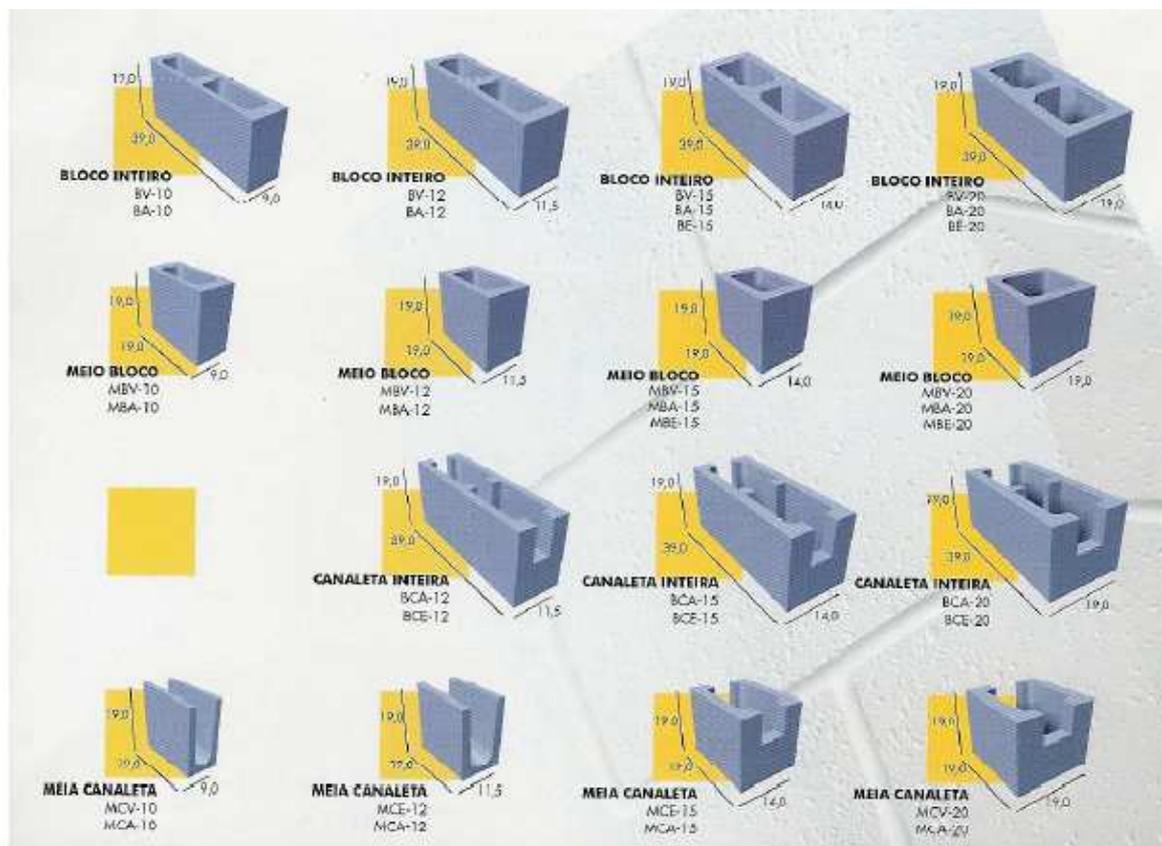


Figura 4-6 - Família de blocos de concreto (Pallotti, 2003 apud Silva, 2003)

De acordo com a NBR 6136 (2006), os blocos vazados de concreto são unidades prismáticas, usualmente com dois furos verticais dispostos ao longo da altura, cuja área líquida (área útil) é igual ou inferior a 75% da área bruta (área total da seção transversal normal aos furos).

Medeiros (1993) define o bloco de concreto como uma unidade constituída pela mistura homogênea de cimento Portland, agregado graúdo e miúdo, adequadamente proporcionada, com dimensões superiores a 250 x 120 x 55 mm (comprimento, largura e

altura). Na família de blocos exibida na Figura 4.2 acham-se mostrados vários tipos de blocos que são utilizados: blocos inteiros, meios blocos e blocos canaletas. A coordenação modular recorre a estas variadas formas para executar um projeto em alvenaria racionalizada. Os blocos com largura de 11,5 cm indicados na Figura 4.2 surgem como uma alternativa recente aplicável apenas a construções de menor porte, que visa conciliar as vantagens construtivas da alvenaria estrutural à economia de custos devido ao seu menor peso, aspecto que tem influência na produtividade na execução das paredes.

Mais usualmente o projeto de obras em alvenaria estrutural de blocos de concreto utiliza duas famílias de blocos: a família 29 e a família 39. A família 29 é composta de três elementos básicos: o bloco B29 (14x19x29 cm), o bloco B14 (14x19x19 cm) e o bloco B44 (44x19x14 cm). A família 39 é composta de três elementos básicos: o bloco B39 (14x19x39) o bloco B19 (14x19x19 cm) e o bloco B54 (14x19x54 cm). Um elemento complementar, o B34 (14x19x34) auxilia no fechamento da modulação. Caso presente 19 cm de largura, a família 39 restringe-se ao B39 (19x19x39cm) e ao B19 (19x19x19cm).

Os blocos cerâmicos são regulados pelas normas NBR 15270 (2005). Esta norma é dividida em três partes sendo a primeira destinada a blocos cerâmicos de vedação, a segunda destinada a blocos cerâmicos com finalidade estrutural e a terceira que aborda os métodos de ensaios para blocos cerâmicos de vedação e estrutural.

O processo de fabricação dos blocos cerâmicos obedece, na maioria das vezes, as seguintes fases: misturam-se dois ou três tipos de argila, adiciona-se água e a mistura resultante é homogeneizada e transportada para uma matriz onde os blocos serão extrudados. A conformação ocorre por extrusão, onde a massa de argila é pressionada através do molde que dará a forma da seção transversal. A coluna extrudada obtida passa por um cortador, onde se tem a dimensão do componente, perpendicular a seção, transversal. Posteriormente os blocos são submetidos à secagem e a queima é feita a temperaturas que variam entre 900 C° a 1.100 C°.

A Figura 4-7 e a Figura 4-8 a seguir mostram os blocos cerâmicos usualmente empregados em construções de alvenaria racionalizada.



Figura 4-7 - Família de blocos cerâmicos (Pallotti, 2003 apud Silva, 2003)

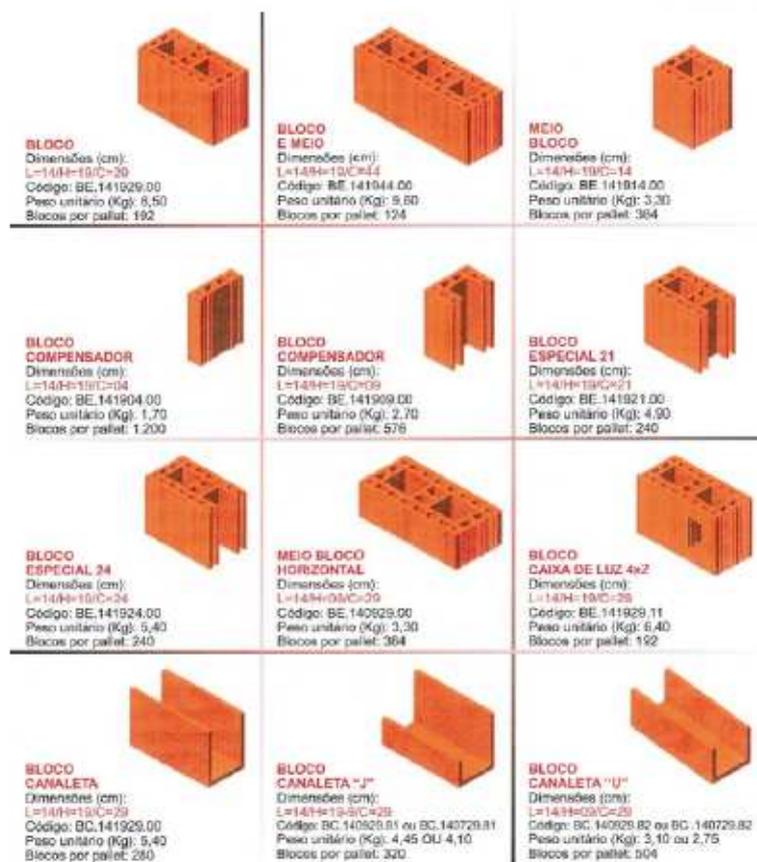


Figura 4-8 - Família de blocos cerâmicos (Pauluzzi, 2003 apud Silva, 2003)

Freqüentemente, a discussão sobre escolha do tipo de blocos a utilizar (blocos de concreto ou blocos cerâmicos) envolve uma série de condicionantes, dentre as quais podem ser citadas como mais decisivas a produtividade, o custo, o desempenho do material e sua disponibilidade no local de execução do empreendimento. O trabalho não pretende efetuar uma análise comparativa definitiva sobre estes dois tipos de materiais, mas apenas oferecer informações qualitativas preliminares que permitam uma percepção geral sobre os condicionantes acima descritos.

No que diz respeito à produtividade, são fatores de importância o peso e as dimensões geométricas globais dos blocos. Blocos de concreto com dimensões 14 cm x 19 cm x 39 cm pesam aproximadamente 12 kgf ao passo que os similares cerâmicos pesam em torno de 6 kgf a unidade. Esta diferença de peso tem repercussão direta na produtividade. Com efeito, se consideramos uma equipe composta por um pedreiro e um servente, a produtividade obtida na alvenaria com blocos cerâmicos seria de 1,43m²/h ao passo que na alvenaria com blocos de concreto este valor seria de 1,25 m²/h. Ou seja, a produtividade da alvenaria com blocos cerâmicos estruturais é cerca de 13% superior à da alvenaria com blocos de concreto. Estes

dados foram trabalhados através de informações contidas nas composições analíticas de serviços da Tabela de Composições de Preços Para Orçamentos – TCPO - da PINI (PINI, 2009). Em média, uma parede de blocos cerâmicos estruturais com largura de 14 cm e sem revestimento chega a pesar $1,68 \text{ kN/m}^2$ ($12 \text{ kN/m}^3 \times 0,14 \text{ m}$) ao passo que uma parede com bloco de concreto estrutural com as mesmas características chega a pesar $2,66 \text{ kN/m}^2$ ($19 \text{ kN/m}^3 \times 0,14 \text{ m}$).

Com relação aos custos diretos unitários de aquisição dos dois tipos de blocos, nota-se importante diferença: a unidade do bloco de concreto custa em média R\$ 1,96 ao passo que a unidade do bloco cerâmico custa R\$ 0,97 (PINI, 2009). Estes dados foram obtidos da TCPO (PINI, 2009), tendo como referência de preços a praça de Recife no mês de maio de 2009.

No que diz respeito ao desempenho dos dois materiais pode-se afirmar que os blocos cerâmicos apresentam um resultado mais favorável em relação ao conforto térmico e acústico do que os blocos de concreto e não apresentam também problemas de retração por secagem. Por outro lado, os blocos de concreto estrutural podem apresentar resistência à compressão mais elevada do que os blocos cerâmicos. Os blocos cerâmicos ainda possuem um acabamento superficial mais homogêneo e estão disponíveis mais opções de modulação, ao passo que os blocos de concreto, por apresentar maior resistência à compressão, possibilitam construções com maior número de pavimentos.

A utilização de blocos de concreto ou cerâmicos de vedação com finalidade estrutural não é permitida pela normatização nacional nem internacional, mas seu uso tem sido freqüente em algumas edificações multifamiliares no país (OLIVEIRA; SILVA; SOBRINHO, 2008) e, não obstante o elevado risco de ruína que se incorpora à edificação com a utilização deste tipo bloco, alguns programas governamentais em nível federal e estadual têm sido realizados com este método construtivo.

Em nível federal, um dos mais importantes órgãos de financiamento dos programas habitacionais no país - a Caixa Econômica Federal – estabeleceu em 2003 (CEF, 2003) os requisitos e critérios mínimos a serem atendidos para solicitação de financiamento de edifícios em alvenaria estrutural. Muito embora o documento seja mais focado na utilização da alvenaria estrutural para edificações multifamiliares de 3 a 5 pavimentos, o texto contempla exigências quanto a construção de residências unifamiliares de 1 e 2 pavimentos (casas e sobrados). O texto do documento que aborda esta temática diz que “... *caso as casas e sobrados a serem financiados forem projetados tendo como única estrutura suporte as paredes de alvenaria (sem vigas e pilares) e estas forem executadas com blocos cerâmicos ou*

de concreto, somente poderão ser empregados blocos que tenham furos perpendiculares à face de assentamento ou, em outras palavras, que são projetados para serem assentados com os furos e vazados no sentido vertical (definidos na NBR 7171 como blocos portantes)”. Apesar desta recomendação esteja sendo válida desde o ano de 2003, é de conhecimento da autora que a CEF permanece oferecendo linhas de financiamento para projetos habitacionais que utilizam como estrutura das casas, paredes de blocos de vedação com função estrutural.

4.3.2 Argamassas de Assentamento

As argamassas de assentamento, usualmente referidas como juntas de argamassa, desempenham importante papel garantindo a união dos blocos e respondendo pela uniformização das tensões verticais aplicadas sobre a parede. Também são funções da argamassa a garantia da vedação e a compensação de eventuais variações dimensionais das unidades. As argamassas são usualmente constituídas de cimento, agregado miúdo, água e cal e, algumas vezes, o saibro. Há também a possibilidade de utilização de argamassas industrializadas.

Tendo em vista que a argamassa funciona como agente ligante entre os blocos da alvenaria, ele deve apresentar algumas características específicas que possibilitem o desempenho adequado de suas funções. Estas características são usualmente divididas em duas categorias: características no estado plástico e características no estado endurecido. As características desejáveis das argamassas no estado plásticos são: a trabalhabilidade, a capacidade de retenção de água e a velocidade de endurecimento. No estado endurecido, são importantes: a aderência, a resiliência, a adequada resistência à compressão e a baixa retração na secagem. A argamassa deve ter capacidade de retenção de água suficiente para que quando em contato com unidades de elevada absorção inicial, não tenha suas funções primárias prejudicadas pela excessiva perda de água para a unidade. É importante também que seja capaz de desenvolver resistência suficiente para absorver os esforços que possam atuar na parede logo após o assentamento. Informações mais detalhadas sobre os procedimentos de preparo e determinação de traços de argamassas utilizadas em obras de alvenaria podem ser obtidas em Santos (1998).

No projeto da Casa 1.0, a ABCP recomenda a argamassa de assentamento será preferencialmente industrializada, mas caso a opção seja pela utilização de argamassa

produzida na obra, a mesma deverá ser mista, cimento, cal e areia, com resistência característica à compressão igual a 4,0 MPa.

5 O Sistema Construtivo com Paredes de Gesso

5.1 Histórico da Utilização do Gesso

O gesso é um dos materiais mais antigos fabricados pelo homem. Segundo Peres (2001), argamassas em gesso e cal serviram de suporte materiais decorativos, 1,27em pisos e fabricação de recipientes, desde oito mil anos a.C. na Síria e Turquia. O gesso também foi utilizado nas juntas de assentamento estanques, de precisão, entre os enormes blocos de aproximadamente 16.000 kgf na pirâmide erguida por Quéops 2.800 anos antes da nossa era, através de uma técnica construtiva ainda não esclarecida.

O filósofo Theophraste, discípulo de Platão e Aristóteles, e que viveu entre 300 a 400 a.C, citou em seu “Tratado de Pedra” a existência de geseiras em Chipre, na Fenícia e na Síria, e que o gesso era utilizado na confecção de estátuas e artigos para ornamentações.

Na França, após a Invasão Romana, o gesso foi bastante utilizado no aproveitamento das construções em madeira e fabricação de sarcófagos decorados.

Em 1292, uma carta real já citava a exploração de 18 jazidas de pedra de gesso na região parisiense, o qual era então, empregado na fabricação de argamassas, na colocação de placas de madeira, no fechamento de ambientes e na construção de chaminés monumentais.

Na época do barroco, o gesso foi largamente utilizado em estuques, em peças decorativas. Até 1768 a fabricação de gesso era empírica e rudimentar, porém neste ano Lavoisier, presenteou na Academia de Ciências Francesa, o primeiro estudo científico dos fenômenos, que são à base da preparação do gesso.

No século XIX, através dos estudos realizados por Van t’Hoff e, sobretudo, o de Lê Chatelier, conseguiu-se uma explicação científica para a desidratação da gipsita.

Somente a partir do século XX, os equipamentos utilizados na fabricação do gesso começaram a ter uma maior tecnologia, facilitando suas formas de emprego pelo homem (PERES, 2001).

O gesso encontra a sua maior aplicação na indústria da construção civil, é também utilizado na confecção de moldes para indústrias metalúrgicas, cerâmica, e de plásticos; em moldes artísticos, ortopédicos e dentários; como aglomerante do giz. Ainda se emprega o

gesso na fabricação de portas corta-fogo, devido sua resistência ao fogo; na mineração de carvão para vedar lâmpadas, engrenagens e áreas onde há perigo de explosão de gases. Na fabricação de material isolante acústico o gesso é empregado junto a outros materiais porosos. E a mistura de gesso e amianto pode ser usada como isolante para cobertura de tubulações e caldeiras.

5.2 Composição e produção do gesso

O gesso é um material ligante hidrófilo aéreo, serve para ligar ou unir diversos materiais de construção e quando misturado em água forma uma pasta que endurece na presença do ar e normalmente tem apresentação de um pó fino branco.

O gesso bruto é extraído das pedreiras de uma única matéria-prima: a gipsita, que é um sulfato de cálcio hidratado cuja fórmula química ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$), podendo conter impurezas como: sílica (SiO_2), alumina (Al_2O_3), óxido de ferro (FeO), carbonatos de cálcio (CaCO_3) e óxido de magnésio (MgO), em quantidade nunca superior a 6%. A gipsita tem dureza 2 na escala de Mohs, podendo ser riscado com a unha, densidade 2,35, índice de refração 1,53, é bastante solúvel e sua cor é variável entre incolor (Figura 5-1), branca, cinza (Figura 5-2), amarronzada (Figura 5-3 e Figura 5-4), a depender das impurezas contidas nos cristais.

A gipsita sob a ação do calor (em torno de 160°C) desidrata-se parcialmente, originando um semi-hidrato conhecido comercialmente como gesso ($\text{CaSO}_4 \cdot \frac{1}{2}\text{H}_2\text{O}$). Os termos “gipsita”, “gipso” e “gesso”, são freqüentemente usados como sinônimos. Porém, a denominação gipsita é reconhecidamente a mais adequada ao mineral em estado natural, enquanto gesso é o termo mais apropriado para designar o produto beneficiado.



Figura 5-1 - Gipsita - (<http://www.dicionario.pro.br/dicionario/index>)



Figura 5-2 - Gipsita - (<http://bioung05.tripod.com/minerais/IMG0424>)



Figura 5-3 - Gipsita - (<http://pt.wikipedia.org/wiki/Gipsit>)



Figura 5-4 - Gipsita - (<http://www.dicionario.pro.br/dicionario/index>)

O Brasil tem a maior reserva mundial de gipsita com uma pureza de 98% e segundo o Departamento Nacional de Produção Mineral (DNPM) em 2007 a produção nacional de

gipsita bruta ROM alcançou 1.923.119 t, apresentando um crescimento da ordem de 12% em relação ao ano de 2006. Este aumento se deve ao crescimento da indústria da construção civil e, em menor proporção, pela expansão da agricultura. Desta produção nacional, Pernambuco detém 89%, em especial a região do Araripe, nos municípios de Araripina, Bodocó, Exu, Ipubi, Ouricuri e Trindade, os quais geraram um conjunto de atividades empresariais recebendo a denominação de "Pólo Gesseiro do Araripe". O restante da produção nacional está distribuído da seguinte forma: Maranhão com 5,5%, Ceará com 3,5%, Amazonas com 1,6% e Tocantins com 0,4%.

O Pólo Gesseiro do Araripe tem 37 minas em produção e com aproximadamente 300 unidades pequenas de produtoras de artefatos, as quais são responsáveis pela maior parte da produção nacional de gesso correspondendo a 85% da produção nacional, seguido de São Paulo com 6%, do Rio de Janeiro com 5%, do Ceará com, 4% e de Tocantins com apenas 1%. Os principais produtores de cimento das regiões sul e sudeste utilizam como substituto da gipsita o fosfogesso, conhecida também como gipsita secundária, ou ainda, gipsita química, gerado a partir do processo de obtenção do ácido fosfórico nas indústrias de fertilizantes fosfatados.

O processo de produção do gesso está esquematizado na Figura 5-5 a seguir.

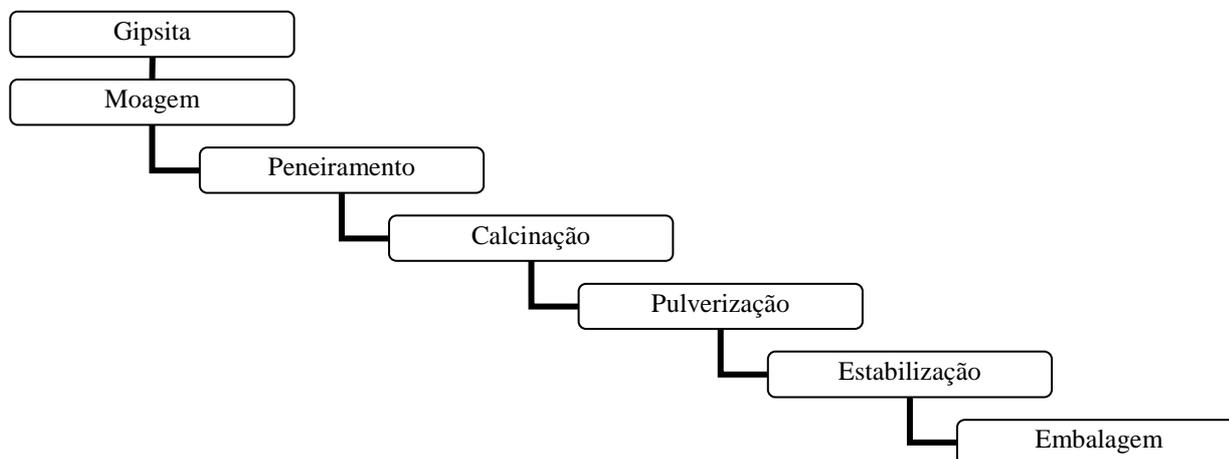


Figura 5-5 - Detalhe esquemático do processo de fabricação do gesso

Não obstante possuir a reserva mundial mais significativa de gipsita, o Brasil ainda utiliza de maneira muito discreta o produto quando comparado com outros países. Dados da Rede Habitare de Pesquisa – Coordenação Modular (BARBOSA, 2009) apontam que no país

são empregados cerca de 15 kg/hab/ano ao passo que na Europa se utiliza 80 kg/hab/ano e nos Estados Unidos são mais de 100 kg/hab/ano.

5.2.1 Tipos de gesso

Segundo Peres (2001), o gesso pode ser tipo “alfa (gesso-pedra)” ou “beta (pasta de Paris)”, o que faz variar é como se processa a calcinação (processo de desidratação). E a forma de se descobrir qual é o tipo de gesso, depende da utilização de toda uma metodologia de caracterização tecnológica.

O gesso alfa apresenta as seguintes características:

- Cristais compactos;
- É muito solúvel em água;
- A operação de calcinação, onde ocorre a transformação da gipsita ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) em gesso, ou Sulfato de Cálcio Hemi-hidratado ($\text{CaSO}_4 \cdot 1/2\text{H}_2\text{O}$), através do calor, acontece em equipamentos fechados e sob pressão maior que a atmosférica;
- A forma alfa é menos reativa que a forma beta e tem menor resistência. Porém segundo Luz et al (2002), ao se fazer a re-hidratação deste gesso alfa, se obtém uma maior densidade e resistência;
- É mais utilizado na produção de materiais ortopédicos e dentários (LUZ et al, 2002).

O gesso beta apresenta as seguintes características:

- A operação de calcinação, onde ocorre a transformação da gipsita ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) em gesso, ou Sulfato de Cálcio Hemi-hidratado ($\text{CaSO}_4 \cdot 1/2\text{H}_2\text{O}$), através do calor, acontece à pressão atmosférica;
- O gesso beta é mais utilizado a construção civil;
- Quando misturado a Anidrita solúvel (CaSO_4), tem um tempo de pega curto e variável, que depende do tempo e condições de estocagem, e pode ser usado em pré-moldados como gesso de fundição;

- Quando misturado a Anidrita insolúvel (CaSO_4), é muito usado para revestimento, pois tem maior trabalhabilidade.
- A forma beta é mais reativa que a forma alfa

5.3 Fabricação de pré-moldados de gesso

Na construção civil se utilizam os pré-moldados fabricados somente com gesso (placas e blocos de gesso) e as chapas de gesso acartonadas.

5.3.1 Fabricação de placas de gesso

As placas de gesso são utilizadas em forros.

No Brasil, a fabricação de placas de gesso, na maior parte das fábricas, ainda é realizada de forma semi-artesanal, utilizando-se muita mão-de-obra e pouca automação. Entre os equipamentos utilizados tem-se: formas, réguas e tubos (PERES, 2001), porém algumas empresas brasileiras já estão automatizando a preparação da pasta, utilizando desadores de gesso e água e fazendo a modelagem dos blocos através de equipamentos hidráulicos e informatizados.

As placas de gesso fabricadas no Brasil foram normalizadas em duas dimensões 60 x 60 cm e 65 x 65 cm. Têm em sua composição basicamente o gesso, porém se pode encontrar placas hidrofugadas, reforçada com fibra de vidro, texturizadas e acústicas.

5.3.2 Fabricação dos blocos de gesso

Os blocos de gesso pré-fabricados são elementos de vedação vertical, utilizados na construção de paredes não-portantes.

Assim como no fabrico das placas, os blocos também são fabricados na grande maioria das vezes de forma artesanal e devem atender aos padrões internacionais preconizados pela norma DIN e NF. Em relação às normas brasileiras, os blocos devem atender as especificações do projeto de norma 02:002.40-010.

5.3.2.1 Características técnicas dos blocos de gesso e cola de gesso

✓ Blocos de gesso S

O bloco de gesso S - de simples -, Figura 5-6, deve ser preferencialmente utilizado na construção de paredes divisórias internas de áreas secas. São usualmente produzidos na cor branca.



Figura 5-6 - Bloco simples

Tabela 5-1 - Características dos blocos de gesso S

Espessura do bloco em mm	70	70	100
Tipo	Vazado	Maciço	Maciço
Dimensões em cm	66x50	66x50	66x50
Peso médio em kg de um bloco	18	24	34
Peso médio em kg/m ²	54	72	102
Dureza-Solidez superficial em shore C	≥ 55	≥ 55	≥ 55
Resistência ao fogo grau corta-fogo	2h	3h	4h
Índice de redução acústica dB (A)	32	34	38
Resistência térmica m ² °C/W	0,23	0,20	0,29
Acréscimo de peso após duas horas de imersão	> 50%	> 50%	> 50%
Resistência a Flexão (Mpa)	2,0 - 3,0		
Resistência a Compressão (Mpa)	4,5 - 5,5		

PN 02:130.40.10-Blocos de gesso- especificações

✓ Blocos de gesso HIDRO

O bloco de gesso HIDRO, Figura 5-7, deve ser utilizado na construção de paredes divisórias internas de áreas secas e, preferencialmente, em áreas molháveis. São usualmente produzidos na cor azul para diferenciá-lo dos blocos de gesso simples.

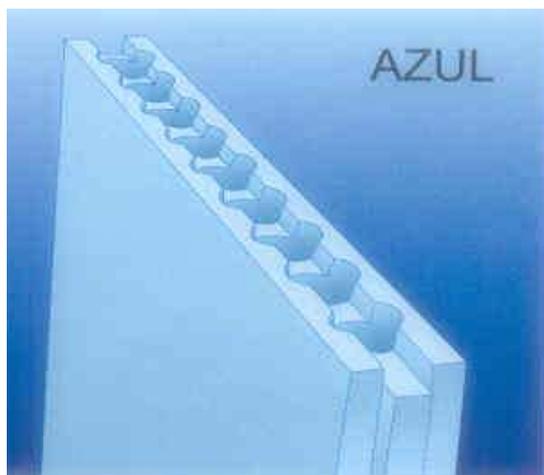


Figura 5-7 - Bloco HIDRO

Tabela 5-2 - Características dos blocos de gesso HIDRO

Espessura do bloco em mm	70	70	100
Tipo	Vazado	Maciço	Maciço
Dimensões em cm	66x50	66x50	66x50
Peso médio em kg de um bloco	18	24	34
Peso médio em kg/m ²	54	72	102
Dureza-Solidez superficial em shore C	≥ 55	≥ 55	≥ 55
Resistência ao fogo grau corta-fogo	2h	3h	4h
Índice de redução acústica dB (A)	32	34	38
Resistência térmica m ² °C/W	0,23	0,20	0,29
Acréscimo de peso após duas horas de imersão	< 5%	< 5%	< 5%
Resistência a Flexão (Mpa)	2,0 - 3,0		
Resistência a Compressão (Mpa)	4,5 - 5,5		

PN 02:130.40.10-Blocos de gesso- especificações

✓ **Blocos de gesso GRG**

O Bloco de gesso GRG deve ser preferencialmente utilizado na construção de áreas de paredes internas, de áreas secas, que necessitem de resistência ao arrancamento e a flexão maior. São blocos reforçados com fibra de vidro, daí a sigla GRG = gesso reforçado com glass (vidro em inglês), Figura 5-8. São usualmente fabricados na cor verde para diferenciar dos blocos simples e HIDRO.

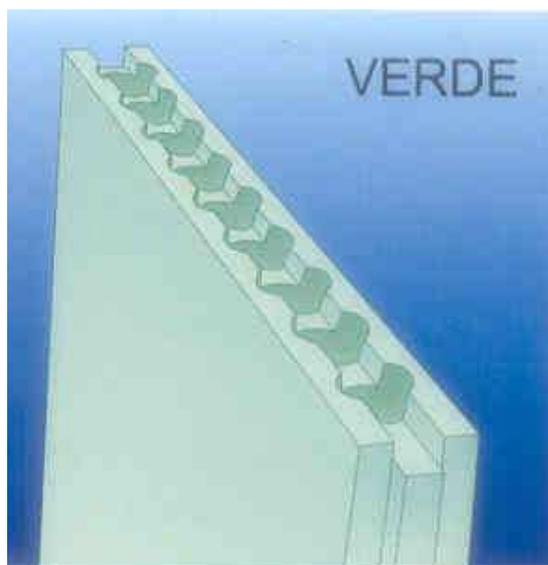


Figura 5-8 - Bloco GRG

Tabela 5-3 - Características dos blocos de gesso GRG

Espessura do bloco em mm	70	70	100
Tipo	Vazado	Maciço	Maciço
Dimensões em cm	66x50	66x50	66x50
Peso médio em kg de um bloco	18	24	34
Peso médio em kg/m ²	54	72	102
Dureza-Solidez superficial em shore C	≥ 55	≥ 55	≥ 55
Resistência ao fogo grau corta-fogo	2h	3h	4h
Índice de redução acústica dB (A)	32	34	38
Resistência térmica m ² °C/W	0,23	0,20	0,29
Acréscimo de peso após duas horas de imersão	> 50%	> 50%	> 50%
Resistência a Flexão (Mpa)	3,0 – 4,0		
Resistência a Compressão (Mpa)	4,5 - 5,5		

PN 02:130.40.10-Blocos de gesso- especificações

✓ **Blocos de gesso GRGH**

O bloco de gesso GRGH são blocos reforçados com fibra de vidro e aditivos hidrofugantes (Figura 5-9). O hidrofugante é um produto que impermeabiliza a superfície onde é aplicado, aumentando a resistência à água. A hidrofugação pode ser realizada na massa do bloco ou superficialmente, após a fabricação do mesmo. Quando a hidrofugação é superficial, é realizada uma impregnação de profundidade com bloqueio intercapilar e depende do tamanho das partículas do gesso. A hidrofugação da massa do bloco pode ser feita com o uso de aditivos de produtos denominados silanos ou ainda diminuindo-se a porosidade, com a adição de superplastificantes que diminuem os macros e médios poros do bloco. Estes tipos de blocos devem ser preferencialmente utilizados na construção de paredes internas em áreas molhadas, como cozinhas, lavabos, áreas de serviço, banheiros, copas, entre outras, ou na execução das primeiras fiadas de paredes construídas em áreas normais, mas sujeitas a lavagens periódicas como ante-salas de consultórios, áreas comuns de condomínios, corredores, etc. Estes blocos são usualmente produzidos na cor rosa para diferenciação dos demais tipos de blocos de gesso anteriormente descritos.

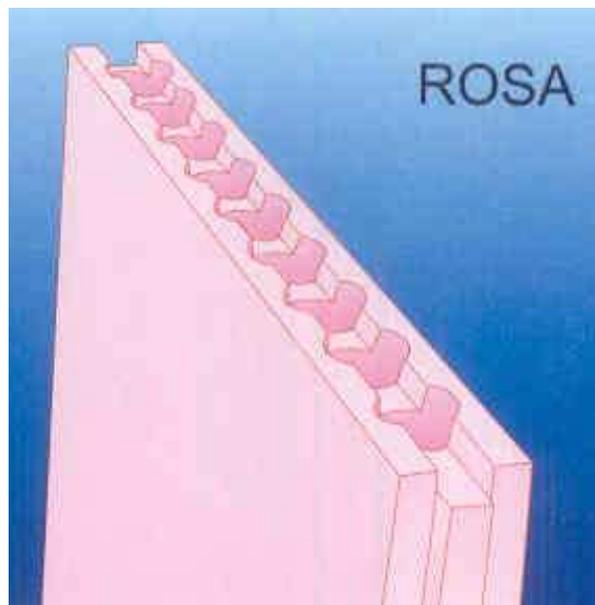


Figura 5-9 - Bloco reforçado com fibra de vidro e aditivos hidrofugantes

Tabela 5-4 - Características dos blocos de gesso GRGH

Espessura do bloco em mm	70	70	100
Tipo	Vazado	Maciço	Maciço
Dimensões em cm	66x50	66x50	66x50
Peso médio em kg de um bloco	18	24	34
Peso médio em kg/m ²	54	72	102
Dureza-Solidez superficial em shore C	≥ 55	≥ 55	≥ 55
Resistência ao fogo grau corta-fogo	2h	3h	4h
Índice de redução acústica dB (A)	32	34	38
Resistência térmica m ² °C/W	0,23	0,20	0,29
Acréscimo de peso após duas horas de imersão	< 5%	< 5%	< 5%
Resistência a Flexão (Mpa)	3,0 – 4,0		
Resistência a Compressão (Mpa)	4,5 - 5,5		

PN 02:130.40.10-Blocos de gesso- especificações

✓ **Cola de gesso**

A cola de gesso é um produto em pó, fornecido em sacos de 1,5 ou 20 kg, fabricado especialmente para ser utilizado na montagem dos sistemas de vedação horizontais (paredes) e verticais (tetos e forros) construídos com blocos pré-moldados de gesso. Pode ser utilizada ainda para colar outros materiais à base de gesso como: sancas, molduras, placas, painéis de gesso acartonado, na colagem de azulejos, cerâmicas e ladrilhos. Fabricada a partir de gessos especiais e aditivos, a cola quando trabalhada com na proporção de 20kg de cola para 13 litros de água, apresenta uma consistência pastosa, permitindo aplicação com bisnagas, espátulas ou ferramentas similares. Por possuir uma resistência à tração superior ao bloco e uma excelente adesividade, a cola de gesso possibilita uma união perfeita entre blocos e entre o bloco e demais materiais; Quando utilizada de forma correta, espera-se um consumo de cola de 0,75 kg/m² de parede construída com o Sistema Construtivo em Gesso. A Tabela 5.5 a seguir ilustra as principais características técnicas da cola de gesso.

Tabela 5-5 - Características técnicas da cola de gesso

Variáveis	Und	Valores
Relação Água/gesso	-	0,63 a 0,67
Espraiamento	cm	10 a12 (consistência pastosa)
Tempo para início de aplicação	min	3
Tempo para fim de aplicação	min	60
Absorção de água	%	35 a 38
Resistência a Flexão	MPa	4,0 a 4,5
Resistência ao arrancamento	MPa	> 6,6

PN 02:103-40-012 Cola de gesso – especificações

5.4 Características do Sistema Construtivo com Blocos de Gesso

O sistema construtivo com blocos de gesso é semelhante ao sistema tradicional com alvenaria de tijolo, na fundação, na cobertura, nos revestimentos, nas esquadrias e nas instalações são executados com materiais e componentes tradicionalmente conhecidos e utilizados na construção civil. Porém é um sistema mais prático, oferece economia de espaço e ainda permite vários tipos de acabamento como: colagem de fórmica, papel ou ainda assentamento de cerâmica e pintura.

Para elevação de alvenarias com blocos de gesso, necessita-se além dos blocos pré-moldados, cola de gesso que servirá não somente como argamassa de assentamento, mas também de rejunte dos blocos.

O ITEP - Associação Instituto de Tecnologia de Pernambuco – construiu um protótipo de casa térrea em alvenaria de blocos maciços de gesso em seu campus experimental. Através deste protótipo realizou vários ensaios para estudar a viabilidade técnica do sistema construtivo em alvenaria de blocos de gesso para casas térreas consubstanciadas através de Relatório Técnico (ITEP, 2007). Neste Relatório é realizado um resumo de todo esse estudo, tomando por base os requisitos exigidos para comprovação da viabilidade prévia de inovação constante no documento AE091-“Verificação de garantia de desempenho de sistemas construtivos inovadores” da CAIXA e tendo como referência os critérios da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT, 2004) que trata dos parâmetros para avaliação do desempenho de edifícios habitacionais de até 5 pavimentos e ainda o documento intitulado

“Critérios Mínimos de Desempenho para Habitações Térreas de Interesse Social” (IPT, 1998), recomendados pela Caixa Econômica Federal.

Para o atendimento das exigências da CAIXA, foram avaliados os seguintes itens de desempenho:

- ✓ Segurança estrutural;
- ✓ Segurança ao Fogo (segurança contra incêndio);
- ✓ Conforto Térmico (desempenho térmico);
- ✓ Conforto Acústico (desempenho acústico);
- ✓ Estanqueidade;
- ✓ Durabilidade (durabilidade e manutenibilidade).

5.5 Características técnicas do protótipo construído e estudado pelo ITEP

Segundo se depreende da leitura dos Relatórios Técnicos (ITEP, 2003, 2003-a, 2006, 2006-a, 2007, 2007-a, 2007-b, 2007-c) percebe-se que o ITEP considera o sistema construtivo em alvenaria de blocos de gesso para casas térreas como um sistema construtivo inovador em nível mundial, pois prevê a utilização de blocos de gesso como componente estrutural em contraposição ao seu uso ordinário como elemento apenas de vedação. Através da prevenção da influência da umidade e do atendimento aos demais requisitos de desempenho preconizado no Projeto de Norma da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT, 2004) acrescenta que este sistema construtivo apesar ser estudado como inovador, vem sendo praticado desde 2003, com vários protótipos construídos e em construção em várias regiões do país e que seu estudo mantém as características básicas de projeto que vem sendo praticado, otimizando e interferindo apenas nos detalhes que poderiam comprometer seu desempenho no que se refere à norma.

A não existência de uma norma específica para o elemento estrutural básico do sistema construtivo em avaliação (paredes em alvenaria de blocos de gesso) demandou o desenvolvimento de uma Referência Técnica para esse Sistema.

O protótipo da casa térrea de seção retangular em planta com 6,22 x 5,72 m² de área de construção foi executado pelo ITEP em alvenaria de blocos de gesso maciços de duas espessuras. Possui dois quartos, uma sala, uma cozinha e um banheiro, perfazendo uma área

construída de 35,57m², conforme se vê na Figura 5-10 e no projeto arquitetônico apresentado na Figura 5-11.



Figura 5-10 - Vista externa do protótipo da casa térrea construída pelo ITEP.
(Fonte: Anexo RT nº 021.718 de abril de 2007)

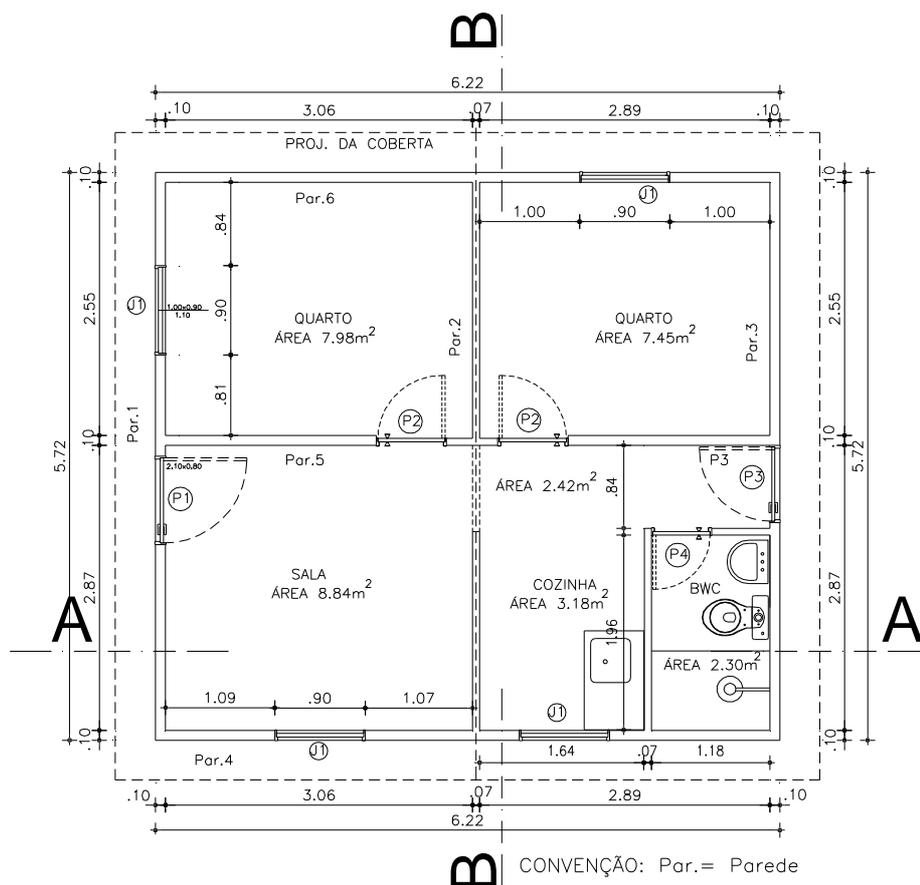


Figura 5-11 - Planta baixa do protótipo construído pelo ITEP, RT nº 021.977 (ITEP, 2007)

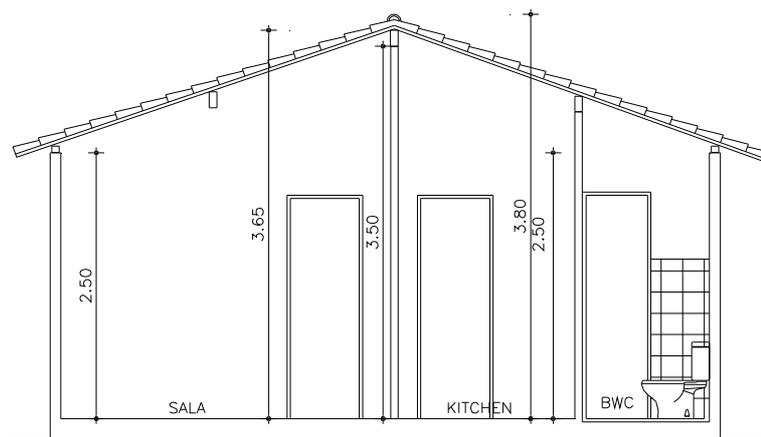


Figura 5-12 - Corte AA do protótipo (ITEP, 2007)

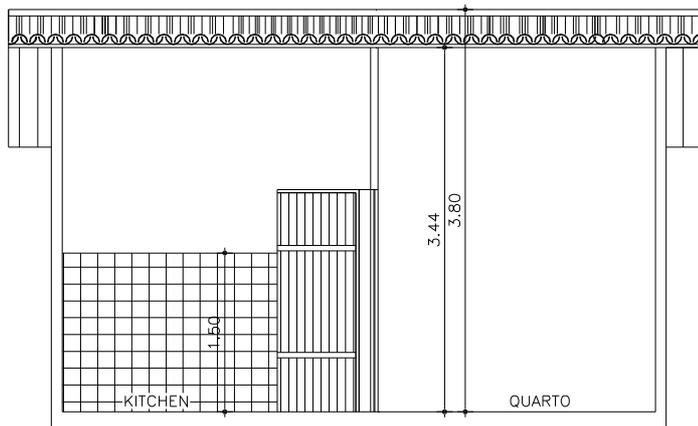


Figura 5-13 - Corte BB do protótipo (ITEP, 2007)

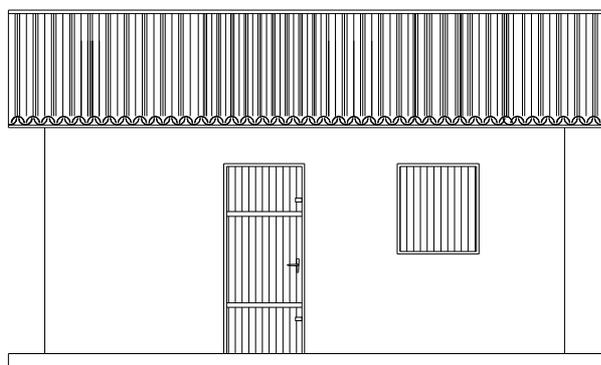


Figura 5-14 - Fachada Principal do protótipo (ITEP, 2007)

✓ **Característica da Fundação**

A fundação foi executada em alvenaria dobrada de blocos cerâmicos sobre um lastro de concreto magro, assentada com argamassa mista de cal e cimento e por sobre este embasamento foi construído uma cinta radier com concreto armado aditivado com impermeabilizante de massa. Em seguida revestida com chapisco. O detalhe da fundação executada acha-se indicado na Figura 5-15 a seguir.



Figura 5-15 - Detalhe esquemático da fundação do protótipo (ITEP, 2007)

✓ **Característica das Alvenarias**

As alvenarias externas foram construídas com blocos de gesso maciço, com 100 mm de espessura e as alvenarias internas inicialmente foram executadas com blocos de 70 mm de espessura. Posteriormente, após ensaios de desempenho foram substituídas a parede interna central, que dá sustentação a estrutura de coberta, por alvenaria de blocos de gesso maciço de 100 mm de espessura. A primeira fiada de todas as alvenarias de elevação foi construída com blocos hidro e as demais com blocos simples, exceto na área de box do banheiro que tiveram todas as fiadas em bloco hidro. Foram embutidas, posteriormente, nas alvenarias por meio de corte com maquita e fixados/acabados, com a utilização de pasta de gesso. A seguir apresentam-se os dados dos blocos de gesso utilizados nas alvenarias no protótipo:

a) Bloco de Gesso Simples

- ✓ Dimensões: (0,67 x 0,50 x 0,10 m) e (0,67 m x 0,50 m x 0,07 m)
- ✓ Massa específica seca: 1.122 kg/m³

- ✓ Massa específica saturada: 1.510 kg/m^3

b) Bloco de Gesso Hidro

- ✓ Dimensões: (0,67 m x 0,50 m x 0,10 m) e (0,67 m x 0,50 m x 0,07 m);
- ✓ Massa específica seca: 1.102 kg/m^3 ;
- ✓ Massa específica saturada: 1.145 kg/m^3 ;
- ✓ Módulo de elasticidade longitudinal dos blocos: 800.000 kN/m^2 ;
- ✓ Resistência à compressão: $3,57 \text{ MPa}$ (3.570 kN/m^2);
- ✓ Resistência à tração (1/3 da resistência à compressão): $1,19 \text{ MPa}$
- ✓ Fator de minoração da resistência do gesso para fins de projeto: 2,0

✓ **Característica da Coberta**

A cobertura foi com telha cerâmica tipo capa-canal em duas águas, apoiada sobre o madeiramento, composto de linhas (terças), caibros e ripas, com beiral de 45 cm em todo o contorno da casa. Sobre cada parede (de apoio da cobertura) existe uma linha para distribuição da carga do telhado. No entanto, todas as linhas se apóiam pontualmente nas paredes transversais, gerando cargas concentradas nas mesmas. A carga adotada para a ação da cobertura, considerando carga permanente (peso próprio) e carga acidental de $0,25 \text{ kN/m}^2$ foi $1,10 \text{ kN/m}^2$.

✓ **Característica das esquadrias**

As esquadrias utilizadas foram em madeira, tipo veneziana, fixada em grades também de madeira fixadas no vão de alvenaria por meio de tiras de carpetes untadas com gesso-cola.

✓ **Característica do piso**

O piso foi construído em argamassa de cimento apiloada sobre aterro arenoso, onde foi dado acabamento com pasta de cimento alisada e queimada.

✓ **Característica do banheiro**

A área molhada do banheiro recebeu tratamento impermeabilizante a base de argamassa polimérica reforçada com de véu de poliéster.

✓ **Característica dos subsistemas**

Os subsistemas nas instalações foram executados com materiais e componentes tradicionalmente utilizados na construção civil.

5.6 Capacidade resistente de paredes e paredinhas de blocos de gesso

Em seu Relatório de Ensaio nº 021.579 (ITEP, 2007) são apresentados os dados do ensaio para verificação da estabilidade estrutural de paredes e paredinhas em alvenaria de blocos maciços de gesso sob critério de estado limite último, determinando as resistências características para projetos. Foram confeccionadas duas paredes de dimensões nominais de 1,2 x 2,5 m, de bloco simples de 100 mm de espessura, em alvenaria de blocos maciços de gesso simples, amarrados na forma de trama, colados com gesso-cola. Assim como, doze paredinhas de blocos de gesso simples de 100 mm de espessura, com dimensões nominais de 0,6 m x 1,2m e duas paredinhas de blocos de gesso hidrofugados.

Os corpos de prova eram colocados em prumo e nível, alinhados com a viga de distribuição e os macacos. A Figura 5-16 apresenta de forma esquemática o Pórtico de Reação onde os ensaios foram realizados. Os LVDTs (Linear Variable. Differential Transformer), que são instrumentos para a medição de deslocamentos lineares, foram posicionados nos macacos externos. O sistema de controle foi programado e ajustado para inicialmente aplicar deformação continuada de 0,5mm/min e próximo à carga de ruptura eram reprogramados para aplicar deformação continuada de 0,3 mm/min.

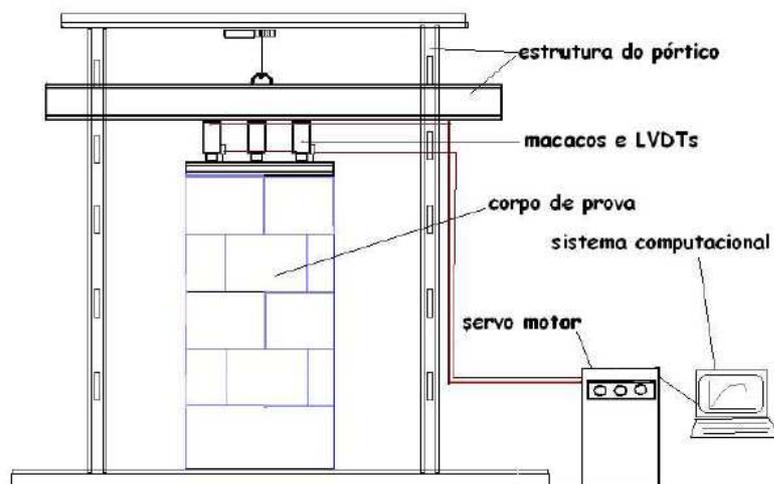


Figura 5-16 - Detalhe esquemático dos ensaios de compressão realizados (ITEP, 2007)

A Tabela 5-6 a seguir apresenta um resumo dos ensaios realizados nas paredinhas de bloco de gesso simples e a Tabela 5-7 apresenta os resultados dos ensaios realizados nas paredinhas confeccionadas com bloco de gesso hidrófugo. A Tabela 5-8 apresenta os resultados das paredes de blocos de gesso simples.

Tabela 5-6 - Resultado dos ensaios nas paredinhas de bloco de gesso simples (ITEP, 2007-c)

Item	Tipo de CP De Referência	Tipo de bloco	Dimensões (m)	Carga de Ruptura (kgf)	Tensão de Ruptura (MPa)
01	Paredinha (00)	Simples	0,6 x 1,2 x 0,1	18.615	3,1
02	Paredinha (01)	Simples	0,6 x 1,2 x 0,1	18.353	3,06
03	Paredinha (02)	Simples	0,6 x 1,2 x 0,1	24.442	4,07
04	Paredinha (03)	Simples	0,6 x 1,2 x 0,1	19.746	3,29
05	Paredinha (05)	Simples	0,6 x 1,2 x 0,1	18.265	3,04
06	Paredinha (06)	Simples	0,6 x 1,2 x 0,1	23.842	3,97
07	Paredinha (07)	Simples	0,6 x 1,2 x 0,1	19.005	3,17
08	Paredinha (08)	Simples	0,6 x 1,2 x 0,1	19.760	3,29
09	Paredinha (09)	Simples	0,6 x 1,2 x 0,1	23.905	3,98
10	Paredinha (10)	Simples	0,6 x 1,2 x 0,1	26.442	4,41
11	Paredinha (11)	Simples	0,6 x 1,2 x 0,1	25.604	4,27
12	Paredinha (14)	Simples	0,6 x 1,2 x 0,1	18.763	3,13
			Média	21.395	3,57
			Coef. Variação	14,75%	14,75%

Tabela 5-7 - Resultado dos ensaios nas paredinhas de bloco de gesso simples (ITEP, 2007-c)

Item	Tipo de CP De Referência	Tipo de bloco	Dimensões (m)	Carga de Ruptura (kgf)	Tensão de Ruptura (MPa)
01	Paredinha (15)	Hidrófugo	0,6 x 1,2 x 0,1	13.806	2,30
02	Paredinha (16)	Hidrófugo	0,6 x 1,2 x 0,1	19.173	3,29

Tabela 5-8 - Resultado dos ensaios nas paredes de bloco de gesso simples (ITEP, 2007-c)

Item	Tipo de CP De Referência	Tipo de bloco	Dimensões (m)	Carga de Ruptura (kgf)	Tensão de Ruptura (MPa)
01	Parede (01)	Simples	0,6 x 2,5 x 0,1	31.085	2,65
02	Parede (02)	Simples	0,6 x 2,5 x 0,1	43.799	3,65

A Figura 5-17 a seguir mostra a situação de ensaio de uma paredinha na condição antes e depois da realização do ensaio de compressão.



Figura 5-17 - Paredinha antes e após a realização do ensaio de compressão (ITEP, 2007)

Analisando os dados da Tabela 5.6 observa-se uma tensão média de resistência das paredinhas na ordem de 3,57 MPa com um coeficiente de variação na ordem de 14,75%. As tensões das alvenarias com blocos hidrófugos foram menores quando comparados as paredinhas em blocos de gesso simples, porém como só foram feitas duas amostras fica dificultada uma conclusão sobre a interferência do hidrofugante na capacidade de carga da paredinha, muito embora o relatório do ITEP aponte como compatíveis o desempenho destes dois tipos de paredes. Quanto aos resultados dos ensaios das paredes, mostraram-se mais próximos dos obtidos com as paredinhas de blocos de gesso simples, concluindo-se que os ensaios das paredinhas refletem comportamento semelhante dos ensaios das paredes, confirmando ainda mais os resultados dos ensaios realizados. O Relatório conclui, então, como resultado $3,57 \pm 0,52$ MPa para resistência à compressão característica para paredes e paredinhas em alvenaria de blocos maciços de gesso com 100 mm de espessura, situação que configura, segundo o Relatório o atendimento ao requisito da estabilidade e resistência estrutural do protótipo, enquadrando o mesmo no nível de desempenho mínimo - M.

5.7 Memorial Fotográfico das Etapas de Construção (ITEP, 2007-a)

Para efeito ilustrativo, apresenta-se a seguir um registro fotográfico das diversas fases do processo de construção do protótipo da casa de gesso construída no ITEP.



Figura 5-18 - Execução do embasamento e cinta de concreto armado (radier) sobre o embasamento (ITEP, 2007-a)



Figura 5-19 - Piso cimentado sobre aterro apiloado e preparação dos blocos da 1ª fiada (ITEP, 2007-a)



Figura 5-20 - Execução da 1ª fiada com bloco HIDRO (ITEP, 2007-a)



Figura 5-21 - Fixação da grade de porta e execução da 2ª fiada (ITEP, 2007-a)



Figura 5-22 - Acabamento e preparação da cobertura (ITEP, 2007-a)



Figura 5-23 - Execução das instalações- corte prévio com maquina e cabamento (ITEP, 2007-a)



Figura 5-24 - Fixação dos eletrodutos da instalação elétrica e acabamento (ITEP, 2007-a)



Figura 5-25 - Vista da casa em fase de conclusão (ITEP, 2007-a)



Figura 5-26 - Vista da casa concluída (ITEP, 2007-a)

5.8 Memorial fotográfico da casa após dois anos de conclusão

A Figura 5-27, a Figura 5-28, a Figura 5-29 e a Figura 5-30 foram tiradas no local em 28.08.2009, dois anos depois de construído o protótipo. Foram observadas algumas manifestações patológicas, notadamente na pintura em alguns locais próximos à base, possivelmente devido a problemas na pintura e próximo da cobertura devido falha construtiva do madeiramento da mesma.



Figura 5-27 - Vista frontal do protótipo



Figura 5-28 - Vista lateral esquerda do protótipo apresentando patologia da pintura na base



Figura 5-29 - Vista lateral direita do protótipo apresentando patologia na pintura, devido falha na cobertura



Figura 5-30 - Vista posterior do protótipo apresentando falha na união de dois blocos acima da porta

5.9 Vantagens do uso dos blocos de gesso em alvenarias

Examinado o Relatório do ITEP (ITEP, 2007-d) percebe-se que o mesmo contempla o desenvolvimento de uma referência técnica básica para a utilização do sistema construtivo em alvenaria de blocos de gesso para casas térreas baseada na construção e avaliação do protótipo construído em seu campus no ano de 2007. Neste documento, são referenciadas algumas vantagens deste sistema construtivo que serão listadas a seguir. Importante registrar, entretanto, que o estudo do sistema construtivo baseada em blocos modulares de gesso não se constitui numa exclusividade tecnológica do ITEP. Com efeito, a Universidade Federal da Paraíba, integrante do Programa Habitare Rede 2 – Desenvolvimento e difusão de tecnologias construtivas para habitação de interesse social – financiado pela FINEP, desenvolve o projeto intitulado Sistema Construtivo Modular com Blocos de Gesso (HABITARE-Rede 2, 2006). Os estudos em realização no âmbito deste projeto visam ao desenvolvimento de um sistema construtivo modular que tenha como elemento fundamental os blocos gesso. As dimensões dos blocos e do sistema têm como base múltiplos inteiros de 10 cm que estão em consonância com a unidade básica de coordenação modular adotada no Brasil.

De uma maneira sucinta, o sistema contempla a utilização de três tipos de blocos de encaixe sendo um deles de canto. A Figura 5-31 a seguir ilustra estas tipologias de blocos mostrando que o painel básico tem altura de 90 cm. A próxima etapa do estudo em desenvolvimento é a construção de um protótipo para avaliação das potencialidades e dificuldades do sistema.

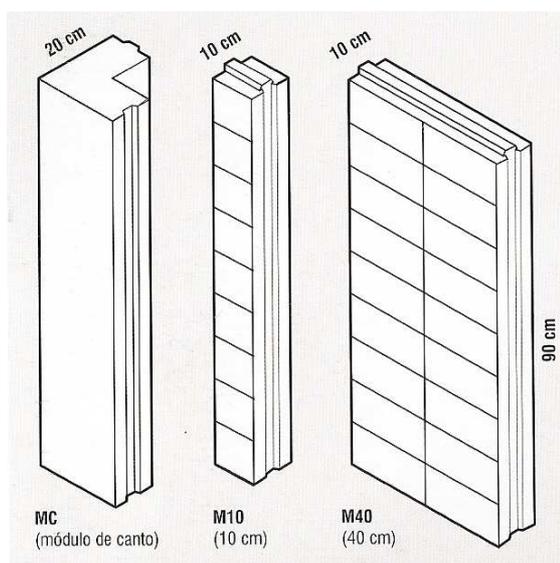


Figura 5-31 - Família de blocos de gesso (HABITARE-Rede 2, 2006)

A seguir apresenta-se uma síntese das vantagens do sistema construtivo à base de blocos de gesso coletados dos estudos realizados pelo ITEP (ITEP, 2007-b) e pela Rede 2 do Programa Habitare (HABITARE-Rede 2, 2006), e ainda Rocha (2007).

5.9.1 Estabilidade e precisão dimensional

Devido o baixíssimo coeficiente de dilatação térmica e hidráulica, considerável resistência mecânica e obtenção de fino acabamento superficial, se consegue ótima padronização dimensional.

5.9.2 Incombustibilidade

Os blocos de gesso são considerados incombustíveis por terem grande resistência a propagação das chamas. Isto ocorre devido à molécula d'água nele contida, a qual se opõe à elevação e à propagação do calor.

5.9.3 Eficiência energética

O gesso apresenta uma excelente eficiência energética quando comparado com outros materiais de construção. Com efeito, enquanto a fabricação do gesso demanda temperaturas da ordem de 150 a 170 °C, a fabricação do cimento requer temperaturas da ordem de 1.450 °C e a cal e os blocos cerâmicos demandam cerca de 900 a 1.000 °C. Destaque-se também que a fabricação do cimento e da cal lança CO₂ na atmosfera e o gesso emite apenas vapor de água. Por estas razões, o gesso se constitui num aglomerante que se mostra com baixo nível de agressividade ao meio ambiente quando comparado com outros materiais de construção como o cimento e a cal. Estima-se que para a fabricação de uma tonelada de clínquer de cimento Portland seja lançada na atmosfera uma quantidade de aproximadamente uma tonelada de CO₂. (MEHTA e MONTEIRO, 2008). Atualmente, a produção anual mundial de cimento é

de 1,5 bilhões de toneladas, principalmente de cimento Portland, é responsável por quase 7% das emissões globais de CO₂. (MEHTA e MONTEIRO, 2008)

5.9.4 Isolante térmico

Os blocos de gesso apresentam micro-porosidade muito alta, acarretando em um baixo coeficiente de condutividade térmica, que aliada a uma baixa densidade faz com que o calor se propague mais lentamente no interior dos blocos, diminuindo a intensidade e retardando a transmissão do calor entre superfícies.

5.9.5 Isolante Acústico

Os blocos de gesso apresentam elevado índice de redução sonora para principais frequências de percepção acústica detectável pelos homens, chegando-se a obter redução de até 38 decibéis para frequências entre 500 à 800 Hz para blocos maciços de 100 mm de espessura.

5.9.6 Leveza:

Devido a sua baixa densidade, os blocos de gesso são fabricados com dimensões de face relativamente elevadas (da ordem de 0,40m²), possibilitando a construção de alvenarias com baixa densidade por área construída.

5.9.7 Hígro-ativo:

Devido os blocos de gesso possuir grande quantidade de micro-poros, é bastante permeável ao ar úmido, facilitando de troca de grau de umidade entre o ambiente e o interior dos blocos de gesso, possibilitando a obtenção de equilíbrio hígro-térmico.

5.10 Desvantagens do uso dos blocos de gesso em alvenarias

Infelizmente não se tem uma boa quantidade de citações bibliográficas que trate do tema em questão, é comum citar o uso do gesso apenas como revestimento ou ainda acabamento e decoração.

Os relatórios do ITEP (ITEP, 2007-d e ITEP, 2007-e) descrevem os resultados dos ensaios realizados com os blocos de gesso quanto à estanqueidade à luz do Projeto de Norma 02:136.01.004:2002 Jul/2004. A partir de 12 de maio de 2010, entrará em vigor a norma brasileira NBR 15575 - Edifícios Habitacionais de até cinco pavimentos - Desempenho - Partes 1 a 6 publicada em 12 de maio de 2008 em substituição ao Projeto de Norma citado acima.

5.10.1 Ação da umidade do solo

Os componentes da edificação não podem ser expostos à umidade prolongada, provenientes do solo, de forma a prejudicar sua resistência ou durabilidade e propiciar o desenvolvimento de micro-organismos. Como proteção da edificação devem ser executados lastros drenantes, barreiras impermeáveis ou outras disposições a fim de impedir a passagem da umidade proveniente do solo aos elementos da edificação.

5.10.2 Estanqueidade de pisos em áreas molháveis

Os pisos de áreas molháveis da habitação, particularmente boxes de chuveiros e outros ambientes que possam ser frequentemente submetidos à presença de água, devem ser impermeabilizados de forma a impedir a passagem de umidade para outros elementos construtivos da edificação.

5.10.3 Estanqueidade diante da ação das águas das chuvas

Os componentes da edificação não devem ser submetidos à umidade prolongada, causada pelas chuvas que venham a prejudicar sua resistência ou durabilidade e propiciar o desenvolvimento de micro-organismos. A fim de evitar estes problemas o projeto da edificação deve prever elementos como: telhados com beirais, hidrofugação ou impermeabilização de fachadas, e outros.

5.11 Estudos desenvolvidos pela UNICAP na área do gesso

A Universidade Católica de Pernambuco vêm desenvolvendo várias pesquisas na área do gesso, dentre elas podemos citar:

5.11.1 Determinação de condições operacionais adequadas na desidratação do minério de gipsita para obtenção de um gesso beta reciclável

Segundo a resolução do CONAMA nº 307, de 05 de julho de 2002, o resíduo de gesso proveniente da construção civil é um rejeito de difícil descarte, pois esse material é considerado contaminante para os demais componentes dos rejeitos. Cavalcanti (2006) elaborou e confeccionou um reator batelada em escala de laboratório para produção de gesso beta a partir do minério de gipsita e sob pressão manométrica acima da pressão atmosférica. Esse excedente de pressão foi obtido retendo-se parte do vapor produzido com a desidratação do minério, por meio de uma válvula do tipo alívio automático. Sob pressão controlada a 0,65 atm acima da pressão atmosférica e a aproximadamente 150 °C, nestas condições a desidratação do minério de gipsita dá origem a um gesso beta com características mecânicas superiores ao gesso convencionalmente produzido pela maioria dos processos produtivos existentes no Pólo Gesseiro do Araripe, Pernambuco. Os cristais desse gesso apresentam-se isentos de esfacelamentos, provocados pela saída abrupta da água combinada da molécula de gipsita ou di-hidrato do sulfato de cálcio. Os gessos beta produzidos sob pressão foram

testados em dois ciclos de vida e em ambos apresentaram características de um gesso com cristais bem formados, homogeneamente dispostos e de baixas porosidades inter- e intracristalina. Sua comparação com gessos convencionais mostraram superioridade quanto às propriedades mecânicas, principalmente em relação a ambos em seus segundos ciclos de vida. Obteve-se um índice de reciclagem de 100 % dos resíduos das construções e demolições, tais como, placas para tetos, blocos para divisórias, gessos acartonados, etc., e aqueles também originados nos próprios processos de fabricação desses pré-moldados.

5.11.2 Otimização das condições experimentais na desidratação da gipsita para obtenção de um gesso beta reciclável

Monção Júnior (2008) em sua pesquisa dando continuidade à pesquisa anterior de Cavalcanti (2006) determinou as condições ótimas para produção de gesso beta reciclável a partir do controle da pressão e da temperatura de calcinação do minério da gipsita. Foram testadas as propriedades: dureza, massa unitária e módulo de resistência à flexão, para identificação da qualidade do gesso reciclado. Adotou-se um planejamento experimental com os resultados gerados sendo estudados com aplicação do método de análise de superfície de respostas. Um modelo matemático do tipo quadrático foi o que melhor se ajustou aos dados experimentais, permitindo assim uma visualização das condições ótimas do processo. Através de fotografias da microestrutura do gesso produzido pelo processo proposto, verificou-se a formação de cristais alongados, garantindo, assim, propriedades semelhantes ou melhores que as da microestrutura de origem para os gessos formados e hidratados. A região de condições ótimas foi identificada em torno de 0,6 atm e a 170°C.

6 Análise Comparativa de Custos do Protótipo dos Sistemas Construtivos Estudados

6.1 Descrição da Geometria do Protótipo Estudado

Com a finalidade de desenvolver a abordagem comparativa de custos dos sistemas construtivos estudados, foi eleita uma planta de arquitetura típica conforme indicada na Figura 6-1, na Figura 6-2 e na Figura 6-3 a seguir.

Trata-se de uma unidade habitacional unifamiliar térrea com dois quartos, uma cozinha, uma sala de estar e um banheiro. No total, o imóvel conta com uma área construída de 42,30 m² que se enquadra dentro das tipologias usuais de habitações de interesse social adotadas por programas de estímulo a redução do déficit habitacional no Brasil. A Tabela 6-1 apresenta o detalhamento da área construída do protótipo estudado.

Tabela 6-1 – Detalhamento das áreas do protótipo estudado

Descrição das áreas do protótipo	
Discriminação	Área (m ²)
Quarto I	8,52
Quarto II	7,25
Sala	12,67
Cozinha	4,96
Banheiro	2,73
Circulação	1,95
Sub-total (área útil)	38,08
TOTAL (Área construída)	42,30

Conforme se observa no corte indicado na Figura 6-2, a cobertura do imóvel é toda em madeira com telha cerâmica tipo canal tendo sido considerada laje pré-moldada de forro na região do banheiro e na parte da circulação adjacente aos quartos. A inclinação da coberta foi considerada de 40% para permitir que a disposição da caixa d'água superior de 500 litros, que se localiza sobre a circulação, ficasse integralmente contida sob a coberta. Ao longo de todo o perímetro da edificação foi considerada a existência de uma calçada com 0,7 m de largura.

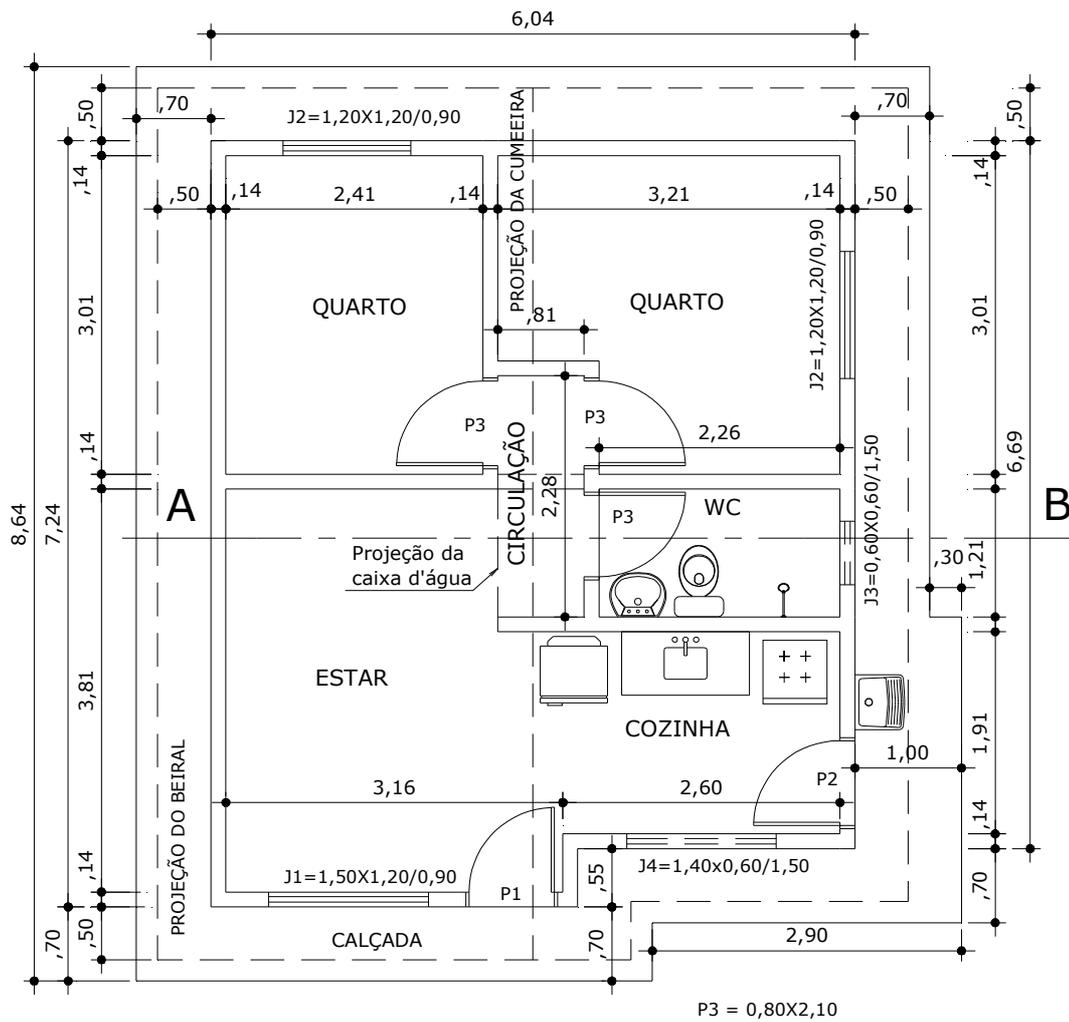
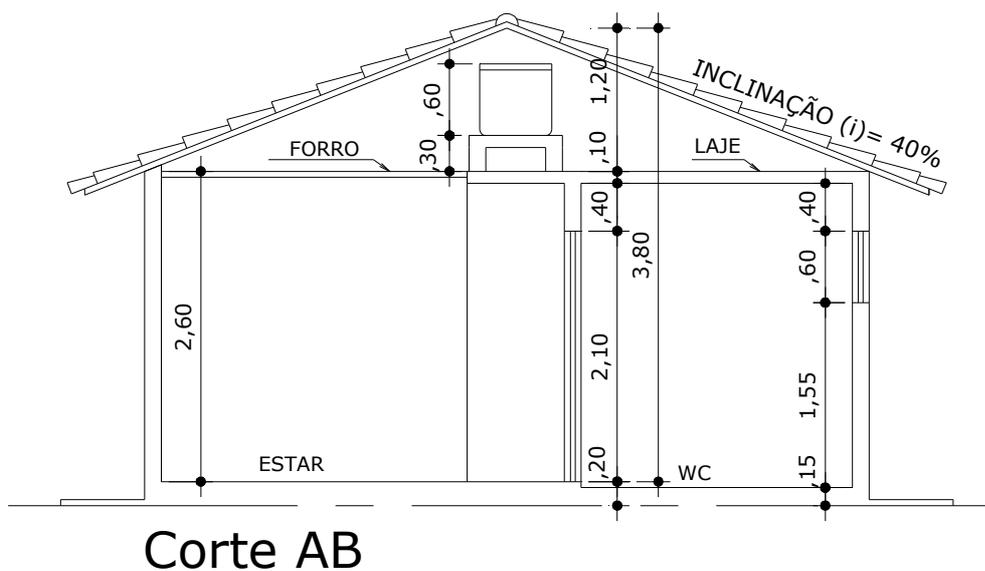


Figura 6-1 - Planta baixa típica da arquitetura do modelo estudado



Corte AB

Figura 6-2 - Corte Transversal do modelo estudado

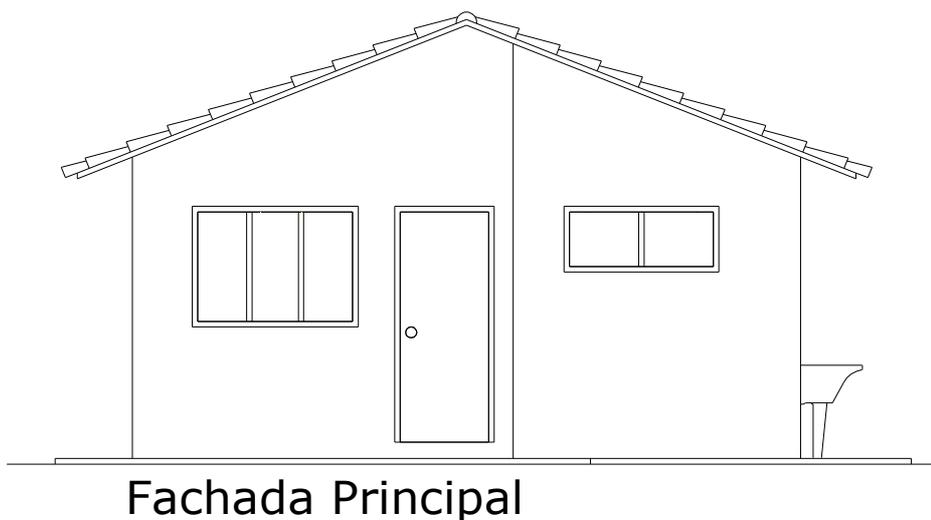


Figura 6-3 - Fachada Principal do modelo estudado

6.2 Memorial Descritivo das Especificações Construtivas do Protótipo Estudado

O memorial descritivo que contempla as especificações construtivas comuns aos sistemas estudados acha-se detalhado a seguir. São especificações de materiais usualmente empregadas em construções de residências de interesse social que podem ser classificadas como Residência Térrea Padrão Popular, conforme tipologia indicada pela Revista Construção Mercado da Editora PINI.

✓ **Locação da obra**

Executada em madeira de 3ª categoria para construção, tipo cedrinho de seção transversal 1x9”, com pontaletes de seção 3x3”, prego 18x27 com cabeça (comprimento: 62,1 mm / diâmetro: 3,40 mm) e arame galvanizado (bitola: 16 BWG).

✓ **Fundação**

Será do tipo laje radier em concreto $f_{ck}= 15$ MPa, controle tipo "B" (NBR 12.655, 2006) e espessura 12 cm, sobre lastro de brita 3 e 4, espessura 5 cm. A laje radier foi considerada armada com tela de aço nervurado CA-60 soldada tipo Q138 (diâmetro do fio 4,20 mm e dimensões da trama: 100 x 100 mm / tipo da malha:

quadrangular). Considerou-se que a fundação seria executada em terreno com suficiente capacidade de carga, previamente nivelado e uso de tábua de 3a. para construção (seção transversal: 10x120 mm / madeira tipo cedrinho). A área calculada para laje radier já leva em consideração a existência da calçada que consta no projeto de arquitetura do protótipo (Figura 6.1).

✓ **Concreto Armado (no caso de alvenarias de vedação)**

Com vistas a conferir maior estabilidade na confecção da laje pré-moldada sobre o banheiro, foi considerada a execução de 4 (quatro) pilares de concreto armado com seção transversal de 15 x 15 cm nas extremidades desta laje. Para execução destes pilares foi considerada a utilização de forma em chapa compensada resinada com 12 mm de espessura com número de reaproveitamento igual a 12. Estes pilares foram armados com 4 ferros de $\Phi = 10.0$ mm e estribos de $\Phi = 5.0$ mm com espaçamento uniforme de 15 cm. O concreto utilizado foi considerado fabricado em obra, controle "B" e f_{ck} igual a 15 MPa. No nível da laje com a finalidade de promover uma adequada amarração a estes pilares foi considerada a execução de uma cinta de concreto armado com as mesmas especificações adotadas na confecção dos pilares.

A laje sobre a área do banheiro e parte da circulação servirá de apoio para uma caixa d'água de 500 litros, e será do tipo pré-fabricada comum para forro com distância inter eixo de 38 cm. A altura total considerada para a laje foi de 12 cm, sendo 8 centímetros a altura da nervura e 4 cm a altura do capeamento.

✓ **Esquadria**

As janelas serão em alumínio sob encomenda do tipo basculante para cozinha e banheiro. Nos demais cômodos serão de correr com duas folhas e acabamento natural, todas com utilização de contra-marcos.

As portas que dão acesso à parte externa da edificação serão de ferro tipo caixilho, de abrir, em chapa simples, uma folha de chapa nº18 e batente e chapa nº16, completa, inclusive ferragens.

As portas internas terão altura de 2,10 m e espessura de 35 mm. Serão de madeira tipo imbuia com colocação e acabamento, de uma folha com batentes, guarnições e ferragens e fechaduras completas para portas internas em latão.

✓ **Vidros**

Os vidros das janelas e portas serão em cristal comum fantasia, incolor, colocado em caixilho com ou sem baguetes, duas demãos de massa 4 mm de espessura com acabamento tipo cortado.

✓ **Coberta**

A estrutura da cobertura será de madeira do tipo massaranduba, ancorada na laje ou parede.

A telha será de cerâmica tipo colonial com emboçamento da cumeeira em argamassa de cimento, cal hidratada e areia sem peneirar no traço 1:2:9.

✓ **Forro**

Nos vãos onde não houver laje foi considerada a instalação de forros de PVC em painéis lineares encaixados entre si e fixados em estrutura de madeira. As dimensões dos painéis foram de 200 x 6.000 mm com espessura de 10 mm e arremate em perfil "U".

✓ **Revestimentos**

As paredes do banheiro levarão azulejo esmaltado liso nas dimensões 150 x 150 mm do tipo "A" até altura de 1,50 m, após aplicação de chapisco com argamassa de cimento e areia sem peneirar traço 1:3, espessura de 5 mm e emboço para parede interna com argamassa mista de cimento, cal hidratada e areia sem peneirar traço 1:2:9, espessura 20 mm.

As paredes acima da pia da cozinha e do tanque levarão azulejo até altura de 0,60 m de iguais especificações na extensão dos mesmos.

A colocação do azulejo será feita com juntas verticais a prumo e fixada com argamassa pré-fabricada de cimento colante para assentamento de peças cerâmicas e rejuntado com cimento branco. As demais paredes nas situações em que se considerou a existência de revestimento tiveram o mesmo chapisco e emboço descrito acima.

✓ **Pisos**

O piso interno de toda a edificação receberá uma camada de regularização de base com argamassa de cimento e areia sem peneirar no traço 1:3 com 3 cm de espessura.

O piso do banheiro receberá, após esta regularização desempenada de base, cerâmica esmaltada lisa brilhante tamanho 30 x 30 cm, tipo “A”, assentada com argamassa pré-fabricada de cimento colante e rejuntada com cimento branco.

✓ **Instalações hidráulicas**

Considerou-se que as instalações de água fria seriam executadas com tubos e conexões de PVC soldável marrom, conforme projeto específico a ser elaborado. Para efeito de estimativa de custos, foram considerados pontos mínimos de água compatíveis com habitações de padrão popular.

✓ **Instalações sanitárias**

Considerou-se que a rede de esgoto será executada com tubos e conexões de PVC ponta, bolsa e virola branco, conforme projeto. Para efeito de estimativa de custos, foram considerados pontos mínimos de esgoto compatíveis com habitações de padrão popular.

✓ **Aparelhos e metais**

Considerou-se que o banheiro contará com os seguintes itens:

- Lavatório de louça sem coluna com torneira de pressão e acessórios em PVC (tipo LEKAT);
- Bacia sanitária com caixa acoplada de louça tipo Celite com assento plástico para bacia e chuveiro em PVC roscável tudo em padrão popular.

A pia da cozinha será em mármore sintético tipo resina com tamanho de 1,40 x 0,50 m e torneira em plástico ABS (do inglês Acrylonitrile butadiene styrene) para pia de cozinha com bica longa. O tanque será em polipropileno com dimensões de: Altura = 520 mm, Largura = 580 mm e profundidade no sentido perpendicular à parede de 320 mm. O volume total do tanque é de 24 litros e a torneira também é de plástico ABS, para tanque. A caixa d'água com tampa 500 litros será em plástico.

✓ **Instalações elétricas**

Considerou-se que a instalação elétrica será executada com eletroduto de PVC flexível corrugado amarelo conforme projeto, com quadro de distribuição, interruptores, tomadas elétricas e de telefone de embutir com placa. Para efeito de estimativa de

custos, foram considerados pontos mínimos de água compatíveis com habitações de padrão popular.

✓ **Pintura**

Considerou-se que a pintura das paredes internas e externas será executada em 2 (duas) demãos com tinta látex PVA de acabamento fosco sem massa corrida, precedida de uma camada de selador base PVA para pintura látex, em todos os casos de estudo. Exceto as paredes externas do protótipo com blocos de gesso, que receberá pintura com tinta látex acrílica de acabamento fosco após receber líquido preparador.

6.3 Descrição das Tipologias Estudadas e Pressupostos da Avaliação de Custos

No protótipo estudado foram consideradas as seguintes tipologias construtivas para as paredes da edificação:

- Paredes com blocos estruturais de concreto com e sem argamassa de revestimento;
- Paredes com blocos estruturais cerâmicos com e sem argamassa de revestimento;
- Paredes com blocos de vedação de concreto com e sem argamassa de revestimento;
- Paredes com blocos de vedação cerâmicos com e sem argamassa de revestimento;
- Paredes com blocos de gesso com e sem argamassa de revestimento e
- Paredes com painéis de EPS.

Importante ressaltar que, apesar do protótipo estudado se destinar à casas térreas com cobertura de madeira e telhas cerâmicas do tipo colonial e, portanto, com cargas atuantes sobre as paredes bastante reduzida – da ordem de $0,65 \text{ kN/m}^2$ – não se deveriam utilizar nestas paredes blocos que não fossem estruturais. Há uma contradição conceitual intrínseca nesta utilização: uso de blocos de vedação para suportar cargas além do seu peso próprio. Esta preocupação se justifica pela impossibilidade de se garantir que no médio ou longo prazo

estas edificações não sofram intervenções por parte dos seus moradores que reformulem seu uso com a incorporação de outros níveis de piso e conseqüente geração de carregamento mais elevado sobre as paredes. Agindo desta forma estimula-se para que se repitam no futuro os problemas que hoje atingem os prédios do tipo caixa na Região Metropolitana do Recife, conforme relatado por OLIVEIRA et al. (OLIVEIRA; SILVA; SOBRINHO, 2008). Esta preocupação tem razão de ser na medida em que é do conhecimento do autor que se encontram em construção no estado de Pernambuco centenas de residências térreas unifamiliares com tijolos cerâmicos de 8 (oito), furos que são unidades que deveriam ter utilização restrita como elementos de vedação. Estes empreendimentos estão sendo levados a cabo pela Companhia Estadual de Habitação e Obras com financiamento do Fundo Nacional de Habitações de Interesse Social (FINIS) do Governo Federal (<http://www2.cehab.pe.gov.br/web/cehab>).

Sem embargo das considerações acima expostas, a orçamentação das tipologias que utilizam nas paredes da edificação blocos de vedação, de concreto ou cerâmico, foram também avaliadas para que se pudesse apropriar qual a magnitude da redução de custos existente que, eventualmente, pudesse ser utilizada como argumentação para sustentar a aplicabilidade desta questionável solução construtiva.

Os coeficientes de consumo, os preços dos materiais e mão-de-obra que são utilizados nos sistemas construtivos acima descritos foram obtidos da Tabela de Composições de Custos Para Orçamentos da Editora PINI (PINI, 2009) para a Praça do Recife com data-base de maio de 2009. Exceção a esta regra diz respeito ao Sistema Monolite, cuja composição de custos não se acha disponível em publicações periódicas de custos nem tão pouco é de fácil acesso, mesmo entre os fabricantes ou fornecedores deste sistema. Devido a esta dificuldade, para a avaliação do custo de m² dos painéis monolite foi necessária a criação de uma composição própria que será descrita mais adiante. Cotações específicas junto a fornecedores locais de insumos também foram necessárias ora para adaptar à realidade local as composições ora para alimentar composições de custos especificamente criadas para a avaliação de custos realizada.

Para este sistema construtivo com painéis de EPS será também apresentada uma estimativa de custos obtida junto a um fornecedor do Sistema Construtivo Hi-Tech localizado no estado de São Paulo, para o protótipo indicado na Figura 6-1.

Nos custos apresentados foi considerado um percentual de 127,95% incidente sobre o total de mão-de-obra, referentes à taxa de leis sociais e riscos do trabalho. A Tabela 6-2 apresenta o detalhamento dos encargos sociais contendo as taxas das leis sociais e riscos do

trabalho para a Construção Civil. A taxa de Benefícios e Despesas Indiretas – BDI – foi considerada zero já que deve ser aplicada em função da realidade local e do porte do empreendimento. A Classificação utilizada nas Tabelas da PINI é inspirada na estrutura das divisões do MasterFormat que é uma lista padrão mestra americana-canadense de códigos e nomes de serviços utilizados em projetos comerciais e industriais nos Estados Unidos e Canadá. Trata-se de uma lista amplamente divulgada e utilizada no mercado mundial da Construção Civil utilizada para elaboração de orçamentos dos mais variados empreendimentos deste setor produtivo.

Para os sistemas construtivos estudados que não são baseados na tecnologia da alvenaria estrutural, entendidos assim aqueles que utilizam blocos de vedação cerâmicos ou de concreto nas paredes, também foram levados em consideração os custos de mão-de-obra e de materiais referentes aos rasgos usualmente executados nas paredes para passagem das tubulações de água e eletrodutos da rede de instalação elétrica da residência. Nestes casos, foram igualmente levados em conta os custos de mão-de-obra e materiais relativos à instalação de elementos de concreto armado (laje, vigas e pilares) para suporte da estrutura que sustenta a caixa d'água da edificação.

Tabela 6-2 – Detalhamento dos Encargos Sociais

Grupo 1 – ENCARGOS BÁSICOS		
01	Seguridade Social - INSS	20,00%
02	Serviço Social da Indústria - SESI	1,50%
03	Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial - SENAI	1,00%
04	Serviço de Apoio a Pequena e Média Empresa - SEBRAE	0,60%
05	Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária – INCRA	0,20%
06	Serviço Social da Indústria da Construção e do Mobiliário - SECONCI	1,00%
07	Seguro Acidentes do Trabalho – INSS	3,00%
08	Salário-Educação	2,50%
09	Fundo de Garantia por Tempo de Serviço - FGTS	8,50%
Total do Grupo 1		38,30%
Grupo 2 – RECEBEM INCIDÊNCIA DO GRUPO 1		
10	Repouso semanal remunerado	18,21%
11	Feriados remunerados	4,70%
12	Auxílio-enfermidade	0,80%
13	Licença-paternidade	0,62%
14	13º salário	10,57%
15	Dias de chuva, faltas, acidentes	5,00%
Total do Grupo 2		39,90%
Grupo 3 – NÃO RECEBE INCIDÊNCIAS		
16	Férias indenizadas	14,06%
17	Aviso-prévio indenizado	13,30%
18	Indenização por despedida injusta (50% do FGTS mais as incidências)	5,95%
Total do Grupo 3		33,31%
INCIDÊNCIAS		
a	Grupo 1 sobre grupo 2	15,28%
b	FGTS sobre aviso-prévio indenizado (item 09 sobre item 17)	1,13%
Total das Incidências		16,41%
Total Geral		127,92%

Fonte: http://casa.abril.com.br/arquitetura/livre/casas/0231_encargos.shtml

Na Tabela 6-2 não se incluiu despesas com vale transporte, café da manhã, refeições, seguro de vida e acidentes em grupo e os equipamentos de proteção individual (EPI).

6.4 Planilha de Quantitativos de Referência

Tendo em vista as especificações construtivas contidas no memorial descritivo do protótipo estudado e levando em conta os dados geométricos da edificação, promoveu-se ao

levantamento detalhado de todos os itens de serviços necessários para a completa execução da residência estudada.

Este levantamento de quantitativos foi realizado após minucioso estudo do projeto indicado na Figura 6-1, onde decisões sobre o tipo de material a utilizar foram tomadas. Na seqüência, foram definidos os itens de serviços que seriam necessários à construção desta habitação. Todas as etapas da obra foram consideradas e o levantamento dos quantitativos foi realizado em conformidade com as recomendações da NBR 12721.

Os quantitativos de materiais do projeto de referência foram calculados tomando como base as composições da PINI (PINI, 2009) e algumas adaptações foram feitas, quando da indisponibilidade de informações específicas necessárias.

Os preços dos diversos serviços e insumos foram adotados da mesma fonte de referência acima tendo como data-base o mês de maio de 2009.

Para os sistemas construtivos com blocos de vedação, ou seja, com Blocos Cerâmicos de Vedação e com Blocos de Concreto de Vedação, assim como o sistema, com Blocos de Gesso consta um item a mais na planilha orçamentária, que é estrutura de concreto armado de apoio e amarração para laje da caixa d'água.

Da Figura 6-4 até a

Figura 6-12 encontra-se o resultado obtido do levantamento de quantitativos realizado para o sistema construtivo com Blocos Cerâmicos de Vedação e Revestimento nas Paredes. Nesta tabela já se acham indicados o detalhamento da composição de custo de cada serviço com exposição individualizada dos materiais e mão-de-obra necessários para a execução dos mesmos.

Outro fator importante é que nos orçamentos para os sistemas com blocos de concreto (vedação e estrutural) considerando-se a existência de revestimento nas alvenarias internas e externas, não foi considerado chapisco, pois este tipo de bloco assim permite.

1 INFRAESTRUTURA						
1.1	Serviços gerais de fundação					
1.1.1	Locação da obra (execução de gabarito)	m²	63,720		4,99	318,06
	Servente	h	0,130	8,284	5,22	43,24
	Carpinteiro	h	0,130	8,284	7,00	57,99
	Arame galvanizado (bitola: 16 B'w/G)	Kg	0,020	1,274	8,18	10,42
	Tábua (seção transversal: 1 x 9" / tipo de madeira: cedrinho)	m²	0,090	5,735	32,47	186,21
	Prego 18 x 27 com cabeça (comprimento: 62,1 mm / diâmetro: 3,40 mm)	Kg	0,012	0,765	5,22	3,99
	Pontaletes 3a. construção (seção transversal: 3x3" / tipo de madeira: cedro)	m	0,040	2,549	6,36	16,21
1.1.2	Piso de concreto fck= 15 MPa, controle tipo "B" e= 12 cm, sobre lastro de brita 3 e 4, e = 5 cm e armado com tela de aço CA-60	m²	63,720		54,86	3.495,79
	Armador	h	0,020	1,274	7,00	8,92
	Pedreiro	h	0,250	15,930	7,00	111,51
	Servente	h	1,945	123,935	5,22	646,94
	Pedra britada 2	m³	0,075	4,794	67,00	321,22
	Cimento Portland CP II-E-32 (resistência: 32,00 MPa)	Kg	33,600	2140,992	0,38	813,58
	Pedra britada 1	m³	0,025	1,593	61,33	97,70
	Areia lavada tipo média	m³	0,111	7,073	50,42	356,62
	Pedra britada 4	m³	0,030	1,912	59,33	113,42
	Pedra britada 3	m³	0,030	1,912	68,60	131,14
	Tábua 3a. construção (seção transversal: 10x120 mm / madeira tipo cedrinho)	m	0,800	50,976	1,41	71,88
	Tela de aço CA-60 soldada tipo Q138 (diâmetro do fio: 4,20 mm / dimensões da trama: 100 x 100 mm / tipo da malha: quadrangular)	Kg	2,200	140,184	5,87	822,88
2	ESTRUTURA DE CONCRETO ARMADO DE APOIO E AMARRAÇÃO PARA LAJE DA CAIXA D'ÁGUA					
2.1	Construção de 4 pilares (15x15 cm)					
2.1.1	Forma com chapa compensada resinada, e=12 mm, para pilares/vigas/lajes, incluso contraventamentos/escoramentos com pontaletes 7,5 x 7,5 cm, 12 aproveitamentos	m²	1,590		16,43	26,12
	Ajudante de carpinteiro	h	0,169	0,269	5,22	1,40
	Carpinteiro	h	0,676	1,075	7,00	7,53
	Tábua 1 x 6" (espessura: 25 mm / largura: 150 mm)	m	0,042	0,066	4,73	0,31
	Pontaletes 3 x 3" (altura: 75,00 mm / largura: 75,00 mm)	m	0,498	0,792	12,62	10,00
	Sarrafo 1 x 3" (altura: 75 mm / espessura: 25 mm)	m	0,685	1,089	3,02	3,29
	Chapa compensada resinada (comprimento: 2200 mm / espessura: 12 mm / largura: 1100 mm)	m²	0,104	0,165	12,15	2,00
	Prego 17 x 27 com cabeça dupla (comprimento: 62,1 mm / diâmetro da cabeça: 3,0 mm)	Kg	0,100	0,159	6,64	1,06
	Desmoldante de fôrmas para concreto	l	0,060	0,095	5,61	0,53
2.1.2	Armadura de aço para pilares, CA-50, corte e dobra na obra	Kg	30,110		5,84	175,78
	Ajudante de armador	h	0,062	1,867	5,22	9,75
	Armador	h	0,062	1,867	7,00	13,07
	Espaçador circular de plástico para pilares, fundo e laterais de vigas, lajes, pisos e estacas (cobrimento: 30 mm)	und	4,700	141,517	0,09	12,74
	Barra de aço CA-50 3/8" (bitola: 10,0 mm / massa linear: 0,617 kg/m)	Kg	1,050	31,616	4,31	136,26
	Arame recozido (diâmetro do fio: 1,25 mm / bitola: 18 B'w/G)	Kg	0,020	0,602	6,59	3,97
2.1.3	Concreto estrutural virado em obra, controle "B", consistência para vibração, brita 1 e 2, fck 15 MPa	m³	0,240		240,07	57,62
	Servente	h	6,000	1,440	5,22	7,52
	Pedra britada 2	m³	0,627	0,150	67,00	10,05
	Cimento Portland CP II-E-32 (resistência: 32,00 MPa)	Kg	280,000	67,200	0,38	25,54
	Pedra britada 1	m³	0,209	0,050	61,33	3,07
	Areia lavada tipo média	m³	0,923	0,222	50,42	11,19
	Betoneira, elétrica, potência 2 HP (1,5 kW), capacidade 400 l - vida útil 10.000 h	h.prod.	0,306	0,073	3,48	0,25
2.2	Construção de 4 cintas (15x15 cm) em concreto armado					
2.2.1	Forma com chapa compensada resinada, e=12 mm, para pilares/vigas/lajes, incluso contraventamentos/escoramentos com pontaletes 7,5 x 7,5 cm, 12 aproveitamentos	m²	4,100		16,43	67,36
	Ajudante de carpinteiro	h	0,169	0,693	5,22	3,62
	Carpinteiro	h	0,676	2,772	7,00	19,40
	Tábua 1 x 6" (espessura: 25 mm / largura: 150 mm)	m	0,042	0,170	4,73	0,80
	Pontaletes 3 x 3" (altura: 75,00 mm / largura: 75,00 mm)	m	0,498	2,042	12,62	25,77
	Sarrafo 1 x 3" (altura: 75 mm / espessura: 25 mm)	m	0,685	2,809	3,02	8,48
	Chapa compensada resinada (comprimento: 2200 mm / espessura: 12 mm / largura: 1100 mm)	m²	0,104	0,426	12,15	5,18
	Prego 17 x 27 com cabeça dupla (comprimento: 62,1 mm / diâmetro da cabeça: 3,0 mm)	Kg	0,100	0,410	6,64	2,72
	Desmoldante de fôrmas para concreto	l	0,060	0,246	5,61	1,38

Figura 6-4 – Planilha com Blocos Cerâmicos de Vedação e Revestimento nas Paredes – Parte I

2.2.2	Armadura de aço para vigas, CA-50, corte e dobra na obra	Kg	22,500		6,67	150,00	
	Ajudante de armador	h	0,093	2,093	5,22	10,93	
	Armador	h	0,093	2,093	7,00	14,65	
	Espaçador circular de plástico para pilares, fundo e laterais de vigas, lajes, pisos e estacas (cobrimento: 30 mm)	und	7,300	164,250	0,09	14,78	4.290,72
	Barra de aço CA-50 3/8" (bitola: 10,00 mm / massa linear: 0,617 kg/m)	Kg	1,100	24,750	4,31	106,67	
	Arame recozido (diâmetro do fio: 1,25 mm / bitola: 18 B/WG)	Kg	0,020	0,450	6,59	2,97	
2.2.3	Concreto estrutural virado em obra, controle "B", consistência para vibração, brita 1 e 2, fck 15 MPa	m³	0,205		240,30	49,26	
	Servente	h	6,000	1,230	5,22	6,42	
	Pedra britada 2	m³	0,627	0,129	67,00	8,64	
	Cimento Portland CP II-E-32 (resistência: 32,00 MPa)	Kg	280,000	57,400	0,38	21,81	4.339,99
	Pedra britada 1	m³	0,209	0,043	61,33	2,64	
	Areia lavada tipo média	m³	0,923	0,189	50,42	9,53	
	Betoneira, elétrica, potência 2 HP (1,5 kW), capacidade 400 l - vida útil 10.000 h	h.prod.	0,306	0,063	3,48	0,22	
3	ALVENARIA						
3.1	Alvenaria de vedação c/ bloco cerâmico furado 9 x 19 x 19 cm (furos horizontais) espessura da parede 9 cm, juntas de 12 mm com argamassa mista de cimento, saibro e areia sem peneirar traço 1:0,5:2,5 - tipo 1	m²	98,310		19,96	1.962,16	
	Pedreiro	h	1,000	98,310	7,00	688,17	
	Servente	h	1,120	110,107	5,22	574,76	
	Saibro	m³	0,002	0,166	37,46	6,22	
	Cimento Portland CP II-E-32 (resistência: 32,00 MPa)	Kg	4,044	397,566	0,38	151,07	6.302,14
	Areia lavada tipo fina	m³	0,008	0,826	45,53	37,60	
	Bloco cerâmico furado de vedação 9 x 19 x 19 (altura: 190 mm / comprimento: 190 mm / largura: 90 mm)	und	27,000	2654,370	0,19	504,33	
3.2	Andaime para 1m² de alvenaria, construção e desmontagem, reaproveitamento dez vezes	m²	98,310		1,47	144,45	
	Servente	h	0,120	11,797	5,22	61,58	
	Carpinteiro	h	0,040	3,932	7,00	27,53	6.446,59
	Madeira (tipo de madeira: cedrinho)	m³	0,00032	0,031	1514,45	47,64	
	Prego 18 x 27 com cabeça (comprimento: 62,1 mm / diâmetro: 3,40 mm)	Kg	0,015	1,475	5,22	7,70	
4	LAJE SOBRE BANHEIRO E CIRCULAÇÃO						
4.1	Laje pré-fabricada comum para piso ou cobertura, intereixo 38 cm, es 12 cm (capeamento 4 cm e elemento de enchimento 8 cm)	m²	4,900		65,28	319,90	
	Armador	h	0,150	0,735	7,00	5,15	
	Pedreiro	h	0,440	2,156	7,00	15,09	
	Servente	h	1,880	9,212	5,22	48,09	
	Carpinteiro	h	0,730	3,577	7,00	25,04	
	Laje pré-fabricada convencional para piso ou cobertura para piso ou cobertura (espessura: 80 mm / peso próprio: 205 kgf/m² / sobrecarga: 150 kgf/m² / vão livre: 3,50 m)	m²	1,000	4,900	11,19	54,83	
	Barra de aço CA-50 1/4" (bitola: 6,30 mm / massa linear: 0,245 kg/m)	Kg	1,890	9,261	5,09	47,14	
	Tábua (seção transversal: 1 x 12" / tipo de madeira: cedrinho)	m	0,560	2,744	4,36	11,96	6.766,49
	Pedra britada 2	m³	0,0332	0,163	67,00	10,90	
	Cimento Portland CP II-E-32 (resistência: 32 MPa)	Kg	9,000	44,100	0,38	16,76	
	Pedra britada 1	m³	0,0111	0,054	61,33	3,34	
	Areia lavada tipo média	m³	0,0489	0,240	50,42	12,08	
	Sarrafo 1x 4" (altura: 100 mm / espessura: 25 mm)	m	0,970	4,753	3,21	15,26	
	Prego 18 x 27 com cabeça (comprimento: 62,1 mm / diâmetro: 3,40 mm)	Kg	0,030	0,147	5,22	0,77	
	Pontalete 3a. construção (seção transversal: 3x3" / tipo de madeira: cedro)	m	1,710	8,379	6,36	53,29	
	Betoneira, elétrica, potência 2 HP (1,5 kW), capacidade 400 l - vida útil 10.000 h	h prod	0,0123	0,060	3,48	0,21	
5	ESQUADRIAS EXTERNAS						
5.1	Janela de alumínio sob encomenda, colocação e acabamento, basculante, com contramarco (0,6 x 0,6 m - Banheiro)	m²	0,360		199,85	71,95	
	Pedreiro	h	1,500	0,540	7,00	3,78	
	Servente	h	1,000	0,360	5,22	1,88	
	Caixa de alumínio sob encomenda basculante (acabamento: natural)	m²	1,000	0,360	183,15	65,93	6.838,44
	Cimento Portland CP II-E-32 (resistência: 32,00 MPa)	Kg	1,940	0,698	0,38	0,27	
	Areia lavada tipo média	m³	0,0049	0,002	50,42	0,09	
5.2	Janela de alumínio sob encomenda, colocação e acabamento, basculante, com contramarco (1,4 x 0,6 m - Cozinha)	m²	0,840		199,85	167,88	
	Pedreiro	h	1,500	1,260	7,00	8,82	
	Servente	h	1,000	0,840	5,22	4,38	
	Caixa de alumínio sob encomenda basculante (acabamento: natural)	m²	1,000	0,840	183,15	153,85	7.006,31
	Cimento Portland CP II-E-32 (resistência: 32,00 MPa)	Kg	1,940	1,630	0,38	0,62	
	Areia lavada tipo média	m³	0,0049	0,004	50,42	0,21	

Figura 6-5 – Planilha com Blocos Cerâmicos de Vedação e Revestimento nas Paredes – Parte II

5.3	Janela de alumínio sob encomenda, colocação e acabamento, de correr, com contramarcos (1,2 x 1,2 m - Quarto)	m²	2.880		199,85	575,58	
	Pedreiro	h	1.500	4.320	7,00	30,24	
	Servente	h	1.000	2.880	5,22	15,03	
	Caixilho de alumínio sob encomenda de correr, 2 folhas (acabamento: natural)	m ²	1.000	2.880	183,15	527,47	7.581,89
	Cimento Portland CP II-E-32 (resistência: 32,00 MPa)	Kg	1.940	5.587	0,38	2,12	
	Areia lavada tipo média	m ³	0.0049	0.014	50,42	0,71	
5.4	Janela de alumínio sob encomenda, colocação e acabamento, de correr, com contramarcos (1,5 x 1,2 m - Sala)	m²	1.800		199,85	359,74	
	Pedreiro	h	1.500	2.700	7,00	18,90	
	Servente	h	1.000	1.800	5,22	9,40	
	Caixilho de alumínio sob encomenda de correr, 2 folhas (acabamento: natural)	m ²	1.000	1.800	183,15	329,67	7.941,63
	Cimento Portland CP II-E-32 (resistência: 32,00 MPa)	Kg	1.940	3.492	0,38	1,33	
	Areia lavada tipo média	m ³	0.0049	0.009	50,42	0,44	
5.5	Porta de ferro sob encomenda tipo caixilho, de abrir, colocação e acabamento com uma folha (0,8 x 2,1 m - Cozinha)	m²	1.680		281,15	472,34	
	Pedreiro	h	3.000	5.040	7,00	35,28	
	Servente	h	3.000	5.040	5,22	26,31	
	Porta de ferro sob encomenda de abrir, em chapa simples, uma folha de chapa n°18 e batent e chapa n°16, completa, inclusive ferragens	m ²	1.000	1.680	243,32	408,78	8.413,97
	Cimento Portland CP II-E-32 (resistência: 32,00 MPa)	Kg	2.030	3.410	0,38	1,30	
	Areia lavada tipo média	m ³	0.0080	0.013	50,42	0,68	
5.6	Porta de ferro sob encomenda tipo caixilho, de abrir, colocação e acabamento com uma folha (0,8 x 2,1 m - Sala)	m²	1.680		281,15	472,34	
	Pedreiro	h	3.000	5.040	7,00	35,28	
	Servente	h	3.000	5.040	5,22	26,31	
	Porta de ferro sob encomenda de abrir, em chapa simples, uma folha de chapa n°18 e batent e chapa n°16, completa, inclusive ferragens	m ²	1.000	1.680	243,32	408,78	8.886,31
	Cimento Portland CP II-E-32 (resistência: 32,00 MPa)	Kg	2.030	3.410	0,38	1,30	
	Areia lavada tipo média	m ³	0.0080	0.013	50,42	0,68	
6	PORTAS INTERNAS (completas e sem pintura - quartos)						
6.1	Porta interna de madeira, colocação e acabamento, de uma folha com batente, guarnição e ferragem, 0,80 x 2,10 m	und	3.000		276,53	829,60	
	Ajudante de carpinteiro	h	3.750	11.250	5,22	58,73	
	Pedreiro	h	1.400	4.200	7,00	29,40	
	Servente	h	1.400	4.200	5,22	21,92	
	Carpinteiro	h	3,75	11.250	7,00	78,75	
	Porta lisa de madeira encabeçada (altura: 2,10 m / espessura: 35 mm / largura: 0,80 m / tipo de madeira: imbuia)	und	1	3.000	64,03	192,09	
	Parafuso madeira cabeça chata fenda simples - zincado branco (comprimento: 90 mm / diâmetro: 6,1 mm)	und	8.000	24.000	0,39	9,36	
	Fechadura completa para porta interna em latão tipo de guarnição: espelho / tipo de maçaneta: alavanca) tipo: Soprano	und.	1.000	3.000	21,90	65,70	
	Taco de madeira para instalação de portas e janelas (altura: 60 mm / espessura: 15 mm / largura: 50 mm / tipo de madeira: peroba)	und	6.000	18.000	0,95	17,10	9.715,91
	Batente de madeira para porta de 1 folha - vão de ate 0,90 x 2,10m (espessura: 35 mm / largura: 140 mm /perimetro: 5,40 m / tipo de madeira: peroba)	und	1.000	3.000	86,25	258,75	
	Guarnição de madeira para porta 1 folha - vão de até 0,90 x 2,10 m (espessura: 10 mm / largura: 50 mm / tipo de madeira: peroba)	und	2.000	6.000	7,70	46,20	
	Dobradilha de ferro para porta - leva pino solto (altura: 3 " / largura: 2 1/2 ")	und	3.000	9.000	4,60	41,40	
	Prego 16 x 24 com cabeça (comprimento: 55 mm / diâmetro: 2,70 mm)	Kg	0.250	0.750	6,17	4,63	
	Cal hidratada CH III	Kg	1.720	5.160	0,39	2,01	
	Cimento Portland CP II-E-32 (resistência: 32,00 MPa)	Kg	1.720	5.160	0,38	1,96	
	Areia lavada tipo média	m ³	0.0106	0.032	50,42	1,60	

Figura

Figura 6-6 – Planilha com Blocos Cerâmicos de Vedação e Revestimento nas Paredes – Parte III

7 VIDROS							
7.1	Vidro comum fantasia, incolor, colocado em caixilho com ou sem baguetes, duas demãos de massa e = 4 mm	m ²	7.000		45.39	317.73	
	Mão-de-obra especializada para colocação de vidro instalação com massa	m ²	1.000	7.000	7.80	54.60	
	Massa para vidro comum	Kg	2.000	14.000	1.42	19.88	10.033.64
	Vidro cristal comum fantasia (cor: INCOLOR / espessura: 4,00 mm / tipo de acabamento: cortado)	m ²	1.000	7.000	34.75	243.25	
8 COBERTA							
8.1	Estrutura de madeira						
8.1.1	Estrutura de madeira - telha cerâmica ou de concreto, vão de 3 a 7 m ancorada em laje ou parede	m ²	61.250		70.52	4.319.15	
	Ajudante de carpinteiro	h	1.200	73.500	5.22	383.67	
	Carpinteiro	h	1.200	73.500	7.00	514.50	
	Madeira (tipo de madeira: massaranduba)	m ³	0.021	1.286	2.600.00	3.344.25	14.352.80
	Prego 18 x 27 com cabeça (comprimento: 62,1 mm / diâmetro: 3,40 mm)	Kg	0.240	14.700	5.22	76.73	
8.2	Telhas						
8.2.1	Cobertura com telha cerâmica tipo colonial com argamassa de cimento, cal hidratada e areia sem peneirar, no traço 1:2:9, inclinação 40%	m ²	61.25		17.37	1.063.64	
	Ajudante de telhadista	h	1.3	79.625	5.22	415.64	
	Telhadista	h	0.96	58.8	7.00	411.60	
	Telha cerâmica colonial	und	16	980	0.22	215.60	15.416.44
	Cal hidratada CH III	Kg	0.31	18.9875	0.39	7.41	
	Cimento Portland CP II-E-32 (resistência: 32 MPa)	Kg	0.31	18.9875	0.38	7.22	
	Areia lavada tipo média	m ³	0.002	0.1225	50.42	6.18	
8.2.2	Emboçamento de cumeeira para telha cerâmica com argamassa de cimento, cal hidratada e areia sem peneirar no traço 1:2:9	m	8.240		18.08	148.98	
	Pedreiro	h	0.500	4.120	7.00	28.84	
	Servente	h	0.520	4.285	5.22	22.37	
	Cumeeira para telha cerâmica tipo espigão	und	3.000	24.720	3.83	94.68	15.565.42
	Cal hidratada CH III	Kg	0.324	2.670	0.39	1.04	
	Cimento Portland CP II-E-32 (resistência: 32 MPa)	Kg	0.324	2.670	0.38	1.01	
	Areia lavada tipo média	m ³	0.0025	0.021	50.42	1.04	
9 FORRO							
9.1	Forro de PVC em painéis lineares encixados entre si e fixados em estrutura de madeira, dimensões 200x6.000 mm	m ²	35.930		35.06	1.259.80	
	Montador	h	0.750	26.947	7.00	188.63	
	Ajudante	h	0.750	26.947	5.22	140.66	
	Lamina de PVC para forro (comprimento: 6000 mm / espessura: 10 mm / largura: 200 mm)	m ²	1.000	35.930	17.39	624.82	
	Arremate para forro de PVC - perfil "U"	m	0.400	14.372	2.37	34.06	
	Pino liso de aço (comprimento: 25,00 mm / diâmetro nominal: 1/4 ")	und	0.250	8.982	0.16	1.44	16.825.22
	Sarrafo aparelhado (comprimento: 1000 mm / espessura: 25 mm / largura: 100 mm / tipo de madeira: pinho)	m	0.450	16.168	3.85	62.25	
	Prego 10 x 10 com cabeça (comprimento: 23mm / diâmetro da cabeça:1,5 mm)	Kg	0.007	0.252	4.51	1.13	
	Sarrafo aparelhado (seção transversal: 1x2 " / tipo de madeira: cedro)	m	0.900	32.337	2.07	66.94	
	Arame galvanizado (bitola: 18 BWG)	Kg	0.400	14.372	9.55	137.25	
	Prego 18 x 27 com cabeça (comprimento: 62,1 mm / diâmetro: 3,40 mm)	Kg	0.014	0.503	5.22	2.63	
10 RASGO e ENCHIMENTO DO RASGO EM ALVENARIA							
10.1	Rasgo em alvenaria (passagem da tubulação e eletrodutos diâmetro 15 mm (1/2") a 25 mm (1"))	m	28.000		2.01	56.14	
	Pedreiro	h	0.1	2.800	7.00	19.60	
	Servente	h	0.25	7.000	5.22	36.54	16.881.36
10.2	Rasgo em alvenaria (passagem da tubulação diâmetro 40 mm)	m	2.000		3.14	6.28	
	Pedreiro	h	0.150	0.300	7.00	2.10	
	Servente	h	0.400	0.800	5.22	4.18	16.887.64

Figura 6-7 – Planilha com Blocos Cerâmicos de Vedação e Revestimento nas Paredes – Parte IV

	Enchimento de rasgo em alvenaria com argamassa mista de cal hidratada e areia sem peneirar traço 1:4 com adição de 150 kg de cimento, para tubulação Ø 15 mm (1/2") a 25 mm (1")	m	28.000		1.61	44.95	
	Pedreiro	h	0.150	4.200	7.00	29.40	
	Servente	h	0.102	2.856	5.22	14.91	
	Cal hidratada CH III	Kg	0.032	0.892	0.39	0.35	16.932.59
	Areia lavada tipo média	m ³	0.0002	0.006	50.42	0.30	
	Cimento Portland CP II-E-32 (resistência: 32,00 MPa)	Kg	0.030	0.003	0.38	0.00	
	Enchimento de rasgo em alvenaria com argamassa mista de cal hidratada e areia sem peneirar traço 1:4 com adição de 150 kg de cimento, para tubulação Ø 40 mm	m	2.000		2.25	4.50	
	Pedreiro	h	0.200	0.400	7.00	2.80	
	Servente	h	0.150	0.300	5.22	1.57	
	Cal hidratada CH III	Kg	0.064	0.127	0.39	0.05	16.937.09
	Areia lavada tipo média	m ³	0.0004	0.001	50.42	0.04	
	Cimento Portland CP II-E-32 (resistência: 32,00 MPa)	Kg	0.060	0.120	0.38	0.05	
11	REVESTIMENTO (Chapisco, emboço e azulejo no wc com altura de 1,50m, sobre pia e tanque (h=0,60m))						
11.1	Chapisco						
11.1.1	Chapisco para parede interna ou externa com argamassa de cimento e areia sem peneirar traço 1:3, e=5 mm	m ²	196.540		2.71	533.40	
	Pedreiro	h	0.100	19.654	7.00	137.58	
	Servente	h	0.150	29.481	5.22	153.89	17.470.50
	Cimento Portland CP II-E-32 (resistência: 32,00 MPa)	Kg	2.430	477.592	0.38	181.49	
	Areia lavada tipo média	m ³	0.0061	1.199	50.42	60.45	
11.2	Emboço						
11.2.1	Emboço para parede interna com argamassa mista de cimento, cal hidratada e areia sem peneirar traço 1:2:9, e=20 mm	m ²	196.540		12.10	2.378.34	
	Pedreiro	h	0.600	117.924	7.00	825.47	
	Servente	h	0.800	157.232	5.22	820.75	
	Cal hidratada CH III	Kg	3.240	636.790	0.39	248.35	19.848.84
	Cimento Portland CP II-E-32 (resistência: 32,00 MPa)	Kg	3.240	636.790	0.38	241.98	
	Areia lavada tipo média	m ³	0.0244	4.796	50.42	241.79	
11.3	Azulejo						
11.3.1	Azulejo assentado com argamassa pré-fabricada de cimento colante, juntas a prumo	m ²	10.000		20.50	205.04	
	Azulejista	h	0.360	3.600	7.00	25.20	
	Servente	h	0.200	2.000	5.22	10.44	
	Azulejo cerâmico esmaltado liso (comprimento: 150 mm / largura: 150 mm)	m ²	1.100	11.000	13.88	152.68	20.053.88
	Argamassa pré-fabricada de cimento colante para assentamento de peças cerâmicas	Kg	4.400	44.000	0.38	16.72	
11.3.2	Rejuntamento de azulejo 15x15cm com cimento branco, para juntas até 3 mm	m ²	10.000		3.14	31.42	
	Azulejista	h	0.250	2.500	7.00	17.50	
	Servente	h	0.200	2.000	5.22	10.44	20.085.29
	Cimento branco não estrutural	Kg	0.250	2.500	1.39	3.48	
12	PISO INTERNO						
12.1	Regularização de bases						
12.1.1	Regularização desempenada de base para revestimento de piso com argamassa de cimento e areia sem peneirar, traço 1:3, espessura 3 cm	m ²	37.240		14.05	523.21	
	Pedreiro	h	0.430	16.013	7.00	112.09	
	Servente	h	0.700	26.068	5.22	136.07	
	Cimento Portland CP II-E-32 (resistência: 32,00 MPa)	Kg	14.580	542.959	0.38	206.32	20.608.50
	Areia lavada tipo média	m ³	0.0366	1.363	50.42	68.72	
12.2	Acabamentos						
12.2.1	Piso cerâmico esmaltado 30x30 cm, assentado com argamassa pré-fabricada de cimento colante (wc)	m ²	2.730		19.59	53.47	
	Ladrilhista	h	0.440	1.201	7.00	8.41	
	Servente	h	0.220	0.601	5.22	3.14	
	Piso cerâmico esmaltado liso brilhante (comprimento: 300 mm / espessura: 8 mm / largura: 300 mm / resistência a abrasão: 3, tipo Porto Rico)	m ²	1.190	3.249	11.50	37.36	20.661.97
	Argamassa pré-fabricada de cimento colante para assentamento de peças cerâmicas	Kg	4.400	12.012	0.38	4.56	

Figura 6-8 – Planilha com Blocos Cerâmicos de Vedação e Revestimento nas Paredes – Parte V

12.2.2	Rejuntamento de piso cerâmico cerâmico com cimento branco, para juntas de até 3 mm	m²	2.730		3.14	8.58	
	Azulejista	h	0.250	0.683	7.00	4.78	
	Servente	h	0.200	0.546	5.22	2.85	20.670.55
	Cimento branco não estrutural	Kg	0.250	0.683	1.39	0.95	
13	INSTALAÇÕES HIDRO-SANITÁRIAS						
13.1	Rede de água fria - tubos e conexões de PVC soldável marrom						
13.1.1	Ponto de água fria com tubo de PVC e conexões, Ø 25 mm	und.	5.000		64.72	323.60	
	Ajudante de encanador	h	3.000	15.000	5.22	78.30	
	Encanador	h	3.000	15.000	7.00	105.00	
	Tubo soldável de PVC marrom para água fria (Ø 25 mm)	m	8.000	40.000	1.72	68.80	
	Tê 90° soldável de PVC marrom com rosca na bolsa central para água fria diâmetro da parte soldável: 25 mm)	und.	1	5.000	2.05	10.25	20.994.15
	Joelho 90° soldável de PVC marrom e com rosca para água fria (diâmetro da part e roscável: 3/4 " / diâmetro da parte soldável: 25 mm)	und.	3	15.000	1.60	24.00	
	Joelho 90° soldável de PVC azul e com bucha de latão com redução para água fria (Ø da parte roscável: 3/4 " / Ø da parte soldável: 32 mm)	und.	1.000	5.000	7.45	37.25	
13.2	Rede de água fria - registros e válvulas						
13.2.1	Registro de gaveta bruto Ø 20 mm (Ø 3/4")	und.	2.000		25.92	51.85	
	Ajudante de encanador	h	0.54	1.080	5.22	5.64	
	Encanador	h	0.54	1.080	7.00	7.56	
	Registro de gaveta (diâmetro da seção: 3/4 " / tipo de acabamento: bruto)	und.	1.000	2.000	19.24	38.48	21.046.00
	Fita de vedação para tubos e conexões roscáveis (comprimento: 50 m / largura: 18 mm)	m	0.940	1.880	0.09	0.17	
13.2.2	Registro de pressão em PVC roscável para chuveiro, Ø 1/2"	und.	1.000		14.81	14.81	
	Ajudante de encanador	h	0.25	0.250	5.22	1.31	
	Encanador	h	0.25	0.250	7.00	1.75	
	Registro de chuveiro em PVC roscável (diâmetro da seção: 1/2 ")	und.	1.000	1.000	11.67	11.67	21.060.81
	Fita de vedação para tubos e conexões roscáveis (comprimento: 50 m / largura: 18 mm)	m	0.940	0.940	0.09	0.08	
13.3	Rede de esgoto - tubos e conexões de PVC ponta, bolsa e virola branco						
13.3.1	Ponto de esgoto primário, com tubo de PVC e conexões, Ø 100 mm	und.	1.000		116.90	116.90	
	Ajudante de encanador	h	3.5	3.500	5.22	18.27	
	Encanador	h	3.5	3.500	7.00	24.50	
	Tê 90° PBV de PVC branco para esgoto série normal (Ø da seção: 100 mm)	und.	1.000	1.000	7.72	7.72	
	Tubo PBV de PVC branco para esgoto série normal (Ø da seção: 100 mm)	m	6.000	6.000	6.33	37.98	21.177.71
	Junção 45° PBV de PVC branco com redução para esgoto série normal (Ø de entrada: 100,00 mm / diâmetro de saída: 75,00 mm)	und.	1.000	1.000	10.75	10.75	
	Joelho 90° PBV de PVC branco para esgoto série normal, Ø da seção:100 mm	und.	2.000	4.000	4.42	17.68	
13.3.2	Ponto de esgoto secundário, com tubo de PVC branco e conexões, Ø 50 mm	und.	4.000		83.78	335.12	
	Ajudante de encanador	h	3.000	12.000	5.22	62.64	
	Encanador	h	3.000	12.000	7.00	84.00	
	Tubo PBV de PVC branco para esgoto série normal (Ø da seção: 50 mm)	m	6.000	24.000	4.15	99.60	
	Tê 90° PBV de PVC branco para esgoto série normal (Ø da seção: 50 mm)	und.	1.000	4.000	3.48	13.92	21.512.83
	Junção 45° PBV de PVC branco com redução para esgoto série normal (Ø de entrada: 100 mm / Ø de saída: 50,00 mm)	und.	1.000	4.000	7.13	28.52	
	Joelho 90° PBV de PVC branco para esgoto série normal (Ø da seção: 50mm)	und.	2.000	8.000	1.38	11.04	
	Caixa sifonada de PVC 250 x 172 x 50 mm	und.	1.000	1.000	35.40	35.40	

Figura 6-9 – Planilha com Blocos Cerâmicos de Vedação e Revestimento nas Paredes – Parte VI

14	APARELHOS E METAIS					
14.1	Lavatório de louça sem coluna, com torneira de pressão e acessórios	und.	1.000		96.56	96.56
	Ajudante de encanador	h	2.750	2.750	5,22	14,36
	Encanador	h	2.750	2.750	7,00	19,25
	Torneira para lavatório de mesa em PVC - tipo LEK-AT	und.	1.000	1.000	12,49	12,49
	Lavatório de louça suspenso - padrão popular	und.	1.000	1.000	36,65	36,65
	Sifão sanfonado universal em PVC branco	und.	1.000	1.000	5,00	5,00
	/ tipo de acabamento: cromado					
	Válvula de escoamento para lavatório nº 8 em PVC - Amanco	und.	1.000	1.000	2,20	2,20
	tipo de acabamento: cromado)					21.609,39
	Parafuso cromado (comprimento: 2 1/2 " / diâmetro nominal: 1/4 ")	und.	2.000	2.000	1,90	3,80
	Engate flexível de pvc para entrada de água (comprimento: 300 mm / diâmetro da seção: 1/2 ")	und.	1.000	1.000	2,46	2,46
	Bucha de nylon para fixação geral em concreto e materiais de alvenaria (comprimento: 40 mm / diâmetro do furo: 8 mm / tipo: S8)	und.	2.000	2.000	0,14	0,28
	Fita de vedação para tubos e conexões roscáveis (comprimento: 50 m / largura: 18 mm)	m	0.840	0.840	0,09	0,08
14.2	Bacia de louça sifonada, com tampa e acessórios	und.	1.000		235.12	235.12
	Ajudante de encanador	h	2.500	2.500	5,22	13,05
	Encanador	h	2.500	2.500	7,00	17,50
	Parafuso cromado (comprimento: 2 1/2 " / diâmetro nominal: 1/4 ")	und.	2.000	2.000	1,90	3,80
	Assento plástico para bacia - padrão popular	und.	1.000	1.000	16,00	16,00
	Engate flexível de pvc para entrada de água (comprimento: 300 mm / diâmetro da seção: 1/2 ")	und.	1.000	1.000	2,46	2,46
	Conexão de PVC (espude) para bacia sanitária com saída horizontal (diâmetro da seção: 4 ")	und.	1.000	1.000	1,63	1,63
	Bucha de nylon para fixação geral em concreto e materiais de alvenaria (comprimento: 40 mm / diâmetro do furo: 8 mm / tipo: S8)	und.	2.000	2.000	0,14	0,28
	Bacia sanitária com caixa acoplada de louça - padrão popular- Tipo Celite	und.	1.000	1.000	180,00	180,00
	Adesivo para tubo de PVC	Kg	0.009	0.009	23,22	0,20
	Massa para vidro comum	Kg	0.100	0.100	1,42	0,14
	Fita de vedação para tubos e conexões roscáveis (comprimento: 50 m / largura: 18 mm)	m	0.560	0.560	0,09	0,05
14.3	Pia em mármore sintético (resina) tamanho 1,40x0,50 m e acessórios	und.	1.000		171.17	171.17
	Ajudante de encanador	h	3.500	3.500	5,22	18,27
	Encanador	h	3.500	3.500	7,00	24,50
	Pia em mármore sintético (resina) tamanho 1,40x0,5m tipo A.J. Rorato	und.	1.000	1.000	92,90	92,90
	Sifão de copo ajustado sanfonado em PVC	und.	1.000	1.000	17,00	17,00
	Válvula de escoamento para pia em PVC branca	und.	1.000	1.000	2,20	2,20
	Fita de vedação para tubos e conexões roscáveis (comprimento: 50 m / largura: 18 mm)	m	1.130	1.130	0,09	0,10
	Torneira em plástico ABS, para pia de cozinha , com bica longa	und.	1.000	1.000	16,20	16,20
14.4	Tanque em polipropileno, 24 l, dimensões 58x52x32 cm e acessórios	und.	1.000		103.59	103.59
	Ajudante de encanador	h	3.000	3.000	5,22	15,66
	Encanador	h	3.000	3.000	7,00	21,00
	Tanque em polipropileno (altura: 520 mm / largura: 580 mm / profundidade no sentido perpendicular à parede: 320 mm / volume: 24,00 l)	und.	1.000	1.000	51,56	51,56
	Torneira em plástico ABS, para tanque	und.	1.000	1.000	10,30	10,30
	Sifão sanfonado universal em PVC branco	und.	1.000	1.000	5,00	5,00
	Fita de vedação para tubos e conexões roscáveis (comprimento: 50 m / largura: 18 mm)	m	0.750	0.750	0,09	0,07
14.5	Chuveiro simples	und.	1.000		18.14	18.14
	Ajudante de encanador	h	0,25	0,250	5,22	1,31
	Encanador	h	0,25	0,250	7,00	1,75
	Chuveiro em PVC roscável (Ø da seção: 1/2 ", comprimento 8")	und.	1.000	1.000	15,00	15,00
	Fita de vedação para tubos e conexões roscáveis (comprimento: 50 m / largura: 18 mm)	m	0.940	0.940	0,09	0,08
14.6	Caixa d'água com tampa 500 litros e acessórios	und.	1.000	1.000		500.00
						22.637,40

Figura 6-10 – Planilha com Blocos Cerâmicos de Vedação e Revestimento nas Paredes – Parte VII

15 INSTALAÇÕES ELÉTRICAS							
15.1 Tomadas e interruptores							
15.1.1	Ponto seco para instalação de som, TV, alarme e lógica, incluindo eletroduto de PVC flexível e caixa com espelho	und.	3.000		74.90	224.70	
	Ajudante de eletricista	h	4.000	12.000	6.06	72.72	
	Eletricista	h	4.000	12.000	7.00	84.00	
	Eletroduto de PVC flexível corrugado amarelo (diâmetro da seção: 25 mm)	m ²	11.000	33.000	1.49	49.17	22.862.10
	Placa (espelho) para caixa 4x4 - 2 postos + 2 postos	und.	1.000	3.000	3.66	10.98	
	Caixa de ligação de PVC para eletroduto flexível corrugado de embutir (largura: 4 " / profundidade: 46 mm / comprimento: 4 ")	und.	1.000	3.000	2.61	7.83	
15.1.2	Ponto de luz com eletroduto de PVC rígido, Ø 3/4"	und.	7.000		113.59	795.13	
	Ajudante de eletricista	h	5.000	35.000	6.06	212.10	
	Eletricista	h	4.000	28.000	7.00	196.00	
	Luva de PVC rígido roscável para eletroduto (diâmetro da seção: 3/4 ")	und.	1.000	7.000	0.71	4.97	
	Eletroduto de PVC rígido roscável (diâmetro da seção: 3/4 ")	m	15.000	105.000	1.98	207.90	
	Curva 90° de PVC rígido roscável para eletroduto (diâmetro da seção: 3/4 ")	und.	1.000	7.000	1.51	10.57	23.657.23
	Caixa estampada em chapa de aço esmaltada de embutir 4 x 2" (chapa: 18 / formato da seção transversal: retangular)	und.	1.000	7.000	1.92	13.44	
	Fio isolado em PVC (encordoamento: classe 1 / seção transversal: 1,50 mm ² / tensão: 750,00 V)	m	33.000	231.000	0.65	150.15	
15.1.3	Ponto de tomada com eletroduto de PVC rígido, sem placa, Ø 3/4"	und.	11.000		112.01	1.232.11	
	Ajudante de eletricista	h	4.500	49.500	6.06	299.97	
	Eletricista	h	3.500	38.500	7.00	269.50	
	Luva de PVC rígido roscável para eletroduto (diâmetro da seção: 3/4 ")	und.	1.000	11.000	0.71	7.81	
	Eletroduto de PVC rígido roscável (diâmetro da seção: 3/4 ")	m	15.000	165.000	1.98	326.70	
	Curva 90° de PVC rígido roscável para eletroduto (diâmetro da seção: 3/4 ")	und.	1.000	11.000	1.51	16.61	
	Tomada de embutir universal 2 pólos redonda (corrente elétrica: 10 A / tensão: 250,00 V)	und.	1.000	11.000	4.95	54.45	24.889.34
	Caixa estampada em chapa de aço esmaltada de embutir 4 x 2" (chapa: 18 / formato da seção transversal: retangular)	und.	1.000	11.000	1.92	21.12	
	Fio isolado em PVC (encordoamento: classe 1 / seção transversal: 1,50 mm ² / tensão: 750,00 V)	m	33.000	363.000	0.65	235.95	
15.1.4	Ponto de interruptor com eletroduto de PVC rígido roscável, Ø 3/4"	und.	9.000		113.79	1.024.11	
	Ajudante de eletricista	h	4.500	40.500	6.06	245.43	
	Eletricista	h	3.500	31.500	7.00	220.50	
	Luva de PVC rígido roscável para eletroduto (diâmetro da seção: 3/4 ")	und.	1.000	9.000	0.71	6.39	
	Interruptor de embutir 1 tecla simples com placa (corrente elétrica: 10 A / tensão: 250 V) UN 1 6,08 6,09	und.	1.000	9.000	6.08	54.72	
	Eletroduto de PVC rígido roscável (diâmetro da seção: 3/4 ")	m	15.000	135.000	1.98	267.30	25.913.45
	Curva 90° de PVC rígido roscável para eletroduto (diâmetro da seção: 3/4 ")	und.	1.000	9.000	1.51	13.59	
	Caixa estampada em chapa de aço esmaltada de embutir 4 x 2" (chapa: 18 / formato da seção transversal: retangular)	und.	1.000	9.000	1.92	17.28	
	Fio isolado em PVC (encordoamento: classe 1 / seção transversal: 1,50 mm ² / tensão: 750,00 V)	m	34.000	306.000	0.65	198.90	
15.1.5	Ponto de telefone - tubulação seca - Ø 3/4"	und.	1.000		114.77	114.77	
	Ajudante de eletricista	h	5.000	5.000	6.06	30.30	
	Eletricista	h	5.000	5.000	7.00	35.00	
	Tomada de embutir de telefone 4 pólos, sem placa (padrão: TELEBRÁS)	und.	1.000	1.000	5.73	5.73	
	Luva de PVC rígido roscável para eletroduto (diâmetro da seção: 3/4 ")	und.	1.000	1.000	0.71	0.71	26.028.22
	Eletroduto de PVC rígido roscável (diâmetro da seção: 3/4 ")	m	20.000	20.000	1.98	39.60	
	Curva 90° de PVC rígido roscável para eletroduto (diâmetro da seção: 3/4 ")	und.	1.000	1.000	1.51	1.51	
	Caixa estampada em chapa de aço esmaltada de embutir 4 x 2" (chapa: 18 / formato da seção transversal: retangular)	und.	1.000	1.000	1.92	1.92	
15.2	Rede de baixa tensão - quadros e caixas						
15.2.1	Quadro de distribuição de luz em PVC de embutir até 8 divisões modulares, dimensões externas 160x240x89 mm	und.	1.000		105.51	105.51	
	Ajudante de eletricista	h	1.000	1.000	6.06	6.06	
	Eletricista	h	1.000	1.000	7.00	7.00	
	Quadro de distribuição de luz em PVC de embutir 6 disjuntores padrão europeu/8 disjuntores padrão americano (comprimento: 245 mm / largura: 190 mm / profundidade: 78,7 mm)	und.	1.000	1.000	21.03	21.03	26.133.73
	Barramento para quadro de luz padrão europeu tipo terra	und.	1.000	1.000	7.04	7.04	
	Barramento para quadro de luz padrão europeu tipo principal	und.	1.000	1.000	57.67	57.67	
	Barramento para quadro de luz padrão europeu tipo neutro	und.	1.000	1.000	6.71	6.71	

Figura 6-11 – Planilha com Blocos Cerâmicos de Vedação e Revestimento nas Paredes – Parte VIII

15.2.2	Disjuntor monopolar temomagnético 10 A em quadro de distribuição	und.	5.000		10.68	53.39	
	Ajudante de eletricitista	h	0.300	1.500	6.06	9.09	
	Eletricista	h	0.300	1.500	7.00	10.50	
	Disjuntor para sistemas prediais e comerciais padrão europeu- monopolar (corrente elétrica: 10 A / ICC alta tensão NBR IEC 60898: 3,0 kA / ICC baixa tensão NBR IEC 60898: 4,0 kA / tipo de curva característica: C)	und.	1.000	5.000	6.76	33.80	26.187.12
15.2.3	Disjuntor monopolar temomagnético 32 A em quadro de distribuição	und.	1.000		10.68	10.68	
	Ajudante de eletricitista	h	0.300	0.300	6.06	1.82	
	Eletricista	h	0.300	0.300	7.00	2.10	
	Disjuntor para sistemas prediais e comerciais padrão europeu- monopolar (corrente elétrica: 32 A / ICC alta tensão NBR IEC 60898: 3,0 kA / ICC baixa tensão NBR IEC 60898: 4,0 kA / tipo de curva característica: C)	und.	1.000	1.000	6.76	6.76	26.197.80
16	PINTURA (paredes internas e externas)						
16.1	Pintura (2 demãos) com tinta látex PVA em parede interna e externa, sem massa corrida	m²	209.000		7.13	1.490.30	
	Pintor	h	0.400	83.600	7.00	585.20	
	Ajudante de pintor	h	0.350	73.150	5.22	381.84	
	Selador base PVA para pintura látex	l	0.120	25.080	6.31	158.25	27.688.09
	Tinta látex PVA (tipo de acabamento: Fosco)	l	0.170	35.530	9.67	343.58	
	Lixa para superfície madeira/massa (grana: 100)	und.	0.250	52.250	0.41	21.42	
TOTAL							
	Preço total da construção sem BDI						27.688.09
	Área da construção						42,3 m2
	Preço da construção por m²						654.56

Figura 6-12 – Planilha com Blocos Cerâmicos de Vedação e Revestimento nas Paredes – Parte IX

6.5 Composição de Preços do Sistema Monolite

Em função da indisponibilidade de composições de custos específicas para a execução deste sistema construtivo na tabela de referência utilizada, foi necessário o desenvolvimento de uma composição própria que serviu de fundamento para a análise dos custos de construção deste sistema. A seguir apresentam-se os detalhes deste desenvolvimento, que foi em parte baseada na experiência prática em canteiros de obras e parte resultante de trabalhos técnicos sobre o referido sistema, alguns já descritos em capítulo anterior.

A argamassa utilizada para revestimento não deve conter cal. É conveniente adicionar à mistura, aditivos colantes e plastificantes, e fibras de polipropileno. Para execução do revestimento pode-se utilizar um projetor de argamassa, o que dará maior velocidade ao processo ou ainda, valer-se do processo manual tradicional de chapisco e reboco.

A quantidade de areia, brita, cimento e fibra de polipropileno foram obtidas através de dados de Bertoldi (2007), o qual utilizou os seguintes materiais constituintes dos painéis:

- Núcleo de poliestireno expandido: dimensões 50 mm x 1000 mm x 2600 mm e densidade 13 Kg/m³.
- Telas de aço eletro soldadas: fio 3,4 mm, malha 75mm x 150 mm.
- Conectores de aço bitola 3,4 mm, 4 unidades por m².
- Argamassas usadas para revestimento obedecendo às especificações da Tabela 6-3 a seguir.

Tabela 6-3 – Características das argamassas para composição de custos

INSUMO	CONSUMO POR DEMÃO	
	1º	2º
Cimento Portland CPV - ARI	50 kg	50 kg
Areia média	100 kg	175 kg
Brita zero (pedrisco)	75 kg	-
Fibras de polipropileno	250 g	250 g
Aditivo plastificante	50 ml	50 ml
Água	17,5 l	17,5 l
Relação água/cimento	0,35	0,35

Para o Pannel em questão foi utilizada uma tela eletrosoldada com fio 3,4 mm e malha de 150 x 150 mm.

Os conectores serão confeccionados na obra com tamanho total de 11 cm, admitindo-se que terá dobra nas duas extremidades para fazer amarração das telas existentes em cada face do isopor.

A quantidade de brita, areia, fibra e aditivo foi calculada através do traço acima descrito.

Computou-se arame para uma eventual necessidade de emendas entre painéis e escoramentos.

O uso do sarrafo e barroto se faz necessário para evitar o tombamento do pannel no momento do seu revestimento.

Para o projetor de argamassa foi feita uma composição tomando-se por base a composição do TCPO 2000 (Tabelas de Composições de Preços para Orçamentos) para Bomba de argamassa elétrica potência 4,4 Kw (6 HP), modelo helicoidal, pressão máxima de bombeamento = 25 Kg/cm^2 – vida útil 8000h - unidade: h.

Tabela 6-3 – Parâmetros de custo do uso do projetor de argamassa

Componentes	Unid	Consumos	
		Hora	
		Produtiva	Improdutiva
Energia elétrica	Kw	4,4 x preço do Kw	
Graxa	Kg	0,002 x preço do Kg da graxa	
Mangueira Ø 25 mm	m	0,01 x preço de 1m de mangueira	
Manutenção mecânica		$6,00 \times 10^{-5}$ x preço da máquina	
Depreciação		$11,36 \times 10^{-5}$ x preço da máquina	$11,36 \times 10^{-5}$ x preço da máquina
Juros de Capital		$3,97 \times 10^{-5}$ x preço da máquina	$3,97 \times 10^{-5}$ x preço da máquina

Fazendo-se os ajustes para um projetor de argamassa Anvi spray 3 (potência 5HP), cujo valor da máquina é de R\$ 9.800,00 e que somado ao transporte de São Paulo até Recife, chega a um preço final de aproximadamente R\$ 10.500,00 . Acompanha esta máquina três canecas jateadoras, o que faz aumentar ainda mais a produtividade. Promovidos estes ajustes, a composição final considerada acha-se indicada na Tabela 6-4.

Tabela 6-4 – Composição do projetor de argamassa

Componentes	h.	Consumos	
		Hora	
		Produtiva	Improdutiva
Energia elétrica	Kw	4,0 x 0,24	
Graxa	Kg	0,002 x 25,00	
Mangueira Ø 25mm	m	0,01 x 5,68	
Manutenção mecânica		$6,00 \times 10^{-5} \times 10.500,00$	
Depreciação		$11,36 \times 10^{-5} \times 10.500,00$	$11,36 \times 10^{-5} \times 10.500,00$
Juros de Capital		$3,97 \times 10^{-5} \times 10.500,00$	$3,97 \times 10^{-5} \times 10.500,00$
Componentes	h.	Consumos	
		Hora	
		Produtiva	Improdutiva
Energia elétrica	Kw	0,96	
Graxa	Kg	0,05	
Mangueira Ø 25mm	m	0,06	
Manutenção mecânica		0,63	
Depreciação		1,19	1,19
Juros de Capital		0,42	0,42

Somando-se o custo da hora produtiva com a hora improdutiva tem-se o custo horário da rebocadora, de R\$ 4,92. Considerando-se apenas a hora produtiva teremos o custo horário no valor de R\$ 3,31. Nas avaliações realizadas foram consideradas as horas produtivas.

Para o cálculo do consumo de horas de mão-de-obra foi considerada a participação de profissional e ajudante. Para ambos os profissionais considerou-se o tempo gasto para colocação e prumo dos painéis, o tempo necessário para as emendas, reforços nos vãos abertos dos painéis e colocação dos conectores e finalmente tempo gasto na execução do revestimento.

A análise feita para cálculo do tempo necessário para fixação e prumo dos painéis (f_p) foi através de um comparativo com a composição de construção de tapume.

Para estimativa do tempo gasto na confecção dos reforços nos vãos abertos dos painéis e colocação dos conectores (rc) utilizou-se a composição da PINI (PINI, 2009) para armadura, onde o profissional gasta em torno de 0,10 h/kg de ferro.

Como referência para a produtividade de revestimento (re), utilizou-se dados do trabalho de Bertoldi (2007), que foi de 60,00 m²/h para 1 cm de espessura de revestimento. A expressão utilizada para avaliação do tempo gasto pelo profissional foi a seguinte:

$$T_{\text{prof}} = (f_p) + (rc) + (re) = 0,8 + 0,48 + 0,13 = 1,41 \text{ h}$$

Onde:

T_{prof} = tempo gasto pelo profissional

f_p = fixação dos painéis

rc = reforços nos vãos abertos e colocação dos conectores

re = revestimento

A estimativa do tempo gasto pelo ajudante (T_{ajud}) levou em conta 50% a mais para a produtividade do revestimento. Logo se tem a seguinte expressão para o ajudante.

$$T_{\text{ajud}} = 0,8 + 0,48 + 1,5 \times 0,13 = 1,47 \text{ h}$$

Diante das considerações expostas, a composição final para o Sistema Monolite achase descrita na Tabela 6-5 a seguir.

Tabela 6-5 – Composição final do Sistema Monolite (unidade= m²)

Núcleo de Poliestireno Expandido - Densidade 13 kg/m ³ - espessura 5 cm	m ²	1
Tela de aço eletrosoldada com fio de 3.4 mm e malha de 150 mm x 150 mm	m ²	2,2
Conectores de aço bitola 3.4 mm	und	9
Arame recozido nº 18	kg	0,14
Cimento CP V ARI	kg	21
Areia lavada média	m ³	0,054
Brita zero (pedrisco)	m ³	0,017
Fibra de polipropileno	g	4
Aditivo plastificante	ml	21
Sarrafo de 1" x 4" de madeira mista	m	0,77
Pontalete de 3" x 3" de madeira mista	m	0,64
Projeter de argamassa	h	0,13
Ajudante	h	1,47
Profissional	h	1,41

6.6 Análises e Discussão de Resultados

A Tabela 6-6 a seguir sumariza o resultado das análises em termos da produtividade da mão de obra para cada sistema construtivo estudado sem a consideração da existência de revestimento de argamassa sobre as paredes. Nesta tabela também se encontra um indicador de produtividade para cada sistema, que corresponde ao total de mão-de-obra utilizada dividido pela área total de construção da edificação – 42,3 m². Nesta tabela, apenas o sistema construtivo com blocos de EPS foi considerado com revestimento, já que não há hipótese de sua execução sem este revestimento. A Tabela 6-6 apresenta o custo de mão de obra apenas de pedreiro e servente das etapas construtivas, pois são elas que se diferem entre si em cada sistema, as etapas ou atividades que se repetem em todos os sistemas construtivos não entraram no custo do consumo de mão de obra desta tabela (infraestrutura, esquadrias, coberta instalações, etc.), o mesmo raciocínio foi adotado na Tabela 6-7.

Tabela 6-6 – Consumo de mão de obra na execução de cada sistema estudado, sem revestimento

Profissional	Quantidade de horas trabalhadas					
	BVCON	BVCER	BECON	BECER	EPS	BGES
Pedreiro	139,90	174,33	145,97	137,14	203,04	100,29
Servente	302,18	342,12	306,05	297,63	361,20	246,21
TOTAL	442,08	516,45	452,02	434,76	564,24	346,50
h/m ²	10,45	12,21	10,70	10,28	13,34	8,19

BVCON=Sistema com Blocos de Vedação de Concreto; BVCER= Sistema com Bloco de Vedação Cerâmico; BECON= Sistema com Bloco Estrutural de Concreto; BECER= Sistema com Bloco Estrutural Cerâmico; EPS=Sistema Monolite com EPS, BGES= Sistema com Bloco de Gesso.

Os dados da Tabela 6-6 encontram-se condensados no Gráfico 6-1 a seguir.

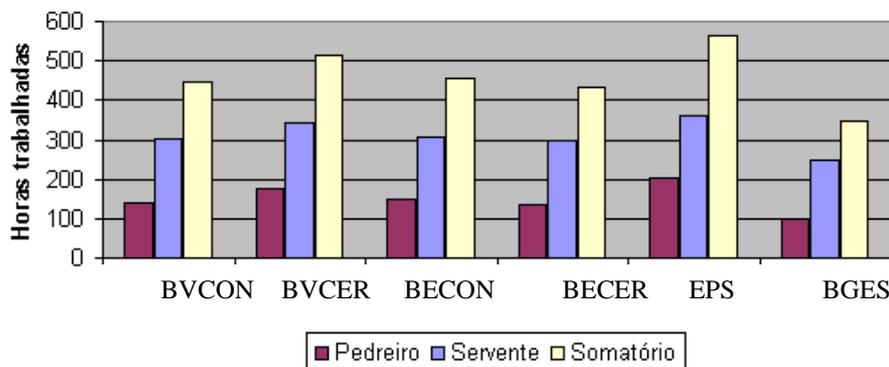


Gráfico 6-1 – Produtividade dos sistemas construtivos estudados, sem revestimento

O exame da Tabela 6-6 e Gráfico 2-1 permite concluir que o Sistema Construtivo com Paredes de Gesso foi o que apresentou menor consumo de mão-de-obra na sua execução –

346,50 horas - ao passo que o Sistema Construtivo em EPS apresentou maior consumo – 564,24 horas –, correspondendo a um acréscimo de cerca de 63% na quantidade de horas necessárias para sua execução. Esta diferença na quantidade de mão-de-obra do Sistema EPS pode ser atribuída às próprias características do sistema que demanda maior tempo na execução e montagem dos painéis. Uma comparação mais justa é feita mais adiante, onde são comparados todos os sistemas construtivos estudados com revestimento de argamassa.

A Tabela 6-7 a seguir sumariza os resultados das análises em termos da produtividade da mão de obra para cada sistema construtivo estudado agora com a consideração da existência de revestimento de argamassa sobre as paredes.

Tabela 6-7 – Consumo de mão de obra na execução de cada sistema estudado, com revestimento

Profissional	Quantidade de horas trabalhadas					
	BVCON	BVCER	BECON	BECER	EPS	BGES
Pedreiro	251,83	304,91	257,89	267,71	203,04	231,17
Servente	451,41	519,33	455,29	474,84	361,20	412,72
TOTAL	703,24	824,24	713,18	742,55	564,24	643,89
h/m ²	16,63	19,49	16,86	17,55	13,34	15,22

BVCON=Sistema com Blocos de Vedação de Concreto; BVCER= Sistema com Bloco de Vedação Cerâmico; BECON= Sistema com Bloco Estrutural de Concreto; BECER= Sistema com Bloco Estrutural Cerâmico; EPS=Sistema Monolite com EPS, BGES= Sistema com Bloco de Gesso

Os dados da Tabela 6-7 encontram-se condensados no Gráfico 6.2.

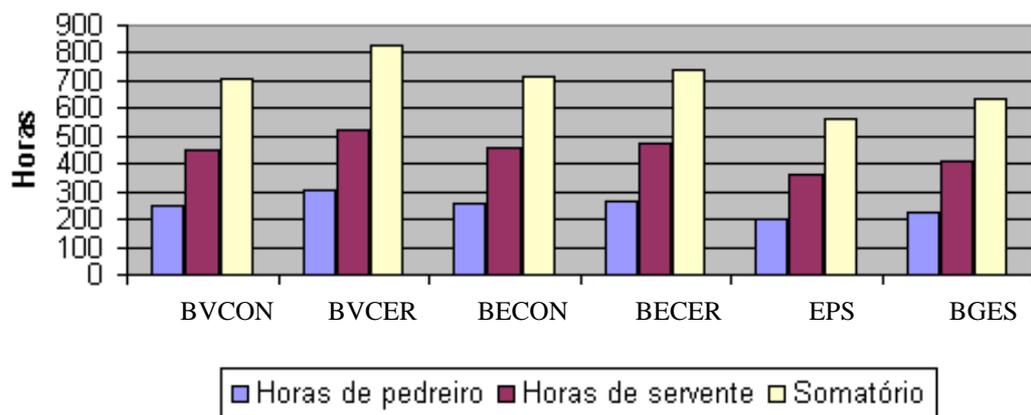


Gráfico 6-2 – Produtividade dos sistemas construtivos estudados, com revestimento

O que se pode concluir ao analisar os dados da Tabela 6-7 e do Gráfico 6.2 é que o sistema construtivo que apresentou menor consumo de mão-de-obra na sua execução foi o Sistema Monolite em EPS - 564,24 horas, em contrapartida aquele que apresentou maior consumo foi o Sistema Construtivo com Blocos de Vedação Cerâmico - 824,24 horas - representando um acréscimo de 46%. Esta diferença em favor do EPS pode ser atribuída ao

fato de que foi considerado a utilização de um projetor de argamassa que possibilita uma produção de 60m²/h para um revestimento de 1 cm de espessura. Além disto, para garantir uma estabilidade maior para os blocos de vedação, foram orçados elementos estruturais de concreto armado para o trecho com laje pré-moldada de apoio da caixa d'água.

A Tabela 6-8 e o Gráfico 6-3 a seguir apresentam os custos diretos de cada sistema construtivo estudado, sem a consideração da existência de revestimento de argamassa sobre as paredes.

Tabela 6-8 – Custos diretos dos sistemas construtivos, sem revestimento nas paredes

Sistema Construtivo	BVCON	BVCER	BECON	BECER	EPS	BGES
Material (R\$)	17.051,77	16.211,57	17.877,29	16.593,70	19.918,40	18.463,19
Mão de obra (R\$)	8.263,47	8.712,94	8.245,79	8.139,98	8.933,15	7.693,98
Custo total (R\$)	25.315,24	24.924,50	26.123,08	24.733,68	28.851,55	26.157,17
Custo R\$/m ²	598,47	589,23	617,57	584,72	682,07	618,37

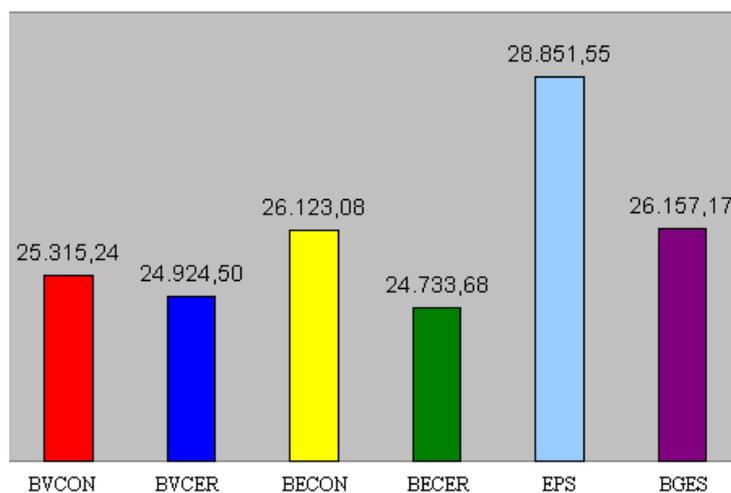


Gráfico 6-3 – Custos diretos dos sistemas construtivos estudados, sem revestimento

Analisando a Tabela 6-8 e o Gráfico 6-3 verifica-se que o sistema que apresentou maior custo foi o sistema em EPS. Deve-se considerar, entretanto, que este sistema já contempla o revestimento nas paredes e, desta forma, deve ser desconsiderado na comparação com os demais que não contemplam este revestimento. Feita esta exclusão e analisando os demais sistemas, verifica-se que o Sistema com Blocos de Gesso apresentou maior custo – R\$ 26.157,17, juntamente com o Sistema em Bloco Estrutural de Concreto – R\$ 26.123,08, quase havendo um empate, e o sistema estudado de menor custo foi com Bloco Estrutural Cerâmico – R\$ 24.733,68 de aproximadamente 5,4% em relação ao sistema com Blocos de Gesso. Podem-se citar alguns fatores que colaboraram para que o Sistema em Bloco Estrutural Cerâmico apresentasse um melhor resultado diante dos outros dois sistemas citados: o Sistema com Blocos de Gesso apesar da necessidade de menos horas com mão-de-obra na

elevação das paredes e um baixo custo na aquisição dos blocos, considerou-se em seu orçamento elementos estruturais de concreto armado para o trecho com laje pré-moldada de apoio da caixa d'água (que implicam aumento dos custos de produção) enquanto os demais, por utilizarem blocos estruturais, não necessitam destes elementos. No caso do Sistema em Bloco Estrutural de Concreto há uma maior necessidade de horas com mão-de-obra para elevação das paredes, devido seu peso e maior quantidade de cimento utilizada, conforme pode ser observado nos orçamentos em anexo.

A Tabela 6-9 e o Gráfico 6-4 a seguir apresentam os custos diretos de cada sistema construtivo estudado, considerando a existência de revestimento de argamassa sobre as paredes.

Tabela 6-9 – Custos diretos dos sistemas construtivos, com revestimento nas paredes

Sistema Construtivo	BVCON	BVCER	BECON	BECER	EPS	BGES
Material (R\$)	17.746,64	17.136,06	18.572,16	17.518,19	19.918,40	19.379,28
Mão de obra (R\$)	9.825,93	10.552,03	9.808,25	9.979,07	8.933,15	9426,94
Custo total (R\$)	27.572,57	27.688,09	28.380,41	27.497,27	28.851,55	28.806,22
Custo R\$/m ²	651,83	654,56	670,93	650,05	682,07	681,00

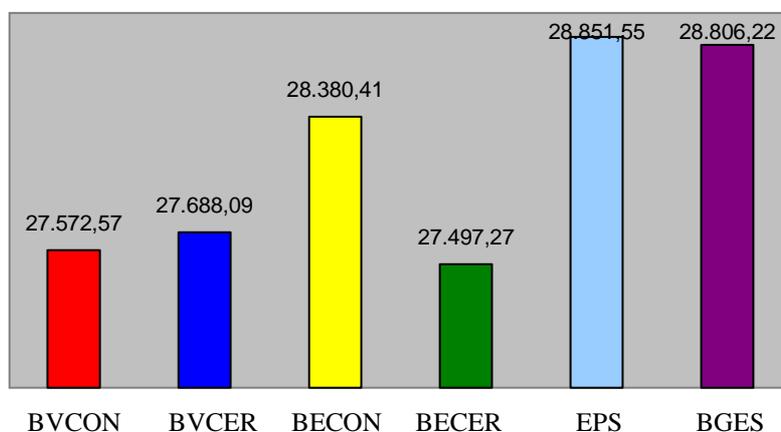


Gráfico 6-4 - Custos diretos dos sistemas construtivos, com revestimento nas paredes

Analisando a Tabela 6-9 e o Gráfico 6-4 verifica-se que o sistema que apresentou menor custo foi o Sistema com Bloco Estrutural Cerâmico – R\$ 27.497,27 e aquele que apresentou um maior custo foi o Sistema em EPS – R\$ 28.851,55 numa diferença de 4,9% a mais, podendo-se admitir que os mesmos fatores analisados para as paredes sem revestimento, também aqui contribuíram para esta diferença em favor dos Blocos Estruturais Cerâmicos.

Os custos relativos ao Sistema EPS indicados Tabela 6-9 foram obtidos através de composição própria desenvolvida ao longo do trabalho de pesquisa, conforme já

descrito anteriormente. Com a finalidade de verificação da adequabilidade do valor obtido, foi contactada a Empresa HI-TECH Materiais de Construção Ltda em São Paulo, especializada na execução de obras com painéis monolíticos de EPS, para obtenção dos custos de execução do protótipo estudado. A planta baixa com os detalhes do projeto foi enviada para São Paulo e a empresa indicou a necessidade de confecção de uma área de painéis de EPS de 104,64 m² (um pouco superior à área calculada a partir das dimensões do protótipo – 98,31 m²) com um custo total de fabricação dos painéis e disposição da argamassa de revestimento num montante de R\$ 8.789,76. Isto corresponde a um valor de R\$ 84,00/m² de painel instalado superior na ordem de 25% ao valor obtido através da composição de preços utilizada na planilha orçamentária da pesquisa - R\$ 68,00/m². Esta diferença de preços pode ser atribuída à variação dos insumos de construção entre as praças de Recife e São Paulo que, na data-base dos orçamentos elaborados, era de 6,7% (CUB, custo unitário básico, de maio de 2009 em São Paulo foi de R\$ 831,26 e em Pernambuco foi de R\$ 778,95 para residências de padrão RI-B) aliado ao fato de que o preço ofertado pela Empresa trata-se do valor de venda já considerada aí a margem de lucro do empresário. O padrão RI-B (tipo residencial padrão baixo) se refere à residência unifamiliar de um pavimento com dois quartos, sala, cozinha, banheiro e área para tanque perfazendo uma área real de até 58,64 m².

É importante salientar que a comparação direta baseada exclusivamente nos custos de implantação da edificação não deve ser a única maneira de se avaliar a vantagem competitiva de um sistema construtivo em relação a outro. Outras variáveis podem ser importantes. Não existe um único sistema construtivo ideal. Um sistema será mais indicado que os demais à medida que para determinadas condições existentes estiver mais adequado, ou seja, apresentar um melhor desempenho.

O conceito de desempenho de determinado sistema construtivo se constitui num importante instrumento relativo à tecnologia de produto. A edificação e suas partes são consideradas como produtos, cuja finalidade é satisfação das exigências do usuário, quando submetidos a determinadas condições de utilização e exposição ao longo de sua vida útil. Estas demandas freqüentemente envolvem questões relativas à segurança, habitabilidade e durabilidade e os requisitos de desempenho esperados de um sistema construtivo estão relacionados a uma série de exigências tais como: segurança estrutural; segurança ao fogo; estanqueidade à água; desempenho térmico; desempenho acústico; durabilidade; desempenho das instalações elétricas e hidráulica.

A Tabela 6-10 a seguir sumariza informações qualitativas de desempenho dos sistemas estudados (considerando revestimento nas paredes), coletados ao longo do desenvolvimento da pesquisa, que podem ser úteis numa avaliação para escolha de uma opção construtiva a utilizar. Para sua análise é importante tomar ciência de algumas informações listadas a seguir:

- ✓ A referida tabela considera dias de trabalho de pedreiro e servente (trabalhando 9h/dia de segunda à sexta).
- ✓ Quanto a questão de resistência, A ABNT em seu Projeto de Norma 02:136.01.002 Jul/2004 determina que a estrutura e todos os elementos com função estrutural devem apresentar um nível satisfatório de segurança contra a ruína, o estado limite último. Elementos com função de vedação devem ter capacidade de transferir à estrutura seu peso próprio e os esforços externos que sobre eles venham a atuar, decorrente de sua utilização. Pode-se ainda usar como um dado comparativo a Norma NBR 6136 publicada em 2006, que determina para residências de um pavimento blocos de concreto com resistência mínima de 3 MPa.
- ✓ Transmitância térmica (U) - também conhecida como coeficiente de transmissão térmica - representa o fluxo de calor incidente que passa por uma vedação, em um metro quadrado desta, quando se aumenta um grau de temperatura. Segundo a norma brasileira NBR 15.220 (ABNT, 2003) para vedações leves refletoras o valor de U é igual a $3,6 \text{ W/m}^2\text{K}$. Já a resistência térmica (RT) representa o inverso da transmitância térmica e quanto maior a resistência térmica maior será o isolamento térmico do material, logo RT deverá ser maior ou igual a $1/3,6 \text{ W/m}^2\text{K}$, ou seja, RT deverá ser maior ou igual a $0,27 \text{ m}^2\text{K/ W}$.
- ✓ Quanto ao conforto acústico, a ABNT em seu PN 02:136:01:004 (abril/2006) e a NBR 10152 especifica que edificação deve proporcionar isolamento acústico adequado entre o meio externo e o interno, bem como entre unidades condominiais distintas, de forma a dar condições necessárias ao repouso em dormitórios, para atividades intelectuais, descanso e lazer doméstico no que se refere a ruídos provenientes do exterior ou de outros cômodos da habitação. Para que a edificação atenda ao nível de desempenho mínimo (M) o projeto de norma determina que o índice de redução sonora ponderado da fachada, R_w , esteja entre 35 a 45 dB (quarto) e entre 40 a 50 dB (sala de estar) admitindo-se uma incerteza total de $\pm 1 \text{ dB}$.

- ✓ Segundo ABNT em seu Projeto de Norma 02:136.01.001:2002 (Jul/2004) a edificação deve ser projetada e construída de forma a dificultar a ocorrência de incêndio. Como o protótipo estudado aceita construção de duas casas geminadas, é importante saber que segundo o PN citado acima, em casos de habitações unifamiliares geminadas, a parede de geminação deve ser prolongada até a cobertura, evitando-se frestas na junção parede/telhado, como forma de permitir a estanqueidade ao fogo. A resistência ao fogo de elementos separadores é o tempo durante o qual os elementos da construção sujeitos a uma elevação padronizada de temperatura mantém a sua estabilidade (estruturais) ou integridade, não permitindo a elevação acentuada de temperatura no lado não exposto ao fogo nem a passagem de gases quentes ou chamas. Pelo exposto acima, quanto maior o tempo de resistência ao fogo será melhor o sistema construtivo.

Tabela 6-10 – Súmula dos dados técnicos dos sistemas estudados com revestimento nas paredes

Item	SISTEMA CONSTRUTIVO ESTUDADO					
	BVCON	BVCER	BECON	BECER	EPS	BGES
Custos diretos (em 1.000 R\$)	27,57	27,69	28,38	27,50	28,85	28,81
Custos por m ² (R\$/m ²)	651,83	654,56	670,93	650,05	682,07	681,01
Consumo de mão-de-obra (horas)(Tabela 6-7)	703,24	824,24	713,18	742,55	564,24	643,89
Resistência à compressão (MPa)	2,0 ⁽³⁾	1,5 ⁽¹¹⁾	4,5	4,5	15,5 ⁽¹⁾	3,57 ⁽²⁾
Prazo de construção de uma unidade (dias)	15	18	15	15	11	14
Transmitância térmica (U) - W/m ² K	2,44 ⁽⁷⁾	2,38 ⁽⁶⁾	2,7	1,69	0,54	3,45
Resistência térmica (RT) - m ² K/W	0,41	0,42 ⁽⁶⁾	0,37 ⁽⁵⁾	0,59 ⁽⁵⁾	1,84 ⁽⁹⁾	0,29 ⁽⁸⁾
Resistência acústica - dB	45 ⁽¹¹⁾	42 ⁽¹¹⁾	49 ⁽⁵⁾	47 ⁽⁵⁾	37 ⁽¹⁾	38 ⁽⁴⁾
Resistência ao fogo (minutos)	60	60 ⁽⁵⁾	240 ⁽⁵⁾	120 ⁽⁵⁾	40 ⁽¹⁰⁾	240 ⁽¹¹⁾

Fontes:

- (1) Avaliação do Sistema Construtivo Hi-Tech – Análise comparativa através do Relatório nº 32.406 do Laboratório de Materiais de Construção Civil da Universidade Federal de Santa Maria-RS, 2006.
- (2) Relatório de Ensaio nº 021.579 (ITEP, 2007 do ITEP).
- (3) Resistência mínima dos blocos de vedação, segundo a NBR 6136(revisada).
- (4) Relatório de Ensaio nº 914.030 (ITEP, 2004 do ITEP).
- (5) Prof. Dr. Luiz Sérgio Franco – Escola politécnica da USP - <http://pcc2515.pcc.usp.br/aulas> (acessado em 26.09.2009).
- (6) Avaliação do Sistema Construtivo Hi-Tech – Relatório nº 32.906 do Laboratório de Materiais de Construção Civil da Universidade Federal de Santa Maria-RS, 2006.
- (7) Análise do Desempenho Hígro - Térmico Nas Fachadas – Estudo de Caso. Universidade Federal de Santa Catarina - Centro Tecnológico, 2005.
- (8) Peres, pág. 66, 2001.
- (9) Através de uma comparação com Relatório nº 32.906 do Laboratório de Materiais de Construção Civil da Universidade Federal de Santa Maria-RS, 2006, pois o painel em análise tem EPS com 5 mm de espessura e o painel do ensaio foi realizado com EPS de espessura 8mm.
- (10) Análise de comportamento quanto à resistência ao fogo do Sistema Construtivo Hi-Tech – Relatório nº 33.116 do Laboratório de Materiais de Construção Civil da Universidade Federal de Santa Maria-RS, 2006.
- (11) Prof. Dr. Fernando Henrique Sabbatini - Tecnologia de produção de vedações verticais - <http://tgp-mba.pcc.usp.br> (acessado em 01.10.2009).

Analisando-se os dados da Tabela 6-10 algumas conclusões podem ser extraídas, conforme a seguir:

- Em se tratando de custo direto, o sistema que apresentou melhor resultado foi aquele baseado em blocos cerâmicos estruturais (BECER) – R\$ 27.497,27 – e o de maior custo o sistema com EPS – R\$ 28.851,55;
- Do ponto de vista exclusivo da resistência à compressão simples, o sistema que apresentou melhor resultado foi o EPS - 15,5 MPa – e o sistema que apresentou menor resultado foi BVCER – 1,5 MPa;
- Analisando o consumo de mão-de-obra para construção de uma casa, o EPS com 564,24 h e aquele que apresentou maior consumo foi o BVCER com 824,24 h.
- Comparando a Transmitância Térmica (U) e/ou Resistência Térmica, o sistema mais eficiente foi o EPS - 0,54 W/m²K, e o menos eficiente foi o BGES com 3,45 W/m²K.
- Sob o ponto de vista da Resistência (amortecimento) Acústico o sistema que apresentou melhor resultado foi BECON – 49 dB – e o sistema menos eficiente foi o EPS – 37 dB;
- Comparando a resistência ao fogo, os sistemas que apresentaram melhores resultados foram BECON e BGES – 240 minutos – e o sistema que apresentou pior resultado foi o EPS – 40 minutos. Quanto ao sistema com BVCON em todos os materiais pesquisados sobre o assunto, não constam registros desses valores.

A seguir apresenta-se a Tabela 6-11 com os custos responsáveis pela diferença na análise de cada sistema estudado com revestimento. Estes custos são relativos à elevação das alvenarias ou painel, execução da estrutura em concreto armado para receber a carga da caixa d'água, execução dos rasgos e enchimento para colocação das tubulações e execução do chapisco e emboço. Quanto aos demais custos necessários para construção da unidade habitacional, repetem-se em todos os sistemas construtivos estudados e por isso não foram citados na tabela.

Tabela 6-11 – Súmula dos custos diferenciados dos sistemas estudados com revestimento

Sistema	CUSTOS (R\$)						
	Alvenaria/Painel	Estrutura de concreto armado	Rasgo e enchimento para as tubulações	Chapisco	Emboço	Somatório	Preço/m ² de Alvenaria ou Painel com revestimento
BVCON	2.380,01	526,13	111,87	0	2.378,34	5.396,35	54,89
BVCER	1.962,16	526,13	111,87	533,4	2.378,34	5.511,90	56,07
BECON	3.825,86	0	0	0	2.378,34	6.204,20	63,11
BECER	2.412,71	0	0	533,4	2.378,34	5.324,45	54,16
EPS	6.616,95	0	62,42	0	0	6.679,37	67,94
BGES	3.134,77	526,13	67,09	533,4	2.378,34	6.639,73	67,54

Analisando-se os dados apresentados na Tabela 6-11 verifica-se que o BECER foi o que apresentou menor custo, enquanto que o EPS apresentou maior custo, representando um acréscimo de 25,44%.

A Tabela 6-12 a seguir sumariza os resultados das análises em termos da quantidade de dias necessários para a execução de uma unidade habitacional para cada um dos sistemas construtivos estudados, sem a consideração da existência de revestimento de argamassa sobre as paredes.

A análise para se chegar a estes resultados está esquematizada nos Gráficos 6.5 ao 6.10. Para construção destes gráficos, que representam o cronograma físico da execução de uma unidade habitacional para cada um dos sistemas construtivos estudados, foram considerados os seguintes pressupostos:

- Os Gráficos estão representados por duas grandes colunas, a primeira se refere à etapa construtiva e a segunda se refere aos dias necessários para execução desta etapa.
- A carga horária diária de cada profissional foi de 9h, trabalhando de segunda a sexta-feira. As horas necessárias para execução dos serviços foram obtidas a partir das planilhas orçamentárias elaboradas para cada um dos sistemas através do TCPO.
- A existência de dois pedreiros para executar as tarefas que os envolviam.
- Um dos pedreiros poderia alternar seu serviço em outra etapa construtiva, liberando, assim, os serviços de outros profissionais de forma a dar maior rapidez na construção da unidade.
- As etapas que necessitam de pedreiro está escrito entre parêntesis, sendo colocado as horas totais necessárias para a execução daquela atividade e a quantidade total de dias.
- A quantidade de servente, seria aquela necessária para atender plenamente os profissionais daquela etapa construtiva.
- Que os pedreiros começariam as alvenarias nos trechos das instalações hidro-sanitárias de forma a permitir que outros profissionais pudessem começar suas atividades, dando uma maior rapidez na construção da unidade habitacional.

Tabela 6-12 – Tempo gasto na execução de uma residência para cada sistema estudado, sem revestimento

Quantidade de dias trabalhados (dias)					
BVCON	BVCER	BECON	BECER	EPS	BGES
10	10	10	10	11	09

Etapa	Prazo (dias)									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Infraestrutura (16 h ou 1,6dias p/ 1 pedreiro + outros profis.)	■									
Elevação das paredes (65 h ou 7,2 dias p/ 1 pedreiro)		■	■	■	■	■	■	■	■	
Estrutura de concreto armado (4h profissional)			■							
Laje sobre o banheiro (2,2 h ou 0,24dia p/ ped. + 4h profis.)				■						
Esquadrias e vidros (23 h ou 2,6 dia p/ 1pedreiro)				■	■	■				
Coberta (4 h p/ serviço de pedreiro + 60h outros profissionais)					■	■	■	■		
Revestimento e azulejo (7 h p/ serviço de pedreiro + outros)					■					
Forro (27h - profissional)					■	■	■			
Regularização da base e ass. cerâmica no wc (16 h 1,8dias/ped.)					■	■				
Rasgo e enchimento do rasgo em alvenaria (8 h ou 0,9 dia)				■						
Instalações Hidro-sanitárias (49 h profissional)				■	■	■	■	■		
Instalações elétricas (118 h profissional)				■	■	■	■	■	■	■
Acabamento (pintura) (86 h profissional)						■	■	■	■	■

Gráfico 6-5 – Cronograma do Sistema com blocos de vedação de concreto, sem revestimento (BVCON)

Etapa	Prazo (dias)									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Infraestrutura (16 h ou 1,6dias p/ 1 pedreiro + outros profis.)	■									
Elevação das paredes (98,31 h ou 11 dias p/1 ped.)		■	■	■	■	■	■	■	■	
Estrutura de concreto armado (4h profissional)			■							
Laje sobre o banheiro (2,2 h ou 0,24dia p/ ped. + 4h profis.)							■			
Esquadrias e vidros (23 h ou 2,6 dia p/ 1pedreiro)							■			
Coberta (4 h p/ serviço de pedreiro + 60h outros profissionais)							■	■	■	■
Revestimento e azulejo (7 h p/ serviço de pedreiro + outros)								■		
Forro (27h - profissional)								■	■	■
Regularização da base e ass. cerâmica no wc (16 h 1,8dias/ped.)								■		
Rasgo e enchimento do rasgo em alvenaria (8 h ou 0,9 dia)							■			
Instalações Hidro-sanitárias (49 h profissional)						■	■	■	■	■
Instalações elétricas (118 h profissional)				■	■	■	■	■	■	■
Acabamento (pintura) (86 h profissional)										■

Gráfico 6-6 – Cronograma do Sistema com blocos de vedação cerâmicos, sem revestimento (BVCER)

Etapa	Prazo (dias)									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Infraestrutura (16 h ou 1,6dias p/ 1 pedreiro + outros profis.)	■									
Elevação das paredes (79h ou 8,7 dias p/ 1ped.)		■	■	■	■	■	■			
Laje sobre o banheiro (2,2 h ou 0,24dia p/ ped. + 4h profis.)				■						
Esquadrias e vidros (23 h ou 2,6 dia p/ 1pedreiro)				■	■	■				
Coberta (4 h p/ serviço de pedreiro + 60h outros profissionais)					■	■	■	■		
Revestimento e azulejo (7 h p/ serviço de pedreiro + outros)					■					
Forro (27h - profissional)					■	■	■			
Regularização da base e ass. cerâmica no wc (16 h 1,8dias/ped.)					■	■				
Instalações Hidro-sanitárias (49 h profissional)				■	■	■	■	■		
Instalações elétricas (118 h profissional)				■	■	■	■	■	■	■
Acabamento (pintura) (86 h profissional)						■	■	■	■	■

Gráfico 6-7 – Cronograma do Sistema com blocos estruturais de concreto, sem revestimento (BECON)

Etapa	Prazo (dias)									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Infraestrutura (16 h ou 1,6dias p/ 1 pedreiro + outros profis.)	■									
Elevação das paredes (69 h ou 7,7 dias p/ 1 pedreiro)		■	■	■	■	■	■	■	■	■
Laje sobre o banheiro (2,2 h ou 0,24dia p/ ped. + 4h profis.)				■						
Esquadrias e vidros (23 h ou 2,6 dia p/ 1pedreiro)					■	■	■			
Coberta (4 h p/ serviço de pedreiro + 60h outros profissionais)					■	■	■	■		
Revestimento e azulejo (7 h p/ serviço de pedreiro + outros)					■					
Forro (27h - profissional)					■	■	■			
Regularização da base e ass. cerâmica no wc (16 h 1,8dias/ped.)					■	■				
Instalações Hidro-sanitárias (49 h profissional)				■	■	■	■	■		
Instalações elétricas (118 h profissional)				■	■	■	■	■	■	■
Acabamento (pintura) (86 h profissional)						■	■	■	■	■

Gráfico 6-8 – Cronograma do Sistema com blocos estruturais cerâmicos, sem revestimento (BECER)

Etapa	Prazo (dias)										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Infraestrutura (16 h ou 1,6dias p/ 1 pedreiro + outros profis.)	■										
Elevação das paredes (painéis) (139h ou 15,4 dias p/ 1ped.)	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Laje sobre o banheiro (2,2 h ou 0,24dia p/ ped. + 4h profis.)				■							
Esquadrias e vidros (23 h ou 2,6 dia p/ 1pedreiro)					■	■	■				
Coberta (4 h p/ serviço de pedreiro + 60h outros profissionais)						■	■	■	■	■	■
Azulejo (6,10 h p/ profissional)						■					
Forro (27h - profissional)						■	■	■			
Regularização da base e ass. cerâmica no wc (16 h 1,8dias/ped.)							■	■	■		
Rasgo para passagem das tubulações (3,10 h ou 0,9 dia)							■	■	■		
Instalações Hidro-sanitárias (49 h profissional)				■	■	■	■	■	■		
Instalações elétricas (118 h profissional)				■	■	■	■	■	■	■	■
Acabamento (pintura) (86 h profissional)							■	■	■	■	■

Gráfico 6-9 – Cronograma do Sistema com Painéis de EPS (EPS)

Etapa	Prazo (dias)								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Infraestrutura (16 h ou 1,6dias p/ 1 pedreiro + outros profis.)	■								
Elevação das paredes (25 h ou 2,8 dias p/ 1ped.)		■	■	■	■	■			
Estrutura de concreto armado (4h profissional)			■						
Laje sobre o banheiro (2,2 h ou 0,24dia p/ ped. + 4h profis.)				■					
Esquadrias e vidros (23 h ou 2,6 dia p/ 1pedreiro)					■	■	■		
Coberta (4 h p/ serviço de pedreiro + 60h outros profissionais)				■	■	■	■		
Revestimento e azulejo (7 h p/ serviço de pedreiro + outros)					■				
Forro (27h - profissional)					■	■	■		
Regularização da base e ass. cerâmica no wc (16 h 1,8dias/ped.)				■	■				
Rasgo e enchimento do rasgo em alvenaria (8 h ou 0,9 dia)				■	■	■	■		
Instalações Hidro-sanitárias (49 h profissional)				■	■	■	■	■	
Instalações elétricas (118 h profissional)				■	■	■	■	■	■
Acabamento (pintura) (86 h profissional)						■	■	■	■

Gráfico 6-10 – Cronograma do Sistema com blocos de gesso, sem revestimento (BGES)

Através da análise da Tabela 6-12 e dos Gráficos 6.6 a 6.10, vê-se que o Sistema com Blocos de Gesso exibiu o melhor resultado – 09 dias – enquanto que o sistema com EPS apresentou um tempo de 11 dias, resultado mais desfavorável. Esta diferença pode ser atribuída basicamente pelo fato de que os painéis em EPS já contemplarem o revestimento nas paredes e do tempo necessário para montagem destes painéis.

A Tabela 6-13 a seguir sumariza os resultados das análises em termos da quantidade de dias necessários para cada sistema construtivo estudado, levando-se em consideração a existência de revestimento de argamassa sobre as paredes, análises estas apresentadas nos Gráficos 6-11 ao Gráfico 6-16. Com os mesmos pressupostos citados anteriormente.

Tabela 6-13 – Tempo gasto (dias) na execução de cada sistema estudado, com revestimento

Quantidade de dias trabalhados					
BVCON	BVCER	BECON	BECER	EPS	BGES
15	18	15	15	11	14

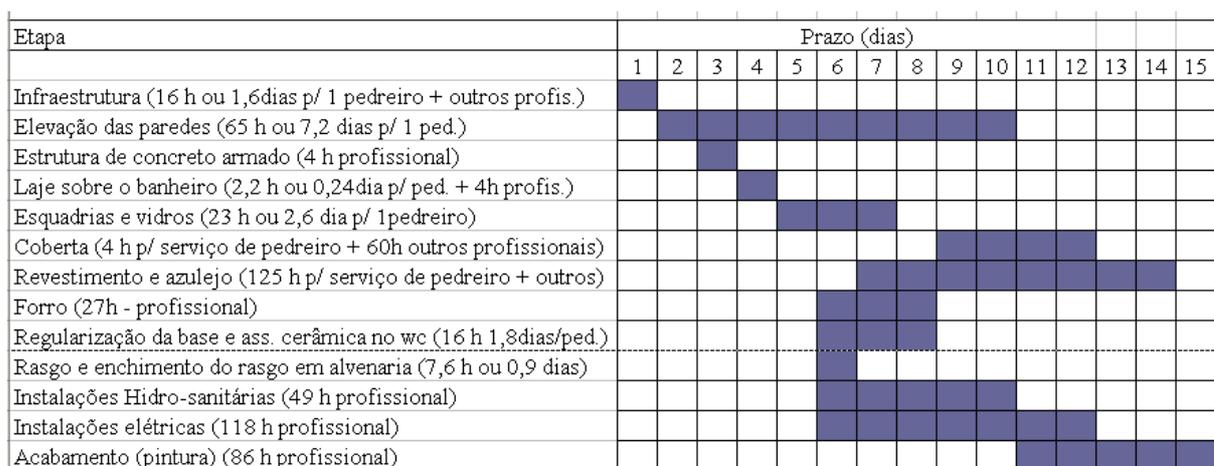


Gráfico 6-11 – Cronograma do Sistema com blocos de vedação de concreto, com revestimento (BVCON)

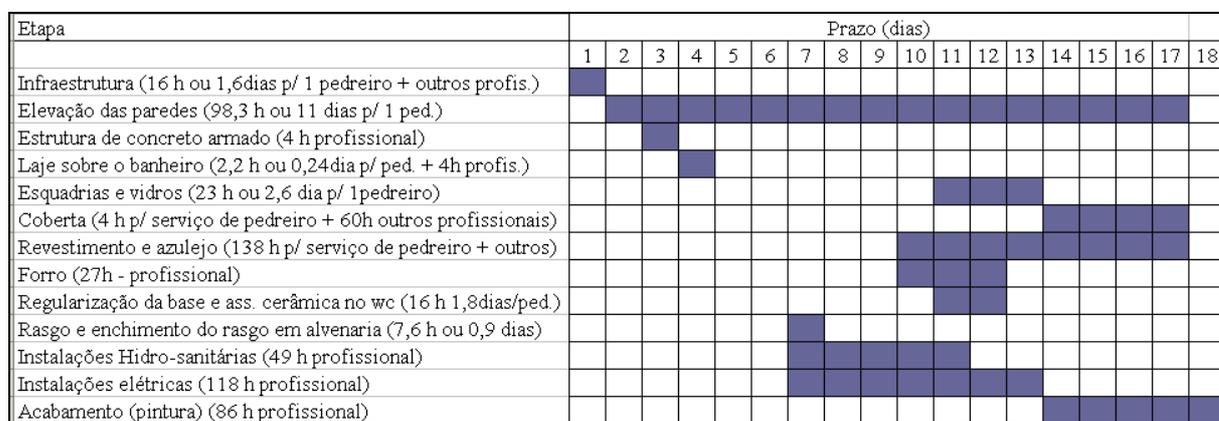


Gráfico 6-12 – Cronograma do Sistema com blocos de vedação cerâmicos, com revestimento (BVCER)

Etapa	Prazo (dias)														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Infraestrutura (16 h ou 1,6dias p/ 1 pedreiro + outros profis.)	■														
Elevação das paredes (69 h ou 7,7 dias p/ 1 ped.)		■	■	■	■	■	■	■							
Laje sobre o banheiro (2,2 h ou 0,24dia p/ ped. + 4h profis.)					■										
Esquadrias e vidros (23 h ou 2,6 dia p/ 1pedreiro)						■	■	■	■						
Coberta (4 h p/ serviço de pedreiro + 60h outros profissionais)						■	■	■	■	■	■	■			
Revestimento e azulejo (118 h p/ serviço de pedreiro + outros)							■								
Forro (27h - profissional)								■	■	■					
Regularização da base e ass. cerâmica no wc (16 h 1,8dias/ped.)					■	■	■	■							
Instalações Hidro-sanitárias (49 h profissional)					■	■	■	■							
Instalações elétricas (118 h profissional)					■	■	■	■	■	■	■	■			
Acabamento (pintura) (86 h profissional)											■	■	■	■	■

Gráfico 6-13 – Cronograma do Sistema com blocos estruturais de concreto, com revestimento (BECON)

Etapa	Prazo (dias)														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Infraestrutura (16 h ou 1,6dias p/ 1 pedreiro + outros profis.)	■														
Elevação das paredes (69 h ou 7,7 dias p/ 1 ped.)		■	■	■	■	■									
Laje sobre o banheiro (2,2 h ou 0,24dia p/ ped. + 4h profis.)					■										
Esquadrias e vidros (23 h ou 2,6 dia p/ 1pedreiro)							■	■	■	■	■				
Coberta (4 h p/ serviço de pedreiro + 60h outros profissionais)							■	■	■	■	■	■	■	■	■
Revestimento e azulejo (138 h p/ serviço de pedreiro + outros)								■							
Forro (27h - profissional)								■	■	■					
Regularização da base e ass. cerâmica no wc (16 h 1,8dias/ped.)					■	■	■	■							
Instalações Hidro-sanitárias (49 h profissional)					■	■	■	■							
Instalações elétricas (118 h profissional)					■	■	■	■	■	■	■	■			
Acabamento (pintura) (86 h profissional)											■	■	■	■	■

Gráfico 6-14 – Cronograma do Sistema com blocos estruturais cerâmicos, com revestimento (BECER)

Etapa	Prazo (dias)										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Infraestrutura (16 h ou 1,6dias p/ 1 pedreiro + outros profis.)	■										
Elevação das paredes (painéis) (139h ou 15,4 dias p/ 1ped.)	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Laje sobre o banheiro (2,2 h ou 0,24dia p/ ped. + 4h profis.)				■							
Esquadrias e vidros (23 h ou 2,6 dia p/ 1pedreiro)						■	■	■			
Coberta (4 h p/ serviço de pedreiro + 60h outros profissionais)							■	■	■	■	■
Azulejo (6,10 h p/ profissional)							■				
Forro (27h - profissional)								■	■	■	
Regularização da base e ass. cerâmica no wc (16 h 1,8dias/ped.)								■	■	■	
Rasgo para passagem das tubulações (3,10 h ou 0,9 dia)								■			
Instalações Hidro-sanitárias (49 h profissional)					■	■	■	■			
Instalações elétricas (118 h profissional)					■	■	■	■	■	■	■
Acabamento (pintura) (86 h profissional)									■	■	■

Gráfico 6-15 – Cronograma do Sistema com Painéis de EPS

Etapa	Prazo (dias)													
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Infraestrutura (16 h ou 1,6 dias p/ 1 pedreiro + outros profis.)	■													
Elevação das paredes (24,7 h ou 2,7 dias p/ 1 ped.)		■	■	■	■									
Estrutura de concreto armado (4 h profissional)			■											
Laje sobre o banheiro (2,2 h ou 0,24 dia p/ ped. + 4h profis.)				■										
Esquadrias e vidros (23 h ou 2,6 dia p/ 1pedreiro)					■	■	■							
Coberta (4 h p/ serviço de pedreiro + 60h outros profissionais)							■	■	■	■	■			
Revestimento e azulejo (138 h p/ serviço de pedreiro + outros)					■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Forro (27h - profissional)					■	■	■							
Regularização da base e ass. cerâmica no wc (16 h 1,8 dias/ped.)							■	■	■					
Rasgo e enchimento do rasgo em alvenaria (7,6 h ou 0,9 dias)					■									
Instalações Hidro-sanitárias (49 h profissional)					■	■	■	■	■					
Instalações elétricas (118 h profissional)					■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Acabamento (pintura) (86 h profissional)										■	■	■	■	■

Gráfico 6-16 – Cronograma do Sistema com blocos de gesso, com revestimento (BGES)

Através da Tabela 6-13 e dos Gráficos 6.9 a 6.14, vê-se que o Sistema em EPS obteve o melhor resultado - 11 dias, enquanto que o pior resultado ficou com o sistema de bloco de vedação cerâmico – BVCER, com 18 dias eram os piores resultados, esta diferença pode ser atribuída pelo fato destes blocos necessitarem de rasgos e enchimentos para passagem das tubulações, assim como de chapisco para poder ser rebocada.

A mesma pesquisa junto à Empresa HI-TECH Ltda para obtenção dos custos de execução do protótipo já descrita anteriormente foi estendida para o prazo de execução da obra. A empresa informa que consome 6 (seis) dias para a confecção de uma residência completa de 50 m², com fundação, paredes, instalações e acabamento que corresponde a uma taxa de construção de 8,33 m²/dia. Na informação fornecida pela empresa não é mencionada a equipe utilizada na construção da obra, aspecto que impossibilita uma comparação direta com a estimativa que foi feita na pesquisa, para uma equipe com apenas dois pedreiros, que foi de 3,85m²/dia. A Figura 6-13 a seguir mostra o cronograma proposto pela empresa consultada para a construção de uma residência de 50 m².

ETAPA	PRAZO (dias)					
	1	2	3	4	5	6
Fundação/Piso	■					
Montagem das Paredes	■	■	■	■		
Instalações		■	■	■	■	
Cobertura			■	■	■	
Revestimento de Argamassa			■	■	■	■
Acabamentos / Revestimentos				■	■	■

Figura 6-13 – Cronograma para Casa de 50 m² – Empresa HI-TECH

Conclusões

Das análises efetuadas para cada um dos três sistemas construtivos estudados (Sistema Construtivo Monolite em EPS, Sistema Construtivo Casa 1.0 e Sistema Construtivo com Paredes de Gesso) e ainda verificando dados técnicos dos sistemas construtivos com Blocos de Vedação Cerâmicos e Blocos de Vedação de Concreto é possível relacionar as seguintes conclusões:

- ✓ O Sistema Construtivo Monolite em EPS apresentou tempo estimado para construção do modelo arquitetônico estudado de 11 dias, menos carga a ser transmitida para as fundações uma vez que em seu núcleo temos o isopor, flexibilidade de aplicação, podendo ser utilizado como parede ou laje, facilidade na execução das instalações elétrica e hidro-sanitária, elevada resistência à compressão (15,5 MPa), resistente a abalos sísmicos, que embora não tenhamos este problema na região metropolitana do Recife, há estudos no Brasil a fim de que a médio ou longo prazo se venha a considerar nas normas de projeto. Apresenta baixa transmitância térmica (0,54 W/m²K), resistência acústica (amortecimento acústico) 37 dB, custo compatível com outros sistemas construtivos (R\$ 682,07/m²). Porém este sistema tem uma desvantagem em casas não lajeadas, é que o calor que penetra pelas telhas fica confinado dentro do imóvel, uma vez que pelas paredes de EPS não consegue entrar e também não tem facilidade para sair;
- ✓ O Sistema Casa 1.0 cuja concepção é a utilização de Blocos Estruturais de Concreto, não utilização de estrutura armada e paredes sem revestimento. As alvenarias com este tipo de bloco permitem que as mesmas exerçam papel de vedação e estrutural eliminando elementos de concreto armado e todo um processo que sua confecção necessitaria. O bloco escolhido foi o de tamanho 14x19x39 cm e assentados com argamassa de cimento, cal hidratada e areia. O tempo estimado para construção do modelo arquitetônico estudado foi de 15 dias considerando revestimento nas paredes. Este sistema construtivo oferece facilidade na execução das instalações elétrica e hidrosanitária, uma vez que não necessita de rasgar a parede, oferece também boa resistência à compressão (4,5 MPa), sua transmitância térmica é de 2,70 W/m²K, resistência acústica (amortecimento acústico) 49 dB, com custo segundo análise desta

pesquisa de R\$ 670,93/m² considerando paredes revestidas, e sem revestimento o custo cai para R\$ 617,57/m²;

- ✓ Alguns conjuntos habitacionais já foram feitos com Blocos de Gesso. Como ele é usado para alvenarias não portantes, foi adotado para esta pesquisa a confecção de elementos estruturais de concreto armado na área lajeada da caixa d'água. O tipo de bloco adotado foi o Bloco Simples e o Bloco Hidro, cujo tamanho é 66x50x10 cm todos assentados com cola de gesso. O tempo estimado para construção do modelo arquitetônico estudado foi de 14 dias considerando revestimento nas paredes. Oferece resistência à compressão de 3,57 MPa, sua transmitância térmica é de 3,45 W/m²K, resistência acústica (amortecimento acústico) 38 dB, com custo segundo análise desta pesquisa de R\$ 681,01/m² considerando paredes revestidas e sem revestimento o custo cai para R\$ 618,37/m²;
- ✓ Como a proposta da Casa 1.0 da ABCP não faz restrição de ordem técnica quanto à utilização de blocos cerâmicos com as mesmas características exigidas para os blocos de concreto. Então, para o cálculo de custos neste estudo, foi considerado também o uso de Blocos Estrutural Cerâmico (BECER), pois o mesmo pesa a metade (6 Kg) do peso do Bloco Estrutural de Concreto (12 Kg) o que favorece na produtividade a favor do BECER e ainda este último tem um custo unitário de aproximadamente 50% a menos que o BECON. O bloco escolhido foi o de tamanho 14x19x39 cm. O tempo estimado para construção do modelo arquitetônico estudado com Blocos Estrutural Cerâmico (BECER) foi de 15 dias considerando revestimento nas paredes. Oferece resistência à compressão de 4,50 MPa, sua transmitância térmica é de 1,69 W/m²K, possui resistência acústica (amortecimento acústico) 47 dB, com custo segundo análise desta pesquisa de R\$ 650,05/m² considerando paredes revestidas e sem revestimento o custo cai para R\$ 584,72/m²;
- ✓ As normas brasileiras e internacionais não permitem o uso de blocos para paredes que não sejam estruturais quando estas receberem cargas diferentes de seu peso próprio, ainda que estas cargas sejam mínimas, porém neste trabalho também foi feita avaliação de custos para o protótipo estudado com utilização de Bloco de Vedação de Concreto (BVCON) e Bloco de Vedação Cerâmico (BVCER) a fim de se poder avaliar o quanto representaria na redução de custos;
- ✓ Com a utilização de Bloco de Vedação de Concreto (BVCON) O tempo estimado para construção do modelo arquitetônico estudado foi de 15 dias. Oferece resistência à

- compressão de 2,0 MPa, sua transmitância térmica é de 2,44 W/m²K, possui resistência acústica (amortecimento acústico) 49 dB, com custo segundo análise desta pesquisa de R\$ 651,83/m² considerando paredes revestidas e sem revestimento o custo cai para R\$ 598,47/m²;
- ✓ Com a utilização de Bloco de Vedação Cerâmico (BVCER) O tempo estimado para construção do modelo arquitetônico estudado foi de 18 dias. Oferece resistência à compressão de 1,50 MPa, sua transmitância térmica é de 2,38 W/m²K, possui resistência acústica (amortecimento acústico) 42 dB, com custo segundo análise desta pesquisa de R\$ 654,56/m² considerando paredes revestidas e sem revestimento o custo cai para R\$ 589,23/m²;
 - ✓ A primeira conclusão que se pode ter através das análises dos Sistemas Construtivos estudados é que em nenhum momento obtivemos um bom resultado para os Sistemas Construtivos com utilização de Blocos de Vedação, seja de Concreto ou Cerâmico. Em outras palavras, não há economia significativa nem redução expressiva do tempo de construção utilizando-se blocos de vedação nas paredes ao invés de blocos estruturais;
 - ✓ Se analisarmos em termos de “custo x benefício” para o tipo de construção em estudo verifica-se que o Sistema Construtivo com Bloco Estrutural Cerâmico (BECER), seja revestido ou não, foi o que apresentou melhor resultado. Porém se o fator preponderante for resistência à compressão e resistência térmica o Sistema Construtivo Monolite em EPS foi o que obteve melhor resultado, numa diferença de 244,4% na resistência à compressão e de 211,9% na transmitância térmica.

7 Sugestão Para Trabalhos Futuros

Como sugestão para estudo futuros recomenda-se o que se segue:

- Estudar outros sistemas construtivos, a exemplo de paredes monolíticas de concreto pré-fabricadas;
- Estudar os ganhos decorrentes da construção em larga escala.
- Fazer análise dos custos do ciclo de vida.
- Estudar a possibilidade de aplicação dos conceitos da Teoria da Decisão na escolha do sistema construtivo que apresente mais vantagens.

8 Referências

ABIKO, Alex Kenya. “**Introdução à gestão habitacional**”, São Paulo, EPUSP, 1995 (Texto Técnico da Escola Politécnica da USP, Departamento de Engenharia de Construção Civil, TT/PCC/12).

ABIKO, Alex Kenya,; GONÇALVES, Orestes Marraccini; CARDOSO, Luiz Ryenaldo de Azevedo. **O Futuro da indústria da construção civil: construção habitacional**, Brasília: MDIC/STI: IEL/NC, 2005, 122p. : Il. – (Série Política Industrial, 5).

ABRAPEX. **Manual de utilização EPS na construção civil**. Pini. São Paulo, 2006, 124p.

ALMEIDA, A. T. **A Utilização de Métodos Multicritério de Apoio a Decisão**. In: ALMEIDA, A.T. & COSTA, A.P.C.S. (Org.) **Aplicações com Métodos Multicritério de Apoio à Decisão**. Recife: Universitária, p. 01-19, 2003.

ALMEIDA, A T (Org.) ; SOUZA, F. M. C. de (Org.) . **Produção e Competitividade: Aplicações e Inovações**. 1. ed. Recife: Editora Universitária, 2000. v. 1. 367 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CIMENTO PORTLAND. **Manual Técnico para Implementação - Habitação 1.0 - Bairro Saudável. População Saudável**. São Paulo, 2002. 88 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **Avaliação de Custos unitários e Preparo de Orçamento de Construção para Incorporação de Edifícios em Condomínio – NBR 12721**. Rio de Janeiro, 2006.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **Bloco vazado de concreto simples para alvenaria estrutural – 6136**. Rio de Janeiro, 1994.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **Bloco vazado de concreto simples para alvenaria estrutural – 6136**. Rio de Janeiro, 2006.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **Avaliação de custos unitários e preparo de orçamento de construção para incorporação de edifício em condomínio (NBR 12721)**. Rio de Janeiro: ABNT, 2006.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **Componentes cerâmicos - Parte 1: Blocos cerâmicos para alvenaria de vedação - Terminologia e requisitos** (NBR 15270-1). Rio de Janeiro: ABNT, 2005.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **Componentes cerâmicos - Parte 2 : Blocos cerâmicos para alvenaria estrutural - Terminologia e requisitos** (NBR 15270-2). Rio de Janeiro: ABNT, 2005.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **Componentes cerâmicos - Parte 3: Blocos cerâmicos para alvenaria estrutural e de vedação - Métodos de ensaio** (NBR 15270-3). Rio de Janeiro: ABNT, 2005.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. Projeto de Norma 02:136.01-(001-007)/2004 – **Desempenho de edifícios habitacionais de até cinco pavimentos** – Parte 4: Fachadas e Paredes internas. ABNT, 2005

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2006. **Preparo, Controle e Recebimento de Concreto** NBR 12655. Rio de Janeiro: ABNT, 2006

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2003-a. **Desempenho Térmico de Edificações - Parte 1: Definições, símbolos e unidades** NBR 15220-1. Rio de Janeiro: ABNT, 2003-a.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2003-b. **Desempenho Térmico de Edificações - Parte 2: Métodos de cálculo da transmitância térmica, da capacidade térmica, do atraso térmico e do fator de calor solar de elementos e componentes de edificações** NBR 15220-2. Rio de Janeiro: ABNT, 2003-b.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2003-c. **Desempenho Térmico de Edificações - Parte 3: Zoneamento Bioclimático Brasileiro e Diretrizes Construtivas para Habitações Unifamiliares de Interesse Social** NBR 15220-3. Rio de Janeiro: ABNT 2003-c.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE POLIESTIRENO (ABRAPEX). **Manual de Utilização EPS na Construção Civil**. São Paulo: PINI, 2006. 124p.

ASSOCIAÇÃO INDUSTRIAL DO POLIETIRENO EXPANDIDO – ACEPE. **EPS**. Disponível em: < [http:// www.acepe.pt/eps](http://www.acepe.pt/eps)>. Acesso em 09 dez. 2008.

BANA e COSTA, C. **Introdução Geral a Abordagens Multicritério de Apoio à Tomada de Decisão. Investigação Operacional**, v.8, n.1, p. 117-139, [s.l.], 1988.

BARBOSA, Normando Perazzo. **Sistema Construtivo Modular com Blocos de Gesso**, Rio de Janeiro, p. 14-15, 2009.

BERTINI, Alexandre Araújo. **Estruturas Tipo Sanduíche Com Placas de Argamassa Projetada**. Tese (Doutorado em Engenharia de Estruturas). Escola de Engenharia de São Carlos. São Carlos, 2002.

BERTOLDI, Renato Hercílio. **Caracterização de sistema construtivo com vedações constituídas por argamassa projetada revestindo núcleo composto de poliestireno expandido e telas de aço: dois estudos de caso em Florianópolis**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil). Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 2007.

BONDUKI, Nabil Georges; ROLNIK, Raquel; AMARAL, Angela. São Paulo: **Plano Diretor Estratégico. Cartilha de Formação**. São Paulo: Caixa Econômica Federal, 2003. 87 p.

CALLISTER, W. D. **Fundamentos da ciência e engenharia dos materiais: uma abordagem integrada**. LTC. Rio de Janeiro, 2006, 702p.

CAVALCANTI, Leonardo Barbosa. **Determinação de condições operacionais adequadas na desidratação do minério de gipsita para obtenção de um gesso beta reciclável**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil). Universidade Católica de Pernambuco, 2006.

CAVALHEIRO, O. P. **Manifestações patológicas nas alvenarias**. Santa Maria: UFSM, 1995. Não paginado. Apostila.

CAIXA ECONÔMICA FEDERAL (CEF). **Alvenaria estrutural. Materiais, execução da estrutura e controle tecnológico. Diretoria de parcerias e apoio ao desenvolvimento urbano**. Brasília, 2003, 36 p.

CEHAB, Plano Estadual de Habitação. Disponível em <<http://www2.cehab.pe.gov.br/web/cehab>> . Acessado em: 16 mai. 2009.

CIDB, **Buletin modular**, IBS, 2005.

EDITORA PINI - **Construção Mercado**. São Paulo, n. 95, jun 2009.

EDITORA PINI. TCPO - **Tabelas de Composição de Preço para Orçamento**. 13a. Edição. São Paulo. 2008.

FARAH, Marta Ferreira Santos. **Estado e habitação no Brasil: o caso dos institutos de previdência**. In: IPT, Projeto de Divulgação Tecnológica Lix da Cunha. Tecnologia de edificações. São Paulo : IPT : Pini, 1998

FRANCO, L. S. **Parâmetros utilizados nos projetos de alvenaria estrutural**. BT/PCC-98. Boletim Técnico da Escola Politécnica da USP, São Paulo, 1998. 17p.

FUNDAÇÃO JOÃO PINHEIRO. Centro de Estatística e Informação. **“O déficit habitacional no Brasil, 200**. Convênio PNUD/Secretaria Especial de Desenvolvimento Urbano (Presidência da República), Belo Horizonte, 2001.

FUNDAÇÃO JOÃO PINHEIRO. **Déficit habitacional no Brasil**. Belo Horizonte: 1995 (Relatório de Pesquisa.

HI-TECH. **Tecnologia construtiva-painéis em EPS**. Monotech USA. Manaus: Sonopress. 1 disco compacto: digital.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. Pesquisa Nacional Por Amostra de Domicílio 2007 – **Síntese dos Indicadores**. Distrito Federal, 2007. 338p.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. **Projeção da População do Brasil por Sexo e Idade 185-0-2050 – Revisão 2008**, Rio de Janeiro, 2008. 93p.

INSTITUTO DE PESQUISAS ECONÔMICAS E APLICADAS – IPEA. **O Déficit Habitacional Brasileiro: Um Mapeamento por Unidades da Federação e Por Níveis de Renda Domiciliar**, Rio de Janeiro, 1998. 32p

ITEP - Relatório de Ensaio nº 906.840 – **Ensaio de resistência ao fogo realizado pelo IPT** (Instituto de Pesquisas Tecnológicas de São Paulo), dezembro de 2003.

ITEP - Relatório de Ensaio nº 906.842 – **Ensaio de resistência ao fogo realizado pelo IPT** (Instituto de Pesquisas Tecnológicas de São Paulo), dezembro de 2003-a.

ITEP - Relatório de Ensaio do ITEP nº 018.782 - **Ensaaios de desempenho a impacto de corpo mole de trechos de paredes de casa térrea construída em alvenaria de blocos maciços de gesso**, outubro de 2006.

ITEP - Relatório de Ensaio do ITEP nº 018.784 - **Ensaaios de desempenho a impacto de corpo duro na face externa das paredes estruturais de casa térrea construída em alvenaria de blocos maciços de gesso**, outubro de 2006-a

ITEP - Separata do Relatório Técnico do ITEP nº 021.977 - **Casas Térreas em Paredes de Alvenaria em Blocos de Gesso - Manual Construtivo - Recomendações Técnicas** – Julho de 2007-a.

ITEP - Relatório de Ensaio do ITEP nº 021.718 - **Análise de estabilidade e segurança estrutural no estado limite último**, abril de 2007-b.

ITEP - Relatório de Ensaio do ITEP nº 021.579 - **Ensaaios para determinação da capacidade resistente de paredes e paredinhas em alvenaria de blocos de gesso**, abril de 2007-c.

ITEP - Relatório Técnico do ITEP nº 021.977 - **Desenvolvimento de uma referência técnica para o sistema construtivo em alvenaria de blocos de gesso para casas térreas** - Relatório Final, Recife, abril de 2007-d.

ITEP - Relatório de Ensaio do ITEP nº 021.626 – **Ensaaios de desempenho de estanqueidade de paredes externas**, abril de 2007-e.

ITEP - Relatório de Ensaio do ITEP nº 021.628 – **Avaliação de desempenho do protótipo**.

JUNKEIRA, Luis Eduardo Lollato. **Aplicação da Lean Construction para Redução dos Custos de Produção da Casa 1.0**. Monografia de Especialização, Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2006. 146p.

LARCHER, José Valter Monteiro. **“Diretrizes visando a melhoria de projetos e soluções construtivas na expansão de habitações de interesse social**. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal do Paraná, 2005.

LORDSLEEM JÚNIOR, A. C. **Execução e inspeção de alvenaria racionalizada**. 2000. São Paulo: O Nome da Rosa.

LUZ, A. B.; BALTAR, C. A. M.; FREITAS, E. J. G.; SILVA, A. P. **Usina de Beneficiamento de Minérios do Brasil**. Rio de Janeiro – Dez/ 2002

MAMMINI, Osmar. **Processo Monolite de construção com painéis de EPS**. Técnica, São Paulo, n. 152, p.26-31, nov. 2009.

MATTOS, Aldo Dórea. **Como preparar orçamentos de obras: dicas para orçamentistas, estudos de caso**, exemplo. São Paulo: PINI, 2006. 281p.

MEDEIROS, J. S. **Alvenaria estrutural não armada de blocos de concreto: produção de componentes e parâmetros de projeto**. São Paulo: EPUSP, 1993. V1 e V2, 449 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 1993.

MEHTA, P. K.; MONTEIRO, P. J. M. **Concreto: Microestrutura, Propriedades e Materiais**. 1. ed. São Paulo: IBRACON, 2008.

MODLER, L. E. A. **A qualidade de projeto em edifícios de alvenaria estrutural**. 2000. 140f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2000.

MONÇÃO Júnior, Ariosto Rodrigues. **Otimização das condições experimentais na desidratação da gipsita para obtenção de um gesso beta reciclável**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil). Universidade Católica de Pernambuco, 2008.

OLIVEIRA, R. A.; SILVA, F. A. N.; SOBRINHO C. W. P. **Edifícios Construídos com Alvenaria Resistente em Pernambuco - Situação Atual e Perspectivas Futuras**. In: Bernardo Silva Monteiro e José Afonso P. Vitório. (Org.). O SINAENCO-PE e a Produção do Conhecimento - Coletânea de Artigos Técnicos. 1 ed. Recife: , 2008, v. 1, p. 233-263.

PERES, L.; BENACHOUR, M.; SANTOS, V. A. **O gesso: produção e utilização na construção civil**. Bagaço, 2001, 166p.

PICKARD, S.S. (1990). Welded wire sandwich panels: An alternative to woodframe construction. *Concrete Construction*, v.35, n.4, p.363-366, Apr.

PINI. **Tabelas de Composições de Preços Para Orçamento - TCPO**, Editora PINI, 13º ed São Paulo. 2009.

PROGRAMA DE TECNOLOGIA DA HABITAÇÃO – HABITARE - Rede 2 – **Desenvolvimento e difusão de tecnologias construtivas para habitação de interesse social.** Financiamento: Recursos do FNDCT e da Caixa Econômica Federal, Edital de Concorrência Pública Nacional, 2006.

ROCHA, Carlos Augusto Laranjeira da. O gesso na indústria da construção civil: considerações econômicas sobre utilização de blocos de gesso. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mineral). Universidade Federal de Pernambuco. Recife, 2007.

ROSSO, T. **Teoria e prática da coordenação modular.** São Paulo. Faculdade de Arquitetura e Urbanismo - Universidade de São Paulo. 1976.

SANTOS, M. D. F. dos. **Técnicas Construtivas em Alvenaria Estrutural – Contribuição ao Uso.** 1998. 133f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 1998.

SILVA, Geziel. **Sistemas Construtivos em Concreto Armado e em Alvenaria Estrutural: Uma Análise Comparativa de Custos.** Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil). Universidade Federal de Santa Maria. Rio Grande do Sul, 2003.

SILVA, Maria Angelica Covelo. **Sistemas construtivos para a habitação de interesse social já aplicados e validados pelo setor privado.** NGI, 2004. 56 diap.: color.;53,3x189,4 mm.

SINDICATO DA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO CIVIL DO ESTADO DE SÃO PAULO (SINDUSCON-SP). **Déficit habitacional – 2007.** Relatório Técnico, 2008, em <http://www.sindusconsp.com.br> (acessado em 20/05/2009).

YIN, Robert K. **Estudo de Caso: Planejamento e Métodos.** Trad. Daniel Grassi. 3. Ed. Porto Alegre: Bookman, 2005.

8 Anexos

Anexo A - Planilha Orçamentária com Blocos de Vedação de Concreto (BVCON) sem Revestimento nas Paredes

3 ALVENARIA						
3.1	Alvenaria de vedação com blocos de concreto, 9x19x39 cm, espessura da parede 9 cm, juntas de 10 mm com argamassa mista de cimento, saibro e areia sem peneirar traço 1:1:5,5 - tipo 2	m ²	98,310		24,21	2.380,01
	Pedreiro	h	0,660	64,885	7,00	454,19
	Servente	h	0,729	71,668	5,22	374,11
	Saibro	m ³	0,0011	0,108	37,46	4,05
	Cimento Portland CP II-E-32 (resistência: 32,00 MPa)	Kg	1,3731	134,989	0,38	51,30
	Areia lavada tipo fina	m ³	0,0063	0,619	45,53	28,20
	Bloco de concreto de vedação - bloco inteiro 9 x 19 x 39 - resistência: 2,0 MPa (comprimento: 390 mm / altura: 190 mm / largura: 90 mm)	und	13,100	1287,861	1,14	1.468,16

11 REVESTIMENTO (Emboço e azulejo no wc com altura de 1,50m, sobre pia e tanque (h=0,60m))						
11.1	Emboço					
11.1.1	Emboço para parede interna com argamassa mista de cimento, cal hidratada e areia sem peneirar traço 1:2:9, e=20 mm	m ²	10,000		12,10	121,01
	Pedreiro	h	0,600	6,000	7,00	42,00
	Servente	h	0,800	8,000	5,22	41,76
	Cal hidratada CH III	Kg	3,240	32,400	0,39	12,64
	Cimento Portland CP II-E-32 (resistência: 32,00 MPa)	Kg	3,240	32,400	0,38	12,31
	Areia lavada tipo média	m ³	0,0244	0,244	50,42	12,30
11.2	Azulejo					
11.2.1	Azulejo assentado com argamassa pré-fabricada de cimento colante, juntas a prumo	m ²	10,000		20,50	205,04
	Azulejista	h	0,360	3,600	7,00	25,20
	Servente	h	0,200	2,000	5,22	10,44
	Azulejo cerâmico esmaltado liso (comprimento: 150 mm / largura: 150 mm)	m ²	1,100	11,000	13,88	152,68
	Argamassa pré-fabricada de cimento colante para assentamento de peças cerâmicas	Kg	4,400	44,000	0,38	16,72
11.2.2	Rejuntamento de azulejo 15x15cm com cimento branco, para juntas até 3 mm	m ²	10,000		3,14	31,42
	Azulejista	h	0,250	2,500	7,00	17,50
	Servente	h	0,200	2,000	5,22	10,44
	Cimento branco não estrutural	Kg	0,250	2,500	1,39	3,48

Anexo B - Planilha Orçamentária com Blocos de Vedação de Concreto (BVCON) com Revestimento nas Paredes

3	ALVENARIA					
3.1	Alvenaria de vedação com blocos de concreto, 9x19x39 cm, espessura da parede 9 cm, juntas de 10 mm com argamassa mista de cimento, saibro e areia sem peneirar traço 1:1,5,5 - tipo 2	m²	98,310		24,21	2.380,01
	Pedreiro	h	0,660	64,885	7,00	454,19
	Servente	h	0,729	71,668	5,22	374,11
	Saibro	m ³	0,0011	0,108	37,46	4,05
	Cimento Portland CP II-E-32 (resistência: 32,00 MPa)	Kg	1,3731	134,989	0,38	51,30
	Areia lavada tipo fina	m ³	0,0063	0,619	45,53	28,20
	Bloco de concreto de vedação - bloco inteiro 9 x 19 x 39 - resistência: 2,0 MPa (comprimento: 390 mm / altura: 190 mm / largura: 90 mm)	und	13,100	1287,861	1,14	1.468,16
11	REVESTIMENTO (emboço e azulejo no wc com altura de 1,50m, sobre pia e tanque (h=0,60m))					
11.2	Emboço					
11.2.1	Emboço para parede interna com argamassa mista de cimento, cal hidratada e areia sem peneirar traço 1:2:9, e=20 mm	m²	196,540		12,10	2.378,34
	Pedreiro	h	0,600	117,924	7,00	825,47
	Servente	h	0,800	157,232	5,22	820,75
	Cal hidratada CH III	Kg	3,240	636,790	0,39	248,35
	Cimento Portland CP II-E-32 (resistência: 32,00 MPa)	Kg	3,240	636,790	0,38	241,98
	Areia lavada tipo média	m ³	0,0244	4,796	50,42	241,79
11.3	Azulejo					
11.3.1	Azulejo assentado com argamassa pré-fabricada de cimento colante, juntas a prumo	m²	10,000		20,50	205,04
	Azulejista	h	0,360	3,600	7,00	25,20
	Servente	h	0,200	2,000	5,22	10,44
	Azulejo cerâmico esmaltado liso (comprimento: 150 mm / largura: 150 mm)	m ²	1,100	11,000	13,88	152,68
	Argamassa pré-fabricada de cimento colante para assentamento de peças cerâmicas	Kg	4,400	44,000	0,38	16,72
11.3.2	Rejuntamento de azulejo 15x15cm com cimento branco, para juntas até 3 mm	m²	10,000		3,14	31,42
	Azulejista	h	0,250	2,500	7,00	17,50
	Servente	h	0,200	2,000	5,22	10,44
	Cimento branco não estrutural	Kg	0,250	2,500	1,39	3,48

Anexo C - Planilha Orçamentária com Blocos de Vedação Cerâmicos (BVCER) sem Revestimento nas Paredes

11	REVESTIMENTO (Chapisco, emboço e azulejo no wc com altura de 1,50m, sobre pia e tanque (h=0,60m))					
11.1	Chapisco					
11.1.1	Chapisco para parede interna ou externa com argamassa de cimento e areia sem peneirar traço 1:3, e=5 mm	m ²	10.000		2.71	27.14
	Pedreiro	h	0.100	1.000	7.00	7.00
	Servente	h	0.150	1.500	5.22	7.83
	Cimento Portland CP II-E-32 (resistência: 32,00 MPa)	Kg	2.430	24.300	0.38	9.23
	Areia lavada tipo média	m ³	0.0061	0.061	50.42	3.08
11.2	Emboço					
11.2.1	Emboço para parede interna com argamassa mista de cimento, cal hidratada e areia sem peneirar traço 1:2:9, e=20 mm	m ²	10.000		12.10	121.01
	Pedreiro	h	0.600	6.000	7.00	42.00
	Servente	h	0.800	8.000	5.22	41.76
	Cal hidratada CH III	Kg	3.240	32.400	0.39	12.64
	Cimento Portland CP II-E-32 (resistência: 32,00 MPa)	Kg	3.240	32.400	0.38	12.31
	Areia lavada tipo média	m ³	0.0244	0.244	50.42	12.30
11.3	Azulejo					
11.3.1	Azulejo assentado com argamassa pré-fabricada de cimento colante, juntas a prumo	m ²	10.000		20.50	205.04
	Azulejista	h	0.360	3.600	7.00	25.20
	Servente	h	0.200	2.000	5.22	10.44
	Azulejo cerâmico esmaltado liso (comprimento: 150 mm / largura: 150 mm)	m ²	1.100	11.000	13.88	152.68
	Argamassa pré-fabricada de cimento colante para assentamento de peças cerâmicas	Kg	4.400	44.000	0.38	16.72
11.3.2	Rejuntamento de azulejo 15x15cm com cimento branco, para juntas até 3 mm	m ²	10.000		3.14	31.42
	Azulejista	h	0.250	2.500	7.00	17.50
	Servente	h	0.200	2.000	5.22	10.44
	Cimento branco não estrutural	Kg	0.250	2.500	1.39	3.48

Anexo D - Planilha com Blocos Estruturais de Concreto (BECON) sem revestimento nas paredes

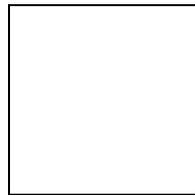
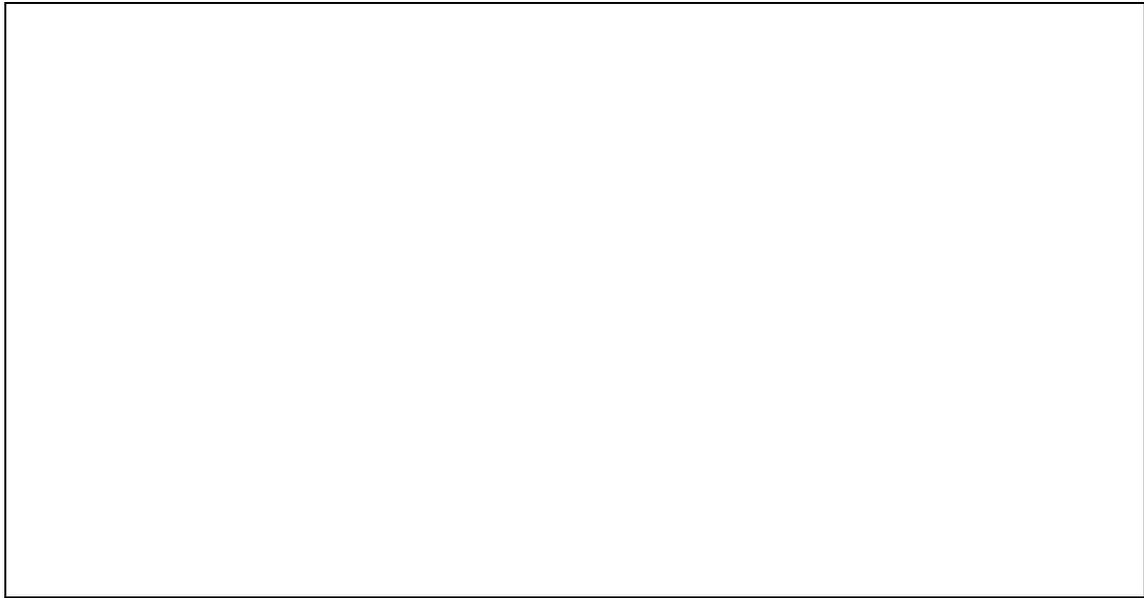
2	ALVENARIA					
2.1	Alvenaria estrutural com blocos de concreto, 14x19x39 cm, espessura da parede 14 cm, juntas de 10 mm com argamassa mista de cimento, cal hidratada e areia sem peneirar traço 1:0,25:3 - tipo 3	m ²	98.310		38.92	3.825.86
	Pedreiro	h	0.800	78.648	7.00	550.54
	Servente	h	0.907	89.167	5.22	465.45
	Cal hidratada CH III	Kg	0.653	64.196	0.39	25.04
	Cimento Portland CP II-E-32 (resistência: 32,00 MPa)	Kg	5.200	511.212	0.38	194.26
	Areia lavada tipo média	m ³	0.013	1.278	50.42	64.44
	Bloco de concreto estrutural - bloco inteiro 14 x 19 x 39 - resistência: 4,5 Mpa para receber revestimento (altura:190 / comprimento: 390 / largura.: 140 mm)	und	13.110	1288.844	1.96	2.526.13
2.2	Andaime para 1m ² de alvenaria , construção e desmontagem, reaproveitamento dez vezes	m ²	98.310		1.47	144.45
	Servente	h	0.120	11.797	5.22	61.58
	Carpinteiro	h	0.040	3.932	7.00	27.53
	Madeira (tipo de madeira: cedrinho)	m ³	0.00032	0.031	1.514.45	47.64
	Prego 18 x 27 com cabeça (comprimento: 62,1 mm / diâmetro: 3,40 mm)	Kg	0.015	1.475	5.22	7.70
9	REVESTIMENTO (emboço e azulejo no wc com altura de 1,50m, sobre pia e tanque (h=0,60m))					
9.1	Emboço					
9.1.1	Emboço para parede interna com argamassa mista de cimento, cal hidratada e areia sem peneirar traço 1:2:9, e=20 mm	m ²	10.000		12.10	121.01
	Pedreiro	h	0.600	6.000	7.00	42.00
	Servente	h	0.800	8.000	5.22	41.76
	Cal hidratada CH III	Kg	3.240	32.400	0.39	12.64
	Cimento Portland CP II-E-32 (resistência: 32,00 MPa)	Kg	3.240	32.400	0.38	12.31
	Areia lavada tipo média	m ³	0.0244	0.244	50.42	12.30
9.2	Azulejo					
9.2.1	Azulejo assentado com argamassa pré-fabricada de cimento colante, juntas a prumo	m ²	10.000		20.50	205.04
	Azulejista	h	0.360	3.600	7.00	25.20
	Servente	h	0.200	2.000	5.22	10.44
	Azulejo cerâmico esmaltado liso (comprimento: 150 mm / largura: 150 mm)	m ²	1.100	11.000	13.88	152.68
	Argamassa pré-fabricada de cimento colante para assentamento de peças cerâmicas	Kg	4.400	44.000	0.38	16.72
9.2.2	Rejuntamento de azulejo 15x15cm com cimento branco, para juntas até 3 mm	m ²	10.000		3.14	31.42
	Azulejista	h	0.250	2.500	7.00	17.50
	Servente	h	0.200	2.000	5.22	10.44
	Cimento branco não estrutural	Kg	0.250	2.500	1.39	3.48

Anexo E - Planilha com Blocos Estruturais de Concreto (BECON) com revestimento nas paredes

2	ALVENARIA					
2.1	Alvenaria estrutural com blocos de concreto, 14x19x39 cm, espessura da parede 14 cm, juntas de 10 mm com argamassa mista de cimento, cal hidratada e areia sem peneirar traço 1:0,25:3 - tipo 3	m ²	98.310		38.92	3.825.86
	Pedreiro	h	0.800	78.648	7.00	550.54
	Servente	h	0.907	89.167	5.22	465.45
	Cal hidratada CH III	Kg	0.653	64.196	0.39	25.04
	Cimento Portland CP II-E-32 (resistência: 32,00 MPa)	Kg	5.200	511.212	0.38	194.26
	Areia lavada tipo média	m ³	0.013	1.278	50.42	64.44
	Bloco de concreto estrutural - bloco inteiro 14 x 19 x 39 - resistência: 4,5 Mpa para receber revestimento (altura:190 / comprimento: 390 / largura.: 140 mm)	und	13.110	1288.844	1.96	2.526.13
2.2	Andaime para 1m ² de alvenaria , construção e desmontagem, reaproveitamento dez vezes	m ²	98.310		1.47	144.45
	Servente	h	0.120	11.797	5.22	61.58
	Carpinteiro	h	0.040	3.932	7.00	27.53
	Madeira (tipo de madeira: cedrinho)	m ³	0.00032	0.031	1.514.45	47.64
	Prego 18 x 27 com cabeça (comprimento: 62,1 mm / diâmetro: 3,40 mm)	Kg	0.015	1.475	5.22	7.70

9	REVESTIMENTO (emboço e azulejo no wc com altura de 1,50m, sobre pia e tanque (h=0,60m))					
9.1	Emboço					
9.1.1	Emboço para parede interna com argamassa mista de cimento, cal hidratada e areia sem peneirar traço 1:2:9, e=20 mm	m ²	196.540		12.10	2.378.34
	Pedreiro	h	0.600	117.924	7.00	825.47
	Servente	h	0.800	157.232	5.22	820.75
	Cal hidratada CH III	Kg	3.240	636.790	0.39	248.35
	Cimento Portland CP II-E-32 (resistência: 32,00 MPa)	Kg	3.240	636.790	0.38	241.98
	Areia lavada tipo média	m ³	0.0244	4.796	50.42	241.79
9.2	Azulejo					
9.2.1	Azulejo assentado com argamassa pré-fabricada de cimento colante, juntas a prumo	m ²	10.000		20.50	205.04
	Azulejista	h	0.360	3.600	7.00	25.20
	Servente	h	0.200	2.000	5.22	10.44
	Azulejo cerâmico esmaltado liso (comprimento: 150 mm / largura: 150 mm)	m ²	1.100	11.000	13.88	152.68
	Argamassa pré-fabricada de cimento colante para assentamento de peças cerâmicas	Kg	4.400	44.000	0.38	16.72
9.2.2	Rejuntamento de azulejo 15x15cm com cimento branco, para juntas até 3 mm	m ²	10.000		3.14	31.42
	Azulejista	h	0.250	2.500	7.00	17.50
	Servente	h	0.200	2.000	5.22	10.44
	Cimento branco não estrutural	Kg	0.250	2.500	1.39	3.48

Anexo F - Planilha com Blocos Estruturais Cerâmicos (BECER) sem revestimento nas paredes



Anexo G - Planilha com Blocos Estruturais Cerâmicos (BECER) com revestimento nas paredes

2 ALVENARIA						
2.1	Alvenaria estrutural com blocos cerâmicos, 14 x 19 x 39 cm, espessura da parede 14 cm, juntas de 10 mm com argamassa mista de cimento, cal hidratada e areia sem peneirar traço 1:0,2:5,4 - tipo 3	m ²	98.310		24.54	2.412.71
	Pedreiro	h	0.700	68.817	7.00	481.72
	Servente	h	0.806	79.238	5.22	413.62
	Cal hidratada CH III	Kg	0.286	28.117	0.39	10.97
	Cimento Portland CP II-E-32 (resistência: 32 MPa)	Kg	2.862	281.363	0.38	106.92
	Areia lavada tipo média	m ³	0.013	1.278	50.42	64.44
	Bloco de concreto estrutural - bloco inteiro 14 x 19 x 39 - resistência: 4,5 Mpa para receber revestimento (altura:190 / comprimento: 390 / largura.: 140 mm)	und	14.000	1376.340	0.97	1.335.05
2.2	Andaime para 1m ² de alvenaria , construção e desmontagem, reaproveitamento dez vezes	m ²	98.310		1.47	144.45
	Servente	h	0.120	11.797	5.22	61.58
	Carpinteiro	h	0.040	3.932	7.00	27.53
	Madeira (tipo de madeira: cedrinho)	m ³	0.00032	0.031	1.514.45	47.64
	Prego 18 x 27 com cabeça (comprimento: 62,1 mm / diâmetro: 3,40 mm)	Kg	0.015	1.475	5.22	7.70

9 REVESTIMENTO (Chapisco, emboço e azulejo no wc com altura de 1,50m, sobre pia e tanque (h=0,60m))						
9.1	Chapisco					
9.1.1	Chapisco para parede interna ou externa com argamassa de cimento e areia sem peneirar traço 1:3, e=5 mm	m ²	196.540		2.71	533.40
	Pedreiro	h	0.100	19.654	7.00	137.58
	Servente	h	0.150	29.481	5.22	153.89
	Cimento Portland CP II-E-32 (resistência: 32,00 MPa)	Kg	2.430	477.592	0.38	181.49
	Areia lavada tipo média	m ³	0.0061	1.199	50.42	60.45
9.2	Emboço					
9.2.1	Emboço para parede interna com argamassa mista de cimento, cal hidratada e areia sem peneirar traço 1:2:9, e=20 mm	m ²	196.540		12.10	2.378.34
	Pedreiro	h	0.600	117.924	7.00	825.47
	Servente	h	0.800	157.232	5.22	820.75
	Cal hidratada CH III	Kg	3.240	636.790	0.39	248.35
	Cimento Portland CP II-E-32 (resistência: 32,00 MPa)	Kg	3.240	636.790	0.38	241.98
	Areia lavada tipo média	m ³	0.0244	4.796	50.42	241.79
9.3	Azulejo					
9.3.1	Azulejo assentado com argamassa pré-fabricada de cimento colante, juntas a prumo	m ²	10.000		20.50	205.04
	Azulejista	h	0.360	3.600	7.00	25.20
	Servente	h	0.200	2.000	5.22	10.44
	Azulejo cerâmico esmaltado liso (comprimento: 150 mm / largura: 150 mm)	m ²	1.100	11.000	13.88	152.68
	Argamassa pré-fabricada de cimento colante para assentamento de peças cerâmicas	Kg	4.400	44.000	0.38	16.72
9.3.2	Rejuntamento de azulejo 15x15cm com cimento branco, para juntas até 3 mm	m ²	10.000		3.14	31.42
	Azulejista	h	0.250	2.500	7.00	17.50
	Servente	h	0.200	2.000	5.22	10.44
	Cimento branco não estrutural	Kg	0.250	2.500	1.39	3.48

Anexo H - Planilha com Painéis Monolíticos em EPS

2	PAINEL					
2.1	Painéis estruturais tipo sanduiche com núcleo de EPS (espessura 5 cm) e esp. do revestimento 4cm. Resistência à compressão ± 15,5 Mpa (1)	m ²	98.310		67.266	6612.95
	Núcleo de Poliestireno Expandido - Densidade 13 kg/m ³ - espessura 5 cm	m ²	1	98.31	12.500	1228.88
	Tela de aço eletrosoldada com fio de 3.4 mm e malha de 150 mm x 150 mm	m ²	2.2	216.28	6.000	1297.69
	Conectores de aço bitola 3.4 mm	und	9	884.79	0.029	25.66
	Arame recozido nº 18	kg	0.14	13.76	6.590	90.70
	Cimento CP V ARI	kg	21	2064.51	0.380	784.51
	Areia lavada média	m ³	0.054	5.31	50.420	267.67
	Brita zero (pedrisco)	m ³	0.017	1.67	62.000	103.62
	Fibra de polipropileno	g	4	393.24	0.020	7.86
	Aditivo plastificante	ml	21	2064.51	0.008	16.72
	Sarrafo de 1" x 3" de madeira mista	m	0.77	75.70	3.020	228.61
	Pontaletes de 3" x 3" de madeira mista	m	0.64	62.92	12.620	794.03
	Projeto de argamassa	h	0.13	12.78	3.310	42.30
	Servente	h	1.47	144.52	5.220	754.37
	Pedreiro	h	1.41	138.62	7.000	970.32
2.2	Andaime para 1m ² de alvenaria , construção e desmontagem, reaproveitamento dez vezes	m ²	98.310		1.469	144.45
	Servente	h	0.120	11.80	5.220	61.58
	Carpinteiro	h	0.040	3.93	7.000	27.53
	Madeira (tipo de madeira: cedrinho)	m ³	0.00032	0.03	1514.450	47.64
	Prego 18 x 27 com cabeça (comprimento: 62,1 mm / diâmetro: 3,40 mm)	Kg	0.015	1.47	5.220	7.70
3	RASGO EM PAINEL					
3.1	Rasgo em alvenaria (passagem da tubulação e eletrodutos diâmetro 15 mm (1/2") a 25 mm (1"))	m	28.000		2.005	56.14
	Pedreiro	h	0.1	2.80	7.000	19.60
	Servente	h	0.25	7.00	5.220	36.54
3.2	Rasgo em alvenaria (passagem da tubulação diâmetro 40 mm)	m	2.000		3.138	6.28
	Pedreiro	h	0.150	0.30	7.000	2.10
	Servente	h	0.400	0.80	5.220	4.18

10	REVESTIMENTO (azulejo no wc com altura de 1,50m, sobre pia e tanque (h=0,60m))					
10.1	Azulejo					
10.1.1	Azulejo assentado com argamassa pré-fabricada de cimento colante, juntas a prumo	m ²	10.000		20.504	205.04
	Azulejista	h	0.360	3.60	7.000	25.20
	Servente	h	0.200	2.00	5.220	10.44
	Azulejo cerâmico esmaltado liso (comprimento: 150 mm / largura: 150 mm)	m ²	1.100	11.00	13.880	152.68
	Argamassa pré-fabricada de cimento colante para assentamento de peças cerâmicas	Kg	4.400	44.00	0.380	16.72
10.1.2	Rejuntamento de azulejo 15x15cm com cimento branco, para juntas até 3 mm	m ²	10.000		3.142	31.42
	Azulejista	h	0.250	2.50	7.000	17.50
	Servente	h	0.200	2.00	5.220	10.44
	Cimento branco não estrutural	Kg	0.250	2.50	1.390	3.48

Anexo I - Planilha com Blocos de Gesso (BGES) sem revestimento nas paredes

3 ALVENARIA					
3.1	Alvenaria de vedação com blocos gesso 67x50 cm espessura da parede 10 cm, assentados com uma pasta de gesso-cola e água. A primeira fiada será com blocos-hidro, assim como nas paredes do wc.				
3.1.1	blocos simples (branco)	m²	74.970		27.54 2.065.00
	Pedreiro (extraído do item 04034.8.1.2 da PINI de maio/2009)	h	0.250	18.743	7.00 131.20
	Servente (extraído do item 04034.8.1.2 da PINI de maio/2009)	h	0.150	11.246	5.22 58.70
	Gesso-cola (PIRES, C.W, A, PERES, L. Gesso-cola na execução de alvenaria em blocos de gesso – ANAIS – IV Encontro Nacional da Gipsita)	Kg	0.800	59.976	6.50 389.84
	Bloco de gesso simples (branco) largura 67cm e altura 50 cm	und	3.180	238.405	6.23 1.485.26
3.1.2	blocos hidro (azul)	m²	23.310		45.89 1.069.77
	Pedreiro (extraído do item 04034.8.1.2 da PINI de maio/2009)	h	0.250	5.828	7.00 40.79
	Servente (extraído do item 04034.8.1.2 da PINI de maio/2009)	h	0.150	3.497	5.22 18.25
	Gesso-cola (PIRES, C.W, A, PERES, L. Gesso-cola na execução de alvenaria em blocos de gesso – ANAIS – IV Encontro Nacional da Gipsita)	Kg	0.800	18.648	6.50 121.21
	Bloco de gesso hidro (azul) largura 67cm e altura 50 cm	und	3.180	74.126	12.00 889.51
3.2	Andaime para 1m² de alvenaria , construção e desmontagem, reaproveitamento dez vezes	m²	98.310		1.47 144.45
	Servente	h	0.120	11.797	5.22 61.58
	Carpinteiro	h	0.040	3.932	7.00 27.53
	Madeira (tipo de madeira: cedrinho)	m ³	0.00032	0.031	1.514.45 47.64
	Prego 18 x 27 com cabeça (comprimento: 62,1 mm / diâmetro: 3,40 mm)	Kg	0.015	1.475	5.22 7.70

10 RASGO e ENCHIMENTO DO RASGO EM ALVENARIA					
10.1	Rasgo em alvenaria (passagem da tubulação e eletrodutos diâmetro 15 mm (1/2") a 25 mm (1"))	m	28.000		2.01 56.14
	Pedreiro	h	0.1	2.800	7.00 19.60
	Servente	h	0.25	7.000	5.22 36.54
10.2	Rasgo em alvenaria (passagem da tubulação diâmetro 40 mm)	m	2.000		3.14 6.28
	Pedreiro	h	0.150	0.300	7.00 2.10
	Servente	h	0.400	0.800	5.22 4.18
10.3	Enchimento de rasgo em alvenaria com pasta de gesso para a tubulação Ø 15 mm (1/2") a 25 mm (1")	m	28.000		1.68 46.91
	Pedreiro	h	0.150	4.200	7.00 29.40
	Servente	h	0.102	2.856	5.22 14.91
	Gesso	Kg	0.310	8.680	0.30 2.60
10.4	Enchimento de rasgo em alvenaria com pasta de gesso para a tubulação Ø 40 mm	m	2.000		2.34 4.68
	Pedreiro	h	0.200	0.400	7.00 2.80
	Servente	h	0.150	0.300	5.22 1.57
	Gesso	Kg	0.520	1.040	0.30 0.31

11	REVESTIMENTO (Chapisco, emboço e azulejo no wc com altura de 1,50m, sobre pia e tanque (h=0,60m))					
11.1	Chapisco					
11.1.1	Chapisco para parede interna ou externa com argamassa de cimento e areia sem peneirar traço 1:3, e=5 mm	m ²	10.000		2.71	27.14
	Pedreiro	h	0.100	1.000	7.00	7.00
	Servente	h	0.150	1.500	5.22	7.83
	Cimento Portland CP II-E-32 (resistência: 32,00 MPa)	Kg	2.430	24.300	0.38	9.23
	Areia lavada tipo média	m ³	0.0061	0.061	50.42	3.08
11.2	Emboço					
11.2.1	Emboço para parede interna com argamassa mista de cimento, cal hidratada e areia sem peneirar traço 1:2:9, e=20 mm	m ²	10.000		12.10	121.01
	Pedreiro	h	0.600	6.000	7.00	42.00
	Servente	h	0.800	8.000	5.22	41.76
	Cal hidratada CH III	Kg	3.240	32.400	0.39	12.64
	Cimento Portland CP II-E-32 (resistência: 32,00 MPa)	Kg	3.240	32.400	0.38	12.31
	Areia lavada tipo média	m ³	0.0244	0.244	50.42	12.30
11.1	Azulejo					
11.1.1	Azulejo assentado com argamassa pré-fabricada de cimento colante, juntas a prumo	m ²	10.000		20.50	205.04
	Azulejista	h	0.360	3.600	7.00	25.20
	Servente	h	0.200	2.000	5.22	10.44
	Azulejo cerâmico esmaltado liso (comprimento: 150 mm / largura: 150 mm)	m ²	1.100	11.000	13.88	152.68
	Argamassa pré-fabricada de cimento colante para assentamento de peças cerâmicas	Kg	4.400	44.000	0.38	16.72
11.1.2	Rejuntamento de azulejo 15x15cm com cimento branco, para juntas até 3 mm	m ²	10.000		3.14	31.42
	Azulejista	h	0.250	2.500	7.00	17.50
	Servente	h	0.200	2.000	5.22	10.44
	Cimento branco não estrutural	Kg	0.250	2.500	1.39	3.48

Anexo J - Planilha com Blocos de Gesso (BGES) com revestimento nas paredes

3 ALVENARIA						
3.1	Alvenaria de vedação com blocos gesso 67x50 cm espessura da parede 10 cm, assentados com uma pasta de gesso-cola e água. A primeira fiada será com blocos-hidro, assim como nas paredes do wc.					
3.1.1	blocos simples (branco)	m ²	74.970		27.54	2.065.00
	Pedreiro (extraído do item 04034.8.1.2 da PINI de maio/2009)	h	0.250	18.743	7.00	131.20
	Servente (extraído do item 04034.8.1.2 da PINI de maio/2009)	h	0.150	11.246	5.22	58.70
	Gesso-cola (PIRES, C.W, A, PERES, L. Gesso-cola na execução de alvenaria em blocos de gesso – ANAIS – IV Encontro Nacional da Gipsita)	Kg	0.800	59.976	6.50	389.84
	Bloco de gesso simples (branco) largura 67cm e altura 50 cm	und	3.180	238.405	6.23	1.485.26
3.1.2	blocos hidro (azul)	m ²	23.310		45.89	1.069.77
	Pedreiro (extraído do item 04034.8.1.2 da PINI de maio/2009)	h	0.250	5.828	7.00	40.79
	Servente (extraído do item 04034.8.1.2 da PINI de maio/2009)	h	0.150	3.497	5.22	18.25
	Gesso-cola (PIRES, C.W, A, PERES, L. Gesso-cola na execução de alvenaria em blocos de gesso – ANAIS – IV Encontro Nacional da Gipsita)	Kg	0.800	18.648	6.50	121.21
	Bloco de gesso hidro (azul) largura 67cm e altura 50 cm	und	3.180	74.126	12.00	889.51
3.2	Andaime para 1m ² de alvenaria , construção e desmontagem, reaproveitamento dez vezes	m ²	98.310		1.47	144.45
	Servente	h	0.120	11.797	5.22	61.58
	Carpinteiro	h	0.040	3.932	7.00	27.53
	Madeira (tipo de madeira: cedrinho)	m ³	0.00032	0.031	1.514.45	47.64
	Prego 18 x 27 com cabeça (comprimento: 62,1 mm / diâmetro: 3,40 mm)	Kg	0.015	1.475	5.22	7.70

10 RASGO e ENCHIMENTO DO RASGO EM ALVENARIA						
10.1	Rasgo em alvenaria (passagem da tubulação e eletrodutos diâmetro 15 mm (1/2") a 25 mm (1"))	m	28.000		2.01	56.1
	Pedreiro	h	0.1	2.800	7.00	19.60
	Servente	h	0.25	7.000	5.22	36.5
10.2	Rasgo em alvenaria (passagem da tubulação diâmetro 40 mm)	m	2.000		3.14	6.2
	Pedreiro	h	0.150	0.300	7.00	2.10
	Servente	h	0.400	0.800	5.22	4.18
10.3	Enchimento de rasgo em alvenaria com pasta de gesso para a tubulação Ø 15 mm (1/2") a 25 mm (1")	m	28.000		1.68	46.9
	Pedreiro	h	0.150	4.200	7.00	29.40
	Servente	h	0.102	2.856	5.22	14.9
	Gesso	Kg	0.310	8.680	0.30	2.60
10.4	Enchimento de rasgo em alvenaria com pasta de gesso para a tubulação Ø 40 mm	m	2.000		2.34	4.6
	Pedreiro	h	0.200	0.400	7.00	2.80
	Servente	h	0.150	0.300	5.22	1.5
	Gesso	Kg	0.520	1.040	0.30	0.3

11	REVESTIMENTO (Chapisco, emboço e azulejo no wc com altura de 1,50m. sobre pia e tanque (h=0,60m))					
11.1	Chapisco					
11.1.1	Chapisco para parede interna ou externa com argamassa de cimento e areia sem peneirar traço 1:3, e=5 mm	m ²	196.540		2.71	533.40
	Pedreiro	h	0.100	19.654	7.00	137.58
	Servente	h	0.150	29.481	5.22	153.89
	Cimento Portland CP II-E-32 (resistência: 32,00 MPa)	Kg	2.430	477.592	0.38	181.49
	Areia lavada tipo média	m ³	0.0061	1.199	50.42	60.45
11.2	Emboço					
11.2.1	Emboço para parede interna com argamassa mista de cimento, cal hidratada e areia sem peneirar traço 1:2:9, e=20 mm	m ²	196.540		12.10	2.378.34
	Pedreiro	h	0.600	117.924	7.00	825.47
	Servente	h	0.800	157.232	5.22	820.75
	Cal hidratada CH III	Kg	3.240	636.790	0.39	248.35
	Cimento Portland CP II-E-32 (resistência: 32,00 MPa)	Kg	3.240	636.790	0.38	241.98
	Areia lavada tipo média	m ³	0.0244	4.796	50.42	241.79
11.3	Azulejo					
11.3.1	Azulejo assentado com argamassa pré-fabricada de cimento colante, juntas a prumo	m ²	10.000		20.50	205.04
	Azulejista	h	0.360	3.600	7.00	25.20
	Servente	h	0.200	2.000	5.22	10.44
	Azulejo cerâmico esmaltado liso (comprimento: 150 mm / largura: 150 mm)	m ²	1.100	11.000	13.88	152.68
	Argamassa pré-fabricada de cimento colante para assentamento de peças cerâmicas	Kg	4.400	44.000	0.38	16.72
11.3.2	Rejuntamento de azulejo 15x15cm com cimento branco, para juntas até 3 mm	m ²	10.000		3.14	31.42
	Azulejista	h	0.250	2.500	7.00	17.50
	Servente	h	0.200	2.000	5.22	10.44
	Cimento branco não estrutural	Kg	0.250	2.500	1.39	3.48

Anexo K - Planilha Orçamentária Empresa HI-TECH

Painel 30 Intermediário															
P 30 I			0,90		1,20		1,50		2,60		3,00				
															37
Paredes															0
Paredes Comuns									28						28
Portas e Janelas			2		3		2								7
Oitões											2				2
Somatoria	0	0	2	0	3	0	2	0	28	0	2	0	0	0	37
área	0,00	0,00	2,16	0,00	4,32	0,00	3,60	0,00	87,36	0,00	7,20	0,00	0,00	0,00	104,64
															TT
															104,64

P 30 I	104,64 m ²	67,80 R\$/m ²	>>>>	R\$ 7.094,59	>>>>	R\$ 7.094,59	frete 01 - SJRP/SP a incluir
							frete 02 - até o canteiro, pelo Comprador

Argamassa	8 m ³	areia	65,00 R\$/m ³	>>>>	R\$ 489,72		Material
	60 sacos	cimento	20,00 R\$/sc	>>>>	R\$ 1.205,45	>>>>	R\$ 1.695,17
							R\$ 14.518,26
contra piso	45 m ²	AC					M.O.
	3,6 m ³	concreto	190,00 R\$/m ³	>>>>	R\$ 684,00		R\$ 8.100,00
	1,8 m ³	pedra m	40,00 R\$/m ³	>>>>	R\$ 72,00		
	45 m ²	tela chão	7,00 R\$/m ²	>>>>	R\$ 315,00	>>>>	R\$ 1.071,00
							TT Geral
							R\$ 22.618,26

Gastarão ainda , mais R\$ 40,00/m² para cada laje, uma de piso e uma de cobertura e mais a da cobertura, como são áreas iguas de laje e maior a projetada de cobertura :

0 m ²	laje piso		R\$ -		
45 m ²	laje cobertura	45,00 R\$/m ²	>>>>	R\$ 2.025,00	sob consulta ou zero
59 m ²	projeção da cobertura			R\$ 2.632,50	>>>>
				R\$ 4.657,50	sob consulta ou zero

M.O	45 m ² de AC	180,00 R\$/m ² At	>>>	R\$ 8.100,00	>>>>	R\$ 8.100,00
-----	-------------------------	------------------------------	-----	--------------	------	--------------