

UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
FACULDADE DE TECNOLOGIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL E AMBIENTAL

**INDICADORES DE DESEMPENHO EM HABITAÇÕES DE
INTERESSE SOCIAL NO BRASIL**

HUGO LEONARDO VILELA GOUVEIA

ORIENTADORA: ROSA MARIA SPOSTO

**DISSERTAÇÃO DE MESTRADO EM ESTRUTURAS E
CONSTRUÇÃO CIVIL**

PUBLICAÇÃO: E.DM – 10A/13
BRASÍLIA/DF: JULHO – 2013

UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
FACULDADE DE TECNOLOGIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL

INDICADORES DE DESEMPENHO DE PROJETOS EM
HABITAÇÕES DE INTERESSE SOCIAL NO BRASIL.

HUGO LEONARDO VILELA GOUVEIA

DISSERTAÇÃO SUBMETIDA AO DEPARTAMENTO DE
ENGENHARIA CIVIL E AMBIENTAL DA FACULDADE DE
TECNOLOGIA DA UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA COMO PARTE
DOS REQUISITOS NECESSÁRIOS PARA A OBTENÇÃO DO GRAU
DE MESTRE EM ESTRUTURAS E CONSTRUÇÃO CIVIL.

APROVADA POR:

Prof^a Rosa Maria Sposto, DSc (PECC-UnB)
(Orientadora)

Prof. André Luiz Aquere de Cerqueira e Souza, PhD (UnB)
(Examinador Interno)

Oswaldo Gomes de Holanda Júnior, DSc (TCU)
(Examinador Externo)

BRASÍLIA/DF, 10 DE JULHO DE 2013

FICHA CATALOGRÁFICA

GOUVEIA, HUGO LEONARDO VILELA

Indicadores de Desempenho de Projetos em Habitações de Interesse Social no Brasil. Brasília, 2013.

176 p., 297 mm (ENC/FT/UnB, Mestre, Estruturas e Construção Civil, 2013).

Dissertação de Mestrado – Universidade de Brasília. Faculdade de Tecnologia.

Departamento de Engenharia Civil e Ambiental.

1. Indicadores de Projetos

2. Indicadores de Desempenho

3. Habitação de Interesse Social

4. Desempenho Térmico

I. ENC/FT/UnB

II. Título (série)

REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

GOUVEIA, H. L. V. (2013). Indicadores de Desempenho em Habitações de Interesse Social no Brasil. Dissertação de Mestrado em Estruturas e Construção Civil, Publicação E.DM-10A/13, Departamento de Engenharia Civil e Ambiental, Universidade de Brasília, Brasília, DF, 176 p.

CESSÃO DE DIREITOS

AUTOR: Hugo Leonardo Vilela Gouveia.

TÍTULO: Indicadores de Desempenho de Projetos em Habitações de Interesse Social no Brasil.

GRAU: Mestre em Estruturas e Construção Civil

ANO: 2013

É concedida à Universidade de Brasília permissão para reproduzir cópias desta dissertação de mestrado e para emprestar ou vender tais cópias somente para propósitos acadêmicos e científicos. O autor reserva outros direitos de publicação e nenhuma parte dessa dissertação de mestrado pode ser reproduzida sem autorização por escrito do autor.

Hugo Leonardo Vilela Gouveia

Setor de Administração Federal Sul - SAFS Quadra 4, Lote 1, Anexo II.

CEP 70.042-900 Brasília – DF – Brasil.

AGRADECIMENTOS

Agradeço aos meus pais, Wolney e Janeth, pelo amor e incentivo aos estudos desde meus primeiros anos de vida.

A minha avó Lacy, pelo amor e todo suporte logístico nesses anos de estudo.

A minha esposa, Débora, que esteve ao meu lado em todas as minhas conquistas do último quinquênio, sempre apoiando e, principalmente, cobrando mais desempenho.

Aos meus irmãos, Victor “Garô” e Wilner, que direta ou indiretamente me apoiaram em todos esses anos de estudo.

A minha filha, Bárbara, que desde seu nascimento me inspirou a retomar esse projeto e é a minha maior motivação para alcançar novos horizontes.

Aos meus segundos pais, Alvarino e Diva, pelo carinho e apoio logístico oferecido sempre com boa disposição.

A minha orientadora, Professora Dra Rosa Maria Sposto pela atenção, paciência, dedicação, comprometimento e incentivo na concepção, elaboração e conclusão deste trabalho.

Ao PECC, pela oportunidade concedida de continuar e aprofundar meus estudos. Em especial, aos Professores Luciano Bezerra, Guilherme Melo, João Carlos Teatini e Elton Bauer, pelas excelentes aulas e incentivos oferecidos.

À comissão avaliadora: Prof. André Luiz Aquere de Cerqueira e Souza e Osvaldo Gomes de Holanda Júnior.

À Eva por desempenhar com extrema qualidade e atenção suas atividades no PECC, o que contribui para o bom andamento das atividades dos alunos e professores.

Aos profissionais que contribuíram com a pesquisa realizada neste trabalho: Eng^o. Diogo Nascimento, Eng^o. Hamilton Lourenço Filho e Eng^o. Thiago, da Caixa Econômica Federal do Estado do Maranhão.

Ao Tribunal de Contas da União, pelas condições que me foram oferecidas de participar no curso de Pós-Graduação em Estruturas e Construção Civil da Universidade de Brasília. Ao amigo e incentivador Filipe Castro Nicolli, pelo apoio moral à conclusão desse projeto.

Aos colegas Sideney Baldessar e Rodrigo Motta, pela colaboração nas informações referentes ao Programa Minha Casa Minha Vida. Aos colegas Azambuja, Gustavo, Cleiton e Cláudio por me disponibilizar alguns projetos.

Aos demais colegas de trabalho da 1^a diretoria da SecobEnergia, que sempre estão dispostos a compartilhar seus conhecimentos e experiências nas mais diversas áreas de conhecimento.

Aos amigos que sempre me motivam: Edson, “Top”, Paschoali e Carlos. E aos colegas de PECC: Galileu, Nivaldo, Giselle, Hileana e Ana Carolina.

Dedicado a Bárbara.

*"Que a semente do
conhecimento germine no terreno
fértil da curiosidade."*

RESUMO

INDICADORES DE DESEMPENHO DE PROJETOS EM HABITAÇÕES DE INTERESSE SOCIAL NO BRASIL

Autor: Hugo Leonardo Vilela Gouveia

Orientadora: Rosa Maria Spoto

Programa de Pós-graduação em Estruturas e Construção Civil

Brasília, 10 de julho de 2013

O déficit habitacional no Brasil atinge aproximadamente oito milhões de moradias, e estima-se que até 2023, mantido o ritmo atual, esse valor chegue a trinta e um milhões. Ademais, parte do estoque existente apresenta qualidade deficiente. A melhoria de renda da população, acompanhada do aumento de crédito dos investimentos no setor habitacional e de ações governamentais, tais como o Programa Minha Casa, Minha Vida (PMCMV), criam um cenário propício para garantir o sucesso de uma política habitacional de longo prazo. No entanto, as construtoras apresentam dificuldades em se adequar aos parâmetros de custo e qualidade exigidos pelo PMCMV. Entre os fatores que influenciam os custos de uma construção, destacam-se a forma da planta e a densidade de paredes. Os elementos que compõem os planos verticais podem representar mais de 40% do custo da obra. Por outro lado, bons índices de compacidade e densidade de paredes não indicam necessariamente um bom desempenho da habitação, tais como desempenho térmico e acústico. O objetivo deste trabalho é avaliar o desempenho dos projetos a partir do levantamento de indicadores, sob a ótica do custo e do desempenho térmico. Foram levantados o índice de compacidade, a densidade de paredes, a densidade de pontos hidráulicos e a densidade de pontos elétricos de dezenove projetos de habitações de interesse social no Brasil, e foram formuladas 39 configurações de alvenaria a partir de três variáveis de envoltória (tipo de alvenaria, espessura do componente e espessura de revestimento), para determinar os valores de transmitância e capacidade térmica para as oito zonas bioclimáticas do país, visando analisar o seu desempenho térmico, conforme estabelecido na norma ABNT NBR 15575 (2013). Os resultados obtidos com a amostragem selecionada indicam um ótimo índice de compacidade e densidade de paredes, o que reflete positivamente no custo da construção. Quanto à densidade de pontos hidráulicos e de pontos elétricos, os resultados obtidos a partir da amostragem selecionada apresentaram valores superiores ao da bibliografia pesquisada, apesar de haver pouca variação em relação à quantidade mínima estabelecida pelo PMCMV. Quanto aos indicadores de desempenho térmico, nas zonas bioclimáticas 1 e 2, apenas duas

configurações de alvenaria em bloco cerâmico apresentaram valores aceitos pela referida norma. Para as demais zonas bioclimáticas, apenas as alvenarias de concreto apresentaram valores inaceitáveis de transmitância térmica. Por fim, em relação à capacidade térmica, apenas os blocos cerâmicos com revestimento de 1,0 cm apresentaram valores aquém dos exigidos na norma.

Palavras-chave: indicadores de desempenho, habitação de interesse social, desempenho em projetos arquitetônicos, índice de compactidade, densidade de paredes, desempenho térmico.

ABSTRACT

PERFORMANCE INDICATORS OF PROJECTS IN SOCIAL HOUSING IN BRAZIL

Author: Hugo Leonardo Vilela Gouveia

Supervisor: Rosa Maria Sposto

Programa de Pós-graduação em Estruturas e Construção Civil

Brasília, July 10, 2013

The housing deficit in Brazil reached approximately eight million homes, it is estimated that by 2023, at the current rate, this value reached to thirty-one million. Moreover, part of the existing stock has poor quality. The improvement of income levels, followed by increased credit investments in the housing sector and government actions such as Programa Minha Casa, Minha Vida, create a favorable environment to ensure a successful long-term housing policy. However, builders have difficulties in adjusting the parameters of cost and quality demanded by PMCMV. Among the factors influencing the costs of construction, stand out the shape of the plant and the density of walls. The elements composing the vertical planes can cost more than 40% of the cost of construction. Moreover, good levels of compactness and density walls do not necessarily indicate a good performance of housing, such as thermal and acoustic performance. The objective of this study is to evaluate the performance of projects from survey indicators from the perspective of cost and thermal performance. Were collected the compactness index, the density of walls, the hydraulic points density and the electric points density of nineteen architectural projects of social housing in Brazil, and 39 masonry configurations were formulated from three envelopment variables (masonry type, thickness of the component and coating thickness), to determine the values of transmittance and thermal capacity to eight Brazilian bioclimatic zones in order to analyze their thermal performance, as established by ABNT NBR 15575 (2013). The results obtained with the selected sample indicate a great compactness index and density of walls, which reflects positively on the cost of construction. Regarding to the hydraulic points density and the electric points density, the results obtained with the selected sample present higher values than the bibliography, although there is little or none variation from the minimum amount established by the PMCMV rules. As for thermal performance indicators, for the bioclimatic zones 1 and 2, only two configurations of ceramic block masonry showed values accepted by the ABNT NBR 15575 (2013). For other bioclimatic zones, only the concrete masonry showed unacceptable levels of thermal transmittance. Finally, in relation

to the thermal capacity, only the ceramic block coated with 1,0 cm had values below those required in the standard.

Key words: performance indicators, social housing, architectural performance, compactness index, density of walls, thermal performance.

SUMÁRIO

1 - INTRODUÇÃO	1
1.1 - JUSTIFICATIVA PARA O DESENVOLVIMENTO DO TRABALHO	1
1.2 - OBJETIVOS DO TRABALHO	3
1.2.1 - Objetivo geral	3
1.2.2 - Objetivos específicos.....	3
1.3 - METODOLOGIA.....	4
1.4 - ESTRUTURA DE APRESENTAÇÃO DO TRABALHO	5
2 - HABITAÇÃO DE INTERESSE SOCIAL NO BRASIL E NO MUNDO.....	6
2.1 - AGENDA 21 - URBANIZAÇÃO	6
2.2 - HABITAÇÃO DE INTERESSE SOCIAL NO MUNDO.....	9
2.3 - HIS NO BRASIL - PROGRAMA MINHA CASA MINHA VIDA	12
2.3.1 - Especificações mínimas para o PMCMV - Fase 1	16
3 - INDICADORES DE DESEMPENHO	21
3.1 - DEFINIÇÃO DO TERMO INDICADOR.....	21
3.2 - INDICADOR E ÍNDICE	22
3.3 - CLASSIFICAÇÃO DOS INDICADORES	23
3.4 - INDICADORES PARA <i>BENCHMARKING</i>	25
3.5 - ESCOLHA E IMPLEMENTAÇÃO DE INDICADORES	26
3.6 - ESPECIFICIDADES DA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO CIVIL RELATIVAS À IMPLEMENTAÇÃO DE INDICADORES	27
3.7 - FORMAS DE APRESENTAÇÃO DA INFORMAÇÃO	29
3.8 - INDICADORES DE DESEMPENHO NA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO CIVIL.....	29
3.9 - TIPOS DE INDICADORES DE PROJETO.....	31
3.9.1 - Indicadores para projeto de arquitetura.....	31
3.9.1.1 - Índice de compacidade (I_c)	31
3.9.1.2 - Densidade de parede (D_p).....	32

3.9.2 - Indicadores para projeto de instalações	33
3.9.2.1 - Densidade de pontos elétricos (D_e)	34
3.9.2.2 - Relação entre o comprimento dos eletrodutos e o número de pontos elétricos (I_e).....	35
3.9.2.3 - Densidade de pontos hidráulicos pela área real global (D_h).....	36
3.9.2.4 - Densidade de pontos hidráulicos pela área molhada (D_m)	37
3.9.2.5 - Relação entre o comprimento das tubulações e o número de pontos hidráulicos (I_h)	38
3.9.3 - Indicadores para projetos de estrutura	39
3.9.3.1 - Índice de aço pelo volume de concreto ($I_{aço}$).....	39
3.9.3.2 - Índice de concreto pela área construída (I_{conc})	40
3.9.3.3 - Índice de forma pelo volume de concreto (I_f)	41
3.9.4 - Indicadores de desempenho térmico	42
3.9.4.1 - Definição de Zonas Bioclimáticas.....	42
3.9.4.1 - Índice de transmitância térmica das paredes externas (I_U).....	43
3.9.4.2 - Índice de capacidade térmica das paredes externas (I_{ct}).....	44
3.9.5 - Indicadores de desempenho de produção	45
3.9.5.1 - Índice de alterações de projeto (I_{ap}).....	45
3.9.5.2 - Desvio de prazo (D_{prazo}).....	46
3.9.5.3 - Desvio de custo (D_{custo})	46
4 - SISTEMA NACIONAL DE PESQUISA DE CUSTO E ÍNDICES DA CONSTRUÇÃO CIVIL - SINAPI	47
5 - METODOLOGIA	51
5.1 - REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	52
5.2 - PESQUISA DE CAMPO E ESTUDO DE CASOS MÚLTIPLOS	53
5.2.1 - Índices de desempenho de projetos de arquitetura e instalações.....	54
5.2.2 - Índice de desempenho térmico	55
5.2.3 - Comparação do custo de construção com desempenho térmico	56
5.3 - AMOSTRA.....	58
6 – APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS	61
6.1 – ÍNDICE DE COMPACIDADE (I_c)	61

6.2 – DENSIDADE DE PAREDE (D_p)	64
6.3 – DENSIDADE DE PONTOS HIDRÁULICOS PELA ÁREA GLOBAL (D_h)	66
6.4 - DENSIDADE DE PONTOS ELÉTRICOS (D_e)	67
6.5 – ÍNDICE DE TRANSMITÂNCIA TÉRMICA DAS PAREDES EXTERNAS (I_U)	68
6.6 - ÍNDICE DE CAPACIDADE TÉRMICA DAS PAREDES EXTERNAS (I_{ct})	72
6.7 – RELAÇÃO DO DESEMPENHO TÉRMICO X CUSTO DE CONSTRUÇÃO	74
6.7.1 – Zona Bioclimática 1 – Curitiba - Paraná.....	75
6.7.2 – Zona Bioclimática 3 – São Paulo - São Paulo.....	76
6.7.3 – Zona Bioclimática 4 – Brasília – Distrito Federal.....	77
6.7.4 – Zona Bioclimática 6 – Goiânia - Goiás	79
6.7.5 – Zona Bioclimática 7 – Cuiabá – Mato Grosso.....	81
6.7.6 – Zona Bioclimática 8 – São Luiz - Maranhão.....	82
6.7.7 – Custo da alvenaria nas cidades analisadas.....	83
7 – CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES	86
7.1 – ÍNDICE DE COMPACIDADE (I_c)	86
7.2 – DENSIDADE DE PAREDE (D_p).....	87
7.3 – DENSIDADE DE PONTOS HIDRÁULICOS PELA ÁREA GLOBAL (D_h)	88
7.4 - DENSIDADE DE PONTOS ELÉTRICOS (D_e)	88
7.5 – ÍNDICE DE TRANSMITÂNCIA TÉRMICA DAS PAREDES EXTERNAS (I_U)	89
7.6 - ÍNDICE DE CAPACIDADE TÉRMICA DAS PAREDES EXTERNAS (I_{ct})	89
7.7 – RELAÇÃO DO DESEMPENHO TÉRMICO X CUSTO DE CONSTRUÇÃO	90
7.8 – CONCLUSÃO FINAL	92
8 – SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS.....	94
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	95
APÊNDICES	
A – PROJETOS UTILIZADOS.....	100
B – MEMÓRIAS DE CÁLCULO.....	150

LISTA DE TABELAS

Tabela 2.1 - Faixas de renda do PMCMV - Fase 1 para os meios urbano e rural.....	14
Tabela 2.2 - Faixas de renda do PMCMV - Fase 2 para os meios urbano e rural.....	14
Tabela 2.3 - Distribuição das metas do PMCMV - Fase 1	15
Tabela 2.4 - Distribuição das metas do PMCMV - Fase 2	15
Tabela 3.1 - Roteiro para cálculo de índice de compacidade (OLIVEIRA <i>et al.</i> , 1993).....	32
Tabela 3.2 - Critérios para avaliação do indicador (OLIVEIRA <i>et al.</i> , 1993)	32
Tabela 3.3 - Roteiro para cálculo de densidade de paredes (OLIVEIRA <i>et al.</i> , 1993)	33
Tabela 3.4 - Critérios para avaliação do indicador (OLIVEIRA <i>et al.</i> , 1993)	33
Tabela 3.5 - Roteiro para cálculo de densidade de pontos elétricos (SOARES, 2002).....	35
Tabela 3.6 - Roteiro para cálculo da relação entre o comprimento dos eletrodutos e o número de pontos elétricos (modificado - OLIVEIRA <i>et al.</i> , 1993).....	36
Tabela 3.7 - Roteiro para cálculo de densidade de pontos hidráulicos pela área global (modificado - SOARES, 2002).....	37
Tabela 3.8 - Roteiro para cálculo de densidade de pontos hidráulicos na área molhada (SOARES, 2002)	38
Tabela 3.9 - Roteiro para cálculo de relação entre o comprimento de tubulações hidráulicas e o número de pontos de atendimento (modificado - OLIVEIRA <i>et al.</i> , 1993)	39
Tabela 3.10 - Roteiro para cálculo do índice de aço (SOARES, 2002)	40
Tabela 3.11 - Roteiro para cálculo do índice de concreto pela área construída (OLIVEIRA <i>et al.</i> , 1993).....	41
Tabela 3.12 - Roteiro para cálculo do índice de forma pelo volume de concreto (SOARES, 2002).....	42
Tabela 5.1 - Amostras selecionadas	59
Tabela 5.2 - Configurações de alvenarias externa formuladas.....	60
Tabela 6.1 - Resultados obtidos de desempenho térmico e de custo.....	85

LISTA DE FIGURAS

Figura 2.1A - Especificações mínimas para casas (PMCMV – Fase 1).....	17
Figura 2.1B - Especificações mínimas para casas (PMCMV – Fase 1).....	18
Figura 2.2A - Especificações mínimas para casas (PMCMV – Fase 1).....	19
Figura 2.2B Especificações mínimas para casas (PMCMV – Fase 1)	20
Figura 5.1 - Etapas utilizadas no desenvolvimento deste estudo	52
Figura 5.2 - Método de estudo de caso (YIN, 2001)	53
Figura 6.1 - Índice de Compacidade (I_c) das amostras	61
Figura 6.2 - Densidade de Paredes (D_p) das amostras	64
Figura 6.3 - Densidade de pontos hidráulicos (D_h) das amostras	66
Figura 6.4 - Densidade de pontos elétricos (D_e) das amostras	67
Figura 6.5 - Índice de Transmitância Térmica (I_U) das zonas bioclimáticas 1 e 2	69
Figura 6.6 - Índice de Transmitância Térmica (I_U) das zonas bioclimáticas 1 e 2	69
Figura 6.7 - Índice de Transmitância Térmica (I_U) das zonas bioclimáticas 1 e 2	70
Figura 6.8 - Índice de Transmitância Térmica (I_U) das zonas bioclimáticas 3 a 8	70
Figura 6.9 - Índice de Transmitância Térmica (I_U) das zonas bioclimáticas 3 a 8	71
Figura 6.10 - Índice de Transmitância Térmica (I_U) das zonas bioclimáticas 3 a 8	71
Figura 6.11 - Índice de Capacidade Térmica (I_{ct}) das zonas bioclimáticas 1 a 7	72
Figura 6.12 - Índice de Capacidade Térmica (I_{ct}) das zonas bioclimáticas 1 a 7	73
Figura 6.13 - Índice de Capacidade Térmica (I_{ct}) das zonas bioclimáticas 1 a 7	73
Figura 6.14 - Relação de custo da parede externa x transmitância térmica (U) para ZB 1 .	75
Figura 6.15 - Relação de custo da parede externa x capacidade térmica (U) para ZB 1	76
Figura 6.16 - Relação de custo da parede externa x transmitância térmica (U) para ZB 3 .	77
Figura 6.17 - Relação de custo da parede externa x capacidade térmica (U) para ZB 3	77
Figura 6.18 - Relação de custo da parede externa x transmitância térmica (U) para ZB 4 .	78
Figura 6.19 - Relação de custo da parede externa x capacidade térmica (U) para ZB 4	79

Figura 6.20 - Relação de custo da parede externa x transmitância térmica (U) para ZB 6.	80
Figura 6.21 - Relação de custo da parede externa x capacidade térmica (U) para ZB 6.....	80
Figura 6.22 - Relação de custo da parede externa x transmitância térmica (U) para ZB 7.	81
Figura 6.23 - Relação de custo da parede externa x capacidade térmica (U) para ZB 7.....	82
Figura 6.24 - Relação de custo da parede externa x transmitância térmica (U) para ZB 8.	83
Figura 6.25 - Variação do custo unitário da alvenaria entre as cidades analisadas.....	84

LISTA DE SÍMBOLOS, NOMENCLATURA E ABREVIações

α	Absortância à radiação solar da superfície externa da parede
ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
CEF	Caixa Econômica Federal
CEMPRE	Cadastro de Empresas
CT	Capacidade Térmica
D_e	Densidade de pontos elétricos
D_h	Densidade de pontos hidráulicos
D_p	Densidade de Paredes
FAR	Fundo de Arrendamento Residencial
FPNQ	Fundação para o Prêmio Nacional de Qualidade
HIS	Habitação de Interesse Social
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
I_c	Índice de Compacidade
I_{ct}	Índice de capacidade térmica
I_U	Índice de transmitância térmica
LDO	Lei de Diretrizes Orçamentárias
NBR	Norma Brasileira
NORIE	Núcleo Orientado para a Inovação da Edificação
PAC	Programa de Aceleração do Crescimento
PECC	Programa de Pós-Graduação em Estruturas e Construção Civil
PHA	Projeto Habitacional de Apartamento
PHC	Projeto Habitacional de Casa
PMCMV	Programa Minha Casa Minha Vida
PNAD	Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios
PNHR	Programa Nacional de Habitação Rural
SEBRAE	Serviço de Apoio às Micro e Pequenas Empresas
SICRO	Sistema de Custos de Obras Rodoviárias
SINAPI	Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil
SINDUSCON	Sindicato da Indústria da Construção Civil
TCPO	Tabela de Composição de Preços para Orçamentos

U	Transmitância Térmica
UFRGS	Universidade Federal do Rio Grande do Sul
UnB	Universidade de Brasília
ZB	Zona Bioclimática

1 - INTRODUÇÃO

1.1 - JUSTIFICATIVA PARA O DESENVOLVIMENTO DO TRABALHO

O déficit habitacional no Brasil atualmente atinge aproximadamente 8 milhões de moradias, segundo a Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios - PNAD, de 2006. Contudo, esse problema não é recente. Historicamente, a falta de alternativas habitacionais, gerada por fatores como o intenso processo de urbanização, baixa renda das famílias, apropriação especulativa de terra urbanizada e inadequação das políticas de habitação, levou um contingente significativo da população a viver em assentamentos precários. O déficit habitacional acumulado ao longo de décadas e a demanda habitacional futura, representam um desafio de cerca de 31 milhões de novos atendimentos habitacionais até 2023. (MINISTÉRIO DAS CIDADES, 2009).

É importante observar, também, que, além do problema do déficit, há o problema da qualidade inadequada de edificações, ou seja, o estoque existente não tem uma qualidade adequada, segundo a Fundação João Pinheiro (2004). Isto justifica a necessidade de estudos na área da qualidade para a habitação no Brasil.

As mudanças estruturais observadas no cenário macroeconômico brasileiro, como a melhoria de renda da população, as recentes ações implementadas pelo Governo Federal para mitigar os efeitos da crise financeira internacional na economia doméstica e a elevação expressiva do volume de crédito e dos investimentos no setor habitacional acabaram por desenhar um cenário propício para garantir o sucesso de uma política habitacional de longo prazo, especialmente voltada para a baixa renda (MINISTÉRIO DAS CIDADES, 2009).

O destaque na ação governamental nos últimos anos foi o Programa Minha Casa, Minha Vida (PMCMV), lançado em março de 2009, com a finalidade de criar mecanismos de incentivo à produção e aquisição de 1 milhão de novas unidades habitacionais. Com o lançamento da Fase 2 do PMCMV em 2011, essa meta é de 2 milhões de novas moradias para as famílias com renda bruta mensal de até R\$ 5.000,00. No âmbito do PMCMV, para as famílias com renda mensal de até R\$ 1.600,00, estabeleceu-se, na Fase 1 do Programa, a meta de

contratação de 400 mil unidades habitacionais e, atualmente na Fase 2, com a continuidade do Programa a meta consiste na produção de 860.000 unidades habitacionais até o ano de 2014, para as operações contratadas com recursos especificamente do Fundo de Arrendamento Residencial - FAR (CAIXA ECONÔMICA FEDERAL, 2012).

Na primeira edição do PMCMV, segundo o balanço do projeto apresentado pelo Governo Federal no fim de 2010, foram as pequenas e médias construtoras as que tiveram maior participação dos imóveis contratados (PEREIRA, 2012). A partir de 2010, as grandes empresas de construção aumentaram a sua participação, mas ainda detêm aproximadamente 20% das contratações do programa, segundo o SINDUSCON/SP.

Apesar de não terem participações relevantes no PMCMV, as grandes empresas se viram incentivadas a realizar fusões e aquisições de pequenas empresas e parcerias com empresas regionais.

Como na segunda fase do programa, a população com renda de até três salários mínimos será contemplada com 60% das unidades previstas (1,2 milhão de moradias), as grandes empresas ainda estão tendo dificuldades para enquadrar seus imóveis no programa, principalmente no que se refere ao custo.

Com a concorrência mais acirrada no mercado, as construtoras vêm apresentando orçamentos cada vez mais enxutos, de forma a minimizar o custo. Assim, torna-se importante o uso de indicadores de desempenho em projetos como parâmetro balizador de gestão dessas empresas.

A adoção de práticas de indicadores de desempenho em projetos pode facilitar uma organização no processo decisório de construção do empreendimento e até mesmo nos canteiros.

Segundo Ramos (2002), a pouca importância dada pelos incorporadores à atividade de projetar contribui, significativamente, para a baixa produtividade de mão de obra e para a má qualidade das edificações.

Mascaró (1998) relaciona o índice de compacidade e a densidade de paredes de uma edificação com o seu custo. Segundo o autor, os planos verticais correspondem a mais de 40% do custo da edificação, dessa forma, quanto maior o índice de compacidade, mais eficiente será o projeto do ponto de vista financeiro.

A importância do tema de indicadores de desempenho em projetos também pode ser levantada como um mecanismo de orientação para incorporadoras e construtoras, de modo a visualizar a viabilidade de um projeto, do ponto de vista executivo e econômico.

Este trabalho trata do levantamento de indicadores de projetos de arquitetura e de instalações hidráulicas e elétricas em Habitações de Interesse Social (HIS), no âmbito do Programa Minha Casa, Minha Vida (PMCMV). Faz parte da linha de pesquisa do programa de Pós-Graduação em Estruturas e Construção Civil da Universidade de Brasília (PECC-UnB), ao qual já teve outros trabalhos realizados, como Soares (2002) e Silva Jr. (2010).

1.2 - OBJETIVOS DO TRABALHO

1.2.1 - Objetivo geral

O objetivo geral deste trabalho é apresentar subsídios ao levantamento de indicadores de desempenho para projetos de Habitação de Interesse Social (HIS), inclusos no Programa Minha Casa, Minha Vida, localizados em algumas regiões do Brasil. Bem como avaliar o desempenho térmico das configurações de alvenaria mais utilizadas atualmente.

1.2.2 - Objetivos específicos

Os objetivos específicos deste trabalho são:

- 1) Levantar indicadores de desempenho de projetos de HIS em diversos estados do Brasil.

Os indicadores considerados no estudo são:

- a) Índice de compacidade (I_c):
 - Permite avaliar o projeto sob a ótica da forma econômica, no que se refere ao perímetro das paredes externas;
 - b) Índice de densidade de paredes (D_p):
 - Permite avaliar a influência do grau de otimização da compartimentação da habitação;
 - c) Densidade de pontos elétricos (D_e):
 - Permite avaliar a eficiência do projeto elétrico quanto à densidade de locais atendidos com o fornecimento de energia elétrica;
 - d) Densidade de pontos hidráulicos (D_h):
 - Permite avaliar a eficiência do projeto arquitetônico quanto ao grau de concentração de pontos hidráulicos e do projeto hidráulico quanto à densidade hidráulica;
 - e) Indicadores de desempenho térmico
 - Permitem avaliar o desempenho em relação à transmitância térmica e à capacidade térmica segundo os critérios da ABNT NBR 15575 (2013).
- 2) Analisar comparativamente os indicadores obtidos.
 - 3) Levantar o custo da alvenaria externa de HIS em seis capitais, cada uma pertencente a uma zona bioclimática (ZB) diferente: Curitiba/PR (ZB1), São Paulo/SP (ZB3), Brasília/DF (ZB4), Goiânia/GO (ZB6), Cuiabá/MT (ZB7) e São Luiz/MA (ZB8).
 - 4) Relacionar o custo de construção da alvenaria externa com os valores de transmitância térmica e capacidade térmica exigidas pela ABNT NBR 15575 (2013).

Os indicadores obtidos serão analisados comparativamente aos referenciais de outros estudos.

1.3 - METODOLOGIA

Para alcançar os objetivos deste trabalho, foram definidos os seguintes procedimentos:

- Realização de um estudo bibliográfico de artigos, teses, dissertações, normas, notícias e outras informações a respeito do tema;

- Levantamento de dados e cálculo de cada indicador objeto do estudo em projetos de arquitetura e de instalações de habitações de interesse social;
- Formulação de 39 configurações de alvenaria comuns em habitações de interesse social para avaliação do desempenho térmico, segundo os critérios da ABNT NBR 15575 (2013).

1.4 - ESTRUTURA DE APRESENTAÇÃO DO TRABALHO

Em privilégio à clareza e para facilitar o entendimento dos temas abordados, o trabalho foi estruturado da seguinte forma:

- Capítulo 1 - Neste capítulo são apresentadas as introduções, justificativas do tema e objetivos do presente trabalho;
- Capítulo 2 - Neste capítulo é apresentado um resumo sobre o panorama habitacional das classes de baixo poder aquisitivo em diversos países, bem como o déficit habitacional e as medidas adotadas pelo governo para mitigar esse problema social com destaque para o Programa Minha Casa Minha Vida;
- Capítulo 3 - Neste capítulo são apresentadas as definições do termo indicador, classificação dos indicadores, sua utilização para *benchmarking*, os requisitos para a sua escolha e implementação e os tipos de indicadores e suas aplicações;
- Capítulo 4 - Neste capítulo é apresentada uma síntese do sistema de custos Sinapi, com informações sobre a forma de coleta, processamento dos dados e formação do banco de dados de preços de serviços e insumos;
- Capítulo 5 - Este capítulo se refere à descrição da metodologia de pesquisa empregada neste trabalho, incluindo levantamento de dados das amostras e critérios para cálculo dos indicadores adotados;
- Capítulo 6 - Neste capítulo são apresentados e discutidos os resultados obtidos na amostragem selecionada e efetuadas comparações com outros estudos;
- Capítulo 7 - Neste capítulo são apresentadas as conclusões sobre cada indicador utilizado;
- Capítulo 8 - Neste capítulo são apresentadas as sugestões para próximos trabalhos relacionados ao tema;

2 - HABITAÇÃO DE INTERESSE SOCIAL NO BRASIL E NO MUNDO

2.1 - AGENDA 21 - URBANIZAÇÃO

A partir dos anos 50, a população global mais do que dobrou, e a maior parte desse crescimento se deu nos países em desenvolvimento. A maioria das grandes cidades está localizada nesses países, onde não há investimento suficiente para acompanhar as altas taxas de crescimento demográfico.

Muito desse crescimento aconteceu sem o planejamento e investimento em infraestrutura adequados, e em muitas das grandes cidades, 20-30% deste crescimento aconteceu no setor informal (PLESSIS, 2002).

Segundo Plessis (2002), a habitação urbana, especialmente a de baixa renda, na maioria dos países em desenvolvimento é caracterizada por:

- crescimento rápido de favelas e de assentamentos irregulares;
- superlotação;
- deterioração da qualidade devido à pobre manutenção e negligência;
- baixa capacidade de produção formal;
- preços inacessíveis de terrenos e habitações comparados aos níveis de renda e poupança;
- infraestrutura física e serviços sociais sobrecarregados;
- escassez de mão de obra qualificada;
- atenção insuficiente aos fatores social, ambiental, cultural e climático no planejamento e projeto;

O estado atual das cidades brasileiras, segundo Plessis (2002) é devido à inexistência de programas públicos ou privados capazes de financiar ou promover a produção de habitação e infraestrutura urbana em grande escala. A autora afirma ainda que o déficit habitacional, à época, foi caracterizado como um dos maiores problemas enfrentados pela população e o maior desafio à indústria da construção.

As desigualdades sociais são as principais causas do déficit habitacional brasileiro. Este déficit pode ser subdividido em dois conceitos diferentes, segundo Plessis (2002):

- quantitativo - o número de residências que necessitam ser construídas para suprir a demanda demográfica; e
- qualitativo - o número de residências consideradas inadequadas por causa da pouca ou nenhuma infraestrutura, bem como de excessiva ocupação.

A autoconstrução em áreas periféricas ou de alto risco tais como encostas íngremes ou planícies de inundação têm contribuído para criação de uma cidade "ilegal". Estas autoconstruções clandestinas em favelas ainda são a principal fonte de produção habitacional no Brasil (PLESSIS, 2002).

A localização de assentamentos na periferia das cidades dificulta o acesso a serviços básicos como saúde, educação e equipamentos de lazer. Ademais, vincula o acesso às benfeitorias da cidade ao uso de meios motorizados de transporte, o que determina um maior consumo de energia e geração de poluentes. (CARVALHO, 2009)

Silva (2005) define provisão habitacional como um processo físico que cria e transfere uma moradia para seus ocupantes, seus subseqüentes usos e reprodução física; ao mesmo tempo em que é um processo social dominado pelos interesses econômicos envolvidos. Assim, esse conceito inclui outros processos como locação, manutenção, reparo, reforma e demolição, sugerindo que uma política de provisão habitacional deve incluí-los em sua proposição.

Dessa maneira, há duas formas de provisão habitacional: formal e informal. Formais são aquelas promovidas pela iniciativa privada ou pública. As informais são aquelas construídas por iniciativa da própria população.

O dimensionamento das unidades inadequadas e dos assentamentos precários e irregulares permite inferir o tamanho do problema habitacional no Brasil, mas não quantifica, com razoável precisão, as moradias produzidas pelo mercado informal.

Segundo dados do IBGE, do total de 4,4 milhões de moradias construídas no país entre 1995 e 1999, aproximadamente 700 mil foram realmente construídos formalmente, isto é, foram

financiadas pelo mercado legal privado ou público. O restante, 3 milhões e 700 mil, foi erguido por iniciativa própria da população, ou seja, compõem o mercado informal.

Disso decorrem diversos problemas na produção do ambiente construído, como o crescimento das unidades habitacionais irregulares. Plessis (2002) afirma que de 20% a 30% da população dos países em desenvolvimento residem em áreas de ocupação irregular. Segundo a autora, em alguns casos esse percentual é ainda maior, chegando a 54% em Lima, no Peru.

Por outro lado, a produção formal também apresenta aspectos negativos em relação ao uso do solo. O principal problema diz respeito à política de implantação de empreendimentos destinados à população de baixa renda em locais distantes, onde o preço do terreno é inferior. Plessis (2002) e Sedrez (2004) caracterizam os programas habitacionais do setor público como:

- qualidade duvidosa;
- planejamento e projetos pouco imaginativos;
- imagem desvalorizada no mercado;
- alta insatisfação do usuário;
- falta de cadastro sobre disponibilidade de terras para o melhor uso do solo;
- baixo valor do terreno e baixas expectativas de lucro;
- remoção das comunidades para sítios distantes, dificultando a interação social e o acesso ao emprego, consequência de políticas públicas excludentes;
- pouca diversidade funcional, isto é, os projetos geralmente prevêm apenas a implantação de habitações;
- densidade de ocupação inadequada;
- carência de infraestrutura;
- falta, em grande parte dos casos, da efetiva participação das comunidades no processo de planejamento e produção dos empreendimentos;
- falta de consideração de aspectos relacionados à geração de renda, por meio da escolha de técnicas construtivas e materiais de construção que incrementem as economias locais;
- pouca disponibilidade de recursos que requerem a procura de soluções adequadas em termos de qualidade e de baixo custo;

- falta de acesso a fontes de financiamento (MEDEIROS; MONETTI, 2008).

A produção formal e a informal no Brasil caracterizam-se pela presença maciça de mão de obra com baixa qualificação e de grande rotatividade, tornando ineficiente qualquer programa de treinamento; a baixa qualidade de materiais utilizados (insuficiência de normatização relativa a materiais de construção); o baixo nível de industrialização dos processos construtivos; e o desconhecimento, pelo consumidor final, dos requisitos necessários para uma habitação adequada. Esses itens são entraves no aumento da qualidade da produção habitacional brasileira.

2.2 - HABITAÇÃO DE INTERESSE SOCIAL NO MUNDO

Neste item são apresentadas algumas experiências internacionais na produção de habitação de interesse social.

Na África do Sul, muitos programas de habitação de baixa renda apresentam melhorias mínimas às residências. Tamanho inadequado, baixa performance estrutural e térmica, uso de materiais e tecnologias caras e altamente processadas, uma vida útil curta com altos requisitos de manutenção, bem como inadequada participação na intervenção por parte da comunidade/proprietário, são algumas das inadequações das habitações entregues (PLESSIS, 2002).

Na Eslováquia, a política habitacional foi influenciada pelas mudanças no sistema político da década de 90 (independência, com a divisão pacífica da Checoslováquia), caracterizando-se pela privatização das habitações estatais de aluguel pelos inquilinos. O estado passou a responsabilidade do parque habitacional (manutenção e reparos) para os novos proprietários (CERVENOVA, 2005).

O setor de habitação de aluguel privado começou a se desenvolver na Eslováquia, disponibilizando alugueis a preço de mercado e, muitas vezes, pelo mercado negro. O setor de habitação de aluguel público era gerenciado pelos municípios, mas, devido à falta de investimento, o desenvolvimento desse setor era lento e a demanda para este tipo de habitação

não era preenchida, em parte devido aos exigentes critérios de aceitabilidade (CERVENOVA, 2005).

Assim, verificou-se que o sistema vigente era impraticável, tornando necessário o desenvolvimento de um sistema de moradia que contemplasse todas as camadas como, por exemplo, a implementação de organizações habitacionais sem fins lucrativos para fomentar o mercado de habitações por meio de apartamentos de alugueis para população com renda de até três salários mínimos e por um tempo determinado de três anos. (CERVENOVA, 2005).

Em Bangladesh, um país com alta densidade populacional, a população pobre (47%) não consegue meios para construir sequer um telhado para se protegerem da chuva e frio no inverno. Muitos deles fazem suas casas ao custo de aproximadamente US\$ 25 a 30, as quais não servem ao propósito de proteger seus habitantes. (KHANAM, 2004).

Ademais, para agravar a situação, a cada ano milhares de pessoas perdem suas casas para as catástrofes naturais, comuns no país, o que os obrigam a migrar para as cidades. Prover habitação aos pobres é absolutamente necessário para a sua sobrevivência e desenvolvimento do país. O governo não supre a demanda, então se buscou apoio de organizações não governamentais (ONGs) para a produção de habitação para a população de baixa renda. (KHANAM, 2004).

Essas entidades estão produzindo moradia para a população de baixa renda residente nas áreas rurais e nas periferias das áreas urbanas, visando a flexibilidade para ampliação, resistência e, principalmente, baixo custo, utilizando mão de obra local e materiais convencionais da região, como o bambu, por exemplo. As ONGs não produzem habitações por caridade, elas precisam ser pagas (KHANAM, 2004).

As habitações de interesse social (HIS) no Canadá são de responsabilidade dos municípios, mas ONGs também atuam no setor. As HIS impactam o meio ambiente por meio do uso e perda de energia. Para reduzir os custos de energia e responder às iniciativas ambientais (como o Protocolo de Kyoto), um programa de gerenciamento de energia para HIS deveria ser criado, de forma a introduzir e promover a conservação de energia e contribuir para reduzir

para 6% a emissão de gases do efeito estufa que o setor residencial canadense é responsável (MCKAY; KHARE, 2004).

Apesar de reconhecerem a redução no impacto ambiental, o aspecto mais atraente de um programa de gestão de energia é a redução dos custos operacionais, devido à redução do consumo de energia. No entanto, as organizações de habitação social competem com outras causas sociais pelo financiamento limitado do setor público e privado (MCKAY; KHARE, 2004).

Na China, a partir de 1980 o governo aumentou o estoque de habitações sociais por programas que objetivassem promover o desenvolvimento tecnológico, aperfeiçoando o processo de produção do edifício, para executar projetos com maior eficiência e melhorar o mecanismo de mercado, e buscando fortalecer a indústria da construção, com a utilização de recursos naturais, a promoção do uso eficiente de energia e terra e a melhoria da qualidade da construção (CHEN, 2003).

Na Coreia do Sul, um programa permanente de aluguel de habitações públicas lançado em 1989, representou o início de uma tradição de habitação de interesse social voltada a famílias de baixa renda. Habitações públicas contabilizaram 8,9% do total de habitações no país em 2004. Contudo, as condições das habitações dessas famílias pouco mudaram e ainda há grande desigualdade social no tocante à qualidade da habitação (HA, 2008).

De acordo com o censo de 2000, 23,4% dos moradores vivem em acomodações que não atingem os padrões mínimos em termo de espaço e utilidades básicas. Então, o governo sul-coreano formulou um plano de 10 anos para produção de habitações, com o propósito de construir um milhão de habitações entre 2003 e 2012 (HA, 2008).

Na Índia, o déficit habitacional para 2012 é de 26 milhões de habitações, e 99% delas voltadas à população de baixa renda. A urbanização é precária, aproximadamente 28% da população vive nas cidades e áreas urbanas, e a expectativa é que cresça para 40% até 2020. Milhões de pessoas recorrem ao mercado informal, resultando em favelas por todo país. Para atender a demanda, o governo está promovendo diversos tipos de parcerias público-privada com financiamento para desenvolvedores de habitação de baixo custo (RICSRESEARCH, 2010).

Na Argentina, enfrenta-se a necessidade por habitação popular nas camadas mais pobres da sociedade por meio do envolvimento da comunidade com a escola técnica, em um processo de transferência de tecnologia. As habitações são construídas pela autogestão e autoconstrução, utilizando, principalmente, a madeira como material de construção (MASSUH; PEYLOUBET, 2002).

A necessidade por habitações voltada para a população mais pobre está presente em diversos países, inclusive nos desenvolvidos. Na maioria dos países em desenvolvimento, a população carente depende do mercado informal para suprir suas demandas por habitação, e a qualidade dessas habitações está aquém dos padrões mínimos de habitabilidade. Por outro lado, nos países desenvolvidos, apesar de haver a demanda por HIS, há também uma atenção maior ao consumo de energia e gastos operacionais. Em ambos os casos, a escassez de recursos e financiamento são fatores limitantes ao fornecimento de habitações de interesse social.

2.3 - HIS NO BRASIL - PROGRAMA MINHA CASA MINHA VIDA

Objetivando a redução do déficit habitacional brasileiro, o Programa Minha Casa Minha Vida possui significativa relevância social e econômica para o país, tanto pela natureza de suas finalidades como pela materialidade dos recursos envolvidos. O PMCMV é um programa do Governo Federal, em parceria com estados, municípios, empresas e movimentos sociais que visa à disponibilização de três milhões de novas moradias (considerando as fases 1 e 2 do Programa) para os segmentos populacionais de menor renda, representando aumento do investimento na construção civil e na geração de emprego, entre os anos de 2009 e 2014.

Em março de 2009, o Governo Federal lançou o PMCMV (Fase 1), fundamentando-se na ideia de que a ampliação do acesso ao financiamento de moradias e de infraestrutura proporcionaria mais emprego e oportunidades de negócios em meio à crise financeira enfrentada naquele ano.

O PMCMV foi constituído a partir de estratégias diferenciadas de atendimento para as diversas faixas de renda da população, ressaltando-se que construções de moradias com

recursos do Fundo de Arrendamento Residencial¹ (FAR) são destinadas apenas para famílias com renda bruta de até três salários mínimos.

Em regra, as operações de aquisição de imóveis são implantadas nas capitais estaduais e respectivas regiões metropolitanas, nas regiões metropolitanas de Campinas/SP e da Baixada Santista/SP, no Distrito Federal e nos municípios com população igual ou superior a 50 mil habitantes.

No entanto, pode haver operações de aquisição de imóveis em municípios com população entre vinte e cinquenta mil habitantes, desde que a população urbana seja igual ou superior a 70% da população total; que o município apresente taxa de crescimento populacional, entre os anos de 2007 e 2010, superior à taxa verificada no respectivo estado; e que o município também apresente taxa de crescimento populacional, entre os anos de 2007 e 2010, superior a 5%.

No âmbito do PMCMV com recursos do FAR, são realizadas (a) aquisição de terreno para construção de empreendimento habitacional; (b) aquisição de imóveis destinados à requalificação em áreas já consolidadas, quando integrados em programas de requalificação de centros urbanos; e (c) aquisição e requalificação de imóveis conjugados com intervenções, promovidas no âmbito do Programa de Aceleração do Crescimento (PAC), para reassentamento, remanejamento ou substituição de unidades habitacionais.

Para obter o recurso, cabe às construtoras apresentar projetos às Superintendências Regionais da Caixa Econômica Federal (CEF), podendo fazê-lo em parceria com estados e municípios. Então, após análise simplificada dos projetos, a CEF contrata a operação, acompanha a execução da obra pela construtora, libera recursos conforme cronograma de desembolso contratualmente estabelecido. Os imóveis construídos são de propriedade do FAR e integram seu patrimônio até o momento em que a CEF procede a sua alienação, transferindo as habitações para as famílias beneficiadas.

¹ A Lei 10.188/2001 instituiu o Programa de Arrendamento Residencial (PAR) para atendimento da necessidade de moradia da população de baixa renda. Também autorizou a Caixa Econômica Federal a criar um fundo financeiro privado com o fim exclusivo de segregação patrimonial e contábil dos haveres financeiros e imobiliários destinados ao PAR, que é o Fundo de Arrendamento Residencial – FAR.

Na fase de lançamento do PMCMV (Fase 1), a Lei 11.977/2009 definiu as faixas de renda para o público beneficiário, tanto para as famílias que auferem renda proveniente do meio urbano quanto do meio rural, conforme a Tabela 2.1.

Tabela 2.1 - Faixas de renda do PMCMV - Fase 1 para os meios urbano e rural

Faixas	Urbano - renda mensal	Rural - renda anual
1	Até R\$ 1.395,00 ⁽¹⁾	Até R\$ 10.000,00
2	Até R\$ 2.790,00	Até R\$ 22.000,00
3	Até R\$ 4.560,00	Até R\$ 55.800,00

⁽¹⁾ Recursos do Fundo de Arrendamento Residencial - FAR

Com o advento da Lei 12.424/2011 e do Decreto 7.499/2011 (PMCMV - Fase 2) operaram-se alterações na lei de criação do Programa, entre as quais a instituição das novas faixas de renda do público beneficiário para a segunda fase, conforme a Tabela 2.2.

Tabela 2.2 - Faixas de renda do PMCMV - Fase 2 para os meios urbano e rural

Faixas	Urbano - renda mensal	Rural - renda anual
1	Até R\$ 1.600,00 ⁽¹⁾	Até R\$ 15.000,00
2	Até R\$ 3.100,00	Até R\$ 30.000,00
3	Até R\$ 5.000,00	Até R\$ 60.800,00

⁽¹⁾ Recursos do FAR

A meta do PMCMV para a Fase 1, referente aos exercícios de 2009 e 2010, era viabilizar o acesso a um milhão de unidades habitacionais para famílias com renda de até dez salários mínimos, distribuídas em três faixas de renda, conforme a Tabela 2.3, a qual foi alcançada no quantitativo total de unidades habitacionais contratadas.

Tabela 2.3 - Distribuição das metas do PMCMV - Fase 1

Faixas de renda mensal	Número de unidades habitacionais previstas	Número de unidades habitacionais efetivamente contratadas
0 a 3 SM (até R\$ 1.395,00) ⁽¹⁾	400.000	482.741
3 a 6 SM (de R\$ 1.395,01 a R\$ 2.790,00)	400.000	375.764
6 a 10 SM (de R\$ 2.790,01 a R\$ 4.650,00)	200.000	146.623
TOTAL	1.000.000	1.005.128

⁽¹⁾ Recursos do FAR, PMCMV - Entidades e Programa Nacional de Habitação Rural - PNHR.

Com o advento da Lei 12.424/2011 (PMCMV - Fase 2), fixou-se como meta a promoção da produção, aquisição, requalificação e reforma de outras dois milhões de unidades habitacionais.

Na Tabela 2.4, demonstram-se as metas da Fase 2 do PMCMV, referentes aos exercícios de 2011 a 2014, de acordo com a estratificação das faixas de renda, inclusive com número das unidades efetivamente contratadas até 30/9/2012.

Tabela 2.4 - Distribuição das metas do PMCMV - Fase 2

Faixas de renda familiar bruta	Número de unidades habitacionais previstas	Número de unidades habitacionais efetivamente contratadas ⁽²⁾
0 a 3 SM (até R\$ 1.600,00) ⁽¹⁾	1.200.000	312.649
3 a 6 SM (de R\$ 1.600,01 a R\$ 3.100,00)	600.000	552.915
6 a 10 SM (de R\$ 3.100,01 a R\$ 5.000,00)	200.000	88.081
TOTAL	2.000.000	953.645

⁽¹⁾ Recursos do FAR, PMCMV - Entidades e PNHR.

⁽²⁾ Posição até 30/9/2012

Os dados referentes à Fase 2 indicam grande avanço em relação ao prazo de encerramento do Programa, final do exercício de 2014.

2.3.1 – Especificações mínimas para o PMCMV – Fase 1²

As especificações mínimas para empreendimentos de casas³ e apartamentos, voltadas ao público com renda até 3 salários mínimos, na Fase 1 do PMCMV são apresentadas nas Figuras 2.1 e 2.2, respectivamente.

A área útil interna (sem contar áreas de paredes) das casas e apartamentos deve ser, no mínimo, 32 m² e 37 m², respectivamente. Há, também, a recomendação de observância das dimensões previstas na ABNT NBR 15.575 (2008) para as dimensões dos cômodos, inclusive com referência a mobiliário mínimo e área de circulação.

Quanto ao revestimento, o documento recomenda que internamente seja utilizada, pelo menos, massa única, gesso (exceto banheiros, cozinhas ou áreas de serviço) ou concreto regularizado para pintura. Externamente, apenas massa única ou concreto regularizado para pintura.

No que se refere às instalações elétricas, a recomendação é de que haja, no mínimo, 13 pontos de tomada elétrica, distribuídos entre: sala (2), cozinha (4), área de serviço (1), dormitórios (4), banheiro (1) e chuveiro (1). Somando-se os 13 pontos de tomada elétrica ao número de lâmpadas (7, uma por cômodo), tem-se, como especificação mínima, 20 pontos elétricos.

Por fim, quanto ao número de pontos de tomada de água, as especificações mínimas dessa fase do Programa recomendam 5 pontos, distribuídos entre: banheiro (3), cozinha (1) e área de serviço (1).

² Como o presente estudo utilizou apenas habitações construídas no âmbito da Fase 1 do PMCMV, não serão apresentadas as especificações da Fase 2. Contudo, essas informações podem ser coletadas no sítio da Caixa Econômica Federal: <http://www1.caixa.gov.br/download/asp/download.asp?subCategId=670>, acessado em 8/7/2013, às 14:59h.

³ As fontes de informações sobre as especificações mínimas do PMCMV – Fase 1 foram obtidas nos sítios: http://www.abenc-ba.org.br/attachments/274_especificacoes_casas.pdf, acessado em 8/7/2013, às 14:50h.

http://www.abenc-ba.org.br/attachments/274_especificacoes_aptos.pdf, acessado em 8/7/2013, às 14:51h.

Projeto	Projeto paradigma - Casa com sala / 1 dormitório para casal e 1 dormitório para duas pessoas / cozinha / área de serviço(externa) / circulação / banheiro.
DIMENSÕES DOS CÔMODOS - Observar as dimensões da NBR 15.575	
Mobiliário mínimo dormitório casal	1 cama (1,40x1,95); 1 criado-mudo (0,50x0,50); 1 guarda-roupa (1,50x0,55) e circulação de 0,50m.
Mobiliário mínimo dormitório duas pessoas	2 camas (0,80x1,95); 1 criado (0,50x0,50); 1 guarda-roupa (1,50x0,55) e circulação de 0,80 m entre as camas e restante com 0,50 m.
Mobiliário mínimo cozinha	Largura mínima da cozinha: 1,60m. Quantidade mínima: pia, fogão (0,60x0,60) e geladeira (0,70x0,70). Previsão para armário sob a pia e gabinete.
Sala de estar/refeições	Largura mínima sala de estar/refeições: 2,40m. Quantidade mínima de móveis: sofás com número de assentos igual ao número de leitos, mesa para 4 pessoas e Estante/Armário TV.
Área de Serviço	Quantidade mínima: 1 tanque (0,60x0,55) e 1 máquina (0,60x0,65).
CARACTERÍSTICAS GERAIS	
Área útil (área interna, sem contar áreas de paredes)	32 m ² (não computada área de serviço).
Pé direito mínimo	Observar a orientação municipal vigente ou adotar as dimensões mínimas previstas na Norma de Desempenho quando o município não regulamentar o assunto.
Forro	Forro de madeira ou PVC.
Cobertura	Cobertura em telha cerâmica sobre estrutura de madeira ou metálica ou outra solução com desempenho equivalente.
Revestimento Interno	Massa única, gesso (exceto banheiros, cozinhas ou áreas de serviço) ou concreto regularizado para pintura.
Revestimento Externo	Massa única ou concreto regularizado para pintura.
Revestimento Áreas Molhadas	Azulejo no box com altura mínima de 1,50m. Barrado impermeável sobre a pia e o tanque.
Revestimento áreas comuns	Massa única, gesso ou concreto regularizado para pintura.
Esquadrias e Ferragens	Portas internas, completas, em madeira. Aceitável porta metálica adequada à agressividade do meio no acesso à casa.
Portas banheiro	largura de 0,80 para o caso de unidades adaptadas para portadores de necessidades especiais
Portas quartos	largura de 0,80 para o caso de unidades adaptadas para portadores de necessidades especiais
Portas externas	0,80 x 2,10m
Janelas	De alumínio para regiões litorâneas(ou meios agressivos) e de aço para demais regiões.
Pisos	Cerâmica esmaltada em banheiro e cozinha, com rodapé. Cimentado preparado para aplicação de cerâmica nas demais áreas.
Ampliação da UH	Os projetos deverão prever a ampliação das casas.
PINTURAS	
Paredes internas	Tinta PVA
Paredes áreas molhadas	Tinta acrílica
Paredes externas	Tinta acrílica ou textura impermeável
Tetos	Tinta PVA
Esquadrias	Em esquadrias de aço, esmalte (2 demãos) sobre fundo preparador (1 demão).
LOUÇAS E METAIS	
Lavatório	Louça sem coluna e torneira metálica cromada.
Vaso Sanitário	Louça com caixa de descarga acoplada.
Tanque	Capacidade mínima de 18 litros, de concreto pré-moldado, granilite ou mármore sintético com torneira metálica cromada.
Pia cozinha	Bancada de 1,20x0,55m com cuba de granilite ou mármore sintético, torneira metálica cromada.
INSTALAÇÕES ELÉTRICAS / TELEFÔNICAS	
Número de pontos de tomadas elétricas	2 na sala, 4 na cozinha, 1 na área de serviço, 2 em cada dormitório, 1 tomada no banheiro e mais 1 tomada para chuveiro elétrico (mesmo em caso de aquecimento solar).
Número de pontos diversos	1 ponto de telefone, 1 ponto de antena e 1 ponto de interfone (em condomínios).

Figura – 2.1 A – Especificações mínimas para casas (PMCMV – Fase 1)



ESPECIFICAÇÕES PARA EMPREENDIMENTOS ATÉ 3SM CASAS

Número de circuitos	Prever circuitos independentes para chuveiro (dimensionado para a potência usual do mercado local), tomadas e iluminação.
Interfone	Instalar sistema de interfone (em condomínios)
DIVERSOS	
Reservatório	Caixa d'água de 500 litros ou de maior capacidade quando exigido pela concessionária local. Para reservatório elevado de água potável, em condomínio, prever instalação de no mínimo 2 bombas de recalque com manobra simultânea.
Vagas	Vagas de garagem conforme definido na legislação municipal
Cercamento do condomínio	Alambrado com baldrame e altura mínima de 1,80m no entorno do condomínio.
Proteção da alvenaria externa	Piso em concreto de 0,50 m de largura ao redor da edificação.
Calçadas	Quando previstas, as calçadas deverão apresentar largura mínima de 0,80m.
Máquina Lavar	Prever solução para máquina de lavar roupas (ponto elétrico, hidráulica e de esgoto).
Equipamento de lazer / uso comunitário	Para empreendimentos com 60UH ou mais, prever 1% da soma dos custos de Infraestrutura e Edificações para construção de equipamentos de lazer/uso comum. Priorização: centro comunitário, quadra de esportes, praça / playground.
TECNOLOGIAS INOVADORAS	
	Aceitáveis as tecnologias inovadoras testadas e aprovadas conforme a Norma de Desempenho - NBR-15.575 e homologadas pela CAIXA.
SUSTENTABILIDADE	
	Aquecimento solar nas unidades (item financiável nas regiões S, SE, CO e regiões frias do NE). Sistema aprovado pelo INMETRO e Qualisol
	Medição individualizada de água e gás (ou sistema de botijão individualizado).
INFRAESTRUTURA	
	Pavimentação com guias, sarjetas e sistema de drenagem
	Sistema de abastecimento de água
	Solução para esgotamento sanitário
	Energia elétrica e iluminação pública
ACESSIBILIDADE	
	Seguir a legislação municipal e estadual sobre o tema.
	Os espaços públicos devem ser acessíveis

Figura – 2.1 B – Especificações mínimas para casas (PMCMV – Fase 1)

Projeto	Apartamento com sala / 1 dormitório para casal e 1 dormitório para duas pessoas / cozinha / área de serviço / banheiro.
DIMENSÕES DOS CÔMODOS - Observar as dimensões da NBR 15.575	
Mobiliário mínimo dormitório casal	1 cama (1,40mx1,95m); 1 criado-mudo (0,50mx0,50m); 1 guarda-roupa (1,50mx0,55m) e circulação de 0,50m.
Mobiliário mínimo dormitório duas pessoas	2 camas (0,80mx1,95m); 1 criado (0,50mx0,50m); 1 guarda-roupa (1,50mx0,55m) e circulação de 0,80 m entre as camas e restante com 0,50 m.
Mobiliário mínimo cozinha	Largura mínima da cozinha: 1,60m. Quantidade mínima: pia, fogão (0,60mx0,60m) e geladeira (0,70mx0,70m). Previsão para armário sob a pia e gabinete.
Sala de estar/refeições	Largura mínima sala de estar/refeições: 2,40m. Quantidade mínima de móveis: sofás com número de assentos igual ao número de leitos, mesa para 4 pessoas e Estante/Armário TV.
Área de Serviço	Quantidade mínima: 1 tanque (0,60mx0,55m) e 1 máquina (0,60mx0,65m).
CARACTERÍSTICAS GERAIS	
Área útil (área interna, sem contar áreas de paredes)	37,00 m ²
Pé direito mínimo	Observar a orientação municipal vigente ou adotar as dimensões mínimas previstas na Norma de Desempenho quando o município não regulamentar o assunto.
Forro	Laje regularizada com massa única, gesso, textura ou concreto
Cobertura	Cobertura em telha cerâmica ou fibrocimento (espessura mínima de 6 mm) sobre estrutura de madeira ou metálica.
Revestimento Interno	Massa única, gesso (exceto banheiros, cozinhas ou áreas de serviço) ou concreto regularizado para pintura.
Revestimento Externo	Massa única ou concreto regularizado para pintura.
Revestimento Áreas Molhadas	Azulejo no box com altura mínima de 1,50m. Barrado impermeável sobre a pia e o tanque.
Revestimento áreas comuns	Massa única, gesso ou concreto regularizado para pintura.
Esquadrias e Ferragens	Portas internas, completas, em madeira. Aceitável porta metálica no acesso ao apartamento.
Portas banheiro	largura de 0,80 para o caso de unidades adaptadas para portadores de necessidades especiais
Portas quartos	largura de 0,80 para o caso de unidades adaptadas para portadores de necessidades especiais
Portas externas	0,80 x 2,10m
Janelas	De alumínio para regiões litorâneas(ou meios agressivos) e de aço para demais regiões.
Pisos	Cerâmica esmaltada em banheiro e cozinha / área de serviço, com rodapé. Cimentado nas demais áreas internas. Nas áreas comuns (hall) e escadas, piso cimentado.
PINTURAS	
Paredes internas	Tinta PVA
Paredes áreas molhadas	Tinta acrílica
Paredes externas	Tinta acrílica ou textura impermeável
Tetos	Tinta PVA
Esquadrias	Em esquadrias de aço, esmalte (2 demãos) sobre zarcão (1 demão).
LOUÇAS E METAIS	
Lavatório	Louça branca sem coluna e torneira metálica cromada.
Vaso Sanitário	Louça branca com caixa de descarga acoplada.
Tanque	Capacidade mínima de 18 litros, de concreto pré-moldado, granilite ou mármore sintético com torneira metálica cromada.
Pia cozinha	Bancada de 1,20x0,55m com cuba de granilite ou mármore sintético, torneira metálica cromada.
INSTALAÇÕES ELÉTRICAS / TELEFÔNICAS	
Número de pontos de tomadas elétricas	2 na sala, 4 na cozinha, 2 na área de serviço, 2 em cada dormitório, 1 tomada no banheiro e mais 1 tomada para chuveiro elétrico (mesmo em caso de aquecimento solar).
Número de pontos diversos	1 ponto de telefone, 1 de campainha, 1 ponto de antena e 1 ponto de interfone.

Figura – 2.2 A – Especificações mínimas para apartamentos (PMCMV – Fase 1)



ESPECIFICAÇÕES PARA EMPREENDIMENTOS ATÉ 3SM APARTAMENTOS

Número de circuitos	Prever circuitos independentes para chuveiro (dimensionado para a potência usual do mercado local), tomadas e iluminação.
Interfone	Instalar sistema de interfone
DIVERSOS	
Reservatório	Para reservatório elevado de água potável, em condomínio, prever instalação de no mínimo 2 bombas de recalque com manobra simultânea.
Vagas	Vagas de garagem conforme definido na legislação municipal
Cercamento do lote ou condomínio	Alambrado com baldrame e altura mínima de 1,80m no entorno do condomínio.
Proteção da alvenaria externa	Piso em concreto de 0,50 m de largura ao redor da edificação.
Calçadas	Quando previstas, as calçadas deverão apresentar largura mínima de 0,80m.
Máquina Lavar	Prever solução para máquina de lavar roupas (ponto elétrico, hidráulica e de esgoto).
Equipamento de lazer / uso comunitário	Para empreendimentos com 60UH ou mais, prever 1% da soma dos custos de Infraestrutura e Edificações para construção de equipamentos de lazer/uso comum. Priorização: centro comunitário, quadra de esportes, praça / playground.
Distâncias mínimas entre blocos	Edificações até 3 pavimentos, maior ou igual a 4,50m. Edificações de 4 a 5 pavimentos, maior ou igual a 5,00m. Edificações acima de 5 pavimentos, maior ou igual a 6,00m.
TECNOLOGIAS INOVADORAS	
	Aceitáveis as tecnologias inovadoras testadas e aprovadas conforme a Norma de Desempenho - NBR-15.575 e homologadas pela CAIXA.
SUSTENTABILIDADE	
	Aquecimento solar nas unidades (item financiável nas regiões S, SE, CO e regiões frias do NE). Sistema aprovado pelo INMETRO e Qualisol
	Medição individualizada de água e gás.
INFRAESTRUTURA	
	Pavimentação com guias, sarjetas e sistema de drenagem
	Sistema de abastecimento de água
	Solução para esgotamento sanitário
	Energia elétrica e iluminação pública

Figura – 2.2 B – Especificações mínimas para apartamentos (PMCMV – Fase 1)

3 - INDICADORES DE DESEMPENHO

3.1 - DEFINIÇÃO DO TERMO INDICADOR

Antes de se iniciar os estudos de indicadores, é importante resgatar a origem desse termo. Da etimologia, indicar vem do latim *indicare*, que significa estimar, apontar, descobrir. Assim, um indicador é aquilo que estima, que aponta, que descobre.

Existem várias interpretações para o termo indicador que variam conforme o autor ou a entidade que o define. Para o entendimento desse conceito, é mister a apresentação de algumas definições que se julgam interessantes.

Segundo FPNQ (1995), um indicador é uma relação matemática que mede, numericamente, atributos de um processo ou de seus resultados, com o objetivo de comparar esta medida com metas numéricas, pré-estabelecidas.

Para De Rolt (1998), indicadores são elementos que medem níveis de eficiência e eficácia de uma organização, ou seja, medem o desempenho dos processos produtivos, relacionados com a satisfação dos clientes.

Juran (1992) relaciona indicadores ao controle que, por sua vez, é um requisito para a gestão. Assim, segundo o autor, sem o uso de indicadores não é possível gerir e agir corretamente.

Para Hammond *et al.* (1995), os indicadores podem comunicar ou informar acerca do progresso em direção a uma determinada meta.

Enquanto que, para Van Bellen (2002), indicador tem uma característica muito importante quando comparada com outros tipos ou formas de informação, que é sua relevância para a política e para o processo de tomada de decisão. Segundo o autor, o principal objetivo dos indicadores é o de agregar e quantificar informações de uma maneira que sua significância fique mais aparente. Afirma, também, que os indicadores podem simplificar as informações sobre fenômenos complexos, tornando amigável o processo de comunicação.

O indicador de desempenho é uma relação matemática que, por meio de metas numéricas pré-estabelecidas, permite identificar o estado de um processo ou o seu resultado. Os indicadores ajudam a avaliar o progresso de uma atividade, comparando-o consigo mesmo num momento anterior ou relacionando-o com uma referência estabelecida (COSTA, 2008).

Os indicadores são desenvolvidos e utilizados pelos gestores para avaliar o progresso de um processo e corrigir eventuais desvios em sua execução. Assim, devem permitir a identificação das deficiências a serem corrigidas, conduzindo à otimização dos processos. Da mesma forma, os indicadores podem distinguir as áreas onde o desempenho é satisfatório.

No entanto, devem ser utilizados com cautela, pois a medição da informação que é pouco relevante não é benéfica e pode desviar o foco dos verdadeiros problemas. Assim, os indicadores devem fornecer informações necessárias para as alterações em cada processo, de forma a melhorar a eficiência e os resultados globais.

3.2 - INDICADOR E ÍNDICE

A distinção do significado de indicador e índice pode gerar confusão, pois, muitas vezes, são incorretamente utilizados como sinônimos.

Segundo Mitchell (1996), indicador é uma ferramenta que permite a obtenção de informações sobre uma dada realidade. Para Mueller *et al.* (1997), um indicador pode ser um dado individual ou um agregado de informações.

Por outro lado, para Shields *et al.* (2002), um índice revela o estado de um sistema ou fenômeno. Prabhu *et al.* (1999) alegam que um índice pode ser construído para analisar dados por meio da junção de um conjunto de elementos com relacionamentos estabelecidos.

Em uma análise expedita, indicador e índice possam ter o mesmo significado, contudo, para Siche *et al.* (2007), a diferença reside no fato de o índice ser um valor agregado final de todo

um procedimento de cálculo onde se utilizam, inclusive, indicadores como variáveis que o compõem. Khanna (2000) afirma que um índice é um indicador de alta categoria.

Nesse estudo, entende-se o termo indicador como uma relação matemática que, por meio de metas numéricas pré-estabelecidas, permite identificar o estado de um processo ou o seu resultado. O termo índice é uma forma de apresentação da informação que indica ou denota alguma qualidade ou característica especial.

3.3 - CLASSIFICAÇÃO DOS INDICADORES

Segundo Souza *et al.* (1995), indicadores podem ser classificados de duas formas: de capacitação e de desempenho.

O indicador de capacitação é uma medida que expressa informações sobre uma determinada estrutura de produção, e caracterizam condições como o nível de qualificação de mão de obra empregada por uma empresa ou por uma unidade produtiva, o grau de atualização dos equipamentos utilizados, a capacidade instalada e seu grau de ocupação.

O indicador de desempenho representa um resultado atingido em determinado processo ou características dos produtos finais resultantes, referindo-se ao comportamento do processo ou produto em relação a determinadas variáveis, caracterizando condições, como o custo de determinado processo, lucro, retrabalho e conformidade de produtos. Os indicadores de desempenho podem ser divididos em indicadores da qualidade e indicadores de produtividade.

Os indicadores da qualidade, conforme Souza *et al.* (1995) são os que medem o desempenho de um produto ou serviço em relação às necessidades do cliente. Já para Lantelme (1994), eles estão relacionados à medição da eficácia da empresa em atender as necessidades do cliente.

Os indicadores de produtividade, conforme Souza *et al.* (1995), são os que medem o desempenho dos processos, por meio de relações elaboradas a partir dos recursos utilizados e respectivos resultados atingidos. Para Lantelme (1994), representam a eficiência do processo na obtenção dos resultados esperados.

Para muitos autores, o que determina a eficiência do uso dos indicadores é o seu processo de medição. De acordo com Oliveira *et al.* (1995), a medição é parte inerente do gerenciamento, constituindo um sistema de apoio para o planejamento, solução de problemas, tomadas de decisões, melhoria, controle e motivação.

Neely *et al.* (1996) considera que a medição de desempenho é composta por uma série de indicadores ou medidas utilizadas para quantificar a eficiência de um processo. A eficácia se refere ao atendimento dos requisitos do cliente, enquanto que a eficiência é uma medida do uso econômico dos recursos para atingir um determinado grau de satisfação do cliente.

Para Lantelme (1994), os sistemas de medição são conjuntos de medidas integradas, em diferentes níveis de agregação, sendo com frequência associados a programas de melhoria em desenvolvimento. Para que as medidas sejam capazes de desempenhar seu papel na organização, elas devem estar agrupadas de modo que formem um sistema coeso e balanceado, com indicadores de produto e processo.

Lantelme (1994) defende que os indicadores de desempenho podem ser divididos em dois tipos: específicos e globais.

Os indicadores de desempenho específicos fornecem informações para a gestão da empresa e dos seus processos individuais. Esses indicadores estão relacionados com as estratégias e com as atividades específicas da empresa, assim, as informações fornecidas são utilizadas para o planejamento, controle e melhoria contínua das estratégias e dos processos.

Os indicadores de desempenho globais possuem caráter mais agregado e visam demonstrar o desempenho de uma empresa ou setor em relação ao ambiente em que se insere. Portanto, tem um caráter mais homogêneo para permitir a comparação. Esses indicadores podem ser voltados para a empresa ou podem ser setoriais, para avaliar o desempenho do setor como um todo.

Parmenter (2007) divide os indicadores em três tipos, seguindo outros parâmetros: indicadores-chave de resultados, indicadores de desempenho e indicadores-chave de desempenho.

Segundo esse autor, indicadores-chave de resultados fornecem informações sobre o que foi feito até o momento num determinado processo, medindo o sucesso atingido. Indicadores de desempenho informam o que a empresa deve fazer para melhorar o seu desempenho operacional. Por fim, indicadores-chave de desempenho informam sobre o que fazer para aumentar drasticamente o desempenho.

Para Oliveira *et al.* (1995), os indicadores podem ser classificados em dois tipos: estratégicos e operacionais. Os indicadores estratégicos são estabelecidos com o objetivo de acompanhar e impulsionar a implantação de estratégias. Já os indicadores operacionais são estabelecidos em função dos objetivos e tarefas desenvolvidos dentro de cada processo, devendo ser coerentes com objetivos e estratégias adotadas pelas empresas.

3.4 - INDICADORES PARA *BENCHMARKING*

A elaboração de indicadores de projeto para *benchmarking* pode ser considerada um grande avanço para o auxílio de empresas incorporadoras. Essas informações podem ser utilizadas para promover a melhoria e o aprendizado (COSTA *et al.*, 2005).

De acordo com Camp (2002), *benchmarking* consiste em um processo contínuo e sistemático de investigação relativo ao desempenho de processos ou produtos, comparando-os com aqueles identificados como as melhores práticas do mercado.

O mesmo autor revela que a realização do processo de *benchmarking* pode trazer importantes benefícios para as empresas, como se pode citar:

- conhecimento de sua posição em relação aos demais concorrentes;
- fixação de metas realistas com base na visão conjunta do ambiente interno e externo;
- compartilhamento e troca de informações com outras empresas;

- comparações dos processos utilizados por outras empresas.

Lima (2005) afirma que é importante a existência de um sistema de medição de desempenho implantado na empresa para que a mesma saiba se posicionar em relação aos seus concorrentes à medida que seus desempenhos sejam identificados. O autor sugere ainda a criação de clubes de *benchmarking* para troca de práticas entre empresas participantes. Entretanto, para que isso ocorra, é necessário que haja uma relação de confiança e confidencialidade entre as empresas.

Alguns autores afirmam que o conceito e prática de *benchmarking* chegaram tardiamente na construção civil devido à diversidade de produtos e processos nesse setor (MAROSSZEKY; KARIM, 1997). Porém, esse fato não diminui os potenciais benefícios que surgirão com a prática de *benchmarking*, completam os autores.

3.5 - ESCOLHA E IMPLEMENTAÇÃO DE INDICADORES

Os indicadores devem atender a determinados requisitos para que a sua leitura e interpretação sejam claras. Segundo Takashina; Flores (1996), os principais aspectos são:

- Seletividade: devem se relacionar com fatores essenciais ou críticos do processo avaliado;
- Representatividade: devem ser escolhidos ou formulados para que representem satisfatoriamente o processo ou produto a que se refere;
- Simplicidade: devem ser facilmente compreendidos e aplicados, principalmente para as pessoas diretamente envolvidas com a compilação, processamento e avaliação dos dados;
- Baixo custo: o custo para colhimento, processamento e avaliação da informação não deve ser superior ao benefício trazido;
- Acessibilidade (transparência): os dados para cálculo do indicador devem ser de fácil acesso e estarem disponíveis, de preferência, por meio de mecanismos visuais;
- Estabilidade: devem ser recolhidos com base em procedimentos de rotina incorporados nas atividades da empresa. Devem permitir comparações e análises de tendências ao longo do tempo;

- Comparação externa: alguns indicadores devem ser desenvolvidos de forma a permitir a comparação do desempenho da empresa com o de outras empresas do setor ou, até mesmo, de outros setores, a fim de serem utilizados como *benchmarks* e na avaliação da competitividade da empresa dentro do seu setor;
- Melhoria contínua: os indicadores devem ser periodicamente avaliados e, quando necessário, devem ser modificados ou ajustados para atender as mudanças no ambiente organizacional, mantendo seu propósito e validade.

3.6 - ESPECIFICIDADES DA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO CIVIL RELATIVAS À IMPLEMENTAÇÃO DE INDICADORES

A indústria da construção civil tem especificidades próprias que as destacam das outras, nomeadamente no que se refere ao processo de medição do desempenho por meio de indicadores.

A construção surge como um negócio imprevisível, em que a competição se baseia apenas no preço e não na qualidade, com reduzidas barreiras à entrada de elementos com baixo nível de eficiência.

Lantelme (1994) realizou um estudo sobre a aplicação de indicadores de qualidade na construção civil e retirou algumas conclusões interessantes sobre o setor:

- as empresas de construção tem dificuldades em identificar quais são os indicadores importantes para a empresa;
- neste setor, a motivação para a continuidade dos sistemas de indicadores depende não só da sua vinculação a uma visão estratégica, mas também no estabelecimento de objetivos mais arrojados;
- há grande interesse dos diretores das empresas de construção em comparar seu desempenho com o de outras empresas. No entanto, quando as empresas verificam que seus resultados são melhores que os valores de referencia disponíveis, estas tendem a diminuir o interesse e acomodam-se;
- alguns gerentes de empresas de construção utilizam a medição como uma forma de controlar o comportamento das pessoas, ao invés de utilizar como uma ferramenta

para auxiliar na comunicação dos objetivos, obter maior participação, dividir responsabilidades e incentivar a aprendizagem;

- alguns gestores do setor da construção tendem a procurar resultados de curto prazo. No entanto, a implementação e a consolidação de um sistema de medição requer tempo, até que os benefícios possam ser percebidos;
- é comum na construção civil a tomada de decisões baseadas em intuição e senso comum, e em algumas medidas financeiras que são inadequadas ao controle do processo.

Segundo Oliveira e Freitas (2000), as empresas de construção civil e os escritórios de projetos utilizam indicadores como fonte de informação, mesmo que de forma incipiente, e visualizam o potencial do uso dos indicadores. Contudo, não possuem mecanismos que integrem a percepção dos principais fatores intervenientes no que se refere à seleção dos indicadores para os processos críticos. Ou seja, essas empresas não estão utilizando os indicadores de desempenho de forma eficiente, isso se deve ao fato de que algumas empresas optam pela aquisição de indicadores mais simples, com dados de mais fácil acesso ou que forneçam resultados em curto prazo, sem avaliar quais informações são mais relevantes para a empresa (LANTELME, 1994).

As empresas de construção também têm dificuldade em estabelecer e explicitar a sua estratégia competitiva e os seus objetivos estratégicos em cada um dos segmentos de atuação. Geralmente, essas empresas apresentam visão imediatista, no qual o curto prazo é valorizado em detrimento do longo prazo e, como consequência, os gestores, em geral, não conseguem pensar num horizonte de tempo muito amplo (BARROS NETO, 1999).

Outra característica das empresas de construção, segundo Barros Neto (1999), resulta de um sistema de produção orientado para o empreendimento ou obra, em que o produto é único em termos de projeto e condições locais e está inserido em um ambiente dinâmico com muitas variáveis externas, difíceis de serem analisadas.

Dessa maneira, observa-se que apesar de as empresas de construção civil identificarem a necessidade de incorporação do processo de medição e de avaliação de desempenho nos seus sistemas de gestão, estas empresas ainda apresentam muitos problemas. Os avanços obtidos

nos últimos anos quanto à concepção, implementação e uso dos indicadores de desempenho no setor estão defasados em relação a outros setores industriais (COSTA, 2003).

3.7 - FORMAS DE APRESENTAÇÃO DA INFORMAÇÃO

Os indicadores podem apresentar as informações de diversas maneiras, conforme a seguir:

- taxa ou proporção: é a relação entre duas grandezas. Obtém-se por meio da divisão de um valor real por um valor potencial;
- índice: tudo aquilo que indica ou denota alguma qualidade ou característica especial. Obtém-se por meio da divisão de valores da mesma variável, referentes a diferentes momentos no tempo ou no espaço e expressos em percentagem;
- percentagem: parte proporcional calculada sobre uma quantidade de 100 unidades;
- gráficos: permitem a leitura mais rápida e intuitiva da informação.

3.8 - INDICADORES DE DESEMPENHO NA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO CIVIL

O setor da construção civil vem buscando formas de melhoria na qualidade de seus produtos e serviços, procurando adotar medidas integradas voltadas na inovação de forma que atendam as necessidades dos clientes. Dentre essas medidas, pode-se citar o empenho no sentido de implementar iniciativas de melhoria de desempenho.

Uma das principais dificuldades enfrentadas pelas empresas de construção civil é a não incorporação de medições como parte integrante de seu processo de tomada de decisões, pela falta de cultura do setor para esta prática e pela carência de ferramentas e técnicas que tornem viável o levantamento de indicadores. Mesmo aquelas empresas que coletam indicadores têm limitações na avaliação do seu desempenho pela inexistência de referências no setor (OLIVEIRA *et al.*, 1995).

Segundo Oliveira *et al.* (1995) ressalta, o setor da construção civil é pouco habituado à prática da medição, assim, encontra-se extremamente carente de dados para subsidiar o pessoal envolvido em determinado processo e de informações quanto ao desempenho atual de suas

empresas para orientação de estratégias para a melhoria do desempenho global e das atividades rotineiras da empresa.

O trabalho desenvolvido pelo Núcleo Orientado para a Inovação da Edificação (NORIE) da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), juntamente com parcerias de órgãos e entidades: Serviço de Apoio às Micro e Pequenas Empresas do Rio Grande do Sul (SEBRAE/RS), Sindicato da Indústria da Construção do Estado do Rio Grande do Sul (SINDUSCON/RS), tem contribuído muito às construtoras, fornecendo subsídios às empresas engajadas neste processo de melhoria contínua. Este trabalho consiste em fornecer parâmetros à elaboração de *benchmarking* para indicadores de projeto, de forma a aumentar o desempenho nas empresas de projetos.

Muitas empresas construtoras têm dado maior importância para o desenvolvimento e implementação de sistemas de medição de desempenho. Esses sistemas fornecem informações essenciais para o planejamento e controle dos processos gerenciais, possibilitando, ainda, o monitoramento e o controle dos objetivos e metas estratégicas. (COSTA *et al.*, 2005)

Segundo os mesmos autores, a implementação do Sistema de Indicadores para *Benchmarking* na indústria da construção civil é necessária como um instrumento para facilitar a implantação das medidas de desempenho gerando valores de referência para o setor.

O uso de indicadores como parâmetro para a elaboração e análises de projetos tem sido muito eficiente. As incorporadoras, sempre tendo como objetivo a redução de custos para maximização do lucro, não podem deixar nenhum espaço mal aproveitado, procurando estabelecer um indicador para o aproveitamento do lote.

O uso dos indicadores de desempenho na construção civil tem sido aplicado, principalmente, nas empresas construtoras de edifícios de multipavimentos, como retrata os trabalhos do Melhado (1994) e Silva Jr. (2010). No que se refere a habitações de interesse social, a preocupação com o desenvolvimento e adoção de parâmetros de *benchmarking* é relativamente menor do que nos outros ramos da construção civil.

Contudo, as peculiaridades do segmento de habitações de interesse social, tais como: caráter repetitivo, fixação de padrões construtivos e de qualidade mínimos pelo agente financeiro, valor pago pelas unidades fixado em contrato pelo agente financeiro, margens de lucro relativamente reduzidas, prazos de execução relativamente curtos e número de unidades por empreendimento grandes, comparado ao tamanho das empresas, fazem com que as construtoras necessitem de mecanismos para monitoramento e controle de seus processos, finalidade precípua dos indicadores de desempenho.

3.9 - TIPOS DE INDICADORES DE PROJETO

Os indicadores que medem a qualidade e desempenho dos projetos de engenharia são divididos conforme o tipo de projeto: arquitetônico, estrutural e instalações. Há também indicadores de planejamento para a gestão de projetos, que são utilizados amplamente em todo mundo em diversas áreas além da engenharia civil (COSTA, 2008).

3.9.1 - Indicadores para projeto de arquitetura

3.9.1.1 - Índice de Compacidade (I_c)

O índice de compacidade indica o quanto o projeto afasta-se da forma mais econômica de perímetro das paredes externas. Em edifícios residenciais, as fachadas têm seu custo por metro quadrado maior que as divisórias internas, devido ao revestimento necessário para resistir às intempéries. De forma análoga, em uma habitação de interesse social, o perímetro das paredes externas impacta no custo global da obra, tendo em vista que a área construída e o custo são bastante limitados, é recomendável a adoção de projetos mais compactos com formas próximas ao de um quadrado.

O índice de compacidade é a relação entre o perímetro da habitação projetada e o perímetro de um círculo com área equivalente a área do projeto. Mais, objetivamente, a divisão do perímetro de um círculo pelo perímetro do pavimento projetado, ambos com a mesma área.

Para o cálculo do I_c , será utilizada a Equação 3.1:

$$I_c = \frac{2\sqrt{3,14 \times A_{hab}}}{P_p} \times 100 \quad \text{(Equação 3.1)}$$

Onde:

A_{hab} - Área total da habitação;

P_p - Perímetro das paredes externas que deve ser medido em planta, no eixo das paredes (OLIVEIRA *et al.*, 1993).

Para o cálculo do índice de compacidade, utilizou-se o roteiro elaborado por Oliveira *et al.* (1993), apresentado na Tabela 3.1.

Tabela 3.1 - Roteiro para cálculo de índice de compacidade (OLIVEIRA *et al.*, 1993)

Variáveis	Crítérios
Área total da habitação (A_{hab})	Medida em planta pela face externa das paredes; Não inclui áreas de garagens.
Perímetro das paredes externas (P_p)	Medida em planta pelo eixo das paredes; Ao medir o perímetro não descontar os vãos das aberturas (portas e janelas)

Na Tabela 3.2 são apresentados os critérios para avaliação do indicador.

Tabela 3.2 - Critérios para avaliação do indicador (OLIVEIRA *et al.*, 1993)

Ruim	Bom	Ótimo
< 60%	60% a 75%	> 75%

3.9.1.2 - Densidade de Parede (D_p)

A utilização deste indicador objetiva verificar o grau de otimização da compartimentação do projeto. A D_p refere-se ao percentual da área do pavimento que a área de projeção das paredes ocupa. Essa informação é importante, uma vez que os planos verticais representam até aproximadamente 40% do custo da obra.

Para o cálculo do D_p , será utilizada a Equação 3.2:

$$D_p = \frac{A_p}{A_{hab}} \quad (\text{Equação 3.2})$$

Onde:

A_{hab} - Área total da habitação;

A_p - Área de projeção das paredes externas e internas da habitação, ou seja, o produto do perímetro das paredes pela sua espessura, sem descontar os vãos das aberturas (portas e janelas) (OLIVEIRA *et al.*, 1993).

Para o cálculo do índice de densidade das paredes, utilizou-se o roteiro elaborado por Oliveira *et al.* (1993), apresentado na Tabela 3.3.

Tabela 3.3 - Roteiro para cálculo de índice de densidade das paredes (OLIVEIRA *et al.*, 1993)

Variáveis	Crítérios
Área total da habitação (A_{hab})	Medida em planta pela face externa das paredes; Não inclui áreas de garagens.
Área de projeção das paredes (A_p)	Perímetro das paredes multiplicado pela sua espessura, medido em planta pelo eixo; Ao medir o perímetro não descontar os vãos das aberturas (portas e janelas)

Na Tabela 3.4 são apresentados os critérios para avaliação do indicador.

Tabela 3.4 - Critérios para avaliação do indicador (OLIVEIRA *et al.*, 1993)

Ruim	Bom	Ótimo
> 0,18	0,15 a 0,18	< 0,15

3.9.2 - Indicadores para projeto de instalações

Segundo Ramos (2002), as instalações se ramificam por todo o edifício, com vários pontos de fornecimento de água, energia, telefone e até para-raios. A quantidade, a diversidade e o uso constante as tornam mais sensíveis a defeitos, podendo ocorrer problemas tais como: torneiras emperradas, interruptores que não desligam a lâmpada, vazamento de água pelo forro, dentre outros.

Quanto ao cumprimento das necessidades do usuário, ocorre muitas vezes insuficiência de número de pontos de instalação (falta de tomadas ou pontos para torneiras).

Dentro de projeto de instalações, têm-se os seguintes indicadores:

- Projeto elétrico: densidade de pontos elétricos (D_e) e Relação entre o comprimento dos eletrodutos e o número de pontos (I_e).
- Projeto hidráulico: densidade de pontos hidráulicos pela área real global (D_h); densidade de pontos hidráulicos pela área molhada e relação entre o comprimento de tubulações hidráulicas e o número de pontos (I_h).

3.9.2.1 - Densidade de Pontos Elétricos (D_e)

Este indicador tem como objetivo verificar a eficiência do projeto elétrico quanto à densidade de locais atendidos com o fornecimento de energia elétrica, relacionando o número de pontos elétricos (P_{te}) à área real global (A_{real}) (SOARES, 2002).

Para o cálculo do D_e , será utilizada a Equação 3.3:

$$D_e = \frac{P_{te}}{A_{hab}} \quad \text{(Equação 3.3)}$$

Soares (2002) define os parâmetros da equação da seguinte forma:

P_{te} - Número de pontos elétricos da área total;

A_{hab} - Área total da habitação;

Para o cálculo da densidade de pontos elétricos, adaptou-se o roteiro elaborado por Soares (2002), apresentado na Tabela 3.5.

Tabela 3.5 - Roteiro para cálculo de densidade de pontos elétricos (Modificado - SOARES, 2002)

Variáveis	Crítérios
Pontos elétricos (P_{te})	Devem ser considerados como pontos de instalação elétrica: interruptor, luminária, tomada de uso geral ou comum e uso específico. Quadro de distribuição de força, quadro de distribuição geral e demais pontos serão enquadrados em outros. Cada interruptor simples, duplo ou triplo é equivalente a um ponto.
Área total da habitação (A_{hab})	Medida em planta pela face externa das paredes; Não inclui áreas de garagens.

Não há, até o momento, *benchmark* ou parâmetro de classificação para esse indicador.

3.9.2.2 - Relação entre o comprimento dos eletrodutos e o número de pontos elétricos (I_e)

Este indicador tem como objetivo verificar a racionalidade entre o comprimento dos eletrodutos e os pontos de atendimento (OLIVEIRA *et al.*, 1993).

Para o cálculo do I_e , tem-se a Equação 3.4:

$$I_e = \frac{C_e}{P_{te}} \quad (\text{Equação 3.4})$$

Oliveira *et al.* (1993) define os parâmetros da equação da seguinte forma:

C_e - comprimento dos eletrodutos;

P_{te} - Número de pontos elétricos da área total.

Para o cálculo da relação entre o comprimento dos eletrodutos e o número de pontos elétricos, pode-se adaptar o roteiro elaborado por Oliveira *et al.* (1993), apresentado na Tabela 3.6.

Tabela 3.6 - Roteiro para cálculo de relação entre o comprimento dos eletrodutos e o número de pontos elétricos (Modificado - OLIVEIRA *et al.*, 1993)

Variáveis	Crerios
Comprimento dos eletrodutos (C_e)	Comprimento dos eletrodutos medidos em planta.
Pontos elétricos (P_{te})	Devem ser considerados como pontos de instalação elétrica: interruptor, luminária, tomada de uso geral ou comum e uso específico. Quadro de distribuição de força, quadro de distribuição geral e demais pontos serão enquadrados em outros. Cada interruptor simples, duplo ou triplo é equivalente a um ponto.

3.9.2.3 - Densidade de pontos hidráulicos pela área real global (D_h)

Este indicador tem como objetivo verificar a eficiência do projeto hidráulico quanto à densidade de locais atendidos com os pontos de saída de água, relacionando o número de pontos (P_{th}) à área real global (A_{real}). As informações obtidas têm aproveitamento para elaboração de estimativas expeditas de custo e para avaliação do grau de racionalização daquele projeto específico (SOARES, 2002).

Para o cálculo do D_h , é utilizada a Equação 3.5:

$$D_h = \frac{P_{th}}{A_{hab}} \quad (\text{Equação 3.5})$$

Soares (2002) define os parâmetros da equação da seguinte forma:

P_{th} - Número de pontos hidráulicos da área total;

A_{hab} - Área total da habitação;

Para o cálculo da densidade de pontos hidráulicos pela área real global, pode-se adaptar o roteiro elaborado por Soares (2002), apresentado na Tabela 3.7.

Tabela 3.7 - Roteiro para cálculo de densidade de pontos hidráulicos pela área real global
(Modificado - SOARES, 2002)

Variáveis	Crítérios
Pontos hidráulicos (P _{th})	Devem ser considerados como pontos de instalação hidráulica: torneira em geral (lavatórios ou jardim), válvula ou caixa de descarga, chuveiro e mictório. Caixa d'água, bebedouro, filtro, bidê, tanque, banheira, máquina de lavar e demais pontos serão enquadrados em outros.
Área total da habitação (A _{hab})	Medida em planta pela face externa das paredes; Não inclui áreas de garagens.

Não há, até o momento, *benchmark* ou parâmetro de classificação para esse indicador.

3.9.2.4 - Densidade de pontos hidráulicos pela área molhada (D_{hm})

Este indicador foi apresentado por Soares (2002) após uma adaptação da densidade de pontos hidráulicos pela área real global. Apesar de conter o mesmo conceito do indicador original, este indicador foi concebido por esse autor para amenizar as distorções que podem ter origem em grandes ambientes coletivos como: escritórios, refeitórios, vestiários, auditórios, almoxarifados e depósitos de materiais, entre outros.

O indicador relaciona o número de pontos hidráulicos com a área molhada da edificação.

Para o cálculo do D_{hm}, é utilizada a Equação 3.6:

$$D_{hm} = \frac{P_{th}}{A_{molhada}} \quad (\text{Equação 3.6})$$

Soares (2002) define os parâmetros da equação da seguinte forma:

P_{th} - Número de pontos hidráulicos da área total;

A_{molhada} - Área molhada da edificação.

Para o cálculo da densidade de pontos hidráulicos pela área molhada, pode-se utilizar o roteiro elaborado por Soares (2002), apresentado na Tabela 3.8.

Tabela 3.8 - Roteiro para cálculo de densidade de pontos hidráulicos na área molhada (SOARES, 2002)

Variáveis	Critérios
Pontos hidráulicos (P _{th})	Devem ser considerados como pontos de instalação hidráulica: torneira em geral (lavatórios ou jardim), válvula ou caixa de descarga, chuveiro e mictório. Caixa d'água, bebedouro, filtro, bidê, tanque, banheira, máquina de lavar e demais pontos serão enquadrados em outros.
Área molhada (A _{molhada})	Área compreendida pelo perímetro em que há pelo menos um ponto de hidráulica (P _{th}), com aplicação de impermeabilizante ou cerâmica à altura mínima de 1,50m nas paredes.

3.9.2.5 - Relação entre o comprimento das tubulações e o número de pontos hidráulicos (I_h)

Este indicador tem como objetivo verificar a eficiência do projeto hidráulico no que tange ao comprimento das tubulações em relação ao número de locais de atendimento (OLIVEIRA *et al.*, 1993).

Para o cálculo do I_h, é utilizada a Equação 3.7:

$$I_h = \frac{C_h}{P_{th}} \quad (\text{Equação 3.7})$$

Oliveira *et al.* (1993) define os parâmetros da equação da seguinte forma:

C_h - comprimento de tubulação conforme planta;

P_{th} - Número de pontos hidráulicos na área total.

Para o cálculo da relação entre o comprimento das tubulações e o número de pontos hidráulicos, pode-se adaptar o roteiro elaborado por Oliveira *et al.* (1993), apresentado na Tabela 3.9.

Tabela 3.9 - Roteiro para cálculo de relação entre o comprimento de tubulações hidráulicas e o número de pontos de atendimento (Modificado - OLIVEIRA *et al.*, 1993)

Variáveis	Crítérios
Comprimento de tubulações (Ch)	Comprimento das tubulações medidas em planta.
Pontos hidráulicos (P _{th})	Devem ser considerados como pontos de instalação hidráulica: torneira em geral (lavatórios ou jardim), válvula ou caixa de descarga, chuveiro e mictório. Caixa d'água, bebedouro, filtro, bidê, tanque, banheira, máquina de lavar e demais pontos serão enquadrados em outros.

3.9.3 - Indicadores para projetos de estrutura

Os indicadores para projetos de estrutura são relevantes para a averiguação do custo de construção e da segurança do edifício. O projeto estrutural de um edifício deve atender os aspectos de segurança com racionalidade, para que não tenha aumento desnecessário nos prazos e custos. Dessa forma, os indicadores permitem avaliar se o custo da estrutura da edificação está condizente com as referências praticadas.

Quanto ao projeto estrutural, têm-se os seguintes indicadores:

- Índice de aço pelo volume de concreto ($I_{aço}$);
- Índice de volume de concreto pela área construída (I_{conc});
- Índice de formas pelo volume de concreto (I_f).

3.9.3.1 - Índice de aço pelo volume de concreto ($I_{aço}$)

A utilização deste indicador permite detectar o consumo de armadura global empregada nos elementos estruturais pelo volume de concreto dos mesmos elementos.

Para o cálculo do $I_{aço}$, é utilizada a Equação 3.8:

$$I_{aço} = \frac{P_{aço}}{V_{conc}} \quad (\text{Equação 3.8})$$

Onde:

$P_{aço}$ - Peso total de aço;

V_{conc} - Volume total de concreto.

Para o cálculo do índice de aço pelo volume de concreto, pode-se utilizar o roteiro elaborado por Soares (2002), apresentado na Tabela 3.10.

Tabela 3.10 - Roteiro para cálculo do índice de aço (SOARES, 2002)

Variáveis	Critérios
Peso total do aço ($P_{aço}$)	Corresponde ao peso da armadura global obtido no projeto estrutural, compreendendo pilares, lajes e vigas. Excluídos os elementos de fundação.
Volume total de concreto (V_{conc})	Corresponde ao volume de concreto total obtido no projeto estrutural, compreendendo pilares, lajes e vigas. Excluídos os elementos de fundação.

3.9.3.2 - Índice de concreto pela área construída (I_{conc})

A estrutura é responsável por 21% dos custos da edificação, em média. Este indicador permite detectar desvios no dimensionamento de lajes, vigas e pilares, que possam comprometer os custos das edificações.

Para o cálculo do I_{conc} , é utilizada a Equação 3.9:

$$I_{conc} = \frac{V_{conc}}{A_{real}} \quad (\text{Equação 3.9})$$

Onde:

V_{conc} - Volume total de concreto;

A_{real} - Área total construída.

Para o cálculo do índice de aço pelo volume de concreto, pode-se utilizar o roteiro elaborado por Oliveira *et al.* (1993), apresentado na Tabela 3.11.

Tabela 3.11 - Roteiro para cálculo do índice de concreto pela área construída (OLIVEIRA *et al.*, 1993)

Variáveis	Crítérios
Volume total de concreto (V_{conc})	Corresponde ao volume de concreto total obtido no projeto estrutural, compreendendo pilares, lajes e vigas. Excluídos os elementos de fundação.
Área real global (Areal)	Área de toda edificação segundo a NBR 12721

3.9.3.3 - Índice de forma pelo volume de concreto (I_f)

A utilização deste indicador permite detectar o consumo de formas empregadas nos elementos estruturais pelo volume de concreto dos mesmos elementos. Seu cálculo é feito pela relação entre a área de formas total (A_f) e o volume de concreto total (V_{conc}) (SOARES, 2002).

Para o cálculo do I_f , é utilizada a Equação 3.10:

$$I_f = \frac{A_f}{V_{conc}} \quad \text{(Equação 3.10)}$$

Onde:

A_f - Área total de formas;

V_{conc} - Volume total de concreto.

Para o cálculo do índice de aço pelo volume de concreto, pode-se utilizar o roteiro elaborado por Soares (2002), apresentado na Tabela 3.12.

Tabela 3.12 - Roteiro para cálculo do índice de forma pelo volume de concreto (SOARES, 2002)

Variáveis	Crítérios
Área total de formas (A _f)	Corresponde a soma das áreas de formas obtidas no projeto estrutural. Excluídos os elementos de fundação.
Volume total de concreto (V _{conc})	Corresponde ao volume de concreto total obtido no projeto estrutural, compreendendo pilares, lajes e vigas. Excluídos os elementos de fundação.

3.9.4 - Indicadores de desempenho térmico

Os planos verticais têm a função de criar uma barreira climática de tal forma que possa existir conforto ambiental no interior da edificação. Nesse sentido, a ABNT NBR 15575 (2013) traz alguns critérios de desempenho térmico a serem atendidos: Transmitância térmica (U), dada em [W/(m²K)] e Capacidade Térmica (CT), dada em [kJ/m²K].

Com base nesses critérios, os indicadores de desempenho térmico foram concebidos nesse estudo para avaliar os planos verticais considerando a especificação dos materiais e serviços.

Quanto ao desempenho térmico, têm-se os seguintes indicadores:

- Índice de transmitância térmica das paredes externas (I_U);
- Índice de capacidade térmica das paredes externas (I_{ct}).

3.9.4.1 – Definição de Zonas Bioclimáticas

Para melhor entendimento desses indicadores, se faz necessária a definição de Zonas Bioclimáticas (ZB).

Segundo a ABNT NBR 15520 (2002), o Brasil é dividido em oito zonas relativamente homogêneas quanto ao clima. O zoneamento Bioclimático Brasileiro embasa um conjunto de recomendações e estratégias construtivas destinadas às habitações unifamiliares de interesse social. Essa mesma Norma, estabelece recomendações e diretrizes construtivas, sem caráter

normativo, para adequação climática de habitações unifamiliares de interesse social, com até três pavimentos.

Como nesse estudo serão abordadas apenas as exigências de Transmitância Térmica e Capacidade Térmica da ABNT NBR 15575 (2013), é importante destacar algumas considerações para facilitar o entendimento:

- Para as Zonas Bioclimáticas 1 e 2, a exigência de transmitância térmica máxima exigida pela Norma é 2,5 W/m².K;
- Para as Zonas Bioclimáticas 3 a 8, a exigência de transmitância térmica máxima exigida pela Norma é 3,7 W/m².K, desde que o $\alpha \leq 0,6$;
- Para as Zonas Bioclimáticas 1 a 7, a exigência de capacidade térmica mínima exigida pela Norma é 130 kJ/m².K;
- Para a Zona Bioclimática 8, não há exigência de capacidade térmica mínima;

α é absorptância à radiação solar da superfície externa da parede. Para que seja menor ou igual a 0,6 é necessário que a parede seja pintada em cor clara, por exemplo: branca, amarela, verde clara e alumínio.

3.9.4.2 - Índice de transmitância térmica das paredes externas (I_U)

A transmitância térmica (U) é a taxa de transmissão de calor em unidade de tempo e através de uma área unitária de um elemento ou componente construtivo, induzida pela diferença de temperatura entre dois ambientes. A transmitância térmica é calculada com a utilização do método de cálculo da ABNT NBR 15220-2 (2003).

O índice de transmitância térmica das paredes externas é calculado pela relação entre a transmitância térmica da parede externa e a transmitância térmica máxima admissível pela ABNT NBR 15575 (2013).

Para o cálculo do I_U , é utilizada a Equação 3.11:

$$I_U = \frac{U_{hab}}{U_{m\acute{a}x}} \quad (\text{Equação 3.11})$$

Onde:

U_{hab} - Transmitância térmica da parede externa da habitação;

$U_{m\acute{a}x}$ - Transmitância térmica máxima admissível pela ABNT NBR 15575 (2013).

Se o valor do I_U for superior a 1, indica que a parede externa não atende os requisitos de transmitância térmica definido por norma; se o valor do I_U for igual ou inferior a 1, indica que a parede externa atende os requisitos de transmitância térmica definidos por norma.

3.9.4.3 - Índice de capacidade térmica das paredes externas (I_{ct})

A capacidade térmica (CT) é uma grandeza física que determina a relação entre a quantidade de calor fornecida a um corpo e a variação de temperatura observada neste. A unidade de capacidade térmica no sistema internacional é Joule por Kelvin (J/K). Assim, elementos que possuem alta capacidade térmica exigem maior quantidade de energia para que seja observada variação em sua temperatura. A capacidade térmica é calculada com a utilização do método de cálculo da ABNT NBR 15220-2 (2003).

O índice de capacidade térmica das paredes externas é calculado pela relação entre a capacidade térmica da parede externa e a capacidade térmica mínima admissível pela ABNT NBR 15575 (2013).

Para o cálculo do I_{ct} , é utilizada a Equação 3.12:

$$I_{ct} = \frac{CT_{hab}}{CT_{m\acute{i}n}} \quad (\text{Equação 3.12})$$

Onde:

CT_{hab} - Capacidade térmica da parede externa;

$CT_{m\acute{i}n}$ - Capacidade térmica mínima admissível pela ABNT NBR 15575 (2013).

Se o valor do I_{ct} for superior a 1, indica que a parede externa atende os requisitos de capacidade térmica definidos por norma; se o valor do I_{ct} for igual ou inferior a 1, indica que a parede externa não atende os requisitos de capacidade térmica definidos por norma.

3.9.5 - Indicadores de desempenho de produção

Os indicadores de produção são relevantes para a comparação dos custos e dos prazos planejados na fase inicial com os que realmente ocorrem na fase de construção. Além de averiguar as ineficiências na execução das obras, esses indicadores também englobam as modificações de projeto que ocorrem após o início da obra.

Quanto ao planejamento da obra, têm-se os seguintes indicadores:

- Índice de alterações de projeto (I_{ap});
- Desvio de prazo (D_{prazo});
- Desvio de custo (D_{custo}).

3.9.5.1 - Índice de Alterações de Projeto (I_{ap})

A utilização deste indicador permite verificar qual a frequência de modificações em projetos após o início da obra, e a sua gravidade em termos de custo e prazo (COSTA, 2008). Para o cálculo do I_{ap} , é utilizada a Equação 3.13:

$$I_{ap} = \sum \text{Número de alterações} \quad (\text{Equação 3.13})$$

Cada alteração do projeto na fase de execução da obra pode acarretar custos extras, devido a perda de materiais, necessidade de desmantelar e refazer serviços, realização de um novo planejamento da obra, desvios de prazos, entre outros.

Quanto menor for o Índice de Alterações de Projeto, menores serão os desvios de custos, prazos e métodos de execução planejados inicialmente. Além da avaliação do número de modificações, é de essencial importância a análise das suas causas e consequências.

Uma apreciação contínua destes dois fatores facilita o processo de redução das alterações de projeto, tomando medidas preventivas para o futuro da obra.

3.9.5.2 - Desvio de prazo (D_{prazo})

A utilização deste indicador permite avaliar a credibilidade das estimativas de planejamento de prazos para a construção, por meio do desvio entre o avanço físico do trabalho realizado e o avanço físico do trabalho planejado. Para o cálculo do D_{prazo} , é utilizada a Equação 3.14:

$$D_{\text{prazo}} = \text{Avanço físico realizado} / \text{Avanço físico planejado} \quad (\text{Equação 3.14})$$

Se o projeto cumprir os prazos planejados, o valor do D_{prazo} será igual a 1; se estiver atrasado em relação ao planejado, o D_{prazo} terá valor menor do que 1; se estiver adiantado em relação ao planejado, o D_{prazo} terá valor maior do que 1.

3.9.5.3 - Desvio de custo (D_{custo})

A utilização deste indicador permite avaliar a credibilidade das estimativas de planejamento de custo para a construção, por meio do desvio entre o custo efetivo da construção e o custo planejado da construção. Para o cálculo do D_{custo} , é utilizada a Equação 3.15:

$$D_{\text{custo}} = \text{Custo efetivo} / \text{Custo estimado} \quad (\text{Equação 3.15})$$

Se o projeto cumprir os custos planejados, o valor do D_{custo} será igual a 1; se os custos forem superiores ao planejado, o D_{custo} terá valor maior do que 1; se os custos forem inferiores ao planejado, o D_{custo} terá valor menor do que 1.

4 - SISTEMA NACIONAL DE PESQUISA DE CUSTOS E ÍNDICES DA CONSTRUÇÃO CIVIL - SINAPI⁴

O Sinapi é um sistema de referência de preços constituídos por tabelas contendo composições de serviços e insumos da construção civil para diversas datas-base, com abrangência nas vinte e seis capitais e suas regiões metropolitanas e no Distrito Federal. Seus produtos resultam de trabalhos técnicos da participação conjugada da Caixa Econômica Federal (CEF) e da Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), presidida por convênio de cooperação técnica, assinado em 1982.

O IBGE, além da coleta de preços, tem igualmente responsabilidade pela divulgação oficial dos resultados do Sinapi, e a corresponsabilidade, juntamente com a CEF, da manutenção, atualização e aperfeiçoamento do cadastro de referências técnicas, dos métodos de cálculo e do controle de qualidade dos produtos. Atualmente, a CEF é responsável pela base técnica de engenharia do Sistema (projetos, serviços/quantitativos, especificações e composições).

A rede de coleta do IBGE pesquisa mensalmente preços de materiais de construção e salários das categorias profissionais junto a estabelecimentos comerciais, industriais e sindicatos da construção civil.

Constituem as bases de coleta de dados dois cadastros, referentes aos locais e aos insumos. O objetivo da coleta com base em amostra de locais é retratar a dinâmica de compra dos materiais necessários à construção habitacional e do segmento saneamento básico e infraestrutura exercida pelas empresas do ramo da construção.

As características dos informantes para integrarem o painel de locais são: vender para empresas construtoras com frequência e distribuir as mercadorias no âmbito geográfico da pesquisa.

⁴ As fontes das informações obtidas sobre o Sinapi foram os sítios da Internet: www.ibge.gov.br e www.caixa.gov.br, acessados em 22/05/2013.

A formação da amostra de locais tem como fontes o Cadastro de Empresas (CEMPRE) do IBGE, pesquisas diretas dos locais de compras, revistas e catálogos especializados do setor da construção, dentre outras. Esses procedimentos direcionam a indicação de locais para a amostra, atendendo os quesitos requeridos para a pesquisa.

De forma geral, os informantes do Sinapi são estabelecimentos comerciais, industriais, fornecedores e representantes, prestadores de serviço, sindicatos e empresas construtoras.

No setor público, o Sinapi é referência para delimitação dos custos de execução de obras, segundo a Lei de Diretrizes Orçamentárias (LDO), aprovada pelos plenários da Câmara dos Deputados e do Senado Federal, desde 2003.

Na Lei 12.708/2012, LDO de 2013, que dispõe sobre as diretrizes para a elaboração da Lei Orçamentária Anual de 2013, essa previsão está contida no art. 102, conforme se segue:

"Art. 102. O custo global das obras e dos serviços de engenharia contratados e executados com recursos dos orçamentos da União será obtido a partir de composições de custos unitários, previstas no projeto, menores ou iguais à mediana de seus correspondentes no Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil - SINAPI, mantido e divulgado, na internet, pela Caixa Econômica Federal e pelo IBGE, e, no caso de obras e serviços rodoviários, à tabela do Sistema de Custos de Obras Rodoviárias - SICRO, excetuados os itens caracterizados como montagem industrial ou que não possam ser considerados como de construção civil.

§ 1º O disposto neste artigo não impede que a administração federal desenvolva sistemas de referência de custos, aplicáveis no caso de incompatibilidade de adoção daqueles de que trata o caput, incorporando-se às composições de custo unitário desses sistemas, sempre que possível, os custos de insumos constantes do SINAPI e do SICRO, devendo sua necessidade ser demonstrada por justificativa técnica elaborada pelo órgão mantenedor do novo sistema, o qual deve ser aprovado pelo Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão e divulgado pela internet.

§ 2º No caso de inviabilidade da definição dos custos consoante o disposto no caput deste artigo, a estimativa de custo global poderá ser apurada por meio da utilização de dados contidos em tabela de referência formalmente aprovada por órgãos ou entidades da

administração pública federal, em publicações técnicas especializadas, em sistema específico instituído para o setor ou em pesquisa de mercado.

§ 3º Na elaboração dos orçamentos-base, os órgãos e entidades da administração pública federal poderão considerar especificidades locais ou de projetos na elaboração das respectivas composições de custos unitários, desde que demonstrada, em relatório técnico elaborado por profissional habilitado, a pertinência dos ajustes para obras ou serviços de engenharia a ser orçada."

Atualmente, o Decreto 7.983/2013 estabelece regras e critérios para elaboração do orçamento de referência de obras e serviços de engenharia, contratados e executados com recursos dos orçamentos da União. Nesse decreto, há citação do Sinapi como referencial de preços, conforme se segue:

“Art. 3º O custo global de referência de obras e serviços de engenharia, exceto os serviços e obras de infraestrutura de transporte, será obtido a partir das composições dos custos unitários previstas no projeto que integra o edital de licitação, menores ou iguais à mediana de seus correspondentes nos custos unitários de referência do Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil - Sinapi, excetuados os itens caracterizados como montagem industrial ou que não possam ser considerados como de construção civil.

Parágrafo único. O Sinapi deverá ser mantido pela Caixa Econômica Federal - CEF, segundo definições técnicas de engenharia da CEF e de pesquisa de preço realizada pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE.”

“Art. 5º O disposto nos arts. 3º e 4º não impede que os órgãos e entidades da administração pública federal desenvolvam novos sistemas de referência de custos, desde que demonstrem sua necessidade por meio de justificativa técnica e os submetam à aprovação do Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão.

Parágrafo único. Os novos sistemas de referência de custos somente serão aplicáveis no caso de incompatibilidade de adoção dos sistemas referidos nos arts. 3º e 4º, incorporando-se às suas composições de custo unitário os custos de insumos constantes do Sinapi e Sicro.”

A partir disso, a tendência é que o Sinapi não mais conste na LDO, mas apenas no Decreto.

No setor privado, o Sinapi é utilizado por profissionais e empresas que atuam no setor da construção.

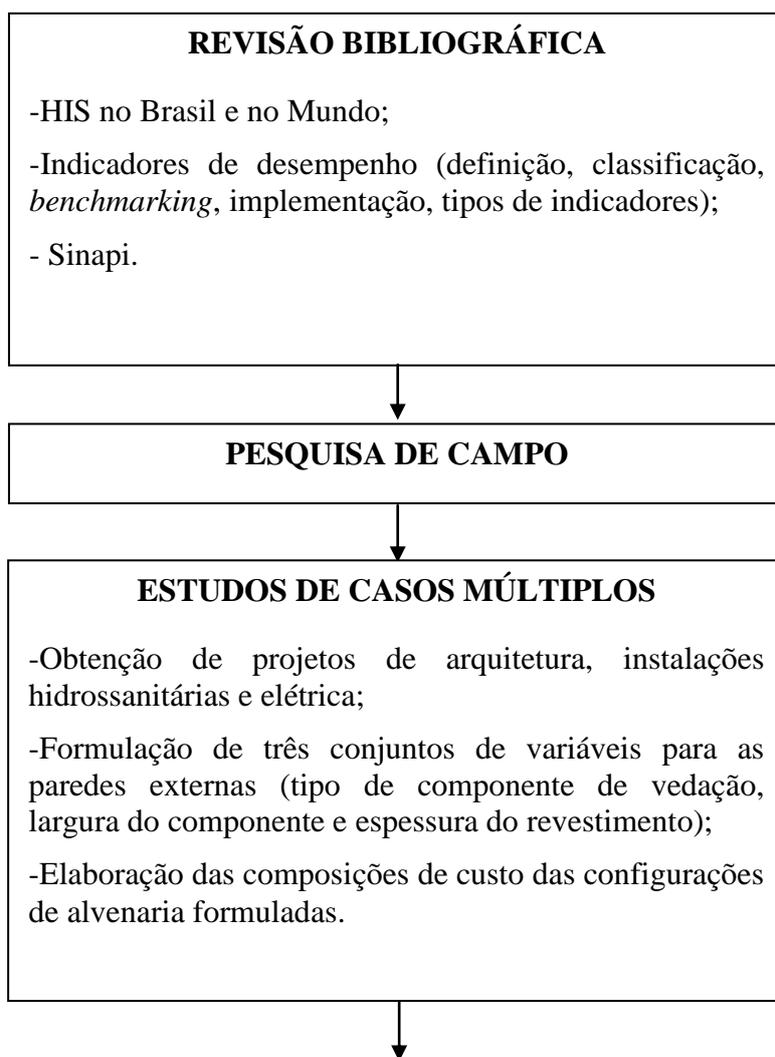
A abrangência nacional oferecida pelo Sinapi, a partir dos seus bancos de dados, o capacita a exercer um papel bastante representativo e de altíssima responsabilidade, que é o de dar suporte aos órgãos governamentais que atuam na aplicação e controle dos recursos públicos da União.

As planilhas do Sinapi podem ser obtidas no sítio: <http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/indicadores/precos/sinapi/>, acessado em 9/7/2013, às 15:36h.

5 - METODOLOGIA

Para cumprir os objetivos propostos neste trabalho - de levantar e analisar comparativamente indicadores de desempenho de projeto de HIS para o PMCMV em vários estados - foram desenvolvidas várias etapas.

Duas tipologias de projeto foram consideradas: HIS térrea e HIS tipo apartamento. Um esquema geral das etapas da metodologia é apresentado na Figura 5.1. Considerou-se no estudo a parede sem função estrutural, constituída por tijolo maciço, bloco cerâmico e bloco de concreto em diferentes larguras, e o revestimento de camada única com diferentes espessuras. Não foram considerados, no estudo, os elementos estruturais para o cálculo do custo da alvenaria.



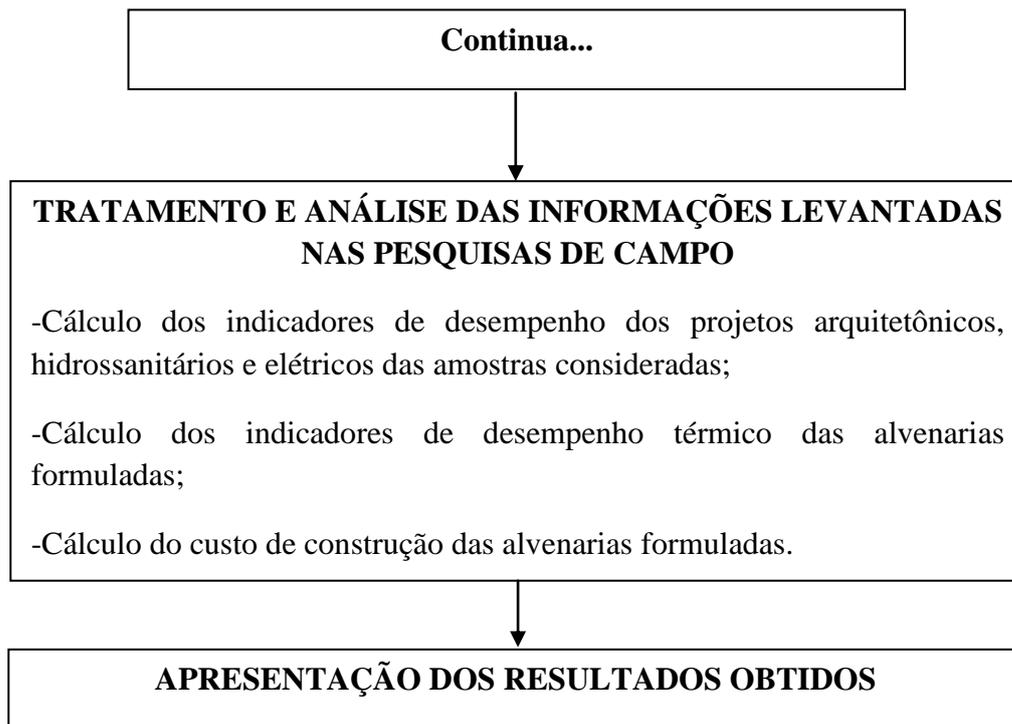


Figura 5.1 - Etapas utilizadas no desenvolvimento deste estudo

5.1 - REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Para atingir os objetivos deste estudo foi realizada uma pesquisa bibliográfica na literatura nacional e internacional, abordando os assuntos pertinentes à habitação de interesse social (HIS), aos indicadores de desempenho e ao Sinapi.

No que se refere à HIS, realizou-se um breve resumo sobre o panorama habitacional das classes de baixo poder aquisitivo nos países em desenvolvimento, oriundo da Agenda 21, além de apresentar algumas experiências internacionais na produção de habitação de HIS. Abordou-se também o assunto do déficit habitacional brasileiro e as medidas adotadas pelo governo para mitigar esse problema social - o Programa Minha Casa Minha Vida (PMCMV).

Quanto aos indicadores de desempenho, foram apresentadas as definições do termo indicador, a classificação dos indicadores, a sua utilização para *benchmarking*, os requisitos para a sua escolha e implementação, as especificidades da indústria da construção civil relativas à sua implementação e, por fim, os tipos de indicadores e suas aplicações.

Por último, efetuou-se uma síntese sobre o Sinapi, com informações sobre a interação entre o IBGE e a CEF, procedimentos para a coleta e processamento dos dados e formação do banco de dados.

5.2 - PESQUISA DE CAMPO E ESTUDO DE CASOS MÚLTIPLOS

Elaborou-se uma pesquisa de campo com o objetivo de obter projetos de arquitetura e instalações hidrossanitárias de HIS inseridas no Programa Minha Casa, Minha Vida (PMCMV).

Os estudos de casos foram utilizados como um passo metodológico importante, diante da necessidade de se levantar dados de vários projetos. Como referência da técnica do estudo de caso, baseou-se no modelo proposto por Yin (2001), apresentado na Figura 5.2.

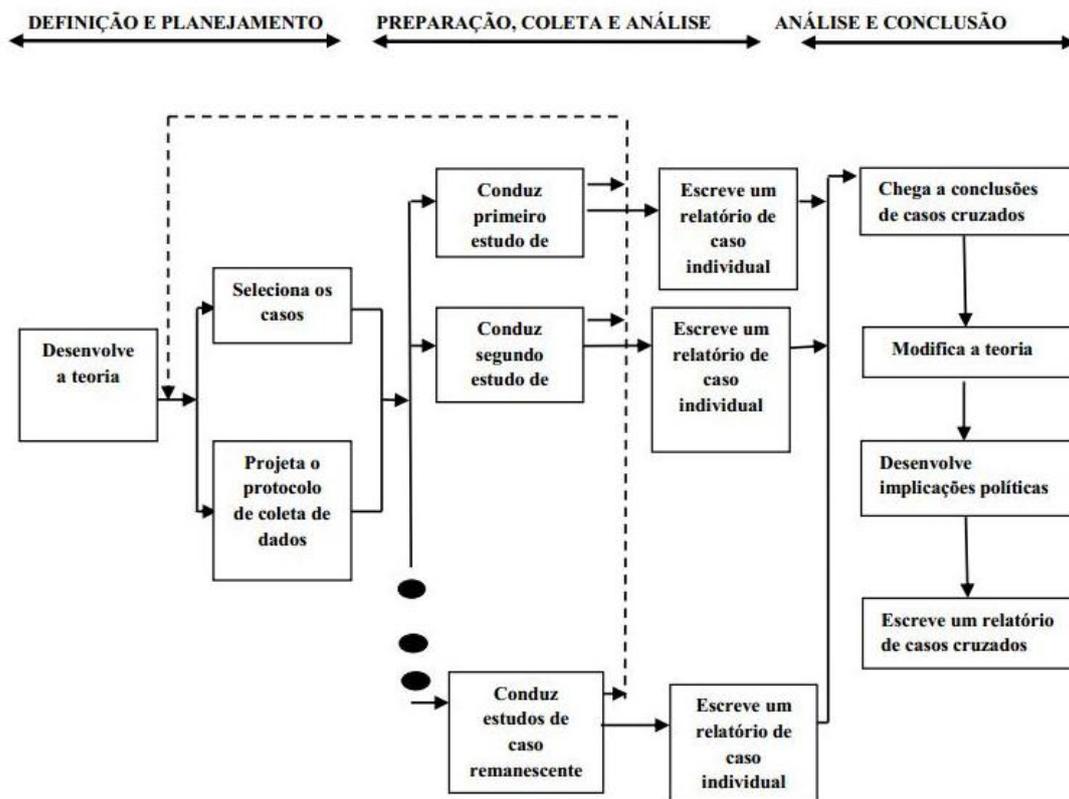


Figura 5.2 - Método de estudo de caso (YIN, 2001).

5.2.1 - Índices de desempenho de projetos de arquitetura e instalações

A partir dos projetos obtidos, foram levantados os indicadores de desempenho de projeto de arquitetura, instalações hidrossanitárias e elétricas, considerando as variáveis e critérios estabelecidos por Oliveira *et al.* (1993) e pela ABNT NBR 12721 (2005).

Os indicadores de desempenho de projeto selecionados nesse estudo são:

- Índice de Compacidade (I_c);
- Densidade de Parede (D_p);
- Densidade de Pontos Hidráulicos pela Área Global (D_h);
- Densidade de Pontos Elétricos (D_e).

A escolha desses indicadores se deve à facilidade de obtenção dos dados. Outros indicadores foram relacionados na revisão bibliográfica, contudo, para a quantificação desses outros indicadores, seriam necessárias informações de medição, *as built*, projeto de estruturas, projeto de formas, entre outras, obtidas no âmbito interno das empresas construtoras, as quais o autor desse estudo não obteve acesso.

Para o cálculo dos indicadores selecionados, são utilizadas as Equações 5.1, 5.2, 5.3 e 5.4:

$$\bullet \quad I_c = \frac{2\sqrt{3,14 \times A_{hab}}}{P_p} \times 100 \quad (\text{Equação 5.1})$$

$$\bullet \quad D_p = \frac{A_p}{A_{hab}} \quad (\text{Equação 5.2})$$

$$\bullet \quad D_h = \frac{P_{th}}{A_{real}} \quad (\text{Equação 5.3})$$

$$\bullet \quad D_e = \frac{P_{te}}{A_{real}} \quad (\text{Equação 5.4})$$

Os parâmetros das equações são definidos da seguinte forma:

- A_{hab} - Área total da habitação;
- P_p - Perímetro das paredes externas (Oliveira *et al.*, 1993);
- A_p - Área de projeção das paredes da habitação (Oliveira *et al.*, 1993);
- P_{th} - Número de pontos hidráulicos;
- P_{te} - Número de pontos elétricos.

- A_{real} - Área de toda a edificação (ABNT NBR 12721, 2005);
- A_{pavt} - Área real total do pavimento tipo (utilizada em projetos habitacionais de apartamentos).

No cálculo dos indicadores, realizou-se análise estatística por meio da média e desvio padrão dos valores encontrados.

Os resultados obtidos foram comparados com os indicadores levantados por Silva Jr. (2010) para edificações habitacionais de padrão médio de Águas Claras - DF e Goiânia - GO e por Estefani; Sposto (2002) em edificações habitacionais de padrão médio de Brasília - DF.

5.2.2 - Índice de desempenho térmico

Primeiramente, cumpre destacar que para os indicadores de desempenho térmico, não foi possível realizar análises reais, isto é, com projetos realmente construídos, devido às dificuldades de aparelhamento e logística para realizar as medições necessárias.

Para contornar esse empecilho, foram elaboradas configurações de alvenaria/parede mais utilizadas em habitações de interesse social atualmente, de forma a medir, teoricamente, os desempenhos térmicos da parede externa. Assim, toda análise envolvendo transmitância térmica e capacidade térmica nesse estudo é estritamente teórica.

Para o desempenho térmico das vedações externas, foram criados os indicadores de transmitância térmica (I_U) e de capacidade térmica (I_{ct}), calculados pelas Equações 5.5 e 5.6, respectivamente:

$$\bullet \quad I_U = \frac{U_{hab}}{U_{máx}} \quad (\text{Equação 5.5})$$

$$\bullet \quad I_{ct} = \frac{CT_{hab}}{CT_{mín}} \quad (\text{Equação 5.6})$$

Os parâmetros das equações são definidos da seguinte forma:

- U_{hab} - Transmitância térmica da parede externa da habitação;
- $U_{máx}$ - Transmitância térmica máxima admissível pela ABNT NBR 15575 (2013);

- CT_{hab} - Capacidade térmica da parede externa da habitação;
- $CT_{mín}$ - Capacidade térmica mínima admissível pela ABNT NBR 15575 (2013).

Visando o estudo do desempenho térmico das paredes externas das edificações, foram elaboradas 39 configurações de alvenaria/parede, com base nas especificações mais utilizadas atualmente em habitações de interesse social, a partir de três conjuntos de variáveis:

- Tipo de alvenaria: bloco cerâmico, bloco de concreto, tijolo maciço e concreto (parede);
- Largura do componente (L): 9 cm, 11,5 cm e 14 cm;
- Espessura do revestimento: 1,0 cm, 1,5 cm, 2,0 cm e 2,5 cm, de cada lado.

No caso da parede de concreto, não foi considerado revestimento, uma vez que, na prática, quando o acabamento é alcançado por meio de formas metálicas (hipótese considerada) é comum a aplicação apenas de pintura.

Segundo a ABNT NBR 15575 (2013), nas zonas bioclimáticas 1 e 2, a exigência de transmitância térmica máxima é $2,5 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$, enquanto nas demais zonas bioclimáticas (3 a 8), é $3,7 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$, desde que a absorvância à radiação solar da superfície externa da parede (α) seja menor ou igual a 0,6, obtida com a pintura das paredes na cor clara.

Ainda segundo a ABNT NBR 15575 (2013), nas zonas bioclimáticas 1 a 7, a exigência de capacidade térmica mínima é $130 \text{ kJ/m}^2\cdot\text{K}$, enquanto na zona bioclimática 8, não há exigência.

5.2.3 - Comparação do custo de construção com desempenho térmico

A partir das configurações de alvenaria elaboradas, procedeu-se ao cálculo do custo unitário de construção das paredes externas, a fim de relacioná-lo com os respectivos parâmetros de desempenho térmico - transmitância térmica e capacidade térmica.

Para a quantificação do custo unitário das alvenarias, utilizou-se a composição de serviços da Tabela de Composição de Preços para Orçamentos - TCPO - da editora PINI, combinado com a cotação de preços de insumos e serviços do SINAPI.

As composições da TCPO utilizadas foram:

- 70138 - Alvenaria de elevação com tijolos cerâmicos furados, dimensões 10x10x20 cm, assentes com argamassa mista de cimento, cal hidratada e areia média ou grossa sem peneirar no traço 1:2:8.
- 70153 - Alvenaria de elevação com blocos de concreto, dimensões: 9x19x39 cm, assentes com argamassa mista de cimento, cal hidratada e areia média ou grossa sem peneirar no traço 1:0,5:8. Espessura das juntas: 10 mm.
- 70106 - Alvenaria de elevação com tijolos comuns, dimensões: 5x10x20 cm, assentes com argamassa mista de cimento, cal hidratada e areia média ou grossa sem peneirar no traço 1:2:8.

A composição do serviço de preparação e aplicação da argamassa obtida do SINAPI foi a 68598/12 - Emboço paulista (massa única) traço 1:6 (cimento e areia), preparo manual.

Os serviços e insumos obtidos do SINAPI foram:

- 10511 - Cimento Portland comum CP I-32;
- 1106 - Cal hidratada, de 1ª qualidade, para argamassa;
- 367 - Areia grossa, posto jazida / fornecedor (sem frete);
- 7266 - Tijolo cerâmico furado 10 x 20 x 20 cm;
- 650 - Bloco vedação concreto 10 x 20 x 40 cm;
- 651 - Bloco vedação concreto 15 x 20 x 40 cm;
- 7258 - Tijolo cerâmico maciço 5 x 10 x 20 cm;
- 4750 - Pedreiro;
- 6111 - Servente;
- 4887 - Argamassa traço 1:6 (cimento e areia), preparo manual;
- 12865 - Estucador;

Nessa etapa, apenas foi possível precificar 16 das 39 configurações de alvenaria elaboradas na fase anterior, devido, principalmente, às dificuldades em obter cotações de mercado além daquelas constantes no SINAPI.

O custo das paredes foi elaborado para 6 cidades brasileiras localizadas em cada zona bioclimática do país:

- Zona bioclimática 1 - Curitiba - Paraná;
- Zona bioclimática 3 - São Paulo - São Paulo;
- Zona bioclimática 4 - Brasília - Distrito Federal;
- Zona bioclimática 6 - Goiânia - Goiás;
- Zona bioclimática 7 - Cuiabá - Mato Grosso;
- Zona bioclimática 8 - São Luiz - Maranhão.

Não foram obtidos dados de cidades presentes nas zonas bioclimáticas 2 e 5, pois essas zonas não abrangem cidades pesquisadas mensalmente pela rede de coletas do IBGE. Assim, nas etapas desse estudo as quais se referem à relação de preços com desempenho térmico, as zonas bioclimáticas 2 e 5 não serão analisadas. Essas duas zonas, no entanto, foram inclusas nas análises de desempenho térmico das alvenarias (que não envolvem custo de construção).

A data-base utilizada para obtenção dos custos de insumos e serviços foi janeiro de 2013.

5.3 - AMOSTRA

Para a realização do levantamento dos indicadores proposto nesse estudo, foram obtidos 19 projetos de habitação de interesse social - 15 de casas e 4 de apartamentos -, distribuídos nos seguintes estados:

- Maranhão: 7 projetos;
- Goiás: 6 projetos;
- Distrito Federal: 2 projetos;
- Acre: 2 projetos;
- Espírito Santo: 1 projeto;
- Rio Grande do Sul: 1 projeto.

A amostragem dos projetos é apresentada na Tabela 5.1. e as configurações de alvenaria, formuladas nesse trabalho, são apresentadas na Tabela 5.2.

Na Tabela 5.1, na coluna “Número de pontos elétricos da área total (P_{te})”, os espaços vazios se referem aos projetos de habitação os quais não foram obtidos os projetos de instalações elétricas.

Tabela 5.1. - Amostras selecionadas

Projeto de Habitação	Faixa de Renda	Localização	Área de cada habitação (A_{hab}) (m ²)	Perímetro das paredes (P_p) (m)	Área das paredes (A_p) (m ²)	Número de pontos hidráulicos da área total (P_{th})	Número de pontos elétricos da área total (P_{te})
PHC1	0 a 3	Colatina - ES	39,00	24,50	4,84	5	22
PHC2	0 a 3	Rio Branco - AC	32,84	24,45	3,74	5	25
PHC3	0 a 3	Rio Branco - AC	35,96	24,00	5,65	5	25
PHC4	0 a 3	Trindade - GO	41,10	27,79	5,47	5	-
PHC5	0 a 3	Paço do Lumiar - MA	38,16	24,16	5,85	5	24
PHC6	0 a 3	São José de Ribamar - MA	38,06	24,10	5,87	5	-
PHC7	0 a 3	Timon - MA	38,57	24,30	5,87	5	24
PHC8	0 a 3	Açailândia - MA	46,52	31,45	6,78	5	30
PHC9	0 a 3	Amendoeira - MA	46,52	31,45	6,78	5	26
PHC10	0 a 3	Alto Alegre do Maranhão - MA	44,60	26,40	6,59	5	26
PHC11	3 a 6	Luziânia - GO	52,42	29,20	7,07	5	-
PHC12	3 a 6	Planaltina - GO	68,71	38,80	10,07	5	-
PHC13	3 a 6	Planaltina - GO	58,51	33,50	8,88	5	-
PHC14	3 a 6	Planaltina - GO	54,31	33,25	7,54	5	-
PHC15	3 a 6	Planaltina - GO	68,02	39,16	8,76	5	-
PHA16	0 a 3	Santo Antônio - RS	205,17	88,02	27,70	20	102
PHA17	0 a 3	São José de Ribamar - MA	185,39	77,66	24,78	20	-
PHA18	3 a 10	Samambaia - DF	229,57	63,90	24,34	20	-
PHA19	3 a 10	Samambaia - DF	260,09	78,80	30,73	33	-

Tabela 5.2. - Configurações de alvenaria externa formuladas

CONFIGURAÇÕES DE VEDAÇÃO EXTERNA FORMULADAS NESSE TRABALHO						
Tipo	Alvenaria	Dimensão A (comprimento)	Dimensão B (altura)	Dimensão C (largura)	Espessura do revestimento	Espessura Total
bloco ceramico	A1	0,19	0,19	0,09	0,0100	0,11
	A2	0,19	0,19	0,09	0,0150	0,12
	A3	0,19	0,19	0,09	0,0200	0,13
	A4	0,19	0,19	0,09	0,0250	0,14
	B1	0,19	0,19	0,115	0,0100	0,135
	B2	0,19	0,19	0,115	0,0150	0,145
	B3	0,19	0,19	0,115	0,0200	0,155
	B4	0,19	0,19	0,115	0,0250	0,165
	C1	0,19	0,19	0,14	0,0100	0,16
	C2	0,19	0,19	0,14	0,0150	0,17
	C3	0,19	0,19	0,14	0,0200	0,18
	C4	0,19	0,19	0,14	0,0250	0,19
bloco concreto	D1	0,39	0,19	0,09	0,0100	0,11
	D2	0,39	0,19	0,09	0,0150	0,12
	D3	0,39	0,19	0,09	0,0200	0,13
	D4	0,39	0,19	0,09	0,0250	0,14
	E1	0,39	0,19	0,115	0,0100	0,135
	E2	0,39	0,19	0,115	0,0150	0,145
	E3	0,39	0,19	0,115	0,0200	0,155
	E4	0,39	0,19	0,115	0,0250	0,165
	F1	0,39	0,19	0,14	0,0100	0,16
	F2	0,39	0,19	0,14	0,0150	0,17
	F3	0,39	0,19	0,14	0,0200	0,18
	F4	0,39	0,19	0,14	0,0250	0,19
tijolo comum	G1	0,19	0,05	0,09	0,0100	0,11
	G2	0,19	0,05	0,09	0,0150	0,12
	G3	0,19	0,05	0,09	0,0200	0,13
	G4	0,19	0,05	0,09	0,0250	0,14
	H1	0,19	0,05	0,115	0,0100	0,135
	H2	0,19	0,05	0,115	0,0150	0,145
	H3	0,19	0,05	0,115	0,0200	0,155
	H4	0,19	0,05	0,115	0,0250	0,165
	I1	0,19	0,05	0,14	0,0100	0,16
	I2	0,19	0,05	0,14	0,0150	0,17
	I3	0,19	0,05	0,14	0,0200	0,18
	I4	0,19	0,05	0,14	0,0250	0,19
concreto	J	0,39	0,19	0,09		0,09
	K	0,39	0,19	0,115		0,115
	L	0,39	0,19	0,14		0,14

6 - APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS

Neste capítulo são apresentados os resultados obtidos nesse trabalho, referentes aos seguintes indicadores:

- Índice de Compacidade (I_c);
- Densidade de Parede (D_p);
- Densidade de Pontos Hidráulicos pela Área Global (D_h) e
- Densidade de Pontos Elétricos (D_e).

6.1 - ÍNDICE DE COMPACIDADE (I_c)

Os Índices de Compacidade (I_c) obtidos dos projetos de arquitetura das amostras selecionadas são apresentados na Figura 6.1. Para melhor compreensão das figuras, foram inseridas subdivisões delimitadas pelas linhas horizontais, que representam os limites considerados ÓTIMO, BOM e RUIM para o indicador, de acordo com Oliveira *et al.* (1993):

- I_c - Ruim (<60%); Bom (60% a 75%); Ótimo (>75%);

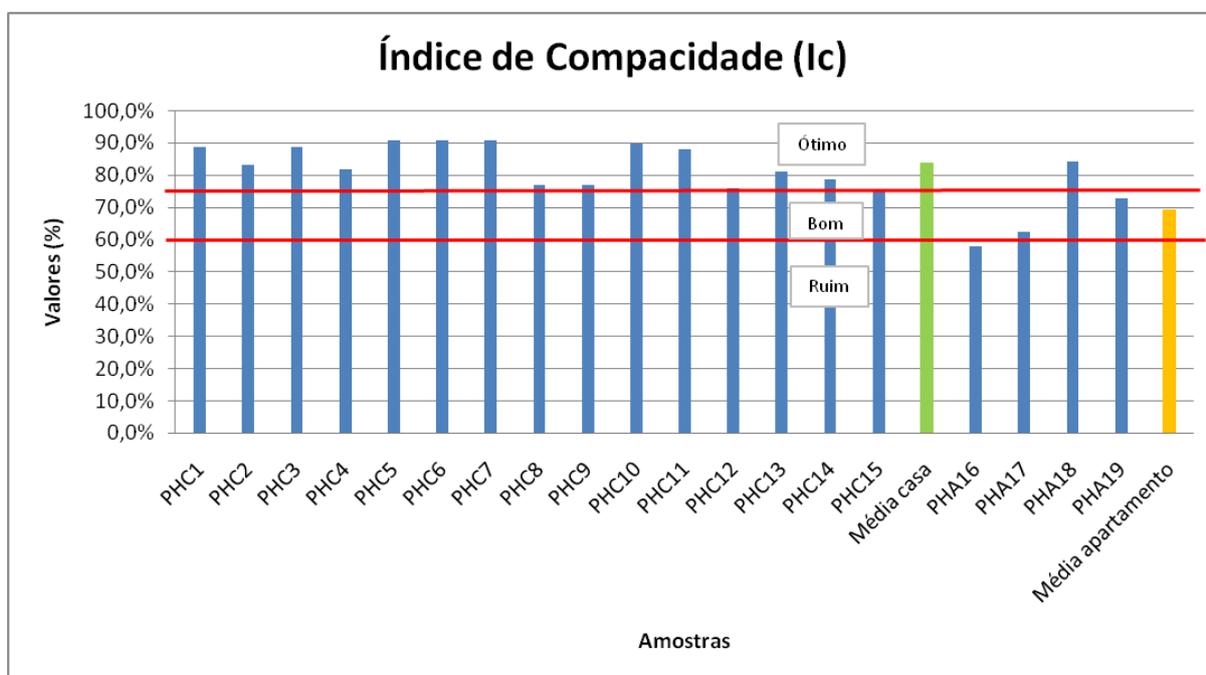


Figura 6.1 - Índice de Compacidade (I_c) das amostras.

Os valores obtidos para o I_c indicam que a maioria dos projetos das habitações que constituem a amostra desse estudo apresenta resultado considerado ótimo, segundo a classificação de Oliveira *et al.* (1993), salvo os PHC15, PHA18 e PHA19, que foram classificados como bom, e o PH16, posicionado na faixa ruim.

Entre os dez projetos de HIS voltados ao público de menor renda (0 a 3 salários mínimos), PHC1 ao PHC10, sete apresentaram a forma geométrica mais econômica no que se refere ao perímetro das paredes externas. O valor médio do I_c desse grupo foi 85,7%.

O grupo dos projetos de HIS voltados ao público de renda intermediária (3 a 6 salários mínimos) - PHC 11 ao PHC15 - apesar de também apresentarem forma geométrica econômica estão, em média, com I_c no valor de 79,6%, inferior aos projetos voltados à população mais carente, mas ainda com ótimo desempenho.

O grupo dos projetos habitacionais de casas (PHC1 ao PHC15) apresentou valor médio de índice de compacidade de 83,7%, com desvio padrão de 6,1% e coeficiente de variação de 7,3%, o que indica pouca variabilidade nos dados.

O I_c inferior observado nos projetos de HIS voltados a famílias de renda entre 3 e 6 salários mínimos pode ser explicado pelas restrições impostas ao projetista pelas dimensões dos terrenos. Nesses casos, os terrenos possuíam dimensões mais retangulares do que os demais projetos.

O grupo das HIS com tipologia de apartamentos foi o que apresentou as maiores variações de I_c , PHA17 com 84,1%, se posicionando na faixa ótima, e PHA16 com 57,7%, na faixa ruim. Diferentemente dos projetos de habitações térreas, nesse caso os projetos destinados à população de maior renda resultaram em melhor I_c do que os de menor renda.

O grupo dos projetos habitacionais de apartamentos (PHA16 ao PHA19) apresentou valor médio de índice de compacidade de 69,1%, com desvio padrão de 11,7% e coeficiente de variação de 17,0%, o que indica variabilidade moderada nos dados.

O valor médio de I_c dos projetos de HIS de apartamentos foi 69,1%, classificado como bom, e superior às médias encontradas por Silva Jr. (2010) para edificações habitacionais de maior renda para Goiânia - GO e Águas Claras - DF, 39,9% e 63,3%, respectivamente. Também é superior à média de 45,2% encontrada por Estefani; Sposto (2002) para edificações habitacionais de maior renda do Plano Piloto de Brasília.

A classificação dos I_c dos projetos habitacionais presentes nesse estudo indica que os projetos estão próximos da forma mais econômica no que diz respeito ao perímetro das paredes externas, o que reflete em menores custos de construção e melhor aproveitamento dos espaços.

A adoção de formas mais econômicas para os projetos habitacionais de apartamentos inclusos no PMCMV deve-se à necessidade de se manter os custos de construção o menor possível, pois, nesse ramo de mercado, o valor de venda é fixado pelos agentes financeiros e as margens de lucro são reduzidas.

Em relação aos valores de I_c obtidos, cumpre ressaltar algumas observações. A forma geométrica que exige o menor perímetro para determinada área é o círculo, porém, considerando o aspecto construtivo, essa forma não é a mais econômica, ou seja, a forma curva causa menor produtividade para os serviços diversos tais como marcação e elevação da alvenaria; além disto, não possui boa funcionalidade do ponto de vista da disposição do mobiliário. Assim, a forma geométrica do quadrado se firma como a mais econômica a ser adotada nos projetos de arquitetura.

Ao calcular o I_c de uma planta em forma quadrada, encontra-se o valor de 88,6%. Contudo, no presente estudo, seis projetos habitacionais (PHC1, PHC3, PHC5, PHC6, PHC7 e PHC10) tiveram I_c igual ou superior a esse valor, apesar destes projetos não terem a forma de quadrado. Esse fato decorre da metodologia adotada para obtenção das medidas das paredes. Conforme descrito nos itens 3.9.1.1 e 5.2.1, a área da habitação é obtida pela medida em planta pela face externa das paredes, enquanto o perímetro das paredes é medido em planta pelo eixo das paredes. Essa pequena diferença justifica a existência de valores de I_c superiores ao de uma forma geométrica quadrada.

6.2 - DENSIDADE DE PAREDE (D_p)

Os valores de Densidade de Parede (D_p) obtidos dos projetos de arquitetura das amostras selecionadas são apresentados na Figura 6.2. Para melhor compreensão das figuras, foram inseridas subdivisões delimitadas pelas linhas horizontais, que representam os limites considerados ÓTIMO, BOM e RUIM para o indicador, de acordo com Oliveira *et al.* (1993):

- D_p - Ruim ($>0,18$); Bom (0,15 a 0,18); Ótimo ($<0,15$);

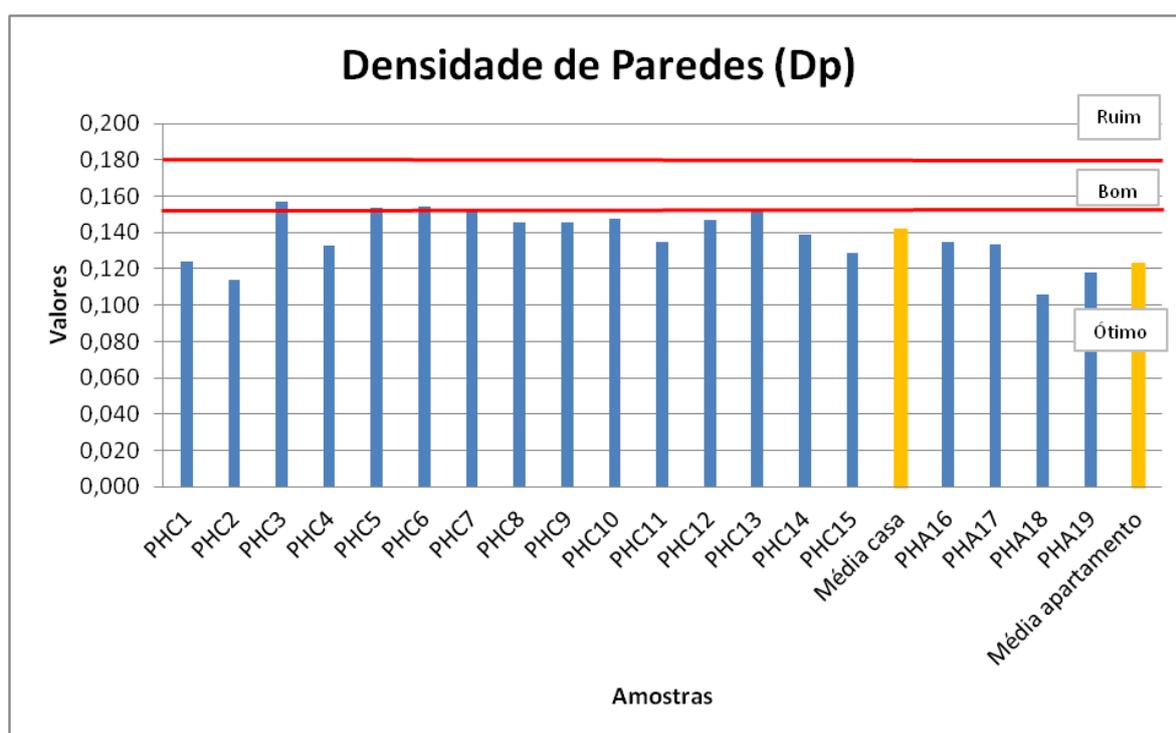


Figura 6.2 - Densidade de Parede (D_p) das amostras.

Os valores obtidos para a D_p indicam que a maioria das HIS que constituem a amostra desse estudo apresenta resultado considerado ótimo, segundo a classificação de Oliveira *et al.* (1993), salvo os PHC3, PHC5, PHC6, PHC7 e PHC13, que foram classificados como bom.

Não foram encontradas variações significativas entre os projetos habitacionais térreos com faixas de renda diferentes. Enquanto a média do grupo voltado a famílias de rendas 0 a 3 salários mínimos foi 0,143, a do grupo voltado a famílias de renda entre 3 e 6 salários mínimos foi 0,140. O valor de D_p médio de todas as habitações (PHC1 ao PHC15) foi 0,142,

com desvio padrão de 0,015 e coeficiente de variação de 10,5%, o que indica pouca variabilidade nos dados.

O grupo dos apartamentos apresentou valor médio de D_p menor que o grupo das habitações térreas, de 0,123. Novamente, os projetos desse grupo destinados à população de maior renda obtiveram desempenho melhor do que os de menor renda. Isso ocorre devido à maior área dos apartamentos e do *hall* nos projetos voltados à população de renda entre 3 e 6 salários mínimos.

O grupo dos projetos habitacionais de apartamentos (PHA16 ao PHA19) apresentou valor médio de D_p de 0,123, com desvio padrão de 0,014 e coeficiente de variação de 11,2%, o que indica pouca variabilidade nos dados.

O valor médio de D_p dos projetos habitacionais de apartamentos foi 0,123, classificado como ótimo, segundo os critérios adotados, e se posicionou entre as médias encontradas por Silva Jr. (2010) para edifícios habitacionais de padrão médio de Goiânia - GO e Águas Claras - DF, 0,133 e 0,106, respectivamente, e inferior à média encontrada por Estefani; Sposto (2002) para edifícios residenciais de padrão médio do Plano Piloto de Brasília, de 0,130.

O resultado obtido aponta uma otimização do grau de compartimentação das HIS analisadas. Ademais, representa um bom aproveitamento das áreas internas, com espaços mais abertos, o que significa menores custos de construção.

A D_p dos projetos de HIS das amostras selecionadas, classificada como ótima e boa, decorre das próprias especificações para empreendimentos do PMCMV, que prevê projeto com quantidade mínima de cômodos, bem como mobiliário mínimo e área para circulação para cada cômodo, o que limita uma maior compartimentação dos cômodos.

6.3 - DENSIDADE DE PONTOS HIDRÁULICOS PELA ÁREA GLOBAL (D_h)

Os valores de Densidade de Pontos Hidráulicos pela Área Global (D_h) obtidos dos projetos de instalações hidrossanitárias das amostras selecionadas são apresentados na Figura 6.3. Para esse índice, diferentemente dos anteriores, não existe faixa de classificação: ótimo, bom e ruim.

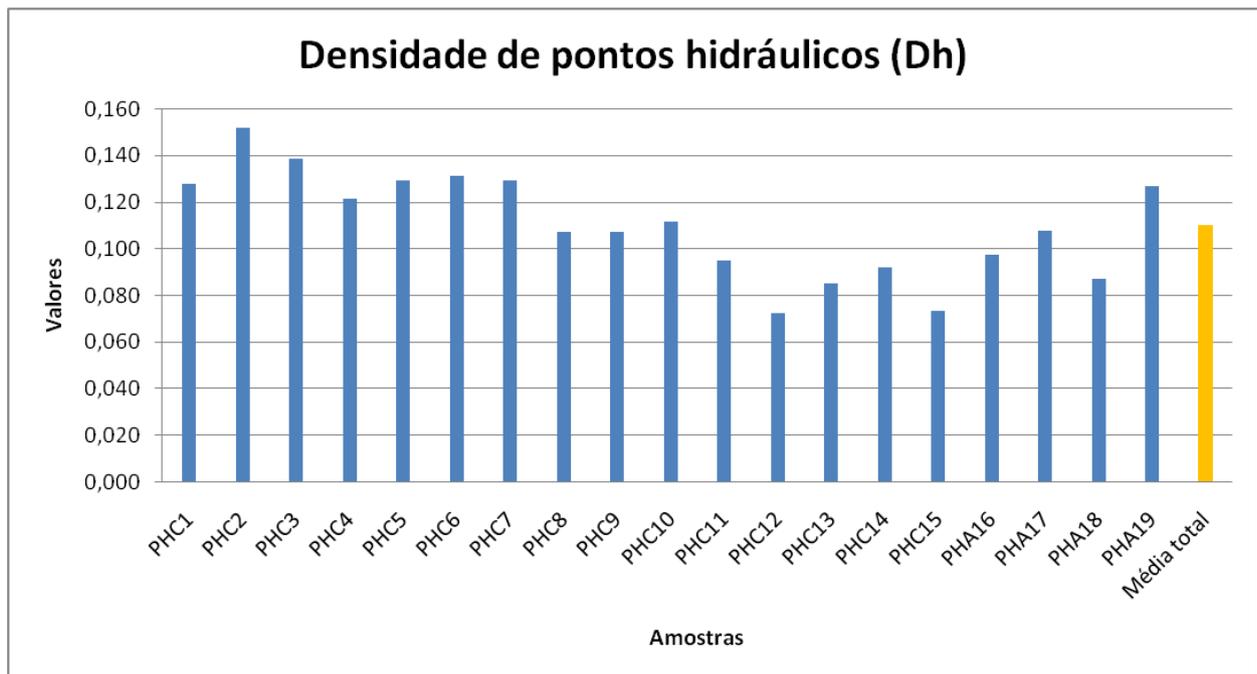


Figura 6.3 - Densidade de pontos hidráulicos (D_h) das amostras.

Os valores de D_h encontrados variam de $0,073 P_{th}/m^2$ (PHC12) a $0,152 P_{th}/m^2$ (PHC2). A média encontrada foi igual a $0,110 P_{th}/m^2$, valor superior ao apresentado por Formoso *et al.* (1998) *apud* Soares (2002), de $0,100 P_{th}/m^2$.

O valor de desvio padrão encontrado na amostra selecionada foi de $0,023$ e o coeficiente de variação de $20,4\%$, o que indica variabilidade moderada nos dados.

O número de pontos hidráulicos dos projetos de HIS é limitado pelas especificações para empreendimentos do PMCMV, que prevê, no mínimo: três torneiras (cozinha, área de serviço e banheiro), um vaso sanitário e um chuveiro, totalizando cinco pontos hidráulicos por habitação. O único projeto que apresentou valor acima do mínimo foi o referente à tipologia

de apartamento PHA 19, com 33 pontos por pavimento (quatro habitações por pavimento), voltado para a população com renda entre 3 e 10 salários mínimos.

É importante notar que, quanto menor a densidade de pontos hidráulicos, menores serão os custos de construção e, conseqüentemente, haverá melhor preço na venda, porém, essa eventual redução nos pontos hidráulicos implicaria queda no desempenho da função, em termos de atendimento das necessidades dos usuários.

6.4 - DENSIDADE DE PONTOS ELÉTRICOS (D_e)

Os valores de Densidade de Pontos Elétricos (D_e) obtidos dos projetos de instalações elétricas das amostras selecionadas são apresentados na Figura 6.4. Para esse índice, também não existe faixa de classificação: ótimo, bom e ruim. Cumpre ressaltar que foram obtidos apenas nove projetos de instalações elétricas nesse estudo e que todos se enquadram na faixa de público de renda entre 0 e 3 salários mínimos.

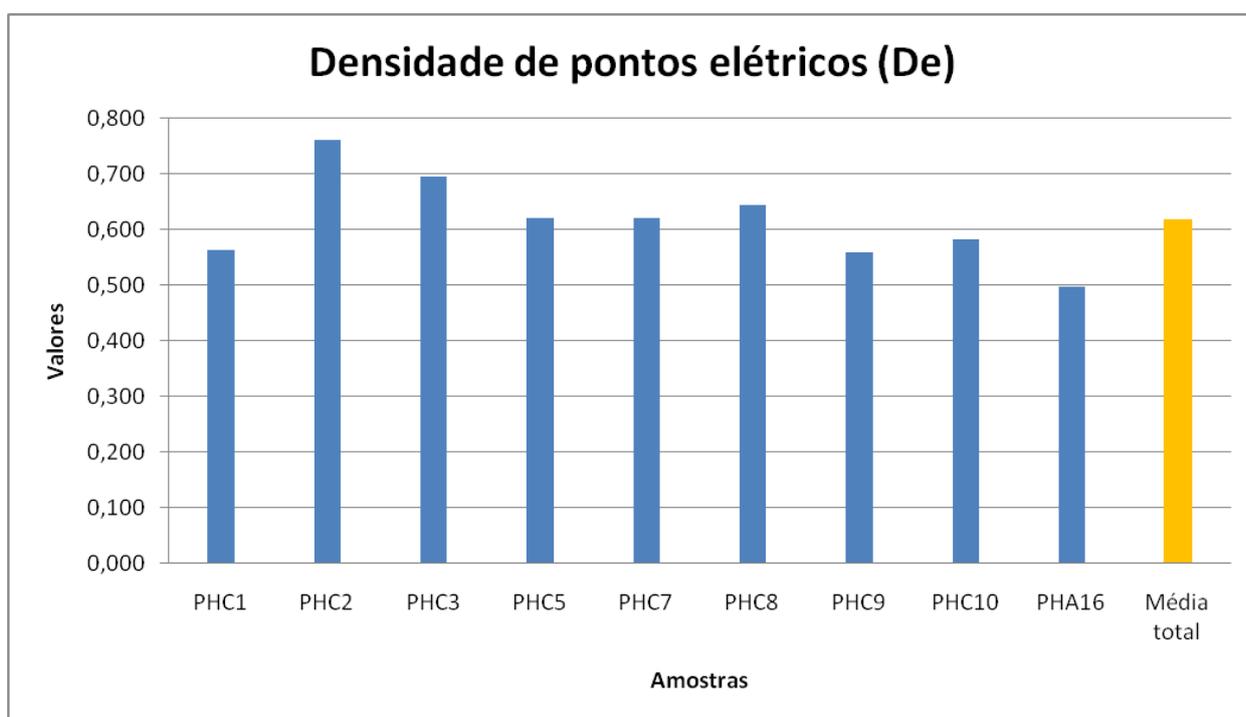


Figura 6.4 - Densidade de pontos elétricos (D_e) das amostras.

Os valores de D_e encontrados variam de $0,497 P_{te}/m^2$ (PHA16) a $0,761 P_{te}/m^2$ (PHC2). A média encontrada foi igual a $0,617 P_{te}/m^2$, valor superior ao apresentado por Formoso *et al.* (1998) *apud* Soares (2002), de $0,500 P_{te}/m^2$.

O valor de desvio padrão encontrado na amostra selecionada foi de 0,079 e o coeficiente de variação de 12,7%, o que indica pouca variabilidade nos dados.

O número de pontos elétricos dos projetos habitacionais de interesse social também é limitado pelas especificações para empreendimentos do PMCMV, que prevê um número mínimo de 20 pontos. Apesar das especificações mínimas, houve uma variação entre os projetos habitacionais de 22 a 30 pontos elétricos por habitação, o que pode indicar uma preocupação maior de algumas construtoras em oferecer um produto de qualidade superior ao mínimo exigido.

Diferentemente das instalações hidráulicas nos quais todos os projetos obtidos neste estudo apresentaram a mesma quantidade de pontos hidráulicos, a variação encontrada no total de pontos elétricos pode ser explicada pela relativa facilidade no incremento de instalações elétricas, bem como pelo menor custo, comparado com os pontos hidráulicos.

6.5 - ÍNDICE DE TRANSMITÂNCIA TÉRMICA DAS PAREDES EXTERNAS (I_U)

Os Índices de Transmitância Térmica das paredes externas (I_U) obtidos dos sistemas construtivos considerados nesse estudo são apresentados nas Figuras 6.5 a 6.10. Para melhor compreensão das figuras, foram inseridas subdivisões delimitadas por linhas horizontais, que representam os limites de aceitabilidade previstos na ABNT NBR 15575 (2013).

Para as zonas bioclimáticas 1 e 2 (Figuras 6.5 a 6.7), os valores obtidos para o I_U indicam que a maioria das configurações de alvenaria consideradas nesse estudo não atende os critérios da ABNT NBR 15575 (2013) de transmitância máxima inferior $2,5 W/m^2.K$. A alvenaria de bloco cerâmico foi a única que apresentou valores aceitáveis de I_U (exceto A1 e A2).

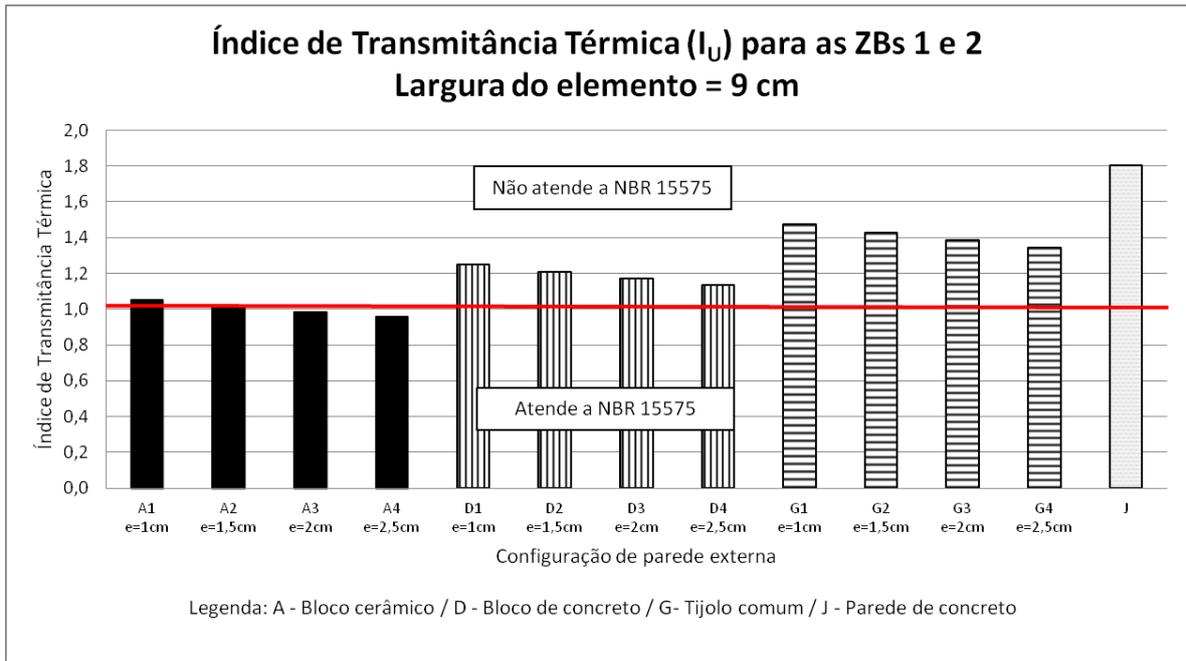


Figura 6.5 - Índice de Transmitância Térmica (I_U) das zonas bioclimáticas 1 e 2.

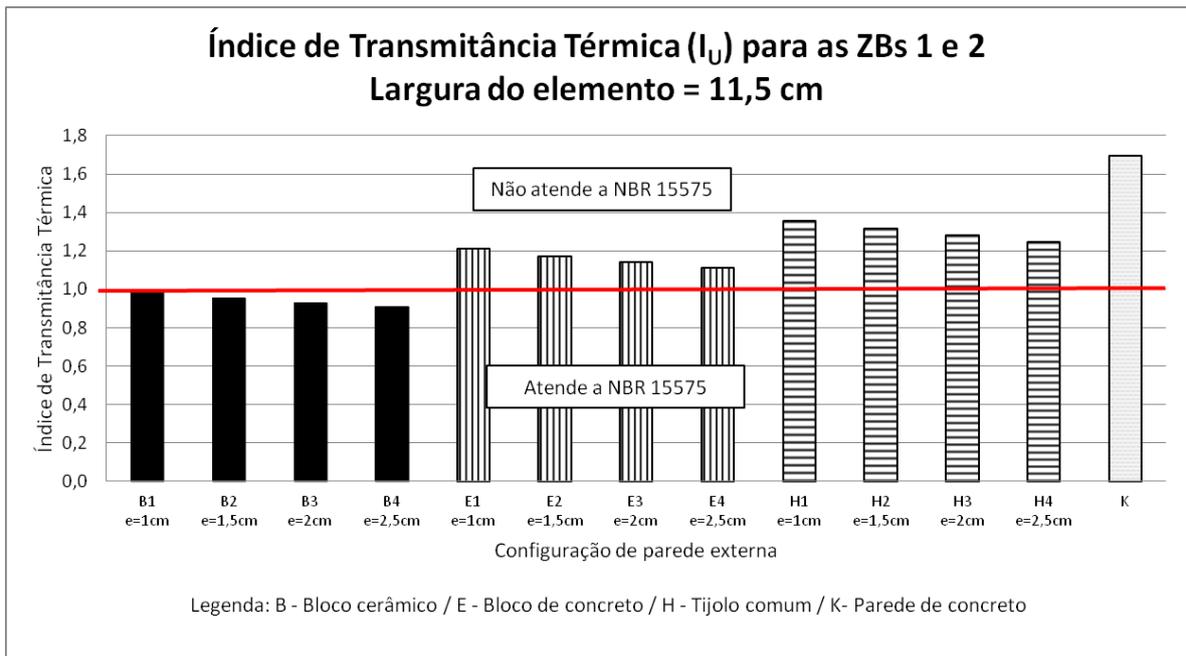


Figura 6.6 - Índice de Transmitância Térmica (I_U) das zonas bioclimáticas 1 e 2.

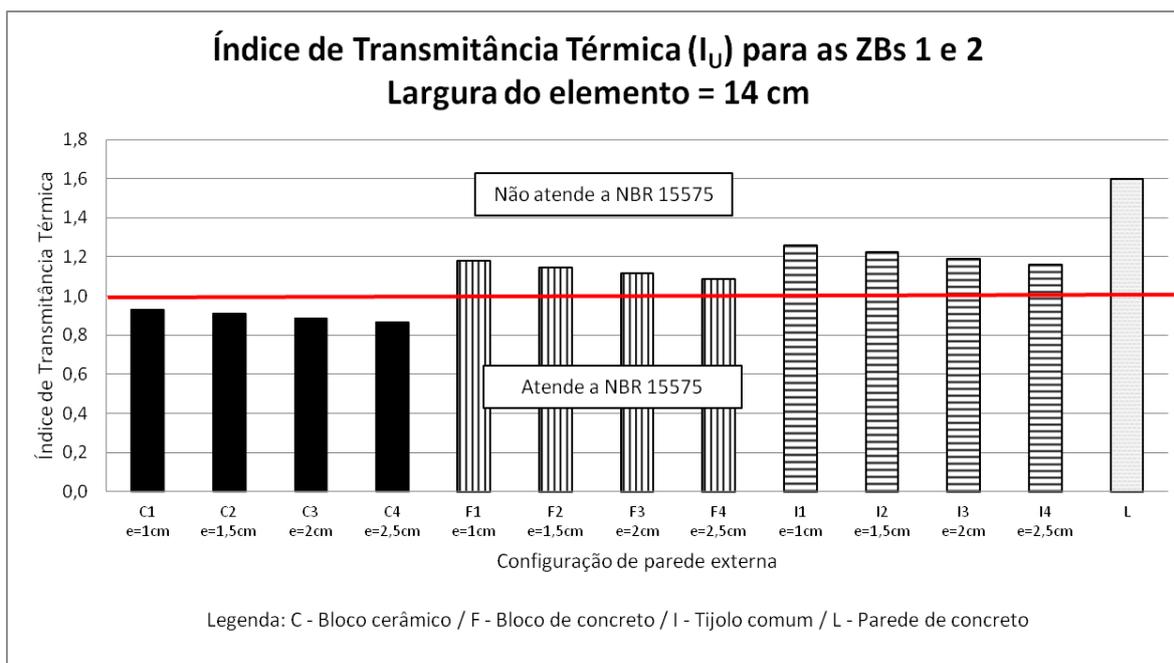


Figura 6.7 - Índice de Transmitância Térmica (I_U) das zonas bioclimáticas 1 e 2.

Para as zonas bioclimáticas 3 a 8 (Figuras 6.8 a 6.10), os valores obtidos para o I_U indicam que a maioria das configurações de alvenaria consideradas nesse estudo atende o critério da ABNT NBR 15575 (2013). Apenas a parede de concreto apresentou valores que não cumprem o critério da norma.

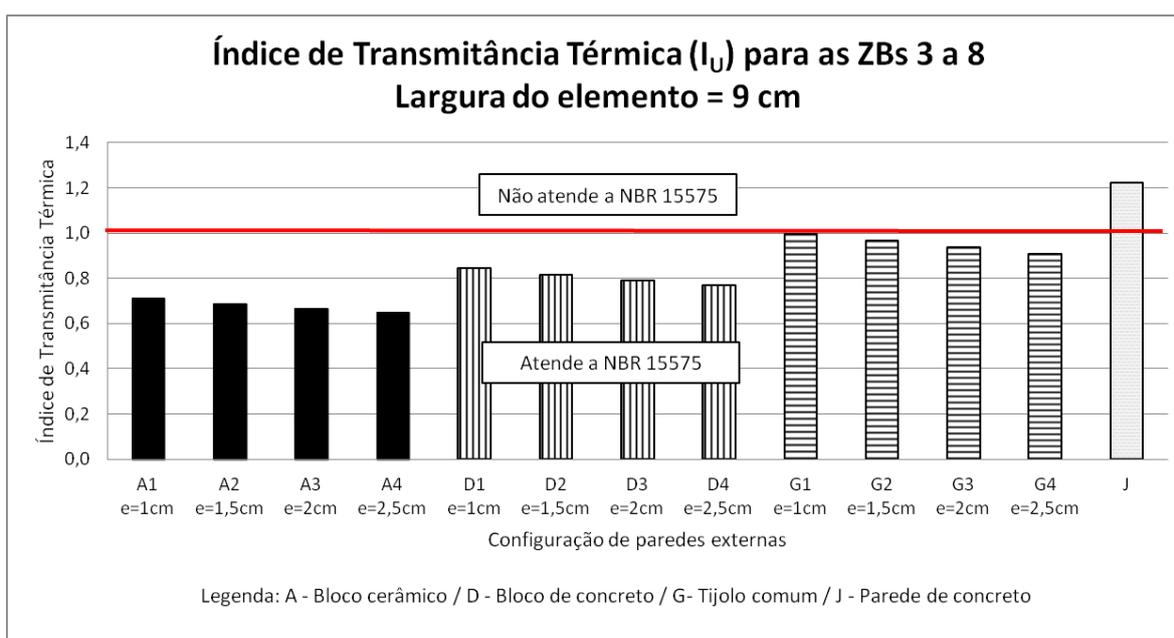


Figura 6.8 - Índice de Transmitância Térmica (I_U) das zonas bioclimáticas 3, 4, 5, 6, 7 e 8.

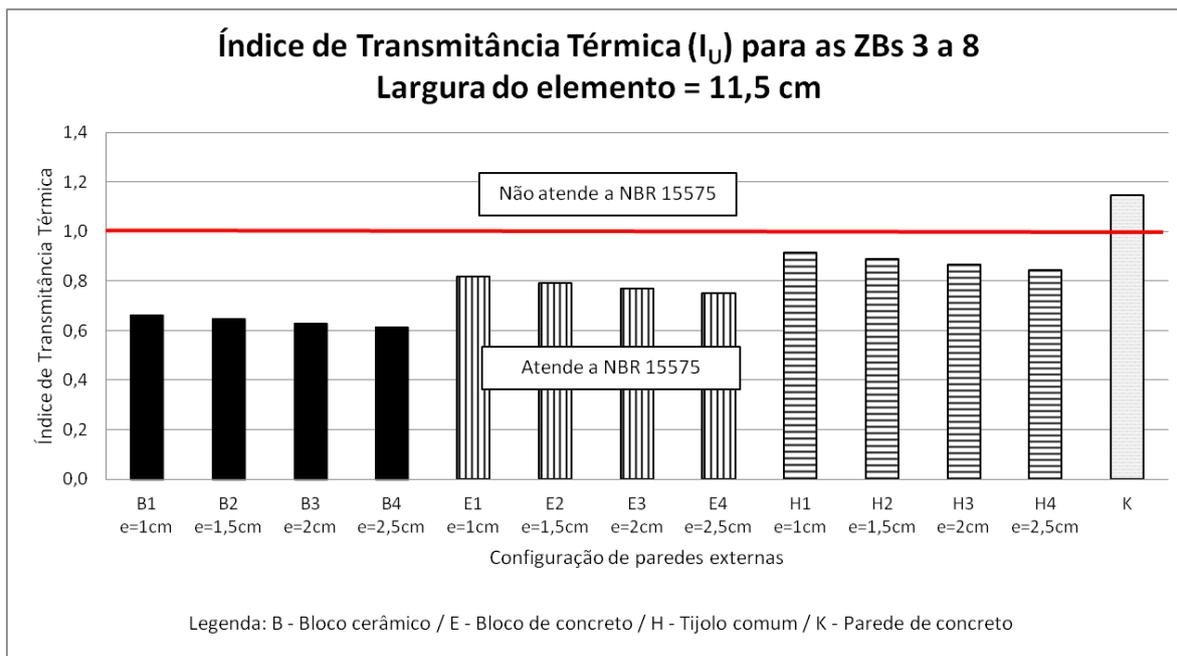


Figura 6.9 - Índice de Transmitância Térmica (I_U) das zonas bioclimáticas 3, 4, 5, 6, 7 e 8.

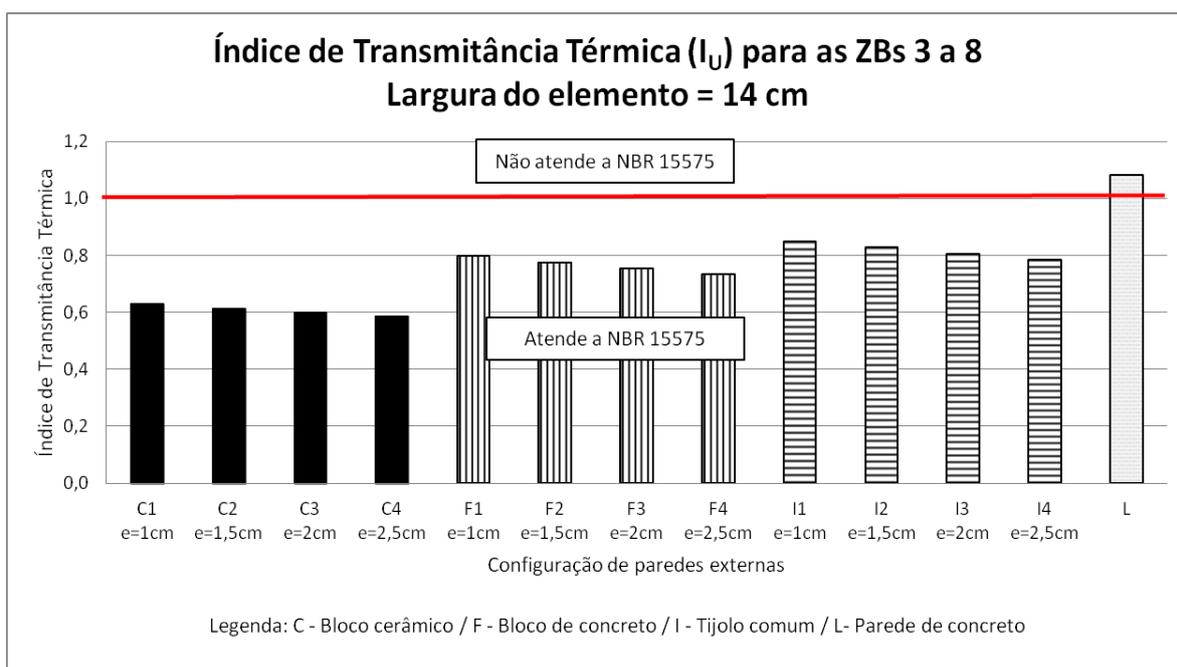


Figura 6.10 - Índice de Transmitância Térmica (I_U) das zonas bioclimáticas 3, 4, 5, 6, 7 e 8.

Por meio da comparação do desempenho das alvenarias consideradas nesse estudo entre as diversas zonas bioclimáticas brasileiras, observa-se que as soluções construtivas adotadas

para determinada região não podem ser transportadas para outra região sem a devida análise dos fatores climáticos envolvidos.

6.6 - ÍNDICE DE CAPACIDADE TÉRMICA DAS PAREDES EXTERNAS (I_{CT})

Os Índices de Capacidade Térmica das paredes externas (I_{CT}) obtidos das paredes consideradas nesse estudo são apresentados nas Figuras 6.7. Para melhor compreensão das figuras, foram inseridas subdivisões delimitadas pelas linhas horizontais, que representam os limites de aceitabilidade previstos na ABNT NBR 15575 (2013).

Para as zonas bioclimáticas 1 a 7 (Figuras 6.11 a 6.13), os valores obtidos para o I_{CT} indicam que a maioria das configurações de alvenaria consideradas nesse estudo cumpre o critério da ABNT 15575 (2013). Apenas as paredes de bloco cerâmico cujo revestimento possui 1,0 cm de espessura apresentaram valores inaceitáveis de capacidade térmica (A1, B1 e C1).

Para a zona bioclimática 8, não há exigência de capacidade térmica mínima, segundo a ABNT NBR 15575 (2013).

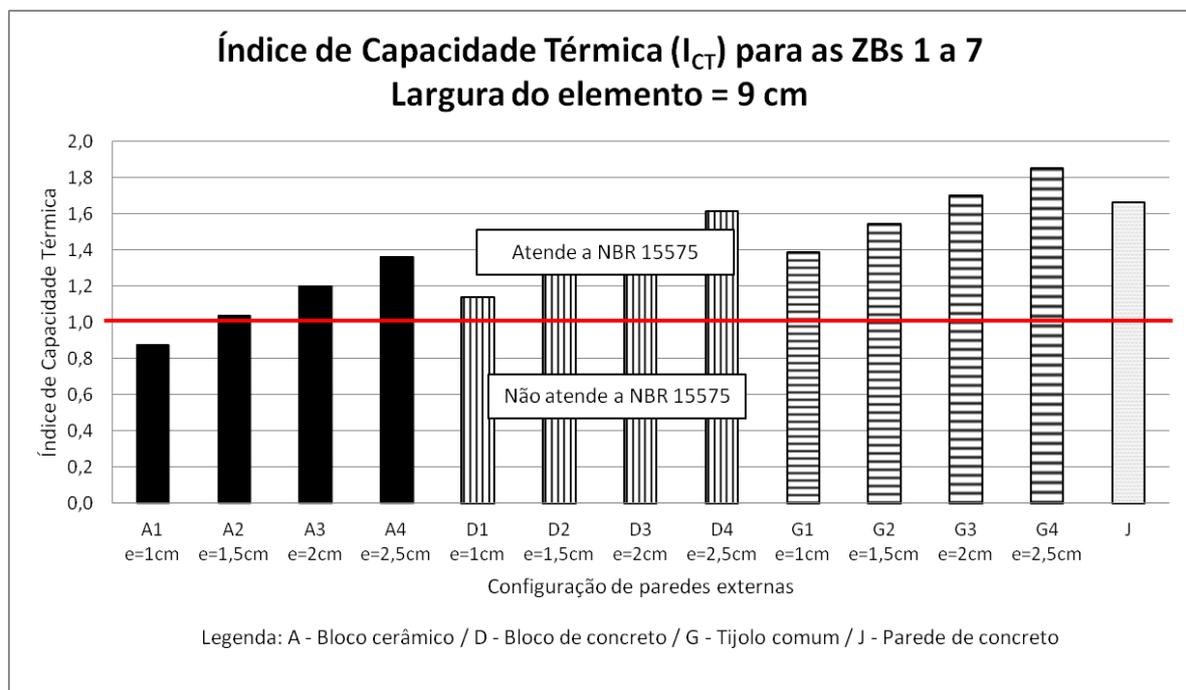


Figura 6.11 - Índice de Capacidade Térmica (I_{CT}) para as zonas bioclimáticas 1 a 7.

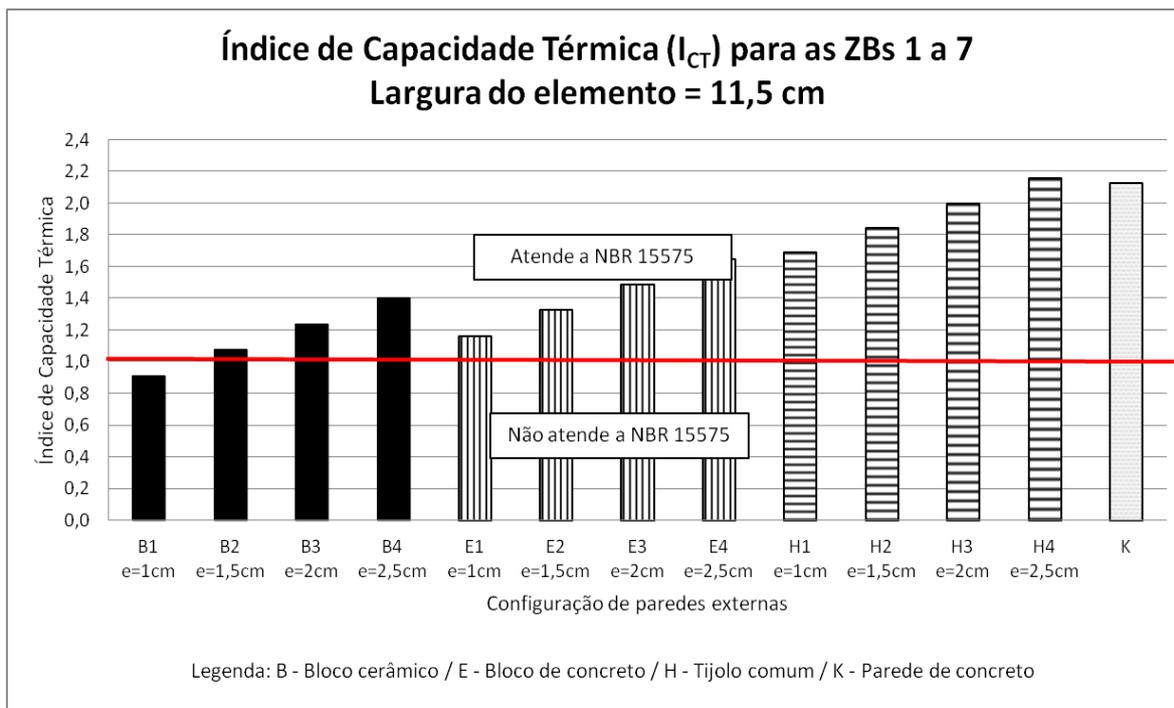


Figura 6.12 - Índice de Capacidade Térmica (I_{CT}) para as zonas bioclimáticas 1 a 7.

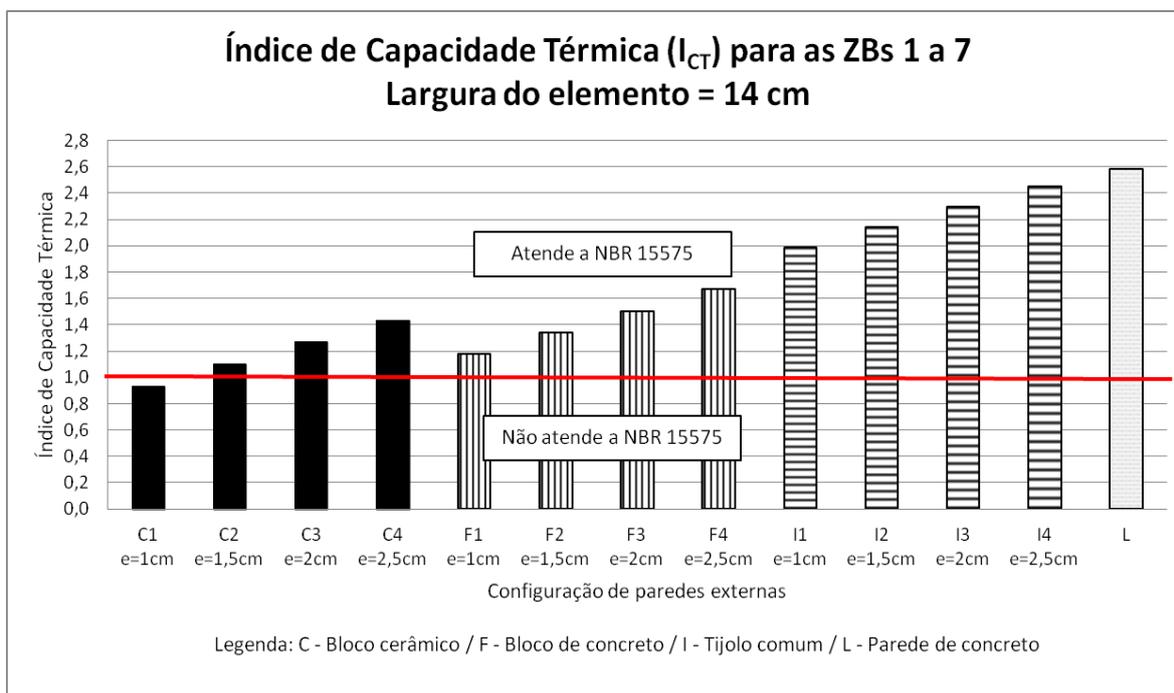


Figura 6.13 - Índice de Capacidade Térmica (I_{CT}) para as zonas bioclimáticas 1 a 7.

6.7 - RELAÇÃO DO DESEMPENHO TÉRMICO X CUSTO DE CONSTRUÇÃO

Primeiramente, é importante salientar que desempenho e custo são dois conceitos difíceis de serem correlacionados, pois, o desempenho em geral não é medido pelo custo, mas pelo atendimento às exigências do usuário. Contudo, nesse estudo observou-se uma correlação direta do desempenho com o custo de construção, quando fixado o tipo de elemento da alvenaria ou parede (por exemplo: bloco cerâmico de 9 cm). Isso ocorre devido ao aumento da espessura do revestimento que, por sua vez, aumenta simultaneamente o desempenho térmico e custo de construção.

No estudo presente, porém, o custo de uma alvenaria é fundamental para que a mesma se viabilize para o atendimento do seu objetivo de cumprir a demanda por HIS. A ideia dessa análise é ressaltar as configurações de paredes que atendam ao critério do desempenho térmico em relação à transmitância térmica (U) e capacidade térmica (CT) com o menor custo, fator limitador das HIS.

A relação do desempenho térmico da alvenaria externa com o custo de construção em cada zona bioclimática será apresentada nas Figuras 6.14 a 6.25. Para melhor compreensão das figuras, foram inseridas subdivisões delimitadas pelas linhas horizontais, que representam os limites de aceitabilidade previstos na ABNT NBR 15575 (2013).

Para facilitar o entendimento, se faz necessária uma breve explicação da nomenclatura das alvenarias:

- Ax: alvenaria em bloco cerâmico de largura 9 cm. Com x variando entre 1, 2, 3 e 4 para espessura de revestimento de 1,0 cm, 1,5 cm, 2,0 cm e 2,5 cm, respectivamente;
- Dx: alvenaria em bloco de concreto de largura 9 cm. Com x variando entre 1, 2, 3 e 4 para espessura de revestimento de 1,0 cm, 1,5 cm, 2,0 cm e 2,5 cm, respectivamente;
- Fx: alvenaria em bloco de concreto de largura 14 cm. Com x variando entre 1, 2, 3 e 4 para espessura de revestimento de 1,0 cm, 1,5 cm, 2,0 cm e 2,5 cm, respectivamente;
- Gx: alvenaria em tijolo comum de largura 9 cm. Com x variando entre 1, 2, 3 e 4 para espessura de revestimento de 1,0 cm, 1,5 cm, 2,0 cm e 2,5 cm, respectivamente;

Cumprer ressaltar que apenas os grupos A, D, F e G tiveram seus custos unitários de construção calculados. Para os demais, não foi possível a orçamentação por inexistirem no Sinapi os custos do elemento construtivo.

6.7.1 - Zona bioclimática 1 - Curitiba - Paraná

A relação do custo da alvenaria externa com a transmitância térmica (U) e com a capacidade térmica CT é apresentada na Figura 6.14 e Figura 6.15, respectivamente.

Observa-se que para a cidade de Curitiba, embora o custo da alvenaria em bloco de concreto seja muito próximo ao da alvenaria em bloco cerâmico (ambos com largura de 9 cm), a sua transmitância térmica é superior ao limite máximo aceito pela ABNT NBR 15575 (2013).

Em Curitiba, Paraná, zona bioclimática 1, a parede que apresentou desempenho térmico aceitável pela ABNT NBR 15575 (2013), em ambos critérios (transmitância térmica e capacidade térmica) foi a A4, bloco cerâmico de 9 cm de largura, cujo custo de construção é R\$ 65,69/m².

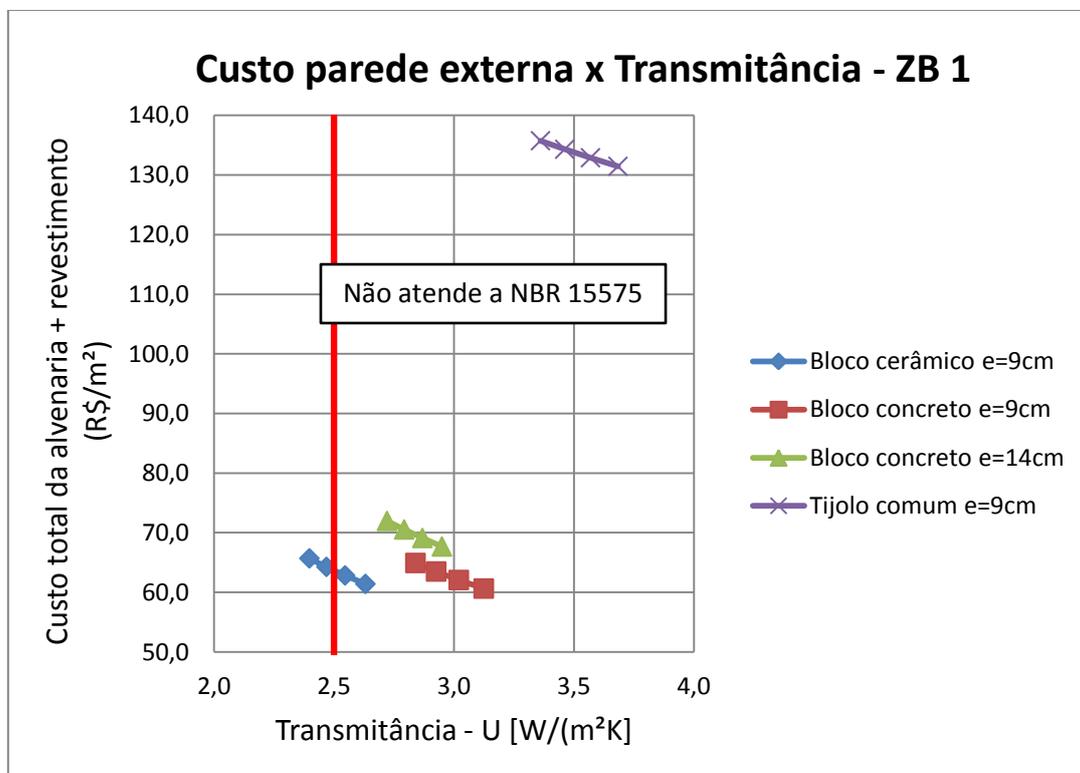


Figura 6.14 - Relação de custo da parede externa x Transmitância térmica (U) para ZB 1.

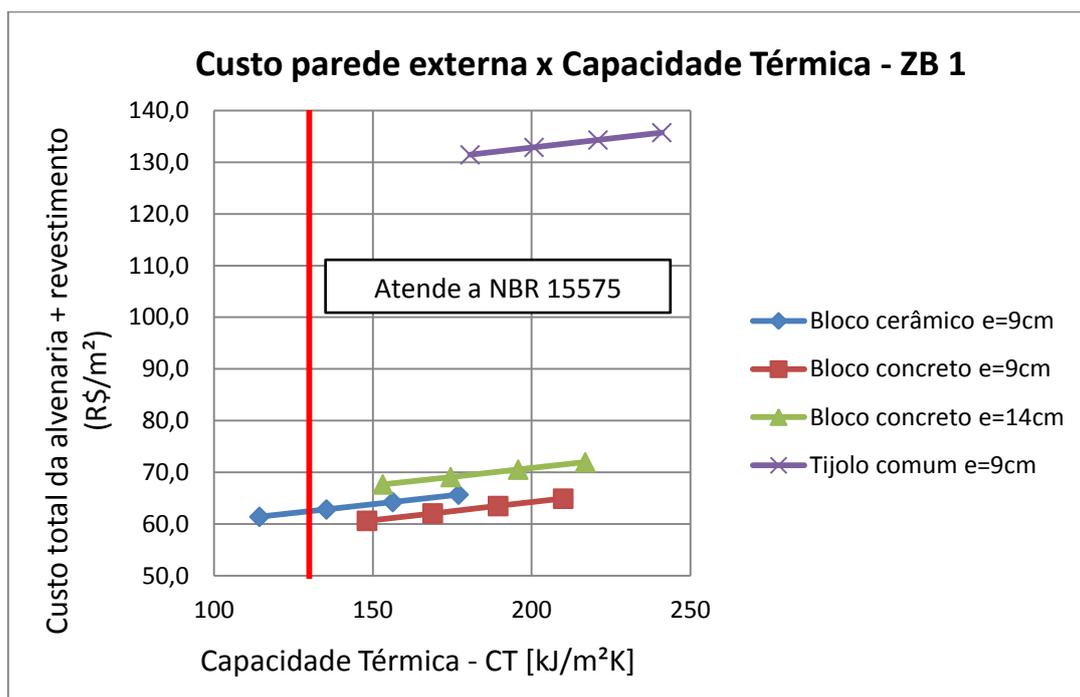


Figura 6.15 - Relação de custo da parede externa x capacidade térmica (CT) para ZB 1.

6.7.2 - Zona bioclimática 3 - São Paulo - São Paulo

A relação do custo da parede externa com a transmitância térmica (U) e com a capacidade térmica (CT) é apresentada na Figura 6.16 e na Figura 6.17, respectivamente.

Observa-se que para a cidade de São Paulo, as paredes com desempenho térmico aceitável pela ABNT NBR 15575 (2013) possuem custos entre R\$ 53,00/m² e R\$ 90,35/m². A solução mais econômica é o uso de bloco de concreto de 9 cm de largura. O custo da parede em bloco cerâmico foi o maior das cidades analisadas nesse estudo.

6.7.3 - Zona bioclimática 4 - Brasília - Distrito Federal

A relação do custo da parede externa com a transmitância térmica (U) e com a capacidade térmica (CT) é apresentada na Figura 6.18 e na Figura 6.19, respectivamente.

Observa-se que para a cidade de Brasília, as paredes com desempenho térmico aceitável pela ABNT NBR 15575 (2013) possuem custos entre R\$ 47,64/m² e R\$ 81,67/m². A solução mais econômica é o uso de bloco de concreto de 9 cm de largura, assim como São Paulo.

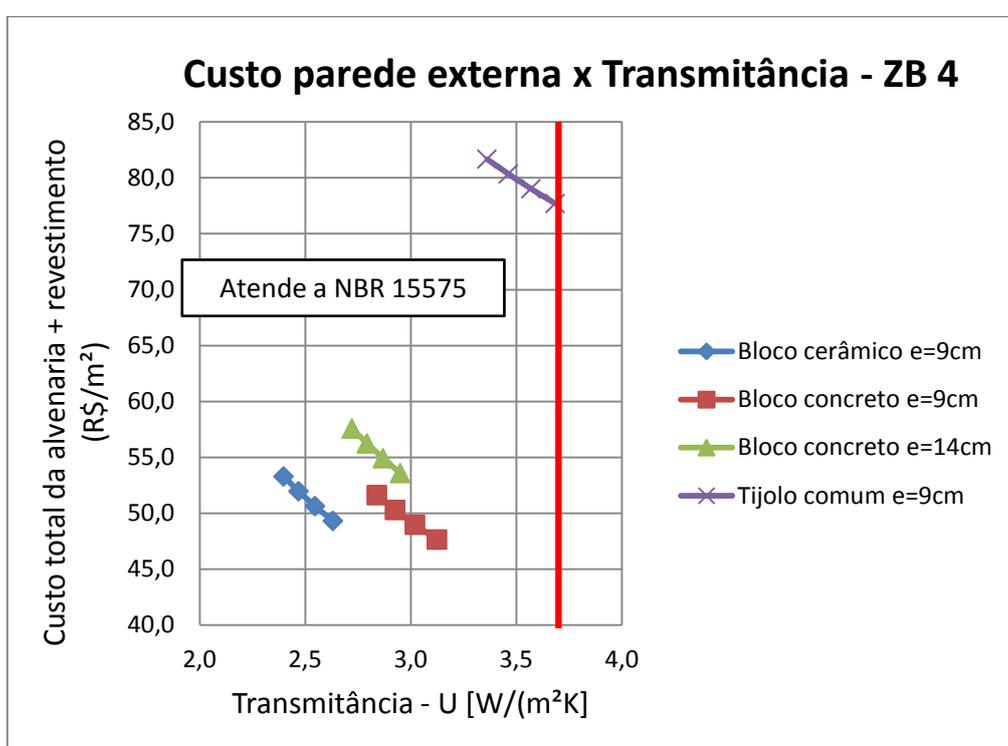


Figura 6.18 - Relação de custo da parede externa x transmitância térmica (U) para ZB 4.

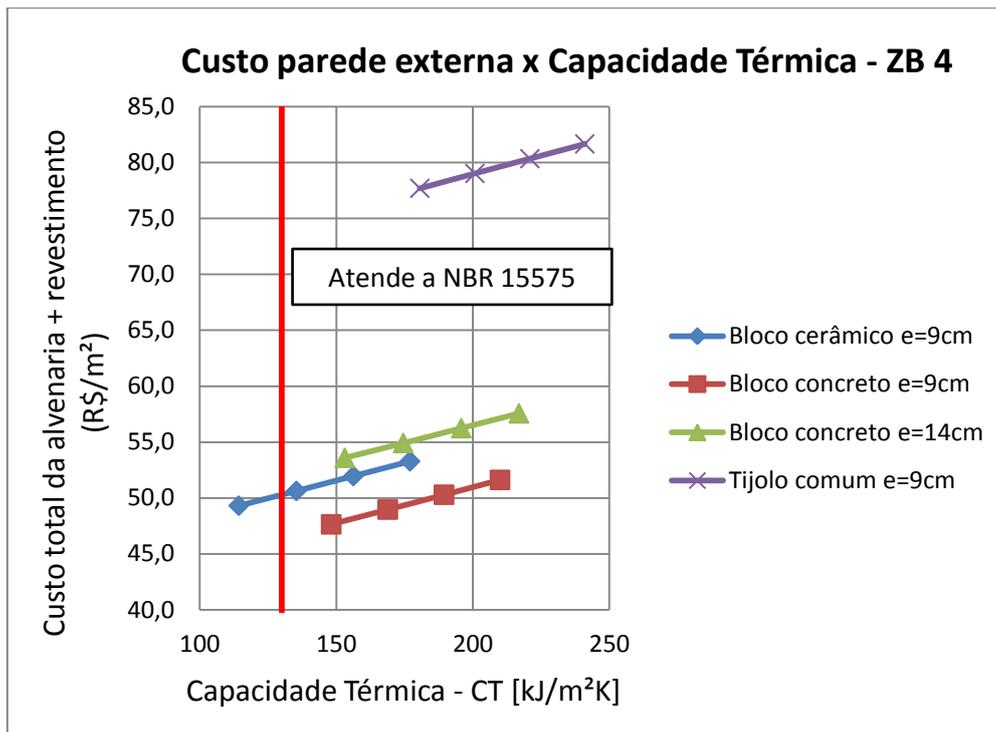


Figura 6.19 - Relação de custo da parede externa x capacidade térmica (CT) para ZB 4.

6.7.4 - Zona bioclimática 6 - Goiânia - Goiás

A relação do custo da parede externa com a transmitância térmica (U) e com a capacidade térmica (CT) é apresentada na Figura 6.20 e na Figura 6.21, respectivamente.

Observa-se que para a cidade de Goiânia, os sistemas com desempenho térmico aceitável pela ABNT NBR 15575 (2013) possuem custos entre R\$ 46,76/m² e R\$ 70,90/m². A solução mais econômica é o uso de bloco cerâmico de 9 cm de largura, que é o mais barato entre as cidades analisadas nesse estudo. Isto se deve, entre outros fatores, à existência do polo cerâmico de Anápolis, situado bem próximo à cidade de Goiânia.

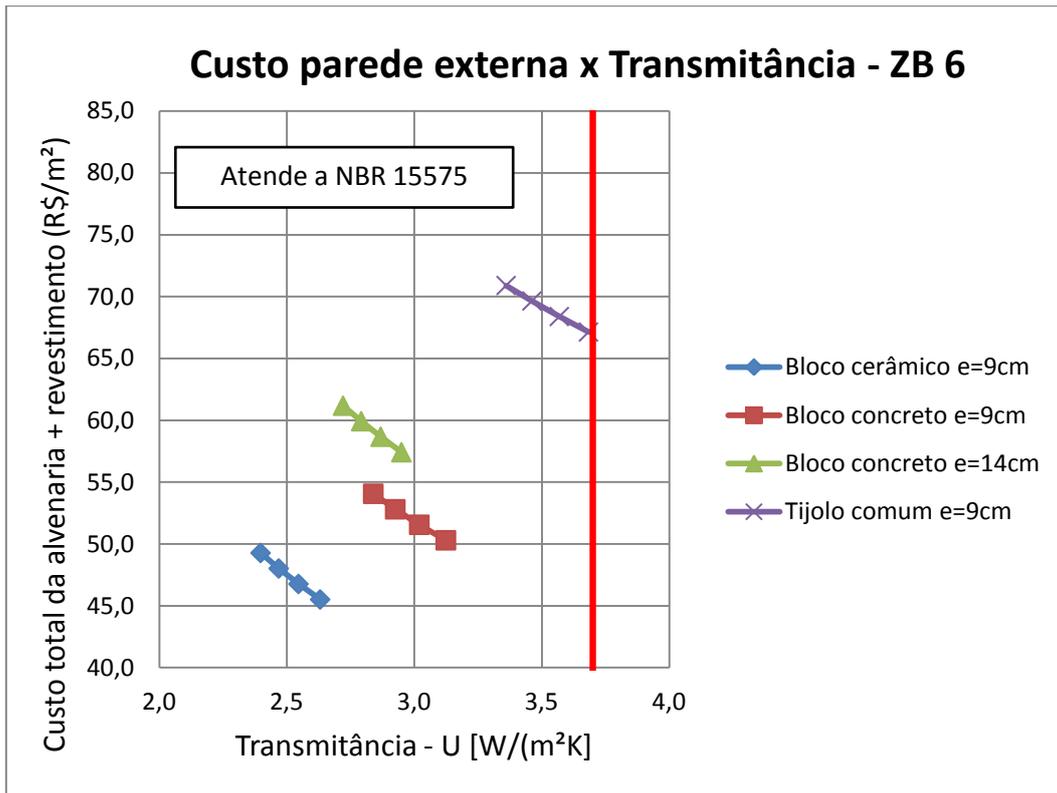


Figura 6.20 - Relação de custo da parede externa x transmitância térmica (U) para ZB 6.

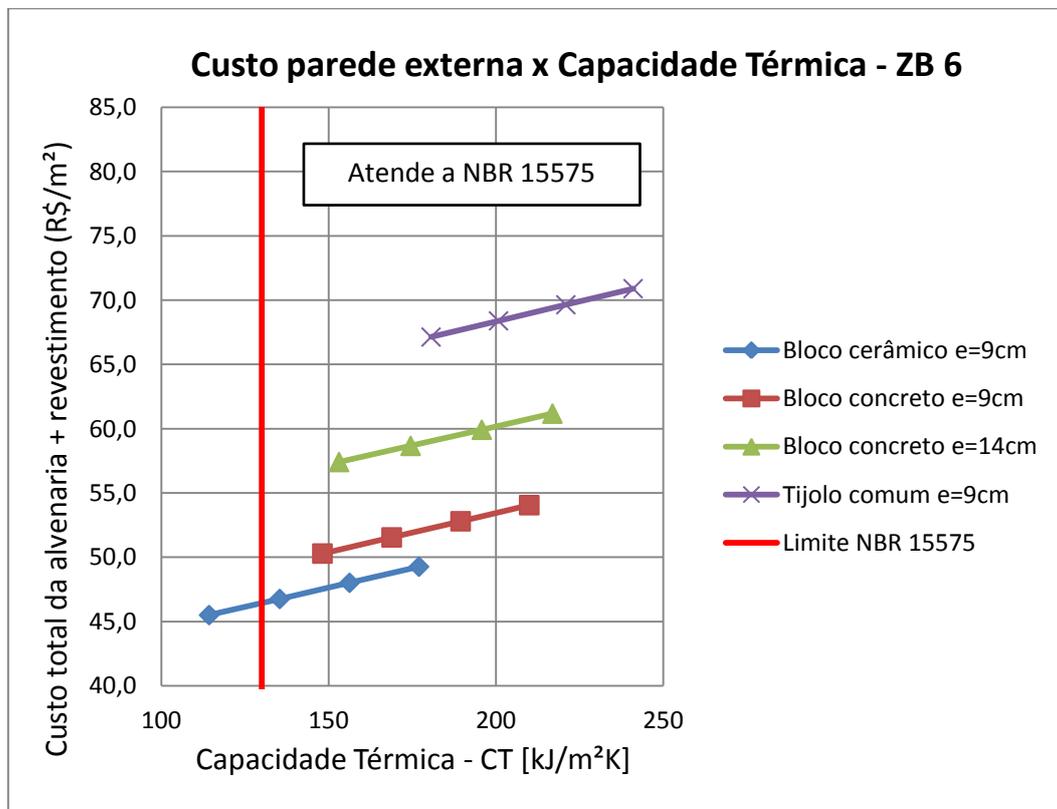


Figura 6.21 - Relação de custo da parede externa x capacidade térmica (CT) para ZB 6.

6.7.5 - Zona bioclimática 7 - Cuiabá - Mato Grosso

A relação do custo da parede externa com a transmitância térmica (U) e com a capacidade térmica (CT) é apresentada na Figura 6.22 e na Figura 6.23, respectivamente.

Observa-se que para a cidade de Cuiabá, as paredes com desempenho térmico aceitável pela ABNT NBR 15575 (2013) possuem custos entre R\$ 45,47/m² e R\$ 74,09/m². A solução mais econômica é o uso de bloco de concreto de 9 cm de largura. Dentre as cidades analisadas nesse estudo, Cuiabá apresenta os menores custos de parede em bloco de concreto (tanto de 9 cm quanto de 14 cm de largura).

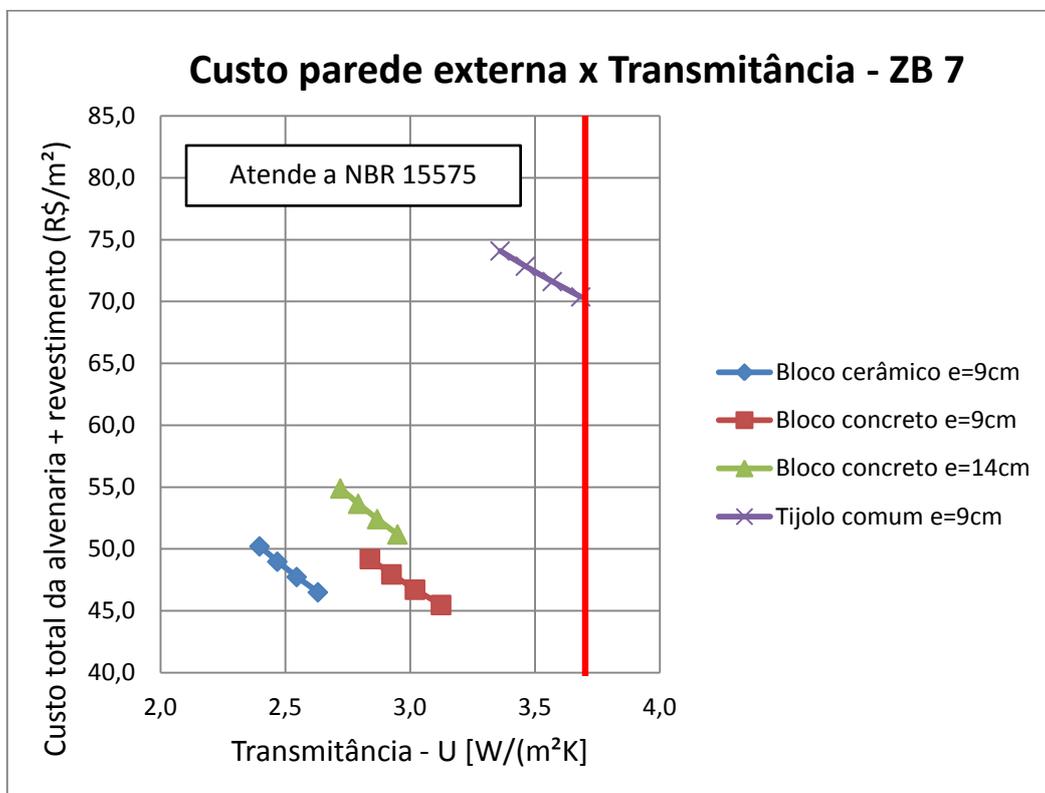


Figura 6.22 - Relação de custo da parede externa x transmitância térmica (U) para ZB 7.

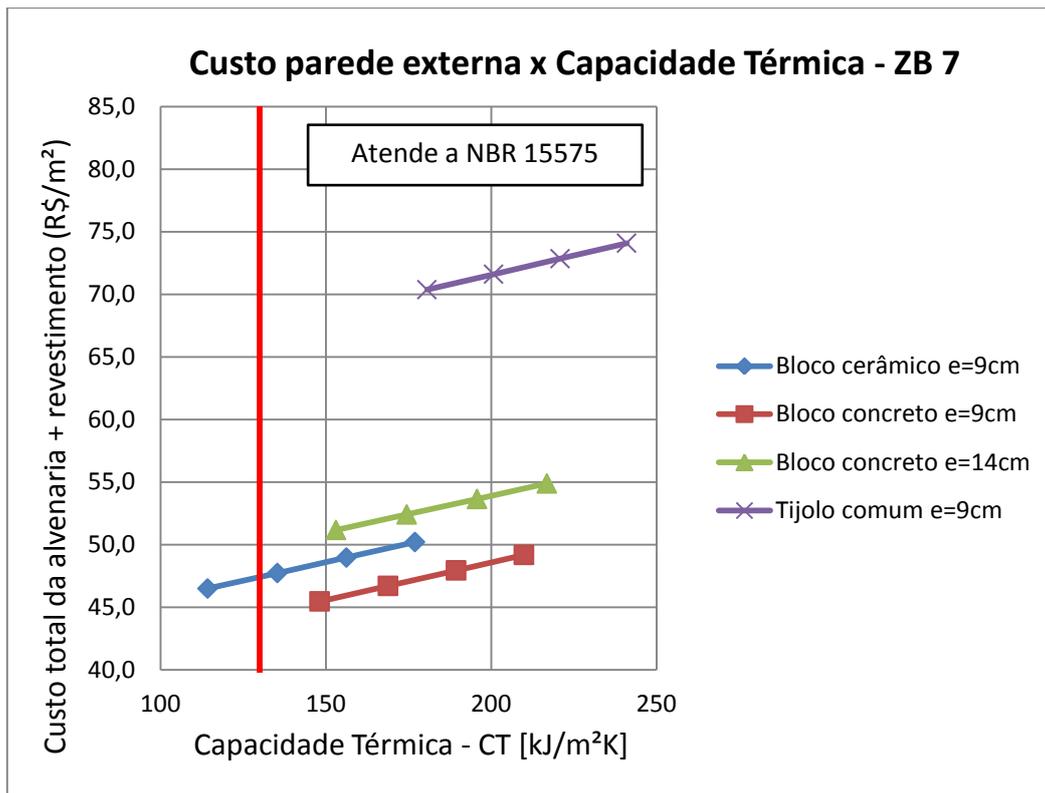


Figura 6.23 - Relação de custo da parede externa x capacidade térmica (CT) para ZB 7.

6.7.6 - Zona bioclimática 8 - São Luiz - Maranhão

A relação do custo da parede externa com a transmitância térmica (U) é apresentada na Figura 6.18. A ABNT NBR 15575 (2013) não apresenta exigência para capacidade térmica (CT) dessa zona bioclimática.

Observa-se que para a cidade de São Luiz, todas as paredes apresentaram desempenho térmico aceitável pela ABNT NBR 15575 (2013) e seus custos variam entre R\$ 46,36/m² e R\$ 111,43/m². A solução mais econômica é o uso de bloco cerâmico de 9 cm de largura.

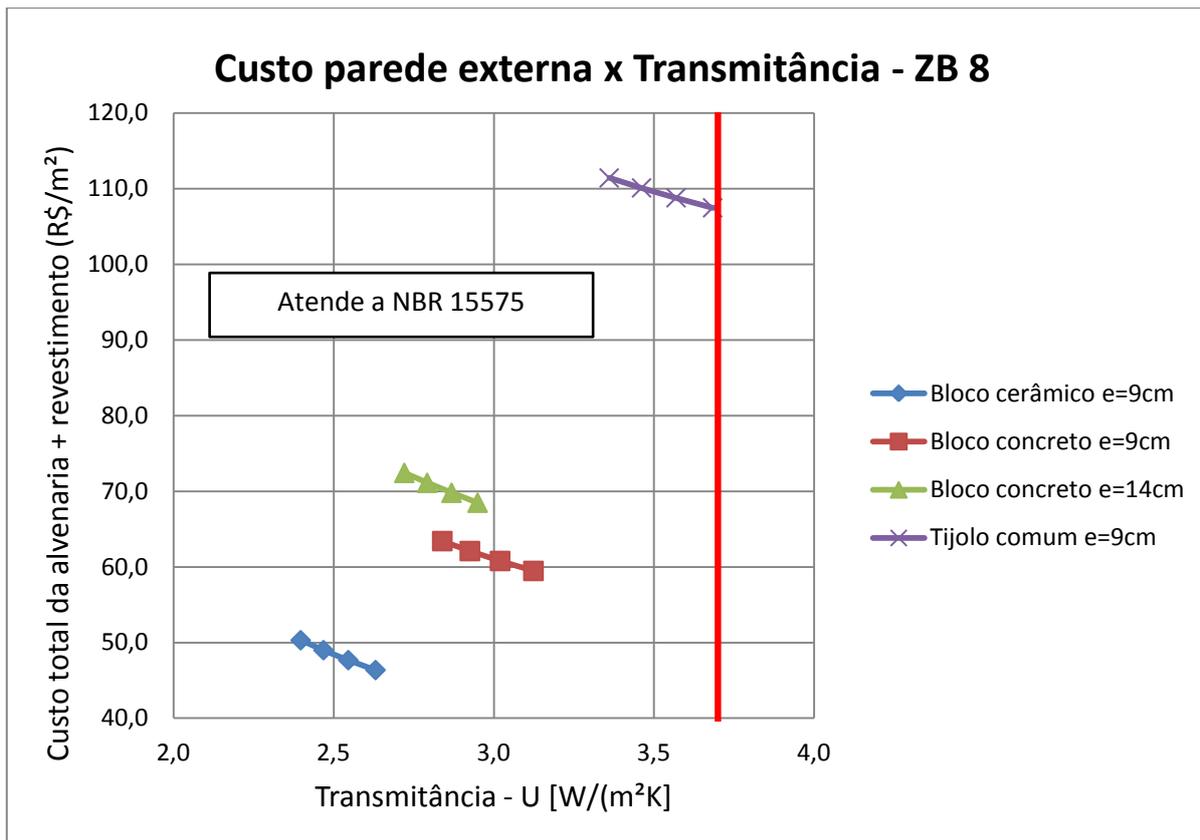


Figura 6.24 - Relação de custo da parede externa x transmitância térmica (U) para ZB 8.

6.7.7 - Custo da alvenaria nas cidades analisadas

A variação do custo da parede entre as cidades analisadas nesse estudo é apresentada na Figura 6.25. A parede em tijolo maciço é a solução mais cara entre as soluções consideradas nesse estudo, em todas as cidades analisadas. A diferença entre o custo da parede em tijolo maciço e a segunda solução mais cara, em cada cidade, é de 46,5%, em média.

Por outro lado, a solução mais econômica em Curitiba, São Paulo, Brasília e Cuiabá é a alvenaria em bloco de concreto de 9 cm de espessura e, em Goiânia e São Luiz, é a alvenaria em bloco cerâmico de 9 cm de largura.

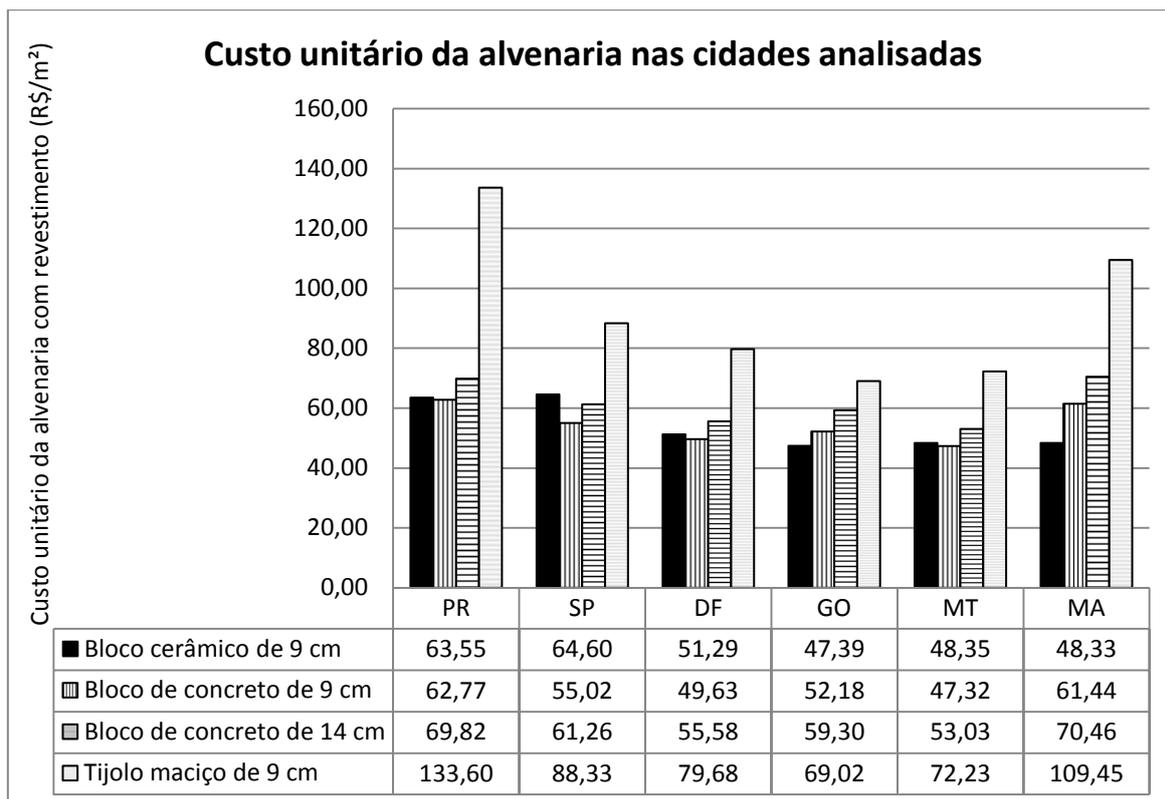


Figura 6.25 - Variação do custo unitário da alvenaria entre as cidades analisadas.

Os resultados obtidos de desempenho térmico e seu custo em cada cidade são apresentados na Tabela 6.1.

Tabela 6.1 - Resultados obtidos de desempenho térmico e de custo.

RESULTADO FINAL DE CADA COMPONENTE DA VEDAÇÃO										
Alvenaria	Largura do elemento	Espessura do revestimento	U W/(m ² .K)	CT kJ/(m ² .K)	Paraná Custo (R\$)	São Paulo Custo (R\$)	Distrito Federal Custo (R\$)	Goiás Custo (R\$)	Mato Grosso Custo (R\$)	Maranhão Custo (R\$)
A1	0,09	0,010	2,63	114	61,41	62,58	49,31	45,51	46,49	46,36
A2	0,09	0,015	2,55	135	62,83	63,93	50,63	46,76	47,73	47,67
A3	0,09	0,020	2,47	156	64,26	65,27	51,96	48,02	48,97	48,99
A4	0,09	0,025	2,40	177	65,69	66,62	53,28	49,27	50,21	50,30
B1	0,115	0,010	2,46	118	-	-	-	-	-	-
B2	0,115	0,015	2,39	140	-	-	-	-	-	-
B3	0,115	0,020	2,33	161	-	-	-	-	-	-
B4	0,115	0,025	2,27	182	-	-	-	-	-	-
C1	0,14	0,010	2,33	121	-	-	-	-	-	-
C2	0,14	0,015	2,27	143	-	-	-	-	-	-
C3	0,14	0,020	2,22	165	-	-	-	-	-	-
C4	0,14	0,025	2,17	187	-	-	-	-	-	-
D1	0,09	0,010	3,12	148	60,63	53,00	47,64	50,29	45,47	59,46
D2	0,09	0,015	3,02	169	62,06	54,35	48,96	51,55	46,70	60,78
D3	0,09	0,020	2,93	189	63,49	55,69	50,29	52,80	47,94	62,09
D4	0,09	0,025	2,84	210	64,92	57,04	51,61	54,06	49,18	63,41
E1	0,115	0,010	3,02	151	-	-	-	-	-	-
E2	0,115	0,015	2,93	172	-	-	-	-	-	-
E3	0,115	0,020	2,85	193	-	-	-	-	-	-
E4	0,115	0,025	2,77	214	-	-	-	-	-	-
F1	0,14	0,010	2,95	153	67,68	59,24	53,59	57,41	51,18	68,49
F2	0,14	0,015	2,87	175	69,11	60,59	54,91	58,67	52,41	69,80
F3	0,14	0,020	2,79	196	70,54	61,93	56,24	59,92	53,65	71,12
F4	0,14	0,025	2,72	217	71,97	63,28	57,56	61,18	54,89	72,43
G1	0,09	0,010	3,68	181	131,46	86,31	77,69	67,13	70,38	107,48
G2	0,09	0,015	3,57	201	132,89	87,66	79,02	68,39	71,61	108,80
G3	0,09	0,020	3,46	221	134,32	89,00	80,34	69,64	72,85	110,11
G4	0,09	0,025	3,36	241	135,75	90,35	81,67	70,90	74,09	111,43
H1	0,115	0,010	3,39	220	-	-	-	-	-	-
H2	0,115	0,015	3,29	240	-	-	-	-	-	-
H3	0,115	0,020	3,20	260	-	-	-	-	-	-
H4	0,115	0,025	3,12	280	-	-	-	-	-	-
I1	0,14	0,010	3,14	259	-	-	-	-	-	-
I2	0,14	0,015	3,06	279	-	-	-	-	-	-
I3	0,14	0,020	2,98	299	-	-	-	-	-	-
I4	0,14	0,025	2,90	319	-	-	-	-	-	-
J	0,09	-	4,52	216	-	-	-	-	-	-
K	0,115	-	4,24	276	-	-	-	-	-	-
L	0,14	-	4,00	336	-	-	-	-	-	-

7 - CONCLUSÕES

O objetivo deste trabalho foi apresentar subsídios ao levantamento de indicadores de desempenho para projetos de Habitação de Interesse Social (HIS), inclusos no Programa Minha Casa, Minha Vida, localizados em algumas regiões do Brasil, bem como avaliar o desempenho térmico das configurações de alvenaria mais utilizadas atualmente.

Para o alcance dos objetivos propostos, chegou-se às principais conclusões a seguir.

Todos os indicadores analisados se referem à habitação de interesse social, inclusas no Programa Minha Casa Minha Vida – Fase 1, e distribuídas entre 15 projetos de casas e 4 projetos de apartamentos, em 6 estados brasileiros. Os resultados obtidos refletem as características dos projetos da amostra selecionada, as quais necessitam de maior amostragem para permitir uma maior compreensão do desempenho das habitações no PMCMV como um todo.

7.1 - ÍNDICE DE COMPACIDADE (I_c)

A classificação dos Índices de Compacidade dos projetos habitacionais presentes nesse estudo indica que os projetos estão próximos da forma mais econômica no que diz respeito ao perímetro das paredes externas, o que reflete em menores custos de construção e melhor aproveitamento dos espaços. O valor médio de I_c dos projetos habitacionais de casas foi 83,7%, e de apartamentos foi 69,1%, classificadas como ótimo (>75%) e bom (60% a 75%), respectivamente, de acordo com a classificação de Oliveira *et al.* (1993).

Observou-se variação entre os Índices de Compacidade (I_c) dos projetos arquitetônicos de habitações voltadas à população de diferentes rendas. Os projetos destinados à faixa de renda de 3 a 6 salários mínimos possuem I_c inferior (mas, ainda ótimos) ao dos projetos destinados à faixa de renda de 0 a 3 salários mínimos. Esse fato pode ser explicado pelas restrições impostas ao projetista pelas dimensões do terreno, pois os terrenos daquele grupo possuíam dimensões mais retangulares do que os demais.

Em comparação com outros estudos envolvendo apartamentos, o valor médio encontrado nesse estudo (69,1%) é superior às médias encontradas por Silva Jr. (2010) em Águas Claras (63,3%) e Goiânia (39,9%) e por Estefani; Sposto (2002) em Brasília (45,2%). O desempenho apresentado pelos projetos arquitetônicos das HIS é fruto, dentre outros, da busca pela economicidade em detrimento de padrões estéticos de diferenciação, por exemplo.

Por fim, constatou-se uma inconsistência na metodologia adotada para medição das paredes. Alguns projetos apresentaram Índice de Compacidade (I_c) com valor superior ao da forma quadrada (88,6%). Isso decorre do fato de, segundo a metodologia adotada, a área da habitação é obtida pela medida em planta pela face externa das paredes, enquanto o perímetro das paredes é medido em planta pelo eixo das paredes.

7.2 - DENSIDADE DE PAREDES (D_p)

A classificação da Densidade de Paredes (D_p) dos projetos habitacionais presentes nesse estudo aponta para uma otimização do grau de compartimentação das habitações de interesse social, o que representa um bom aproveitamento das áreas internas, com espaços mais abertos, e significa menores custos de construção. O valor médio de D_p dos projetos habitacionais de casas foi 0,142, e de apartamentos foi 0,123, classificadas como ótima ($< 0,15$), de acordo com a classificação de Oliveira *et al.* (1993).

Não foram encontradas variações significativas entre os projetos habitacionais de casas com faixas de renda diferentes.

Em comparação com outros estudos envolvendo apartamentos, o valor médio de densidade de parede dos projetos habitacionais de apartamentos (0,123) se posicionou entre as médias encontradas por Silva Jr. (2010) para edifícios residenciais de Goiânia - GO e Águas Claras - DF, 0,133 e 0,106, respectivamente, e foi inferior à média encontrada por Estefani; Sposto (2002) para edifícios residenciais do Plano Piloto de Brasília, 0,130,

A densidade de parede dos projetos de habitação de interesse social das amostras selecionadas, classificada como ótima e boa, decorre das próprias especificações para empreendimentos do PMCMV, que prevê projeto com quantidade mínima de cômodos, bem

como mobiliário mínimo e área para circulação para cada cômodo, o que impõe uma pouca compartimentação dos cômodos.

7.3 - DENSIDADE DE PONTOS HIDRÁULICOS PELA ÁREA GLOBAL (D_h)

O valor médio de D_h obtido foi $0,110 P_{th}/m^2$, valor 10% superior ao apresentado por Formoso *et al.* (1998) *apud* Soares (2002), de $0,100 P_{th}/m^2$. Porém o número de pontos hidráulicos das habitações foi praticamente igual, salvo um projeto. Isso decorre das especificações dos empreendimentos do PMCMV, que prevê, no mínimo: três torneiras (cozinha, área de serviço e banheiro), um vaso sanitário e um chuveiro, totalizando cinco pontos hidráulicos por habitação.

Observa-se que as empresas construtoras se ativeram ao valor mínimo estabelecido pelo Programa, principalmente em decorrência dos custos envolvidos na inserção de mais pontos hidráulicos, que podem encarecer o projeto sem o devido retorno no valor e/ou volume de vendas.

7.4 - DENSIDADE DE PONTOS ELÉTRICOS (D_e)

Não foi possível a obtenção dos projetos de instalações elétricas de toda amostra. Apenas nove projetos dos dezenove envolvidos no estudo foram analisados.

O valor médio de D_e obtido foi $0,617 P_{te}/m^2$, valor 23% superior ao apresentado por Formoso *et al.* (1998) *apud* Soares (2002), de $0,500 P_{te}/m^2$. Nesse caso, houve maior variação no número de pontos elétricos do que no número de pontos hidráulicos. Apesar de o PMCMV especificar o número mínimo de tomadas elétricas e de circuitos, observou-se que muitas empresas construtoras adicionaram pontos extras no projeto. O que pode indicar maior preocupação em oferecer produtos que atendam às necessidades dos usuários, desde que envolva menor incremento de custos.

7.5 - ÍNDICE DE TRANSMITÂNCIA TÉRMICA DAS PAREDES EXTERNAS (I_U)

Segundo a ABNT NBR 15575 (2013), nas zonas bioclimáticas 1 e 2, a exigência de transmitância térmica máxima é $2,5 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$, enquanto nas demais zonas bioclimáticas (3 a 8), é $3,7 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$.

Para a determinação do Índice de Transmitância Térmica (I_U), foram elaboradas 39 configurações de alvenaria (teóricas), com a combinação de 3 variáveis (tipo de alvenaria/parede, largura do elemento e espessura do revestimento), que representam as soluções construtivas mais utilizadas em habitações de interesse social atualmente.

As análises empreendidas nesse estudo utilizaram como premissas a pintura da alvenaria na cor clara ($\alpha \leq 0,6$), para que a transmitância térmica máxima permitida pela ABNT NBR 15575 (2013) das zonas bioclimáticas 3 a 8 seja $3,7 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$.

Os resultados obtidos de I_U indicam que, nas zonas bioclimáticas 1 e 2, apenas algumas configurações de alvenaria externa com bloco cerâmico possuem valor de transmitância térmica aceita pela NBR 15575 (2013). Por outro lado, nas zonas bioclimáticas 3 a 8, salvo a parede de concreto, as demais configurações apresentaram valores aceitos pela Norma.

7.6 - ÍNDICE DE CAPACIDADE TÉRMICA DAS PAREDES EXTERNAS (I_{ct})

Segundo a ABNT NBR 15575 (2013), nas zonas bioclimáticas 1 a 7, a exigência de capacidade térmica mínima é $130 \text{ kJ/m}^2\cdot\text{K}$, enquanto na zona bioclimática 8, não há exigência.

Para a determinação do Índice de Capacidade Térmica (I_{ct}), foram elaboradas 39 configurações de alvenaria (teóricas), com a combinação de 3 variáveis (tipo de alvenaria/parede, largura do elemento e espessura do revestimento), que representam as soluções construtivas mais utilizadas em habitações de interesse social atualmente.

Os resultados obtidos de I_{ct} indicam que, nas zonas bioclimáticas 1 a 7, a maioria das configurações de alvenaria externa possuem valor de capacidade térmica aceita pela

NBR 15575 (2013). Apenas as alvenarias de bloco cerâmico cujo revestimento possui 1,0 cm de espessura apresentaram valores inaceitáveis.

7.7 - RELAÇÃO DO DESEMPENHO TÉRMICO X CUSTO DE CONSTRUÇÃO

Adicionalmente às análises dos indicadores de desempenho, efetuou-se uma comparação entre as configurações de alvenaria, formuladas nesse estudo, buscando enfatizar as relações de custo de construção da alvenaria e seu desempenho térmico.

É importante destacar que desempenho e custo são dois conceitos difíceis de serem correlacionados, pois, o desempenho, em geral, não é medido por fatores monetários, mas, sim, pelo atendimento às exigências dos usuários. Contudo, nesse estudo observou-se uma correlação direta do desempenho com o custo de construção, quando fixado o tipo de elemento da alvenaria ou parede (por exemplo: bloco cerâmico de 9 cm). Isso ocorre devido ao aumento da espessura do revestimento que, por sua vez, aumenta simultaneamente o desempenho térmico e custo de construção.

A ideia por trás dessa comparação é demonstrar como atender os requisitos de desempenho térmico impostos pela NBR 15575 (2013) com menor custo, em diferentes cidades do Brasil, uma vez que é uma preocupação da sociedade garantir que as habitações por ela subsidiada realmente atendam aos padrões mínimos de habitabilidade. Assim, as informações trazidas nessa comparação podem fomentar os agentes construtores do PMCMV a utilizar melhores práticas na elaboração dos projetos habitacionais.

Para facilitar o entendimento, se faz necessária uma breve explicação da nomenclatura das alvenarias:

- Ax: alvenaria em bloco cerâmico de largura 9 cm. Com x variando entre 1, 2, 3 e 4 para espessura de revestimento de 1,0 cm, 1,5 cm, 2,0 cm e 2,5 cm, respectivamente;
- Dx: alvenaria em bloco de concreto de largura 9 cm. Com x variando entre 1, 2, 3 e 4 para espessura de revestimento de 1,0 cm, 1,5 cm, 2,0 cm e 2,5 cm, respectivamente;
- Fx: alvenaria em bloco de concreto de largura 14 cm. Com x variando entre 1, 2, 3 e 4 para espessura de revestimento de 1,0 cm, 1,5 cm, 2,0 cm e 2,5 cm, respectivamente;

- Gx: alvenaria em tijolo comum de largura 9 cm. Com x variando entre 1, 2, 3 e 4 para espessura de revestimento de 1,0 cm, 1,5 cm, 2,0 cm e 2,5 cm, respectivamente;

Cumprе ressaltar que apenas os grupos A, D, F e G tiveram seus custos unitários de construção calculados. Para os demais, não foi possível a orçamentação por inexistirem no Sinapi os custos do elemento construtivo.

Em Curitiba, Paraná, zona bioclimática 1, a parede que apresentou desempenho térmico aceitável pela ABNT NBR 15575 (2013), em ambos critérios (transmitância térmica e capacidade térmica) foi a A4, bloco cerâmico de 9 cm de largura, cujo custo de construção é R\$ 65,69/m².

Em São Paulo, São Paulo, zona bioclimática 3, as paredes com desempenho térmico aceitável pela ABNT NBR 15575 (2013) possuem custos entre R\$ 53,00/m² e R\$ 90,35/m². A solução mais econômica é o uso de bloco de concreto de 9 cm de largura. O custo da parede em bloco cerâmico foi o maior das cidades analisadas nesse estudo.

Em Brasília, Distrito Federal, zona bioclimática 4, as paredes com desempenho térmico aceitável pela ABNT NBR 15575 (2013) possuem custos entre R\$ 47,64/m² e R\$ 81,67/m². A solução mais econômica é o uso de bloco de concreto de 9 cm de largura, assim como São Paulo.

Em Goiânia, Goiás, zona bioclimática 6, as paredes com desempenho térmico aceitável pela ABNT NBR 15575 (2013) possuem custos entre R\$ 46,76/m² e R\$ 70,90/m². A solução mais econômica é o uso de bloco cerâmico de 9 cm de largura, que é o mais barato entre as cidades analisadas nesse estudo. Isto se deve, entre outros fatores, a existência do polo cerâmico de Anápolis, situado bem próximo à cidade de Goiânia.

Em Cuiabá, Mato Grosso, zona bioclimática 7, as paredes com desempenho térmico aceitável pela ABNT NBR 15575 (2013) possuem custos entre R\$ 45,47/m² e R\$ 74,09/m². A solução mais econômica é o uso de bloco de concreto de 9 cm de largura. Dentre as cidades analisadas nesse estudo, Cuiabá apresenta os menores custos de parede em bloco de concreto (tanto de 9 cm quanto de 14 cm de largura).

Em São Luiz, Maranhão, zona bioclimática 8, todas as paredes apresentaram desempenho térmico aceitável pela ABNT NBR 15575 (2013) e seus custos variam entre R\$ 46,36/m² e R\$ 111,43/m². A solução mais econômica é o uso de bloco cerâmico de 9 cm de largura.

A parede em tijolo maciço é a solução mais cara entre as soluções consideradas nesse estudo, em todas as cidades analisadas. A diferença entre o custo da parede em tijolo maciço e a segunda opção mais cara de cada cidade é, em média, 46,5%.

Por outro lado, a solução mais econômica em São Paulo, Brasília e Cuiabá é a alvenaria em bloco de concreto de 9 cm de espessura e, em Curitiba, Goiânia e São Luiz, é a alvenaria em bloco cerâmico de 9 cm de largura.

7.8 CONCLUSÃO FINAL

Diante dos resultados obtidos com os índices de compacidade (I_c) e densidade de paredes (D_p), é possível concluir que as habitações de interesse social abrangidas nesse estudo foram projetadas com grande eficiência quanto ao aproveitamento da área útil. Isso indica que os projetistas envolvidos nesses empreendimentos, estão buscando, de fato, a redução nos custos de construção, em detrimento de aspectos meramente estéticos.

Quanto aos projetos de instalações elétricas e hidráulicas, observou-se que, as especificações mínimas exigidas pelo PMCMV foram atendidas. Contudo, apenas nos projetos de instalações elétricas foram observadas variações quanto ao número mínimo exigido. O que pode indicar uma preocupação dos projetistas em propiciar mais qualidade ao usuário, desde que o incremento no custo seja relativamente baixo. (Considerando que aumentar um ponto de instalação elétrica seja mais barato do que um novo ponto de tomada de água, que, invariavelmente, exigirá uma nova louça ou uma maior, por exemplo).

Ademais, para os indicadores de Densidade de pontos elétricos (D_e) e Densidade de pontos hidráulicos (D_h), não há, até o momento, critérios de avaliação (ótimo, bom e ruim) pela escassez de estudos na área, principalmente, quando se refere ao tema habitação de interesse

social, inseridos no Programa Minha Casa Minha Vida. Assim, esse estudo inova ao apresentar subsídios ao levantamento de indicadores de desempenho para os projetos habitacionais desse importante e abrangente Programa.

Em relação à análise teórica das principais soluções de alvenaria utilizadas atualmente, observou-se comportamento bastante variado entre os diferentes elementos construtivos quanto ao cumprimento das exigências da ABNT NBR 15575 (2013):

- O bloco cerâmico apresentou resultado positivo para transmitância térmica em todas as 8 zonas bioclimáticas. Contudo, as especificações de bloco cerâmico com revestimento de 1,0 cm não foram aprovadas quanto à capacidade térmica nas zonas bioclimáticas 1 a 7;
- O bloco de concreto apresentou resultado negativo para transmitância térmica nas zonas bioclimáticas 1 e 2 e resultado positivo nas zonas bioclimáticas 3 a 8. Quanto à capacidade térmica, foi aprovado nas zonas bioclimáticas 1 a 7;
- O bloco de concreto apresentou resultado negativo para transmitância térmica nas zonas bioclimáticas 1 e 2 e resultado positivo nas zonas bioclimáticas 3 a 8. Quanto à capacidade térmica, foi aprovado nas zonas bioclimáticas 1 a 7;
- A parede de concreto apresentou resultado negativo para transmitância térmica em todas as zonas bioclimáticas. Contudo, quanto à capacidade térmica, foi aprovado nas zonas bioclimáticas 1 a 7.
- Não há exigência de capacidade térmica na zona bioclimática 8, segundo a Norma.

Na análise de custo por desempenho térmico, observou-se que em Curitiba, Goiânia e São Luiz, a alvenaria em bloco cerâmico de 9 cm apresentou-se a mais econômica, enquanto que em São Paulo, Brasília e Cuiabá, a alvenaria em bloco de concreto de 9 cm foi a mais econômica. A alvenaria em tijolo maciço apresentou os maiores custos de construção em todas as cidades analisadas.

8 - SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

A temática envolvendo indicadores de desempenho abrange diversas possibilidades de assuntos a serem pesquisados no ramo da engenharia civil, principalmente, em se tratando da construção de habitações de interesse social.

Alguns objetos de pesquisa serão listados a seguir:

- levantamento e análise de indicadores de desempenho térmico relacionados à cobertura;
- levantamento e análise de indicadores de desempenho acústico;
- levantamento e análise de indicadores de desempenho luminífico;
- levantamento e análise de indicadores de qualidade na habitação construída (falhas estruturais, estéticas, funcionais, nas instalações hidráulicas e elétricas, etc);
- levantamento e análise de indicadores de prazo e custo;
- levantamento e análise de outros indicadores de desempenho dos projetos de arquitetura e de instalações relatados na revisão bibliográfica deste estudo;
- comparação dos indicadores de desempenho das habitações referentes à primeira fase do PMCMV com a das habitações a serem entregues na segunda fase do programa.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGÊNCIA BRASILEIRA DE DESENVOLVIMENTO INDUSTRIAL (2009). **Estudo Panorama Setorial de Construção Civil**. Brasília.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 12721 (2005)**: Avaliação de Custos de Construção para Incorporação Imobiliária e Outras Disposições para Condomínios e Edifícios. Rio de Janeiro.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 15220 (2003)**: Desempenho Térmico de Edificações. Rio de Janeiro.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 15575 (2013)**: Edifícios Habitacionais de Até Cinco Pavimentos - Desempenho. Rio de Janeiro.
- BARROS NETO, J. P. (1999). **Proposta de um Modelo de Formulação de Estratégias de Produção para Pequenas Empresas de Construção Habitacional**. Tese de Doutorado, Escola de Administração da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.
- CAIXA ECONÔMICA FEDERAL. Consulta ao site. Disponível em: http://www1.caixa.gov.br/gov/gov_social/municipal/programas_habitacao/pmcmv/saiba_mais.asp. Acessado em: 8 jun. 2012.
- CAMP, R. C. (2002). **Benchmarking: identificando, analisando e adaptando as melhores práticas da administração que levam à maximização da performance empresarial: o caminho da qualidade total**. São Paulo: Pioneira Learning.
- CARVALHO, M. T. M. (2009). **Metodologia para Avaliação da Sustentabilidade de Habitações de Interesse Social com Foco no Projeto**. Tese de Doutorado, PECC – Programa de Pós-Graduação em Estruturas e Construção Civil, Departamento de Engenharia Civil e Ambiental da Universidade de Brasília, Brasília.
- CERVENOVA, L. (2005). *Social housing in Slovakia: the task and justness of the non-profit housing organization establishment in Slovakia. International Journal of Strategic Property Management*, v. 9.
- CHEN, K. (2003). *Urban housing quality in China: a post-occupancy evaluation study of stat pilot housing estates. Journal of Architectural and Planning Research*.
- COSTA, D. B. (2003). **Diretrizes para Concepção, Implementação e Uso de Sistemas de Indicadores de Desempenho para Empresas de Construção Civil**. Dissertação de Mestrado, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.

- COSTA, D. B. *et al.* (2005). **Sistema de Indicadores para *Benchmarking* na Construção Civil: Manual de Utilização.** Porto Alegre, NORIE/UFRGS.
- COSTA, J. M. A. M (2008). **Avaliação do Desempenho na Construção Civil: a sua aplicação uma obra ferroviária.** Dissertação de Mestrado - Instituto Superior Técnico da Universidade Técnica de Lisboa.
- De ROLT, M. I. P. (1998). **O uso de indicadores para a melhoria da qualidade em pequenas empresas.** Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.
- ESTEFANI, C.; SPOSTO, R. M. (2002). **Indicadores da Qualidade em Projetos. Estudo de Caso de Edifícios Habitacionais em Brasília, DF.** In: II Workshop Nacional, Gestão do Processo de Projeto na Construção de Edifícios, 2002. Porto Alegre - RS. PUC-RS.
- FPNQ (1995). **Indicadores de desempenho.** Fundação para o Prêmio Nacional da Qualidade. São Paulo: FPNQ, 1995.
- GARCIA MESSENGUER, A. (1991). **Controle e garantia da qualidade na construção.** Sinduscon/Projeto, São Paulo, 1991.
- HA, S. K. (2008). ***Social housing estates and sustainable community development in South Korea.*** *Habitat International* 32, p. 149-363.
- HAMMOND, A.; ADRIAANSE, A.; RODENBURG, E.; BRYANT, D.; WOODWARD, R.(1995) ***Environmental Indicators: A systematic approach to measuring and reporting on environmental policy performance in the context of sustainable development.*** World Resources Institute, Washington D.C..
- JURAN, J. M. (1992). **Planejando para a qualidade.** São Paulo: Pioneira.
- KHANAM, S. (2004). ***Increasing access to housing for low income people of Bangladesh through income and employment generation.*** In: *World Urban Forum Un-Habitat.* Barcelona.
- KHANNA, N. (2000). ***Measuring environmental quality: an index of pollution.*** *Ecological Economics*, v. 35, n. 2, p. 191-202.
- LANTELME, E. M. V. (1994). **Proposta de um Sistema de Indicadores de Qualidade e Produtividade para a Construção Civil.** Dissertação de Mestrado. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.
- MAROSSZEKY, M.; KARIM, K. (1997). ***Benchmarking: a Tool for Lean Construction.*** In: *Annual Conference of Lean Construction*, 5, Gold Coast.

- MASCARÓ, J. L. (1998). **O custo das decisões arquitetônicas:** como explorar boas idéias com orçamento limitado. Porto Alegre: Sagra Luzzato. 180p.
- MASSUH, H.; PEYLOUBET, P. (2002). *Las nuevas alianzas: la producción del hábitat popular también em la escuela.* In: *Habitare Seminário Ibero-americano de rede Cytel XIV*, 4., v.2.
- MCKAY, S.; KHARE, A. (2004). *Awareness development for an energy management program for social housing in Canada.* *Energy and Buildings*, v. 36, p. 237-250.
- MEDEIROS, F. B.; MONETTI, E. **Análise da adequação dos programas de financiamento habitacional para atender as necessidades de aquisição de moradias adequadas à população de baixa renda no Brasil.** BT/PCC/492, São Paulo.
- MELHADO, S. B.; **Qualidade do Projeto na Construção de Edifícios: aplicação ao caso das empresas de incorporação e construção.** Tese de Doutorado. Escola Politécnica, Universidade de São Paulo. São Paulo.
- MINISTÉRIO DAS CIDADES (2009). **Plano Nacional de Habitação.** Brasília.
- MITCHELL, G. (1996). *Problems and Fundamentals of sustainable development indicators.* *Sustainable Development*, v. 4, n.1, p. 1-11.
- MUELLER, C.; TORRES, M.; MORAIS, M. (1997). **Referencial básico para a construção de um sistema de indicadores urbanos.** Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA), Brasília.
- OLIVEIRA, K. A. Z. (1999). **Desenvolvimento e implementação de um sistema de indicadores no processo de planejamento e controle da produção.** Dissertação de Mestrado – Núcleo Orientado para a Inovação da Edificação, Curso de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1999.
- OLIVEIRA, M.; FREITAS, H. (2000). **Seleção de indicadores para tomada de decisão: a percepção dos principais intervenientes na construção civil.** Revista Eletrônica de Administração, Porto Alegre, v. 7, n. 1, Mar. 2000.
- OLIVEIRA, M; LANTELME, E; FORMOSO, C. (1995). **Análise da Implantação de Indicadores de Qualidade e Produtividade na Construção Civil.** In: Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído, 6, 1995, Rio de Janeiro. Édile Serviços Gráficos e Editora Ltda. 1995, v. 1.
- OLIVEIRA, M; LANTELME, E; FORMOSO, C. (1993). **Sistema de Indicadores de Qualidade e Produtividade da Construção Civil.** Manual de Utilização, Sinduscon-RS, Porto Alegre, 1993.

PARMENTER, D. (2007). *Key performance Indicators: developing, implementing and using winning KPIs*. John Wiley & Sons, New Jersey, 2007.

PLESSIS, C. (2002). *Agenda 21 for sustainable construction in developing countries*. Pretoria: CIB/UNEP-IETC, 2002.

PRABHU, R.; COLFER, C. J. P.; DUDLEY, R. G. (1996) *Guidelines for developing, testing and selecting criteria and indicators for sustainable forest management. Toolbox Series*, n. 1, CIFOR, Indonésia.

PEREIRA. **Construtoras menores lideram "Minha Casa, Minha Vida"**. Disponível em: <http://economia.estadao.com.br/noticias/economia,especial-construtoras-menores-lideram-minha-casa-minha-vida,50929,0.htm>. Acessado em: 20 jun. 2012.

RAMOS, A. (2002). **Incorporação Imobiliária. Roteiro para Avaliação de Projetos**. Leterra Editora Ltda, 240 p. Brasília.

RICSRESEARCH (2010). *Making affordable housing work in India*. Disponível em: <http://www.rics.org/in/knowledge/research/research-reports/a-report-indicating-how-to-make-affordable-housing-work-in-india/>. Acessado em: 24 mai. 2013.

SEDREZ, M. M. (2004). **Sustentabilidade do ambiente construído: contribuição para a avaliação de empreendimentos habitacionais de interesse social**. Dissertação de Mestrado em Engenharia Civil. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.

SHIELDS, D.; SOLAR, S.; MARTIN, W. (2002) *The role of values and objectives in communicating indicators of sustainability*. *Ecological Indicator*, v.2, n. 1-2, p. 149-160.

SICHE, R.; AGOSTINHO, F.; ORTEGA, E.; ROMEIRO, A. (2007). **Índices versus indicadores: precisões conceituais na discussão da sustentabilidade de países**. *Ambiente & Sociedade*, v. X, n. 2, p. 137-147, Campinas.

SILVA, J. G. (2005). **Análise do ciclo de vida de tijolos prensados de escória de alto-forno**. Dissertação de Mestrado – Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, 2005.

SILVA JR, N. L. (2010) **Indicadores de desempenho em projetos de arquitetura no eixo Brasília-Goiânia**. Dissertação de Mestrado, PECC - Programa de Pós-Graduação em Estruturas e Construção Civil, Departamento de Engenharia Civil e Ambiental da Universidade de Brasília, Brasília.

SOARES. D. R. (2002). **Proposta para indicadores de desempenho em projetos e custos de obras públicas: aplicação em obras militares**. Dissertação de Mestrado, PECC - Programa de Pós-Graduação em Estruturas e Construção Civil, Departamento de Engenharia Civil e Ambiental da Universidade de Brasília, Brasília.

SOUZA, R. de; *et al.* (1995). **Sistemas de Gestão da Qualidade para Empresas Construtoras**. PINI, CTE, SINDUSCON/SP, SEBRAE, 247 p. São Paulo, 1995.

TAKASHINA, N. T.; FLORES, M. C. X. (1996). **Indicadores da Qualidade e do Desempenho**: como estabelecer metas e atingir resultados. Rio de Janeiro: Qualitymark, 1996.

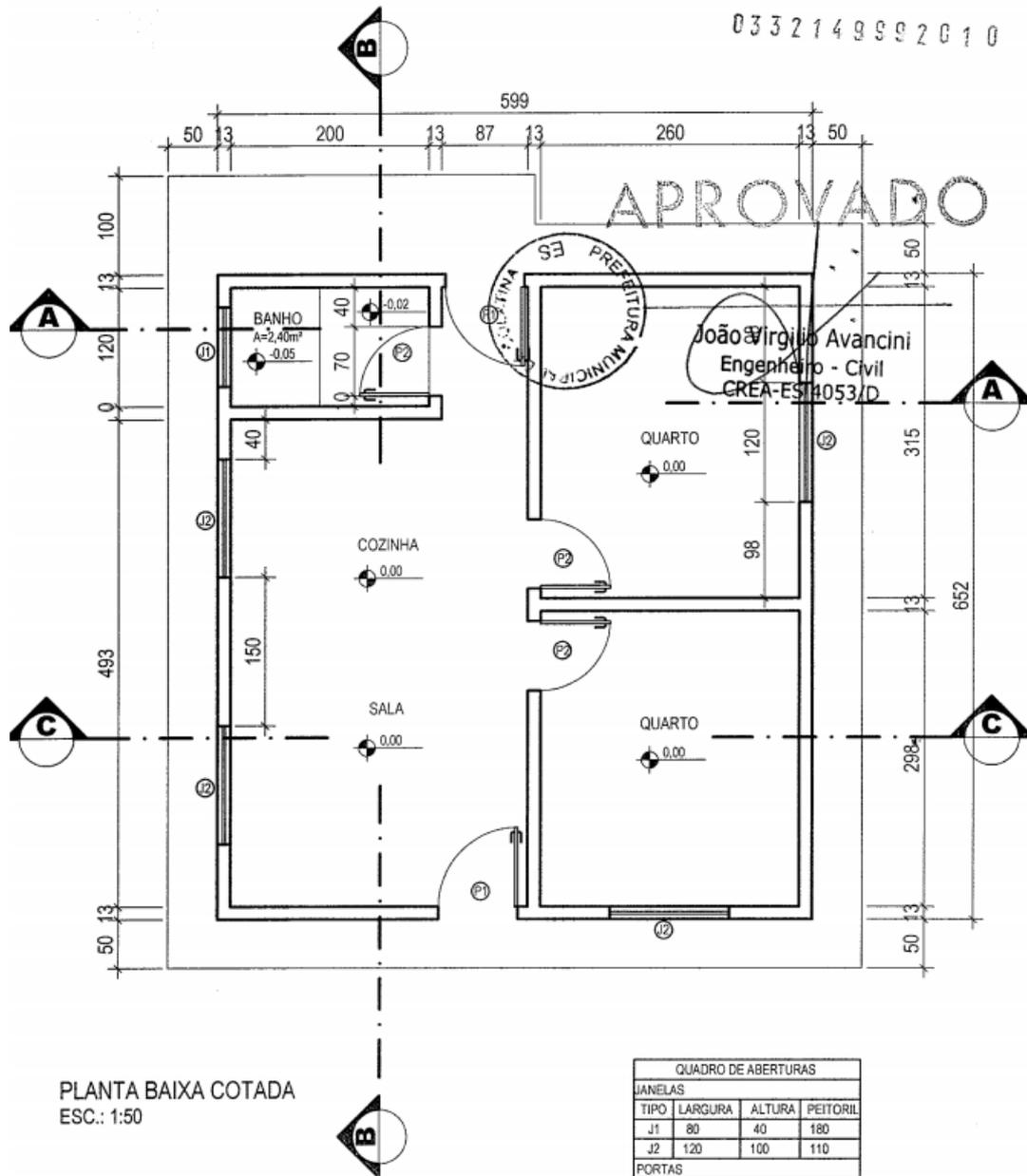
UFRGS (2007). **Indicadores de Desempenho**. Núcleo Orientado para a Inovação da Edificação - Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

VAN BELLEN, H. M. (2002). **Indicadores de Sustentabilidade: Uma análise comparativa**. Tese de Doutorado - Curso de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina.

APÊNDICE A – PROJETOS UTILIZADOS

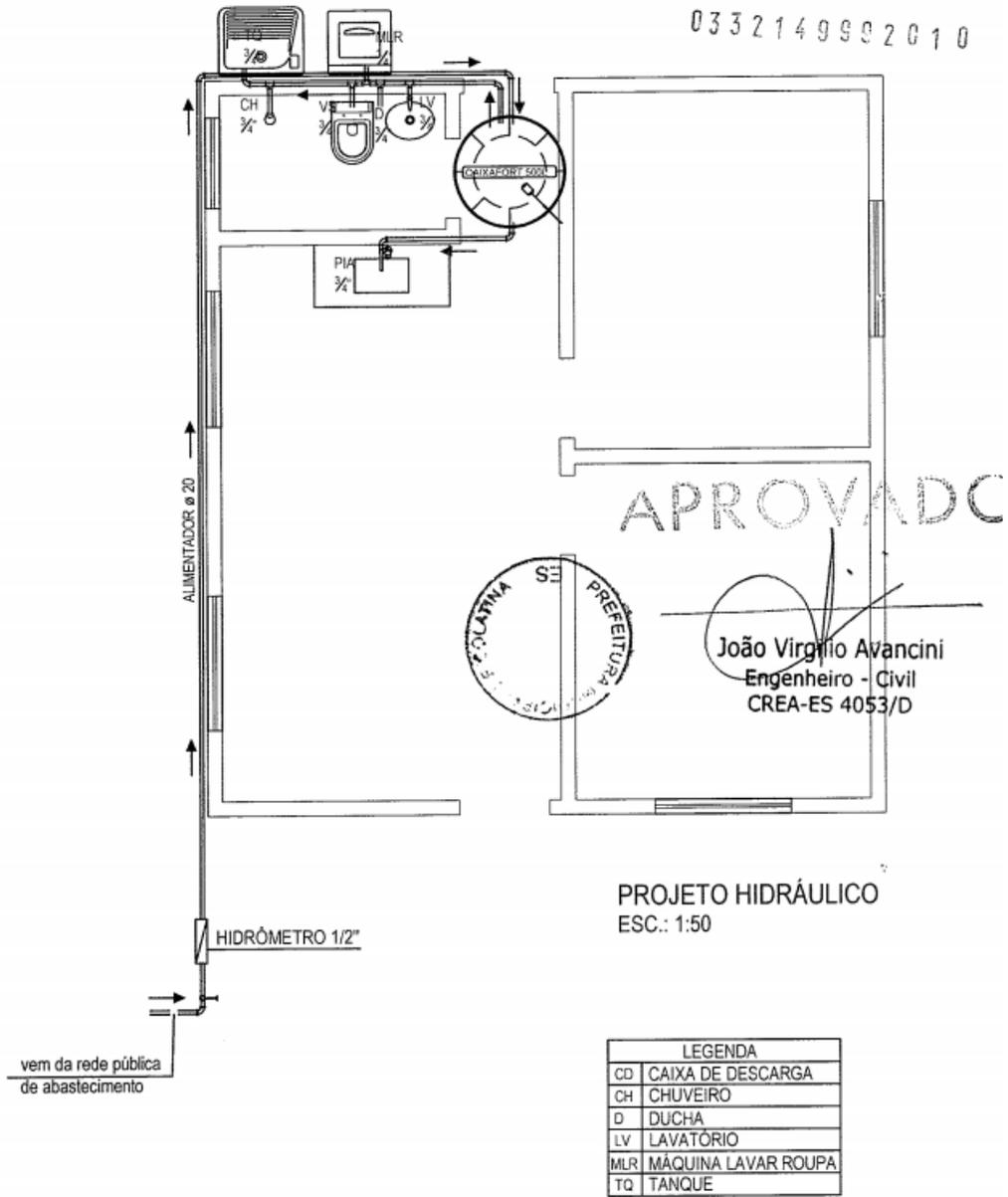
PHC 1

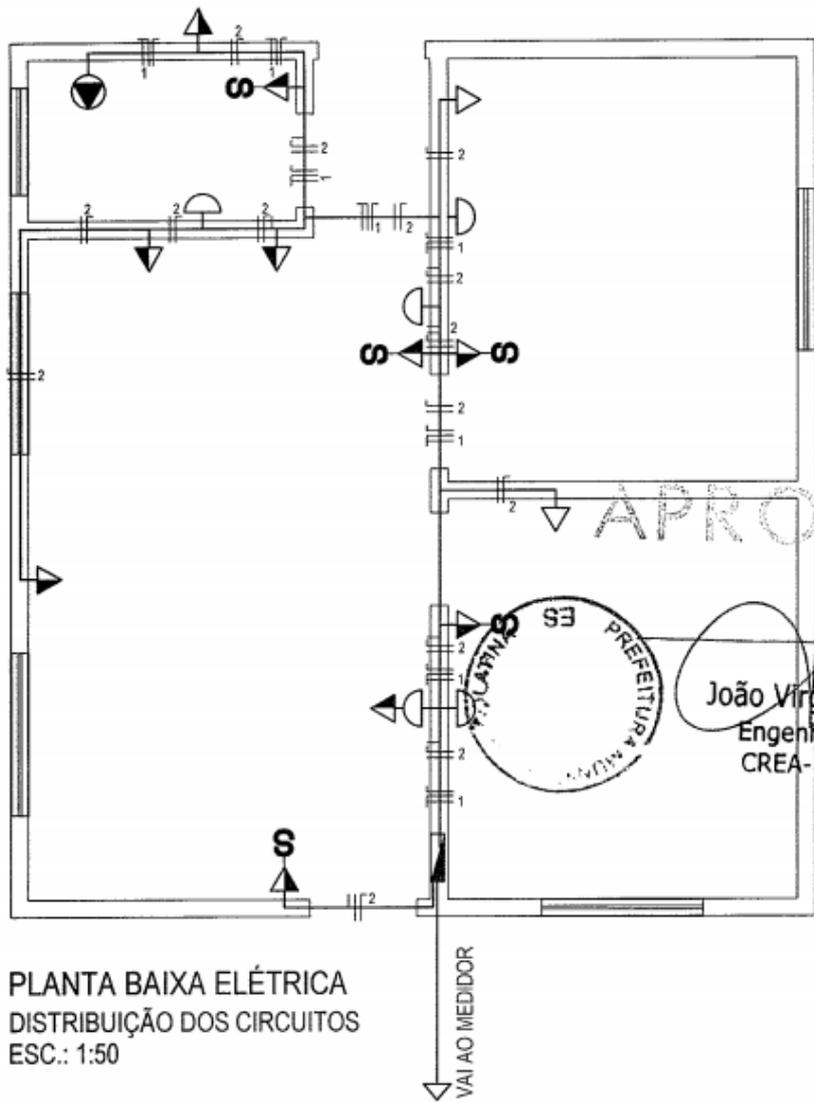
0332149992010



PLANTA BAIXA COTADA
ESC.: 1:50

0332149992010





0332149992

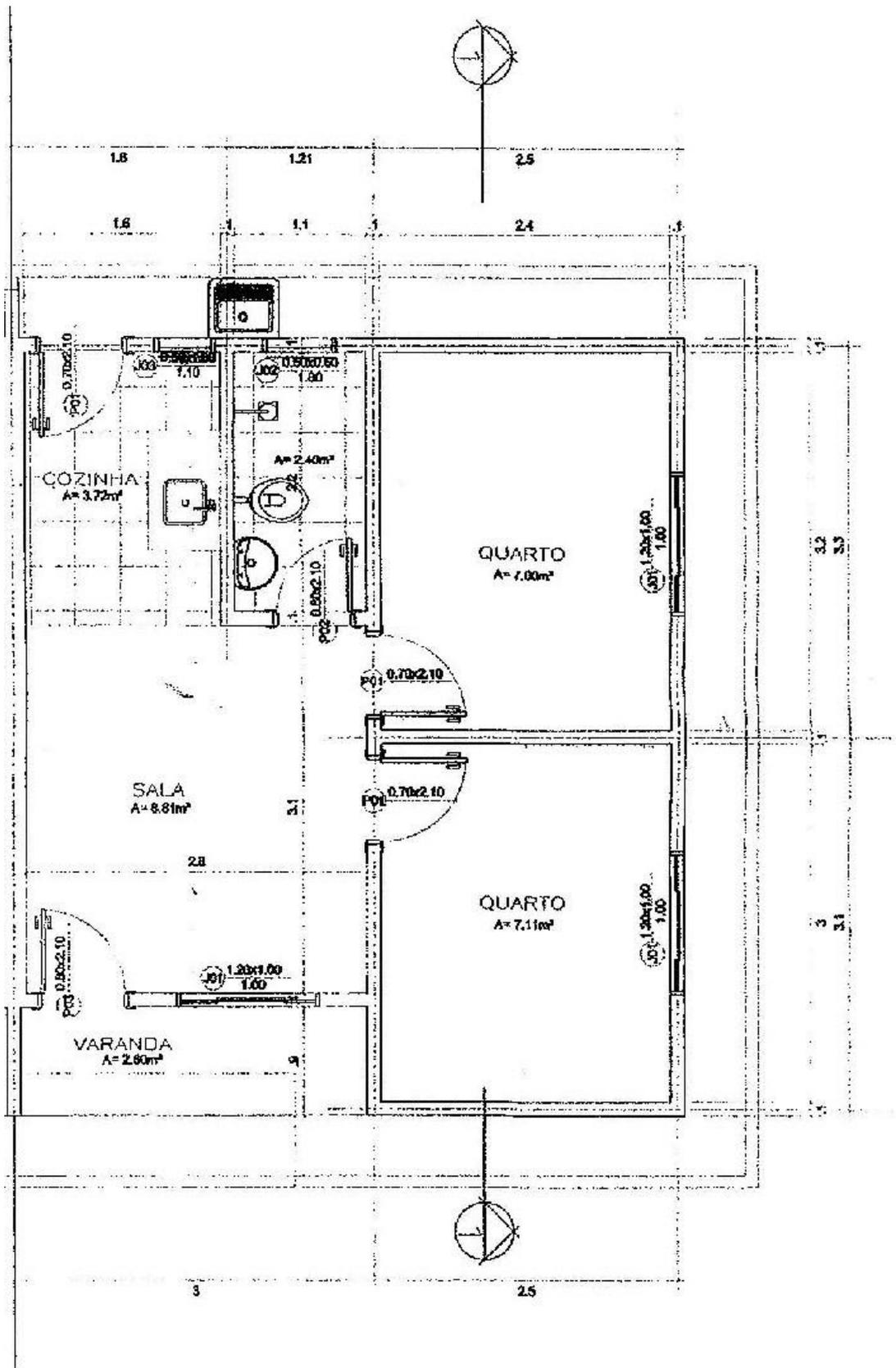
APROVADO

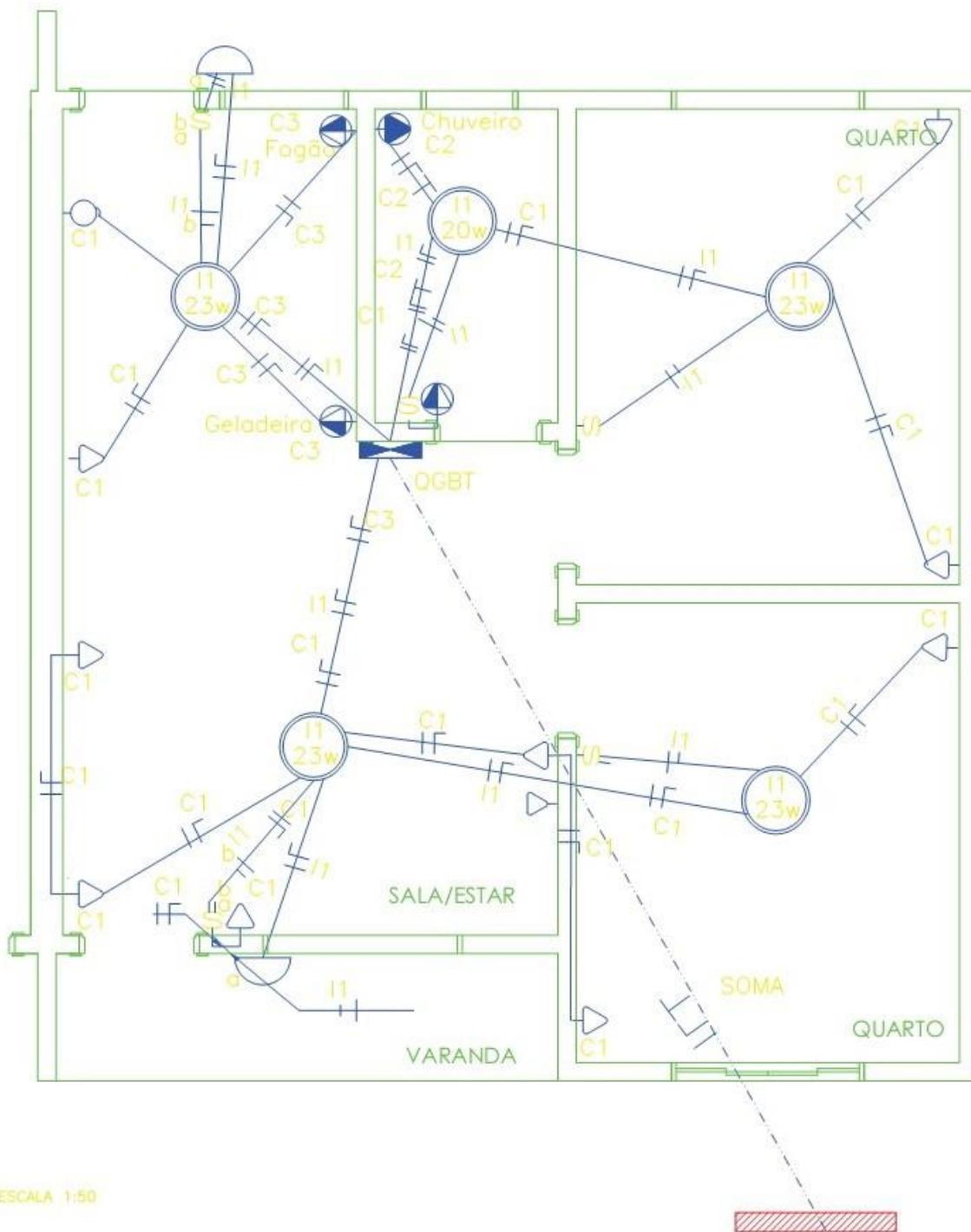
João Virgílio Avancini
Engenheiro - Civil
CREA-ES 4053/D

PLANTA BAIXA ELÉTRICA
DISTRIBUIÇÃO DOS CIRCUITOS
ESC.: 1:50

VAI AO MEDIDOR

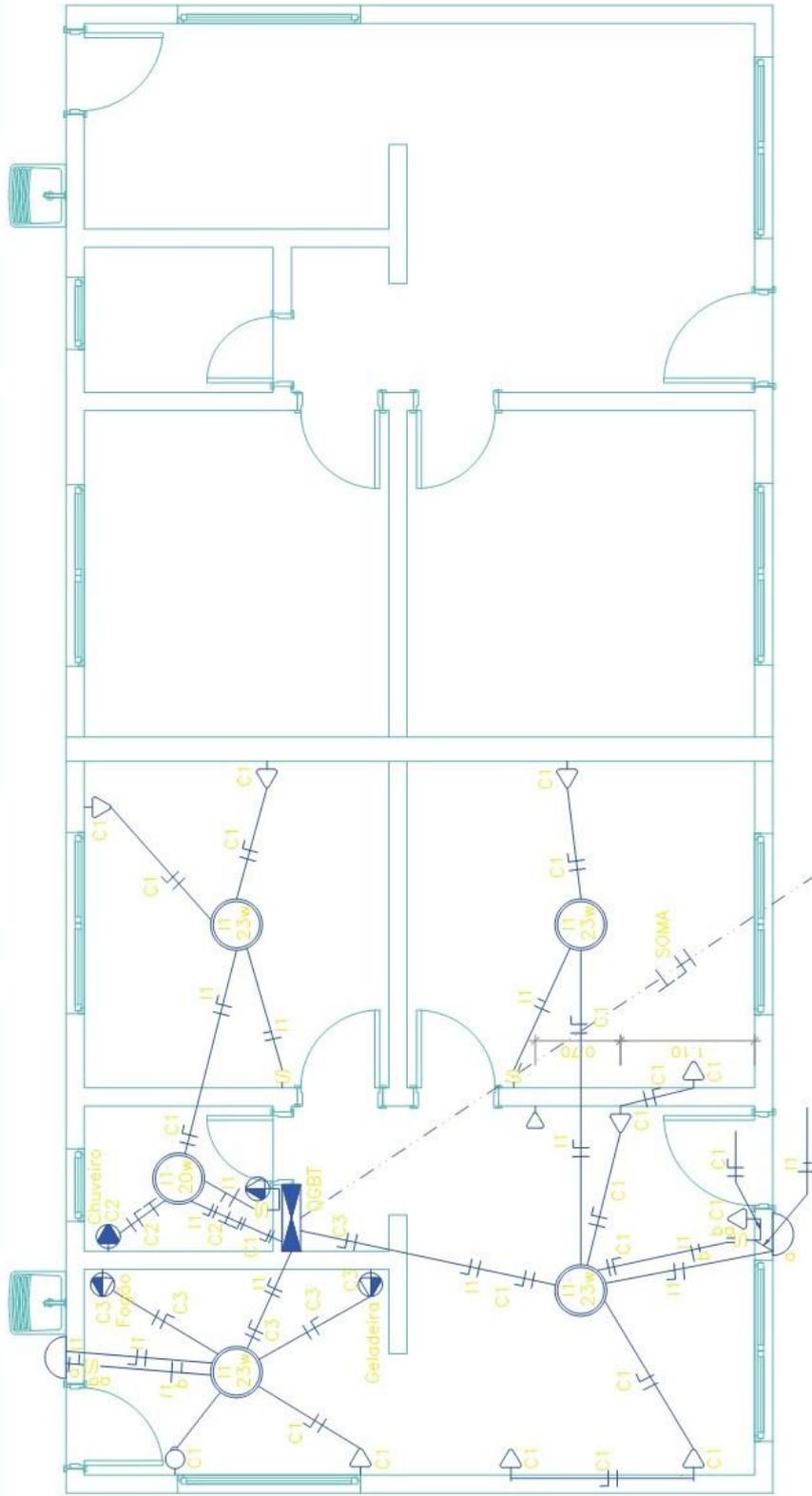
PHC 2





PHC 3

CALÇADA DE CONTORNO
PROJEÇÃO DA COBERTURA

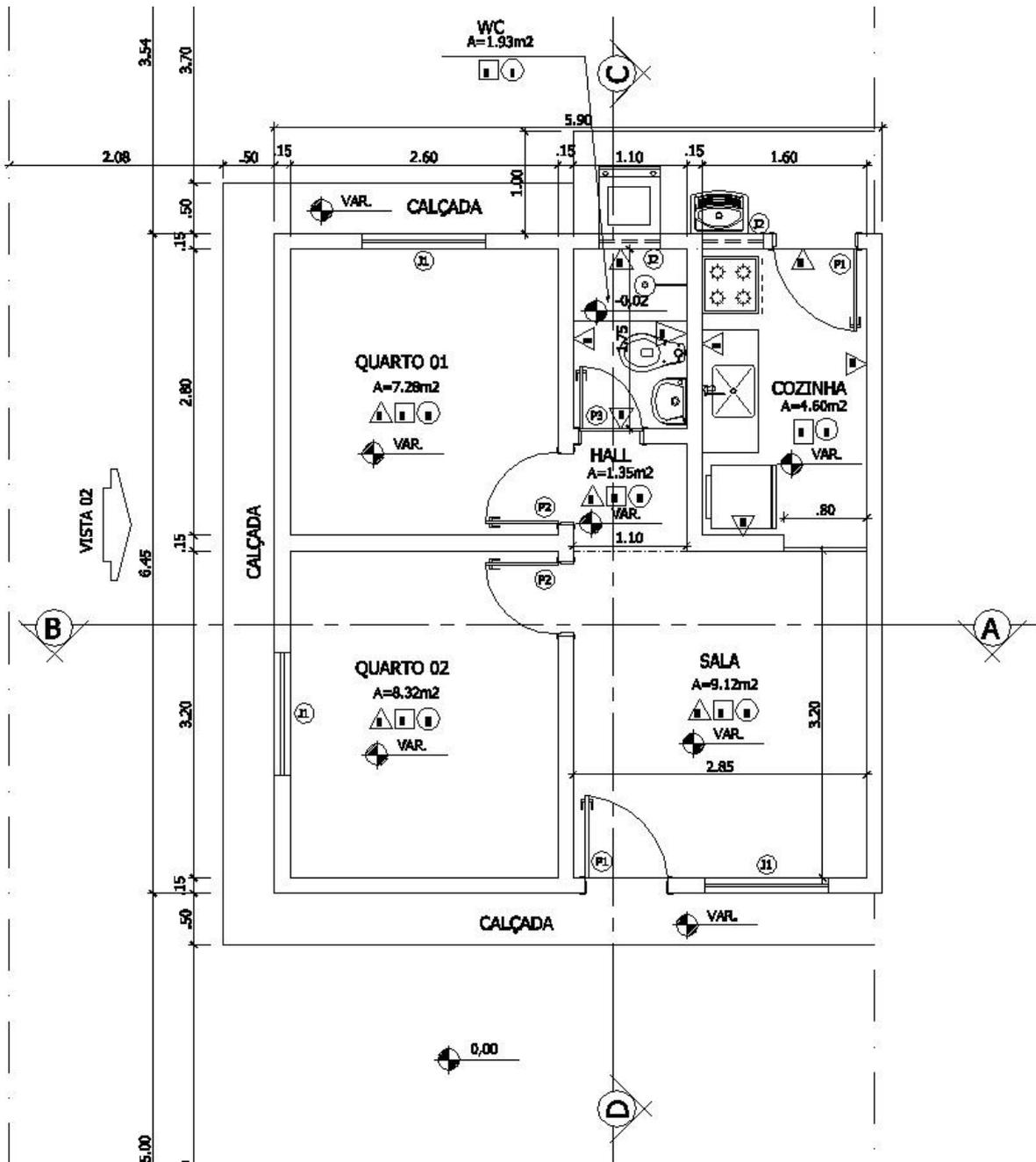


1.50
0.50

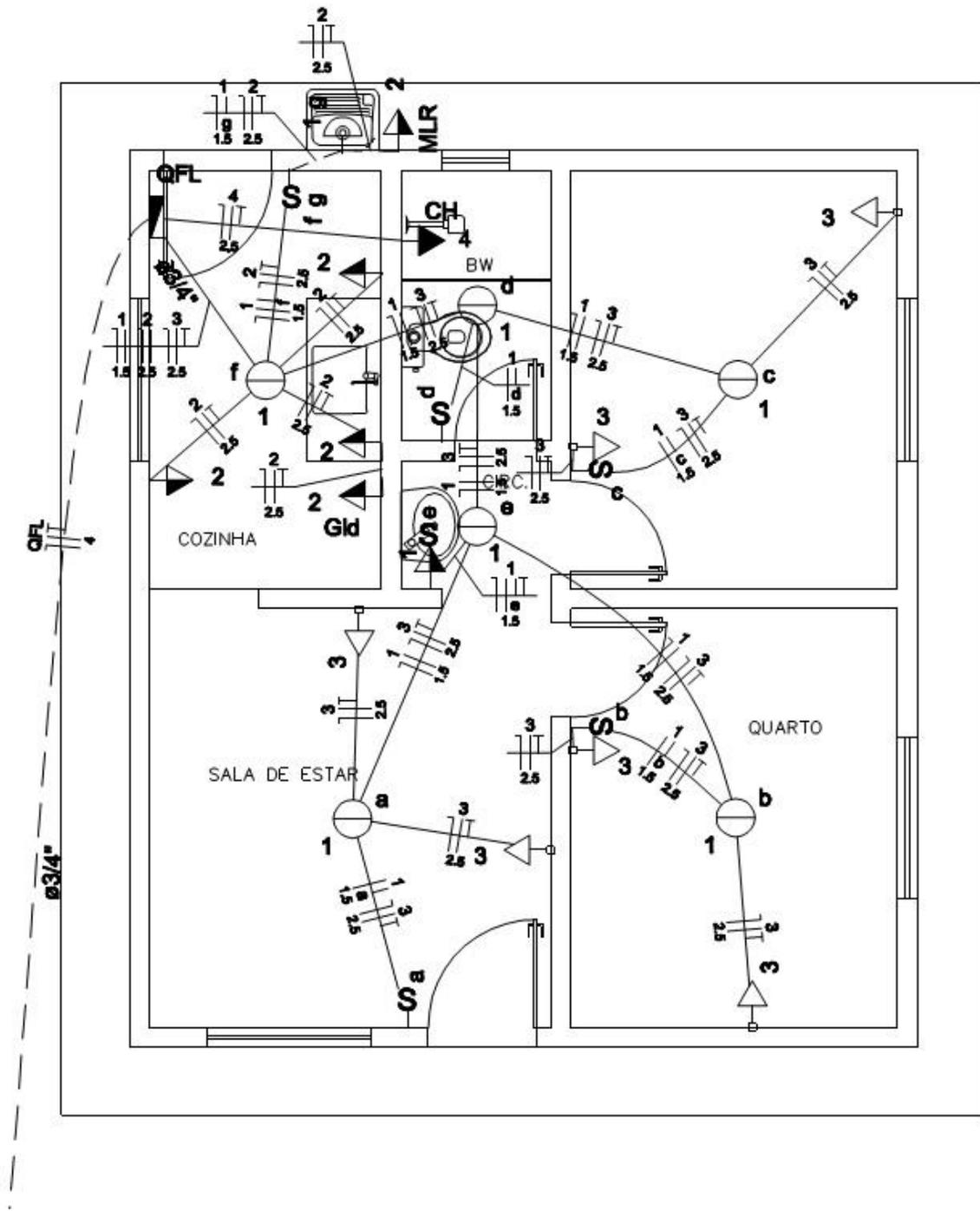
PHC 4

PHC 5

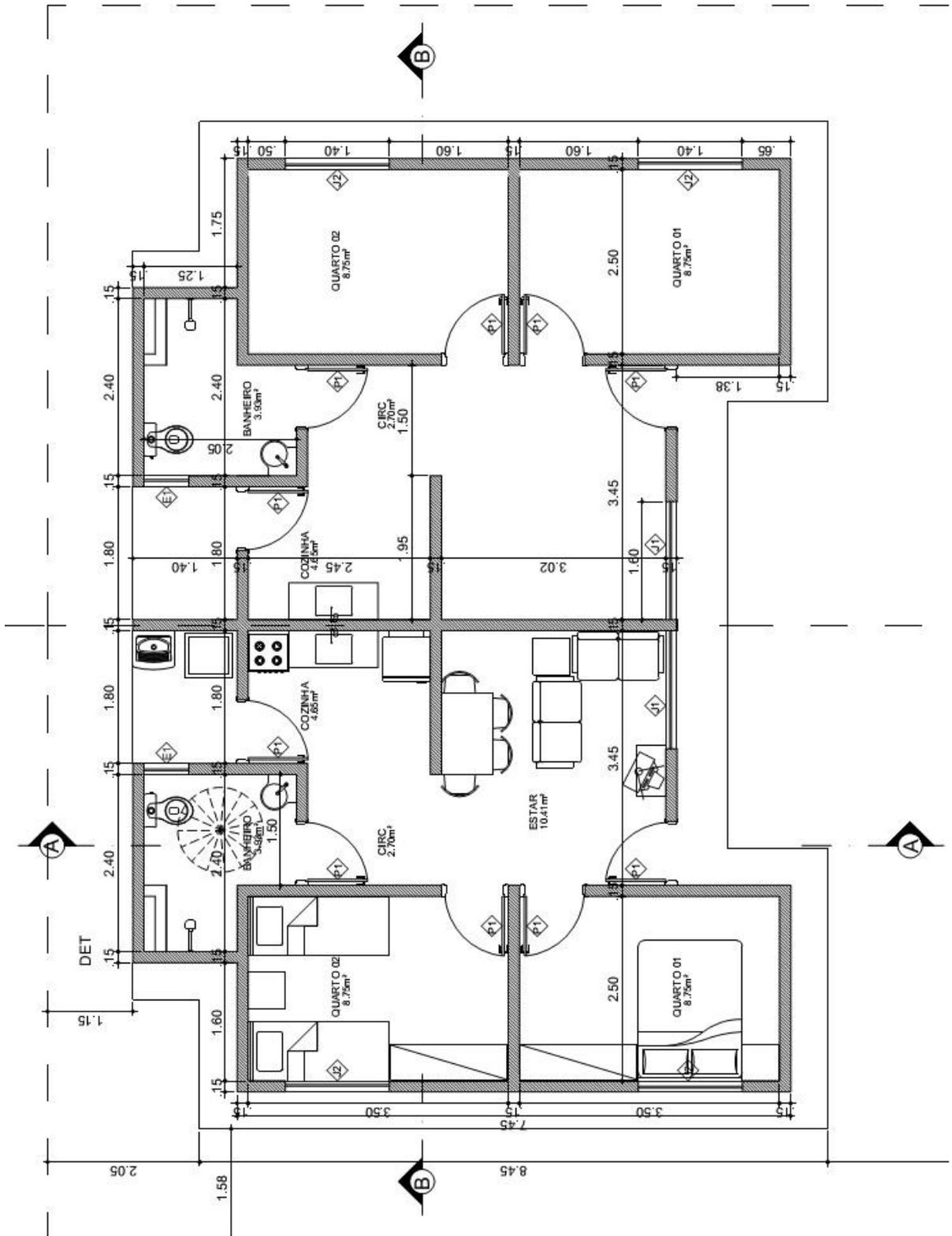
PHC 6

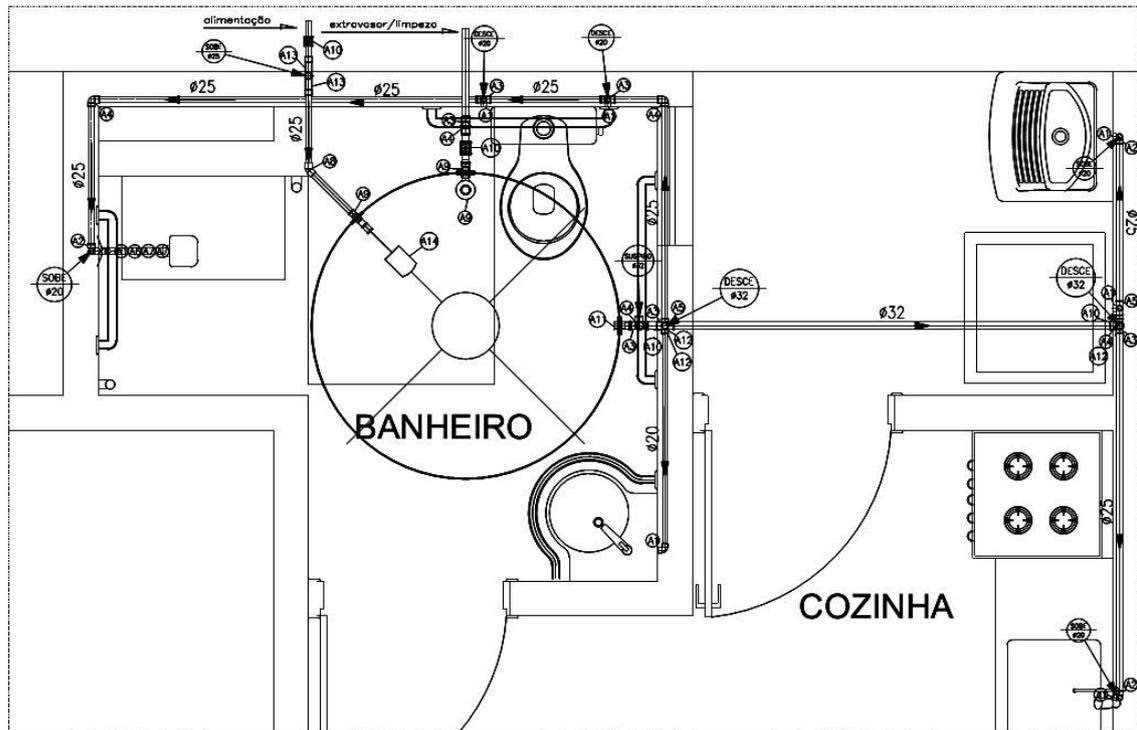


PHC 7

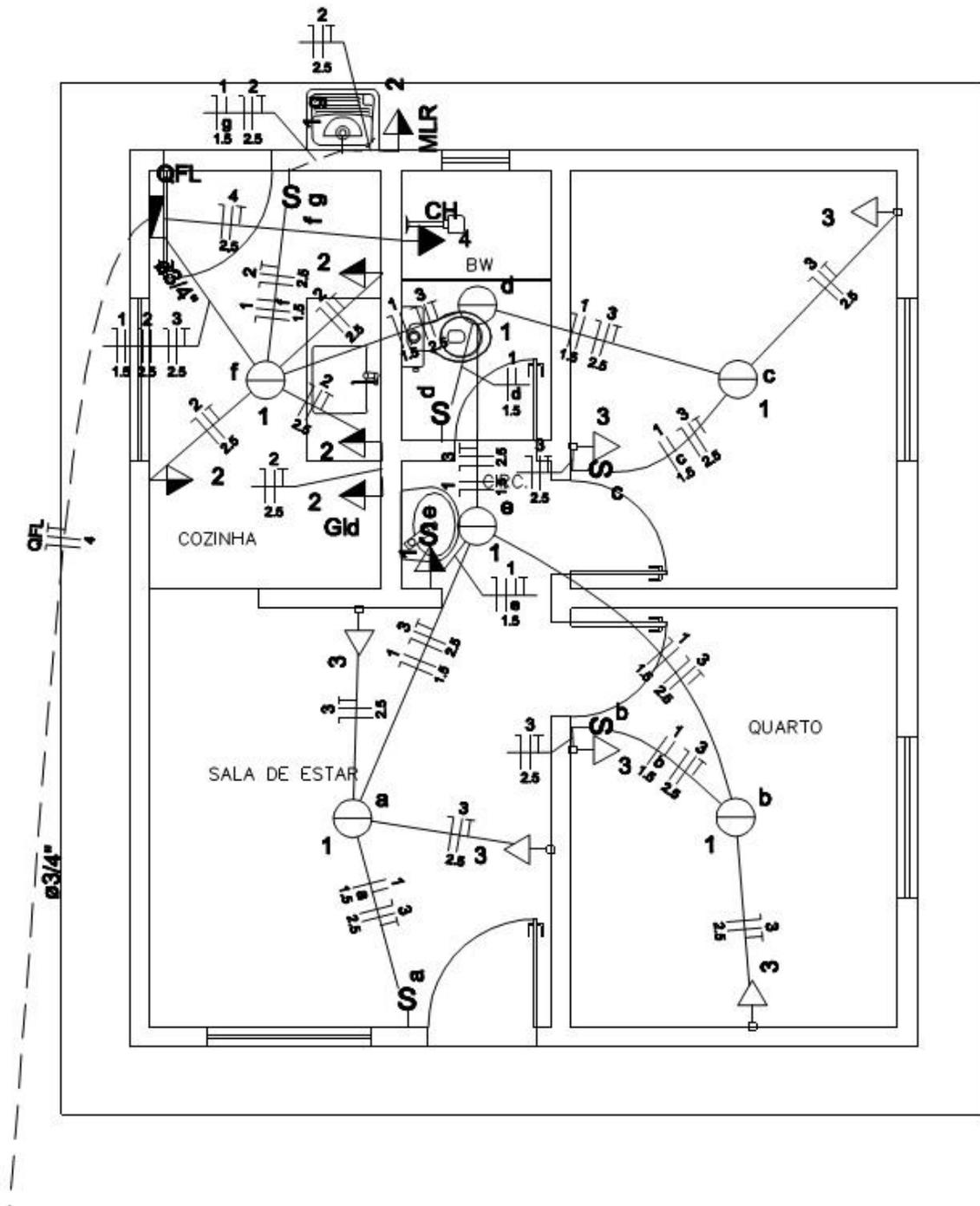


PHC 8

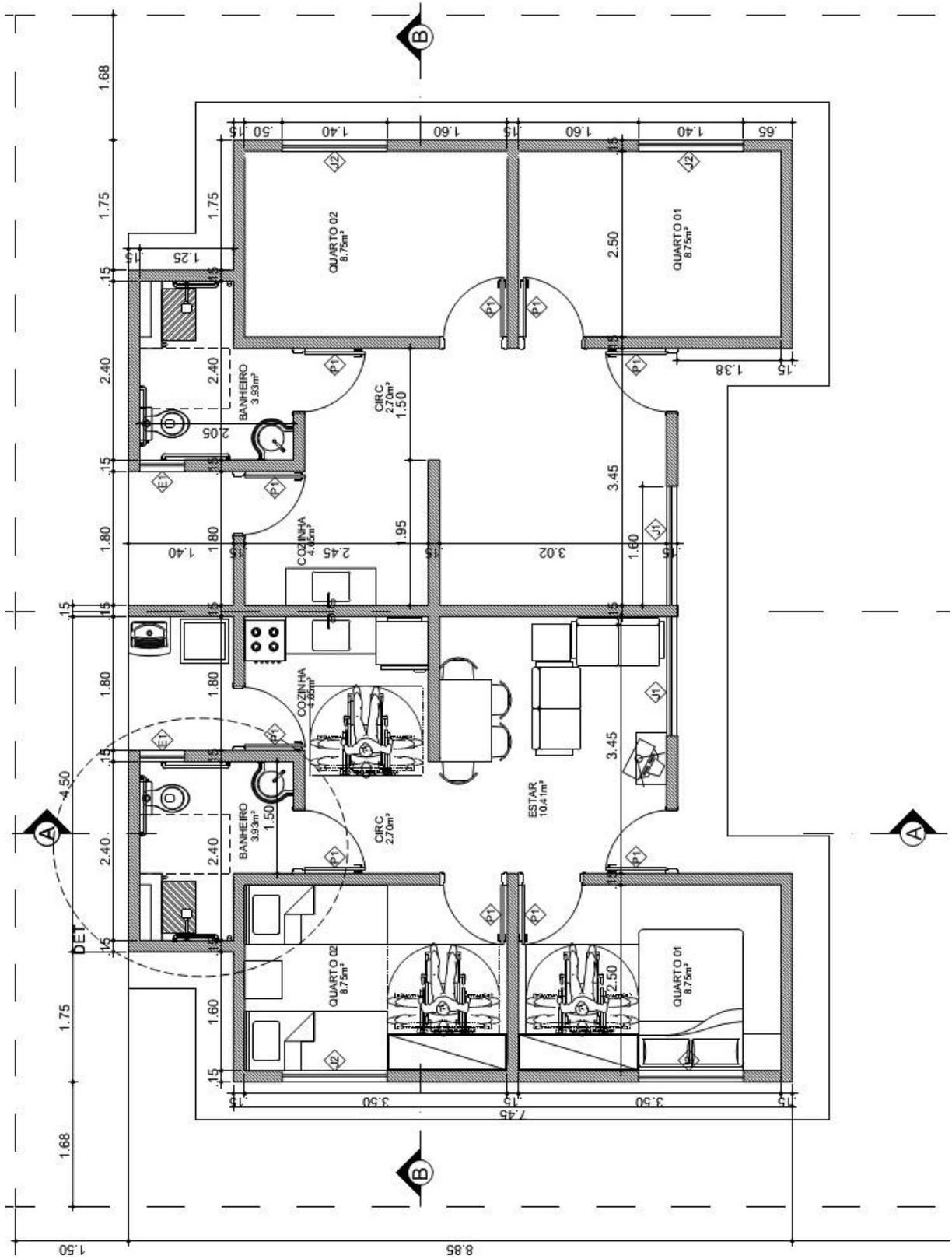


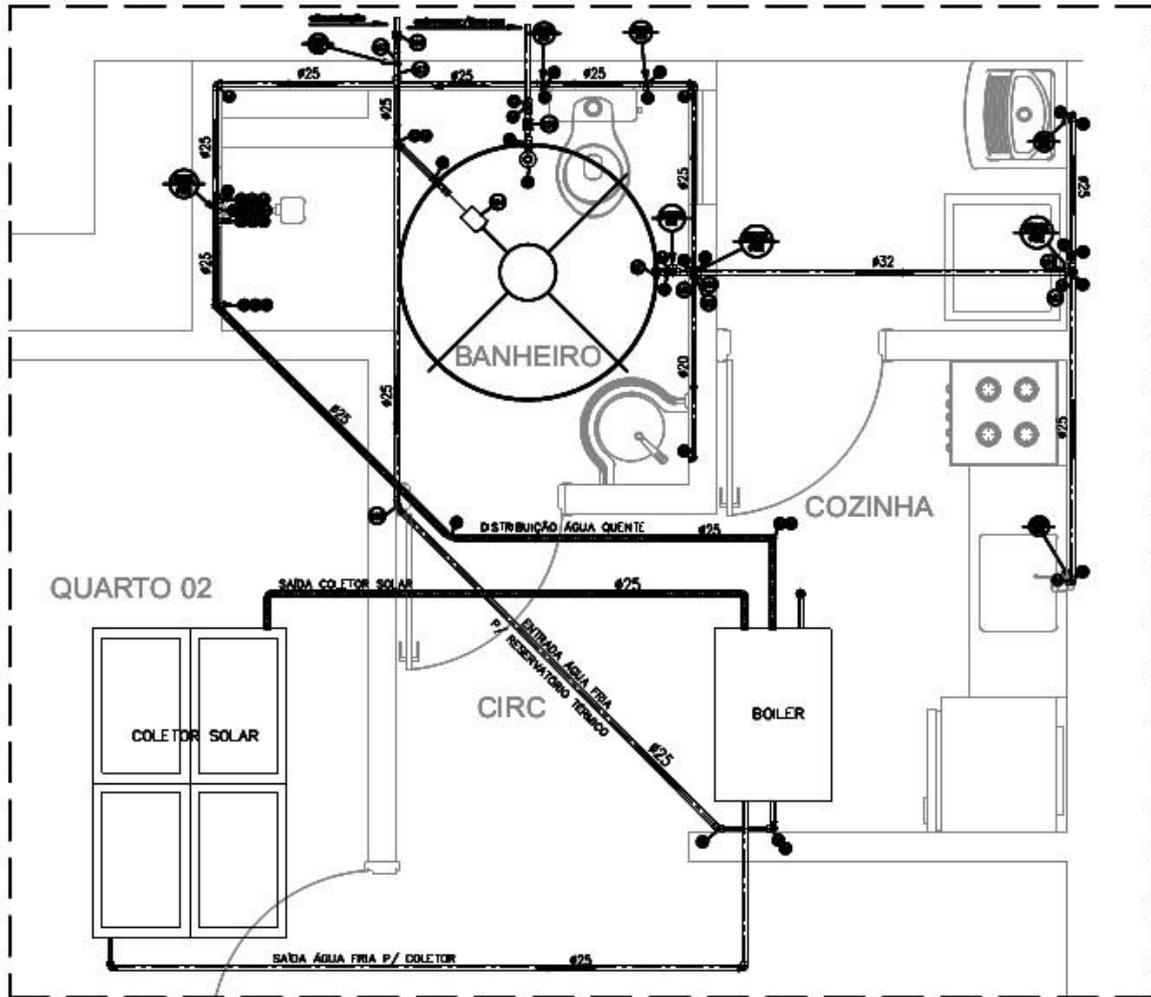


DET. BANHEIRO/COZINHA/LAVANDERIA
 ESCALA 1:20

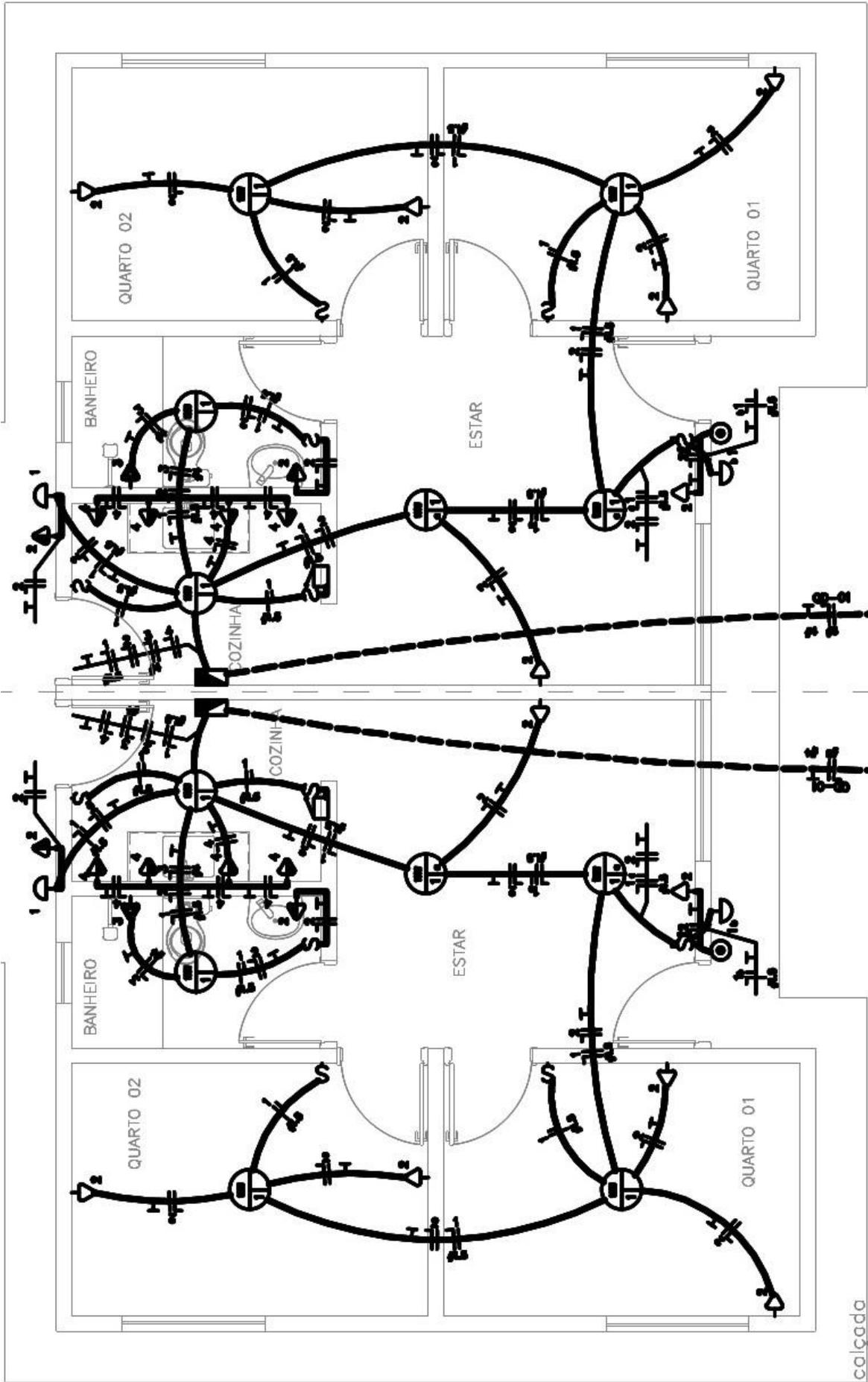


PHC 9

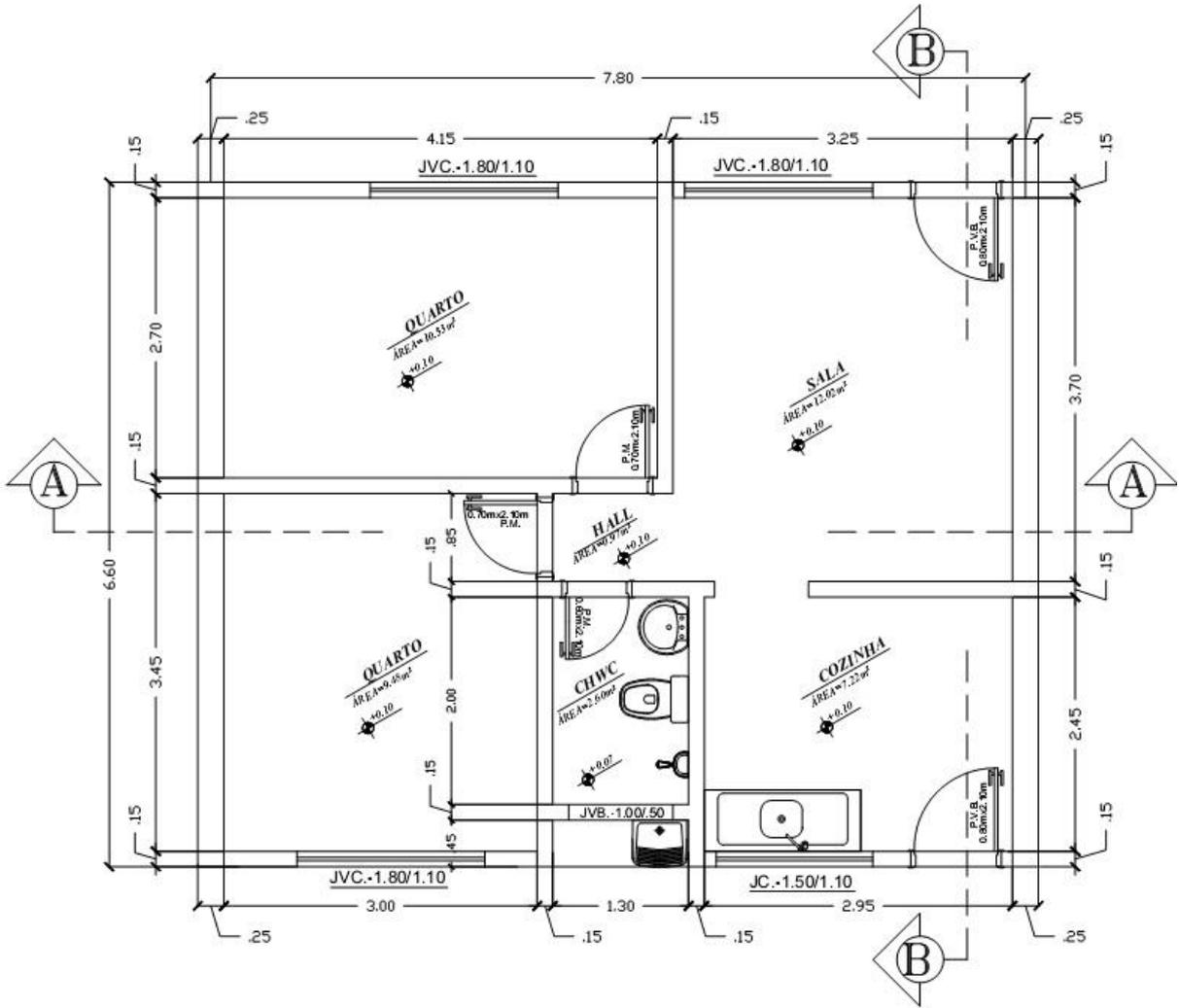




DET. BANHEIRO/COZINHA/LAVANDERIA
ESCALA 1:20

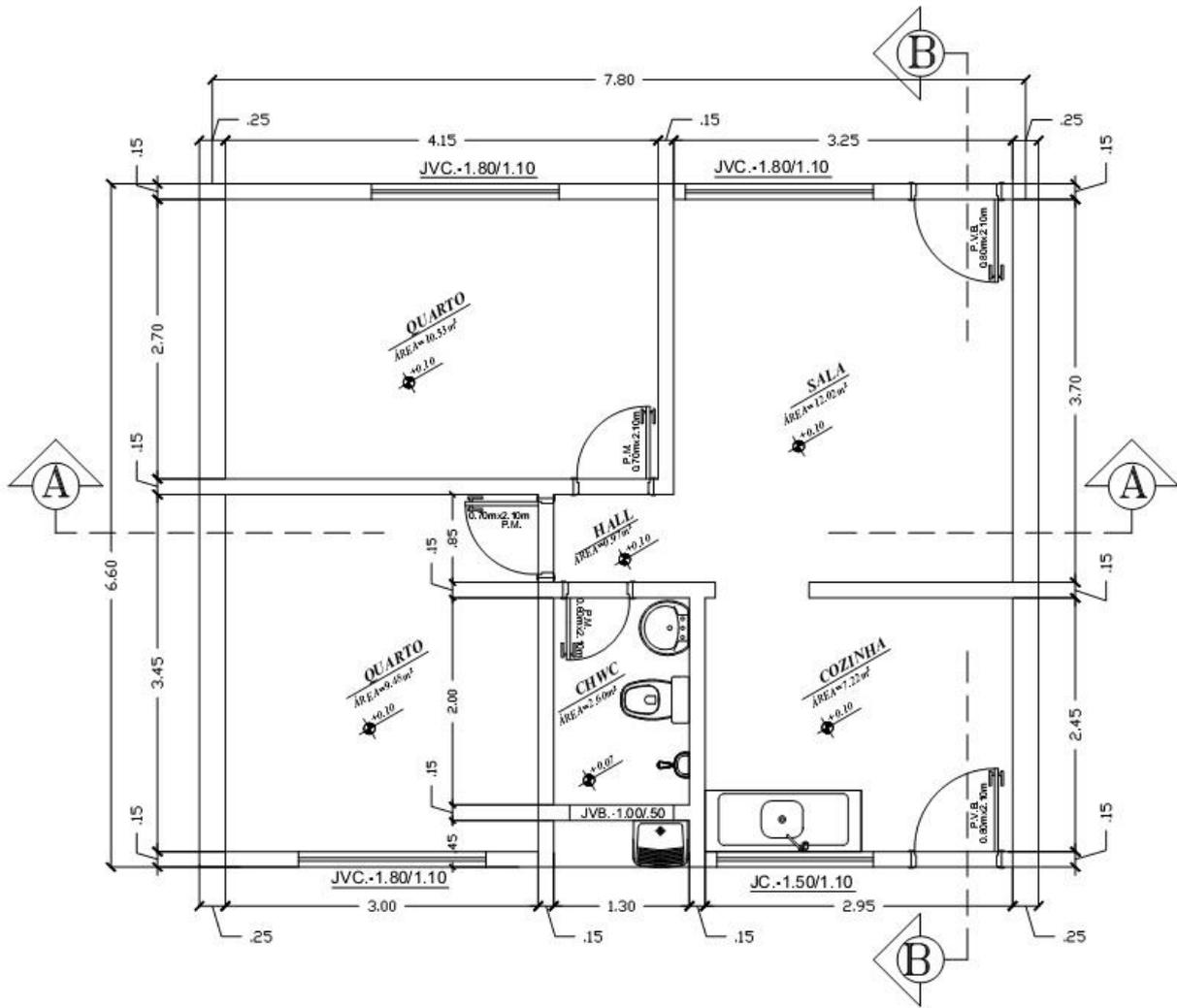


PHC 10



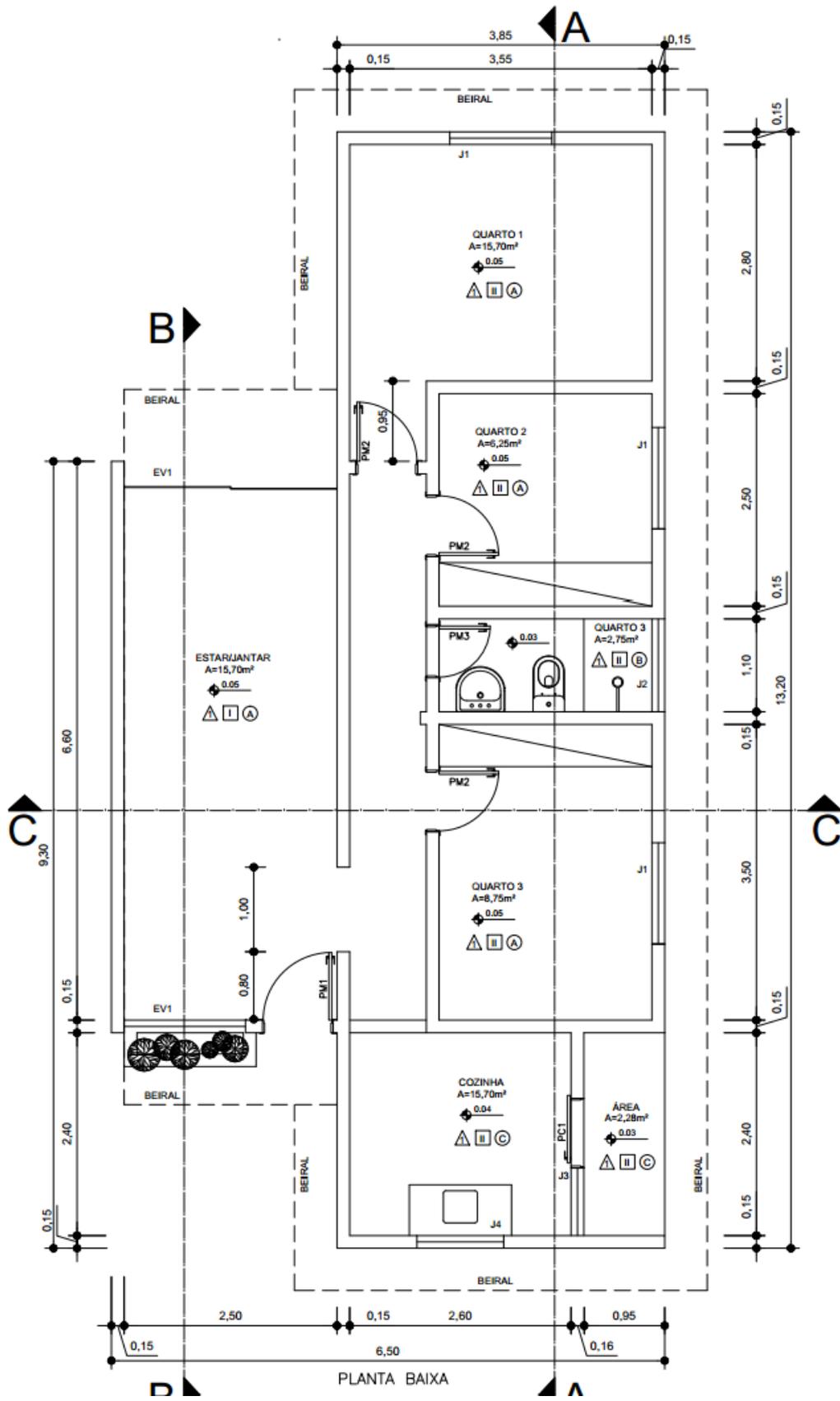
PLANTA BAIXA esc.1/50

PHC 11



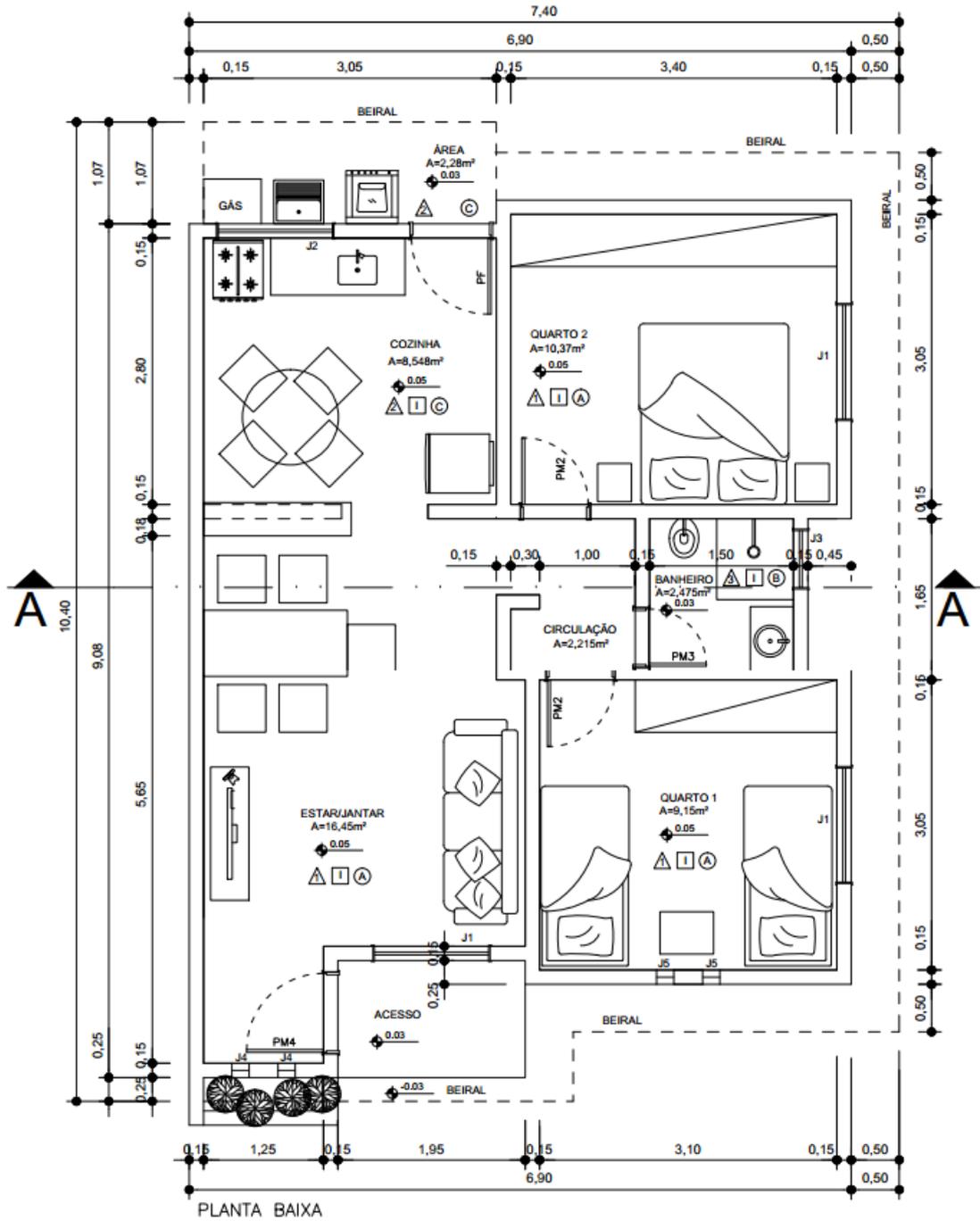
PLANTA BAIXA esc.1/50

PHC 12

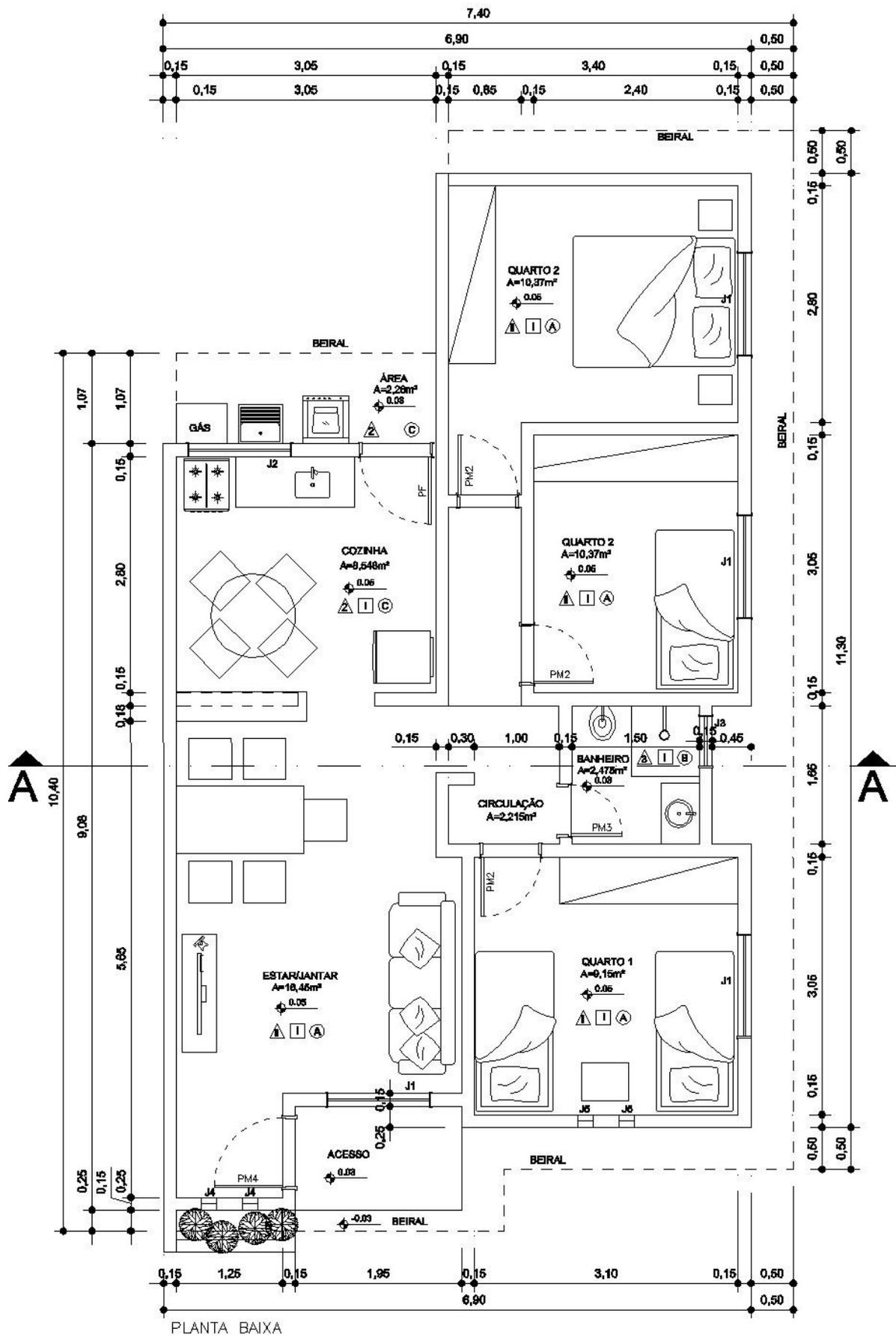


PHC 13

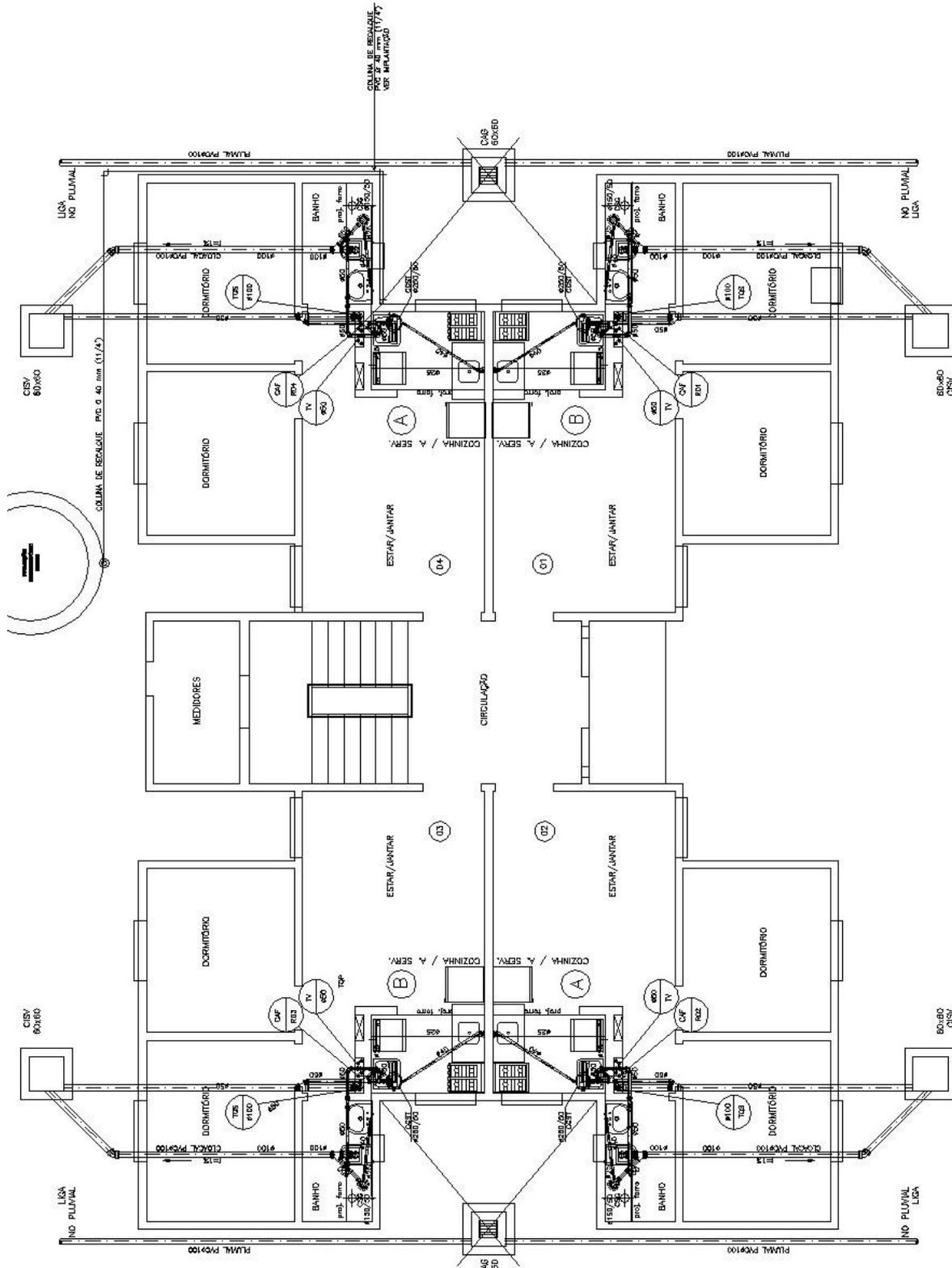
PHC 14

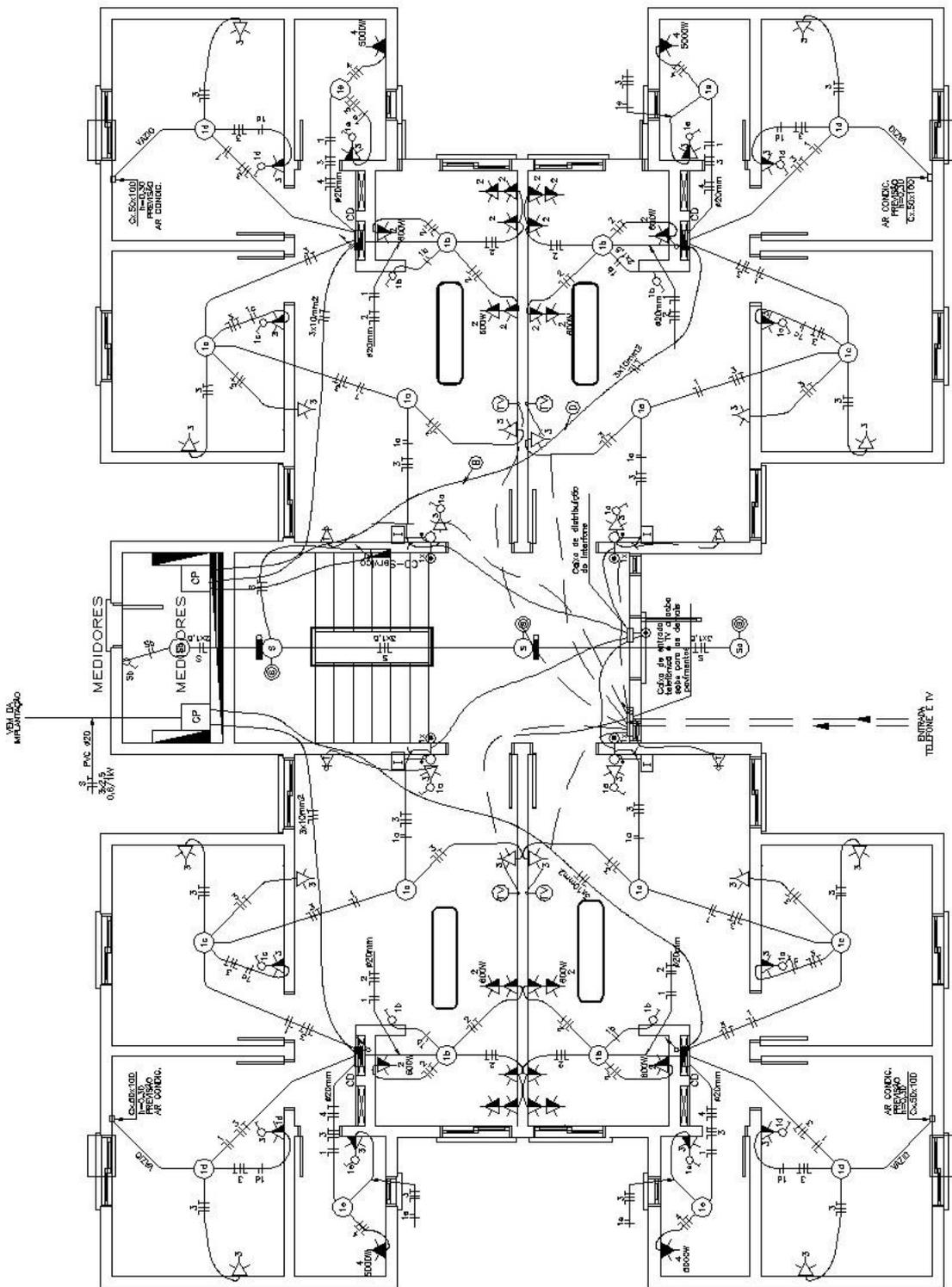


PHC 15



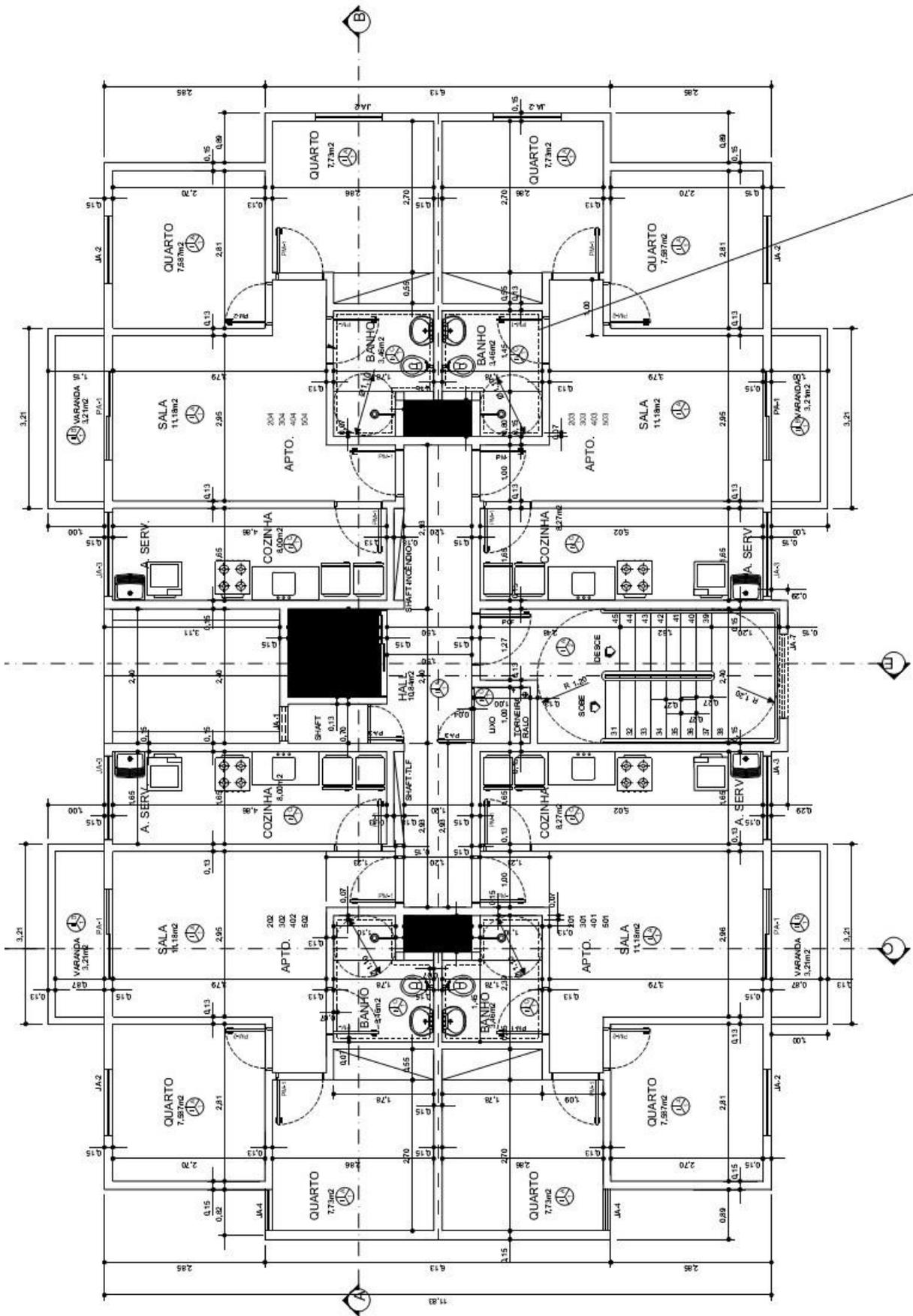
PHA 16





PL. BAIXA PAV. TÉRREO D,E,F,G,H,J,K,L,M,N e O
 Escala 1/50

PHA 17



PHA 18

PHA 19

APÊNDICE B – MEMÓRIAS DE CÁLCULO

	Alvenaria	Area A	RT A (r+a+r)	Area B	RT B (r+t+r)	Area C	RT C (r+t+ar+t+ar+r)	RT parede	RT total (amb a amb)	Transmitância térmica (U) W/(m2.K)	C Ta	C Tb	C Tc	CT (kJ/(m2.K))
B l o c o c e r a m i c o	A1	0,0039	0,0957	0,0019	0,1031	0,0095	0,3755	0,2101	0,3801	2,63	220,0	172,5	98,9	114,3
	A2	0,0039	0,1043	0,0019	0,1118	0,0095	0,3842	0,2228	0,3928	2,55	240,0	192,5	118,9	135,4
	A3	0,0039	0,1130	0,0019	0,1205	0,0095	0,3929	0,2351	0,4051	2,47	260,0	212,5	138,9	156,3
	A4	0,0039	0,1217	0,0019	0,1292	0,0095	0,4016	0,2472	0,4172	2,40	280,0	232,5	158,9	177,0
	B1	0,0039	0,1174	0,0019	0,1269	0,0095	0,3755	0,2367	0,4067	2,46	270,0	209,3	98,9	118,0
	B2	0,0039	0,1261	0,0019	0,1356	0,0095	0,3842	0,2482	0,4182	2,39	290,0	229,3	118,9	139,7
	B3	0,0039	0,1348	0,0019	0,1443	0,0095	0,3929	0,2595	0,4295	2,33	310,0	249,3	138,9	161,1
	B4	0,0039	0,1435	0,0019	0,1530	0,0095	0,4016	0,2706	0,4406	2,27	330,0	269,3	158,9	182,3
	C1	0,0039	0,1391	0,0019	0,1507	0,0095	0,3755	0,2591	0,4291	2,33	320,0	246,1	98,9	120,7
	C2	0,0039	0,1478	0,0019	0,1594	0,0095	0,3842	0,2698	0,4398	2,27	340,0	266,1	118,9	143,0
	C3	0,0039	0,1565	0,0019	0,1681	0,0095	0,3929	0,2804	0,4504	2,22	360,0	286,1	138,9	164,9
	C4	0,0039	0,1652	0,0019	0,1768	0,0095	0,4016	0,2908	0,4608	2,17	380,0	306,1	158,9	186,5
B l o c o c o n c r e t o	D1	0,0038	0,0688	0,03135	0,2002	0,0057	0,0688	0,1501	0,3201	3,12	256,0	136,0	256,0	148,2
	D2	0,0038	0,0775	0,03135	0,2089	0,0057	0,0775	0,1611	0,3311	3,02	276,0	156,0	276,0	168,8
	D3	0,0038	0,0862	0,03135	0,2176	0,0057	0,0862	0,1718	0,3418	2,93	296,0	176,0	296,0	189,4
	D4	0,0038	0,0949	0,03135	0,2263	0,0057	0,0949	0,1822	0,3522	2,84	316,0	196,0	316,0	210,0
	E1	0,0038	0,0831	0,03135	0,2002	0,0057	0,0831	0,1606	0,3306	3,02	316,0	136,0	316,0	151,1
	E2	0,0038	0,0918	0,03135	0,2089	0,0057	0,0918	0,1708	0,3408	2,93	336,0	156,0	336,0	172,1
	E3	0,0038	0,1005	0,03135	0,2176	0,0057	0,1005	0,1808	0,3508	2,85	356,0	176,0	356,0	193,1
	E4	0,0038	0,1092	0,03135	0,2263	0,0057	0,1092	0,1906	0,3606	2,77	376,0	196,0	376,0	213,9
	F1	0,0038	0,0974	0,03135	0,2002	0,0057	0,0974	0,1690	0,3390	2,95	376,0	136,0	376,0	153,1
	F2	0,0038	0,1061	0,03135	0,2089	0,0057	0,1061	0,1786	0,3486	2,87	396,0	156,0	396,0	174,5
	F3	0,0038	0,1148	0,03135	0,2176	0,0057	0,1148	0,1881	0,3581	2,79	416,0	176,0	416,0	195,8
	F4	0,0038	0,1235	0,03135	0,2263	0,0057	0,1235	0,1975	0,3675	2,72	436,0	196,0	436,0	216,9
T i j o l o c o m u m	G1	0,0025	0,0957	0,0095	0,1031	-	-	0,1015	0,2715	3,68	220,0	172,5	-	180,6
	G2	0,0025	0,1043	0,0095	0,1118	-	-	0,1102	0,2802	3,57	240,0	192,5	-	200,8
	G3	0,0025	0,1130	0,0095	0,1205	-	-	0,1189	0,2889	3,46	260,0	212,5	-	220,9
	G4	0,0025	0,1217	0,0095	0,1292	-	-	0,1276	0,2976	3,36	280,0	232,5	-	241,0
	H1	0,0025	0,1174	0,0095	0,1269	-	-	0,1248	0,2948	3,39	270,0	209,3	-	219,6
	H2	0,0025	0,1261	0,0095	0,1356	-	-	0,1335	0,3035	3,29	290,0	229,3	-	239,7
	H3	0,0025	0,1348	0,0095	0,1443	-	-	0,1422	0,3122	3,20	310,0	249,3	-	259,9
	H4	0,0025	0,1435	0,0095	0,1530	-	-	0,1509	0,3209	3,12	330,0	269,3	-	280,0
	I1	0,0025	0,1391	0,0095	0,1507	-	-	0,1482	0,3182	3,14	320,0	246,1	-	258,5
	I2	0,0025	0,1478	0,0095	0,1594	-	-	0,1569	0,3269	3,06	340,0	266,1	-	278,7
	I3	0,0025	0,1565	0,0095	0,1681	-	-	0,1656	0,3356	2,98	360,0	286,1	-	298,9
	I4	0,0025	0,1652	0,0095	0,1768	-	-	0,1743	0,3443	2,90	380,0	306,1	-	319,0
Concreto	J							0,0514	0,2214	4,52				216,0
	K							0,0657	0,2357	4,24				276,0
	L							0,0800	0,2500	4,00				336,0

Alvenaria	Dimensão A (compriment	Dimensão B (altura)	Dimensão C (largura)	Espessura reboco	Espessura Total	Tipo	espessura externa horizontal	espessura externa vertical	espessura interna	altura furo		
A1	0,19	0,19	0,09	0,0100	0,11	bloco ceramico	0,0100	0,0150	0,01	0,05		
A2	0,19	0,19	0,09	0,0150	0,12		0,0100	0,0150	0,01	0,05		
A3	0,19	0,19	0,09	0,0200	0,13		0,0100	0,0150	0,01	0,05		
A4	0,19	0,19	0,09	0,0250	0,14		0,0100	0,0150	0,01	0,05		
B1	0,19	0,19	0,115	0,0100	0,135		0,0100	0,0150	0,01	0,05		
B2	0,19	0,19	0,115	0,0150	0,145		0,0100	0,0150	0,01	0,05		
B3	0,19	0,19	0,115	0,0200	0,155		0,0100	0,0150	0,01	0,05		
B4	0,19	0,19	0,115	0,0250	0,165		0,0100	0,0150	0,01	0,05		
C1	0,19	0,19	0,14	0,0100	0,16		0,0100	0,0150	0,01	0,05		
C2	0,19	0,19	0,14	0,0150	0,17		0,0100	0,0150	0,01	0,05		
C3	0,19	0,19	0,14	0,0200	0,18		0,0100	0,0150	0,01	0,05		
C4	0,19	0,19	0,14	0,0250	0,19		0,0100	0,0150	0,01	0,05		
D1	0,39	0,19	0,09	0,0100	0,11		bloco concreto		0,0200	0,165	0,03	
D2	0,39	0,19	0,09	0,0150	0,12				0,0200	0,165	0,03	
D3	0,39	0,19	0,09	0,0200	0,13				0,0200	0,165	0,03	
D4	0,39	0,19	0,09	0,0250	0,14				0,0200	0,165	0,03	
E1	0,39	0,19	0,115	0,0100	0,135			0,0200	0,165	0,03		
E2	0,39	0,19	0,115	0,0150	0,145			0,0200	0,165	0,03		
E3	0,39	0,19	0,115	0,0200	0,155			0,0200	0,165	0,03		
E4	0,39	0,19	0,115	0,0250	0,165			0,0200	0,165	0,03		
F1	0,39	0,19	0,14	0,0100	0,16			0,0200	0,165	0,03		
F2	0,39	0,19	0,14	0,0150	0,17			0,0200	0,165	0,03		
F3	0,39	0,19	0,14	0,0200	0,18			0,0200	0,165	0,03		
F4	0,39	0,19	0,14	0,0250	0,19			0,0200	0,165	0,03		
G1	0,19	0,05	0,09	0,0100	0,11	tijolo comum						
G2	0,19	0,05	0,09	0,0150	0,12							
G3	0,19	0,05	0,09	0,0200	0,13							
G4	0,19	0,05	0,09	0,0250	0,14							
H1	0,19	0,05	0,115	0,0100	0,135							
H2	0,19	0,05	0,115	0,0150	0,145							
H3	0,19	0,05	0,115	0,0200	0,155							
H4	0,19	0,05	0,115	0,0250	0,165							
I1	0,19	0,05	0,14	0,0100	0,16							
I2	0,19	0,05	0,14	0,0150	0,17							
I3	0,19	0,05	0,14	0,0200	0,18							
I4	0,19	0,05	0,14	0,0250	0,19							
J	0,39	0,19	0,09		0,09		concreto		0,02	0,1650	0,03	
K	0,39	0,19	0,115		0,115				0,02	0,1650	0,03	
L	0,39	0,19	0,14		0,14				0,02	0,1650	0,03	

Tabela B.3 NBR 15220-2			
	Condutividade térmica	Massa específica	calor específico
cerâmica	1,05	1600	0,92
argamassa	1,15	2000	1
concreto	1,75	2400	1
unidade	W/(mK)	kg/m ³	kJ/(kg.K)

Tabela B.2 NBR 15220-2	
Pintura	α
Branca	0,2
Amarela	0,3
Verde Clara	0,4
Alumínio	0,4
Verde escura	0,7
Vermelha	0,74
Preta	0,97
Utilizado	0,6

Tabela 14 NBR 15575-4		
Transmitância térmica de paredes externas		
Transmitância térmica (U) W/m ² K		
Zonas 1 e 2	Zonas 3 a 8	
$U \leq 2,5$	$\alpha \leq 0,6$	$\alpha > 0,6$
	$U \leq 3,70$	$U \leq 2,5$
α é absortância à radiação solar da superfície externa da cobertura		

Tabela 15 NBR 15575-4	
Capacidade térmica de paredes externas	
Capacidade térmica (CT) kJ/m ² K	
Zona 8	Zonas 1 a 7
Sem exigência	≥ 130

Cálculo do custo de cada solução - MA - 1

		Alvenaria - TCPO												Revestimento - Sinapi								
Tipo	Alvenaria	Cimento		Cal hidratada		Areia média ou grossa		elemento da alvenaria		Pedreiro		Servente		Custo Parcial	Argamassa traço 1:6		Servente		Estucador		Custo Parcial	TOTAL
		Quant. (kg)	Custo unitário (R\$)	Quant. (kg)	Custo unitário (R\$)	Quant. (m3)	Custo unitário (R\$)	Quant. (un)	Custo unitário (R\$)	Quant. (h)	Custo unitário (R\$)	Quant. (h)	Custo unitário (R\$)		Quant. (m3)	Custo unitário (R\$)	Quant. (h)	Custo unitário (R\$)	Quant. (h)	Custo unitário (R\$)		
bloco ceramico	A1	2,18	0,46	2,18	0,75	0,0150	75,00	25,00	0,36	1,00	10,37	1,12	7,30	31,36	0,010	262,97	0,70	7,30	0,70	10,37	15,00	46,36
	A2	2,18	0,46	2,18	0,75	0,0150	75,00	25,00	0,36	1,00	10,37	1,12	7,30	31,36	0,015	262,97	0,70	7,30	0,70	10,37	16,31	47,67
	A3	2,18	0,46	2,18	0,75	0,0150	75,00	25,00	0,36	1,00	10,37	1,12	7,30	31,36	0,020	262,97	0,70	7,30	0,70	10,37	17,63	48,99
	A4	2,18	0,46	2,18	0,75	0,0150	75,00	25,00	0,36	1,00	10,37	1,12	7,30	31,36	0,025	262,97	0,70	7,30	0,70	10,37	18,94	50,30
bloco concreto	D1	1,25	0,46	0,32	0,75	0,0083	75,00	13,13	2,35	0,66	10,37	0,73	7,30	44,47	0,010	262,97	0,70	7,30	0,70	10,37	15,00	59,46
	D2	1,25	0,46	0,32	0,75	0,0083	75,00	13,13	2,35	0,66	10,37	0,73	7,30	44,47	0,015	262,97	0,70	7,30	0,70	10,37	16,31	60,78
	D3	1,25	0,46	0,32	0,75	0,0083	75,00	13,13	2,35	0,66	10,37	0,73	7,30	44,47	0,020	262,97	0,70	7,30	0,70	10,37	17,63	62,09
	D4	1,25	0,46	0,32	0,75	0,0083	75,00	13,13	2,35	0,66	10,37	0,73	7,30	44,47	0,025	262,97	0,70	7,30	0,70	10,37	18,94	63,41
	F1	1,95	0,46	0,49	0,75	0,0130	75,00	13,13	2,90	0,70	10,37	0,81	7,30	53,49	0,010	262,97	0,70	7,30	0,70	10,37	15,00	68,49
	F2	1,95	0,46	0,49	0,75	0,0130	75,00	13,13	2,90	0,70	10,37	0,81	7,30	53,49	0,015	262,97	0,70	7,30	0,70	10,37	16,31	69,80
	F3	1,95	0,46	0,49	0,75	0,0130	75,00	13,13	2,90	0,70	10,37	0,81	7,30	53,49	0,020	262,97	0,70	7,30	0,70	10,37	17,63	71,12
	F4	1,95	0,46	0,49	0,75	0,0130	75,00	13,13	2,90	0,70	10,37	0,81	7,30	53,49	0,025	262,97	0,70	7,30	0,70	10,37	18,94	72,43
tijolo comum	G1	4,55	0,46	4,55	0,75	0,0304	75,00	84,00	0,65	1,60	10,37	1,85	7,30	92,48	0,010	262,97	0,70	7,30	0,70	10,37	15,00	107,48
	G2	4,55	0,46	4,55	0,75	0,0304	75,00	84,00	0,65	1,60	10,37	1,85	7,30	92,48	0,015	262,97	0,70	7,30	0,70	10,37	16,31	108,80
	G3	4,55	0,46	4,55	0,75	0,0304	75,00	84,00	0,65	1,60	10,37	1,85	7,30	92,48	0,020	262,97	0,70	7,30	0,70	10,37	17,63	110,11
	G4	4,55	0,46	4,55	0,75	0,0304	75,00	84,00	0,65	1,60	10,37	1,85	7,30	92,48	0,025	262,97	0,70	7,30	0,70	10,37	18,94	111,43

Cálculo do custo de cada solução - MT - 2

		Alvenaria - TCPO												Revestimento - Sinapi								
Tipo	Alvenaria	Cimento		Cal hidratada		Areia média ou grossa		elemento da alvenaria		Pedreiro		Servente		Custo Parcial	Argamassa traço 1:6		Servente		Estucador		Custo Parcial	TOTAL
		Quant. (kg)	Custo unitário (R\$)	Quant. (kg)	Custo unitário (R\$)	Quant. (m3)	Custo unitário (R\$)	Quant. (un)	Custo unitário (R\$)	Quant. (h)	Custo unitário (R\$)	Quant. (h)	Custo unitário (R\$)		Quant. (m3)	Custo unitário (R\$)	Quant. (h)	Custo unitário (R\$)	Quant. (h)	Custo unitário (R\$)		
bloco ceramico	A1	2,18	0,45	2,18	0,40	0,0150	54,00	25,00	0,43	1,00	10,08	1,12	7,47	31,73	0,010	247,51	0,700	7,47	0,70	10,08	14,76	46,49
	A2	2,18	0,45	2,18	0,40	0,0150	54,00	25,00	0,43	1,00	10,08	1,12	7,47	31,73	0,015	247,51	0,700	7,47	0,70	10,08	16,00	47,73
	A3	2,18	0,45	2,18	0,40	0,0150	54,00	25,00	0,43	1,00	10,08	1,12	7,47	31,73	0,020	247,51	0,700	7,47	0,70	10,08	17,24	48,97
	A4	2,18	0,45	2,18	0,40	0,0150	54,00	25,00	0,43	1,00	10,08	1,12	7,47	31,73	0,025	247,51	0,700	7,47	0,70	10,08	18,47	50,21
bloco concreto	D1	1,25	0,45	0,32	0,40	0,0083	54,00	13,13	1,33	0,66	10,08	0,73	7,47	30,71	0,010	247,51	0,700	7,47	0,70	10,08	14,76	45,47
	D2	1,25	0,45	0,32	0,40	0,0083	54,00	13,13	1,33	0,66	10,08	0,73	7,47	30,71	0,015	247,51	0,700	7,47	0,70	10,08	16,00	46,70
	D3	1,25	0,45	0,32	0,40	0,0083	54,00	13,13	1,33	0,66	10,08	0,73	7,47	30,71	0,020	247,51	0,700	7,47	0,70	10,08	17,24	47,94
	D4	1,25	0,45	0,32	0,40	0,0083	54,00	13,13	1,33	0,66	10,08	0,73	7,47	30,71	0,025	247,51	0,700	7,47	0,70	10,08	18,47	49,18
	F1	1,95	0,45	0,49	0,40	0,0130	54,00	13,13	1,64	0,70	10,08	0,81	7,47	36,42	0,010	247,51	0,700	7,47	0,70	10,08	14,76	51,18
	F2	1,95	0,45	0,49	0,40	0,0130	54,00	13,13	1,64	0,70	10,08	0,81	7,47	36,42	0,015	247,51	0,700	7,47	0,70	10,08	16,00	52,41
	F3	1,95	0,45	0,49	0,40	0,0130	54,00	13,13	1,64	0,70	10,08	0,81	7,47	36,42	0,020	247,51	0,700	7,47	0,70	10,08	17,24	53,65
	F4	1,95	0,45	0,49	0,40	0,0130	54,00	13,13	1,64	0,70	10,08	0,81	7,47	36,42	0,025	247,51	0,700	7,47	0,70	10,08	18,47	54,89
tijolo comum	G1	4,55	0,45	4,55	0,40	0,0304	54,00	84,00	0,24	1,60	10,08	1,85	7,47	55,62	0,010	247,51	0,700	7,47	0,70	10,08	14,76	70,38
	G2	4,55	0,45	4,55	0,40	0,0304	54,00	84,00	0,24	1,60	10,08	1,85	7,47	55,62	0,015	247,51	0,700	7,47	0,70	10,08	16,00	71,61
	G3	4,55	0,45	4,55	0,40	0,0304	54,00	84,00	0,24	1,60	10,08	1,85	7,47	55,62	0,020	247,51	0,700	7,47	0,70	10,08	17,24	72,85
	G4	4,55	0,45	4,55	0,40	0,0304	54,00	84,00	0,24	1,60	10,08	1,85	7,47	55,62	0,025	247,51	0,700	7,47	0,70	10,08	18,47	74,09

Cálculo do custo de cada solução - GO - 3

		Alvenaria - TCPO												Revestimento - Sinapi								
		Cimento		Cal hidratada		Areia média ou grossa		elemento da alvenaria		Pedreiro		Servente		Custo Parcial	Argamassa traço 1:6		Servente		Estucador		Custo Parcial	TOTAL
Tipo	Alvenaria	Quant. (kg)	Custo unitário (R\$)	Quant. (kg)	Custo unitário (R\$)	Quant. (m3)	Custo unitário (R\$)	Quant. (un)	Custo unitário (R\$)	Quant. (h)	Custo unitário (R\$)	Quant. (h)	Custo unitário (R\$)		Quant. (m3)	Custo unitário (R\$)	Quant. (h)	Custo unitário (R\$)	Quant. (h)	Custo unitário (R\$)		
bloco ceramico	A1	2,18	0,41	2,18	0,48	0,0150	70,00	25,00	0,46	1,00	9,86	1,12	6,46	31,57	0,010	250,89	0,700	6,46	0,70	9,86	13,93	45,51
	A2	2,18	0,41	2,18	0,48	0,0150	70,00	25,00	0,46	1,00	9,86	1,12	6,46	31,57	0,015	250,89	0,700	6,46	0,70	9,86	15,19	46,76
	A3	2,18	0,41	2,18	0,48	0,0150	70,00	25,00	0,46	1,00	9,86	1,12	6,46	31,57	0,020	250,89	0,700	6,46	0,70	9,86	16,44	48,02
	A4	2,18	0,41	2,18	0,48	0,0150	70,00	25,00	0,46	1,00	9,86	1,12	6,46	31,57	0,025	250,89	0,700	6,46	0,70	9,86	17,70	49,27
bloco concreto	D1	1,25	0,41	0,32	0,48	0,0083	70,00	13,13	1,82	0,66	9,86	0,73	6,46	36,36	0,010	250,89	0,700	6,46	0,70	9,86	13,93	50,29
	D2	1,25	0,41	0,32	0,48	0,0083	70,00	13,13	1,82	0,66	9,86	0,73	6,46	36,36	0,015	250,89	0,700	6,46	0,70	9,86	15,19	51,55
	D3	1,25	0,41	0,32	0,48	0,0083	70,00	13,13	1,82	0,66	9,86	0,73	6,46	36,36	0,020	250,89	0,700	6,46	0,70	9,86	16,44	52,80
	D4	1,25	0,41	0,32	0,48	0,0083	70,00	13,13	1,82	0,66	9,86	0,73	6,46	36,36	0,025	250,89	0,700	6,46	0,70	9,86	17,70	54,06
	F1	1,95	0,41	0,49	0,48	0,0130	70,00	13,13	2,24	0,70	9,86	0,81	6,46	43,48	0,010	250,89	0,700	6,46	0,70	9,86	13,93	57,41
	F2	1,95	0,41	0,49	0,48	0,0130	70,00	13,13	2,24	0,70	9,86	0,81	6,46	43,48	0,015	250,89	0,700	6,46	0,70	9,86	15,19	58,67
	F3	1,95	0,41	0,49	0,48	0,0130	70,00	13,13	2,24	0,70	9,86	0,81	6,46	43,48	0,020	250,89	0,700	6,46	0,70	9,86	16,44	59,92
	F4	1,95	0,41	0,49	0,48	0,0130	70,00	13,13	2,24	0,70	9,86	0,81	6,46	43,48	0,025	250,89	0,700	6,46	0,70	9,86	17,70	61,18
tijolo comum	G1	4,55	0,41	4,55	0,48	0,0304	70,00	84,00	0,23	1,60	9,86	1,85	6,46	53,20	0,010	250,89	0,700	6,46	0,70	9,86	13,93	67,13
	G2	4,55	0,41	4,55	0,48	0,0304	70,00	84,00	0,23	1,60	9,86	1,85	6,46	53,20	0,015	250,89	0,700	6,46	0,70	9,86	15,19	68,39
	G3	4,55	0,41	4,55	0,48	0,0304	70,00	84,00	0,23	1,60	9,86	1,85	6,46	53,20	0,020	250,89	0,700	6,46	0,70	9,86	16,44	69,64
	G4	4,55	0,41	4,55	0,48	0,0304	70,00	84,00	0,23	1,60	9,86	1,85	6,46	53,20	0,025	250,89	0,700	6,46	0,70	9,86	17,70	70,90

Cálculo do custo de cada solução - DF - 4

		Alvenaria - TCPO												Revestimento - Sinapi								
		Cimento		Cal hidratada		Areia média ou grossa		elemento da alvenaria		Pedreiro		Servente		Custo Parcial	Argamassa traço 1:6		Servente		Estucador		Custo Parcial	TOTAL
Tipo	Alvenaria	Quant. (kg)	Custo unitário (R\$)	Quant. (kg)	Custo unitário (R\$)	Quant. (m3)	Custo unitário (R\$)	Quant. (un)	Custo unitário (R\$)	Quant. (h)	Custo unitário (R\$)	Quant. (h)	Custo unitário (R\$)		Quant. (m3)	Custo unitário (R\$)	Quant. (h)	Custo unitário (R\$)	Quant. (h)	Custo unitário (R\$)		
bloco ceramico	A1	2,18	0,37	2,18	0,46	0,0150	80,00	25,00	0,45	1,00	11,28	1,12	7,26	33,68	0,010	264,94	0,700	7,26	0,70	11,28	15,63	49,31
	A2	2,18	0,37	2,18	0,46	0,0150	80,00	25,00	0,45	1,00	11,28	1,12	7,26	33,68	0,015	264,94	0,700	7,26	0,70	11,28	16,95	50,63
	A3	2,18	0,37	2,18	0,46	0,0150	80,00	25,00	0,45	1,00	11,28	1,12	7,26	33,68	0,020	264,94	0,700	7,26	0,70	11,28	18,28	51,96
	A4	2,18	0,37	2,18	0,46	0,0150	80,00	25,00	0,45	1,00	11,28	1,12	7,26	33,68	0,025	264,94	0,700	7,26	0,70	11,28	19,60	53,28
bloco concreto	D1	1,25	0,37	0,32	0,46	0,0083	80,00	13,13	1,37	0,66	11,28	0,73	7,26	32,01	0,010	264,94	0,700	7,26	0,70	11,28	15,63	47,64
	D2	1,25	0,37	0,32	0,46	0,0083	80,00	13,13	1,37	0,66	11,28	0,73	7,26	32,01	0,015	264,94	0,700	7,26	0,70	11,28	16,95	48,96
	D3	1,25	0,37	0,32	0,46	0,0083	80,00	13,13	1,37	0,66	11,28	0,73	7,26	32,01	0,020	264,94	0,700	7,26	0,70	11,28	18,28	50,29
	D4	1,25	0,37	0,32	0,46	0,0083	80,00	13,13	1,37	0,66	11,28	0,73	7,26	32,01	0,025	264,94	0,700	7,26	0,70	11,28	19,60	51,61
	F1	1,95	0,37	0,49	0,46	0,0130	80,00	13,13	1,69	0,70	11,28	0,81	7,26	37,96	0,010	264,94	0,700	7,26	0,70	11,28	15,63	53,59
	F2	1,95	0,37	0,49	0,46	0,0130	80,00	13,13	1,69	0,70	11,28	0,81	7,26	37,96	0,015	264,94	0,700	7,26	0,70	11,28	16,95	54,91
	F3	1,95	0,37	0,49	0,46	0,0130	80,00	13,13	1,69	0,70	11,28	0,81	7,26	37,96	0,020	264,94	0,700	7,26	0,70	11,28	18,28	56,24
	F4	1,95	0,37	0,49	0,46	0,0130	80,00	13,13	1,69	0,70	11,28	0,81	7,26	37,96	0,025	264,94	0,700	7,26	0,70	11,28	19,60	57,56
tijolo comum	G1	4,55	0,37	4,55	0,46	0,0304	80,00	84,00	0,29	1,60	11,28	1,85	7,26	62,07	0,010	264,94	0,700	7,26	0,70	11,28	15,63	77,69
	G2	4,55	0,37	4,55	0,46	0,0304	80,00	84,00	0,29	1,60	11,28	1,85	7,26	62,07	0,015	264,94	0,700	7,26	0,70	11,28	16,95	79,02
	G3	4,55	0,37	4,55	0,46	0,0304	80,00	84,00	0,29	1,60	11,28	1,85	7,26	62,07	0,020	264,94	0,700	7,26	0,70	11,28	18,28	80,34
	G4	4,55	0,37	4,55	0,46	0,0304	80,00	84,00	0,29	1,60	11,28	1,85	7,26	62,07	0,025	264,94	0,700	7,26	0,70	11,28	19,60	81,67

Cálculo do custo de cada solução - SP - 5

		Alvenaria - TCPO												Revestimento - Sinapi								
		Cimento		Cal hidratada		Areia média ou grossa		elemento da alvenaria		Pedreiro		Servente		Custo Parcial	Argamassa traço 1:6		Servente		Estucador		Custo Parcial	TOTAL
Tipo	Alvenaria	Quant. (kg)	Custo unitário (R\$)	Quant. (kg)	Custo unitário (R\$)	Quant. (m3)	Custo unitário (R\$)	Quant. (un)	Custo unitário (R\$)	Quant. (h)	Custo unitário (R\$)	Quant. (h)	Custo unitário (R\$)		Quant. (m3)	Custo unitário (R\$)	Quant. (h)	Custo unitário (R\$)	Quant. (h)	Custo unitário (R\$)		
bloco ceramico	A1	2,18	0,40	2,18	0,40	0,0150	60,00	25,00	0,75	1,00	11,94	1,12	10,00	44,53	0,010	269,36	0,700	10,00	0,70	11,94	18,05	62,58
	A2	2,18	0,40	2,18	0,40	0,0150	60,00	25,00	0,75	1,00	11,94	1,12	10,00	44,53	0,015	269,36	0,700	10,00	0,70	11,94	19,40	63,93
	A3	2,18	0,40	2,18	0,40	0,0150	60,00	25,00	0,75	1,00	11,94	1,12	10,00	44,53	0,020	269,36	0,700	10,00	0,70	11,94	20,75	65,27
	A4	2,18	0,40	2,18	0,40	0,0150	60,00	25,00	0,75	1,00	11,94	1,12	10,00	44,53	0,025	269,36	0,700	10,00	0,70	11,94	22,09	66,62
bloco concreto	D1	1,25	0,40	0,32	0,40	0,0083	60,00	13,13	1,42	0,66	11,94	0,73	10,00	34,95	0,010	269,36	0,700	10,00	0,70	11,94	18,05	53,00
	D2	1,25	0,40	0,32	0,40	0,0083	60,00	13,13	1,42	0,66	11,94	0,73	10,00	34,95	0,015	269,36	0,700	10,00	0,70	11,94	19,40	54,35
	D3	1,25	0,40	0,32	0,40	0,0083	60,00	13,13	1,42	0,66	11,94	0,73	10,00	34,95	0,020	269,36	0,700	10,00	0,70	11,94	20,75	55,69
	D4	1,25	0,40	0,32	0,40	0,0083	60,00	13,13	1,42	0,66	11,94	0,73	10,00	34,95	0,025	269,36	0,700	10,00	0,70	11,94	22,09	57,04
	F1	1,95	0,40	0,49	0,40	0,0130	60,00	13,13	1,75	0,70	11,94	0,81	10,00	41,19	0,010	269,36	0,700	10,00	0,70	11,94	18,05	59,24
	F2	1,95	0,40	0,49	0,40	0,0130	60,00	13,13	1,75	0,70	11,94	0,81	10,00	41,19	0,015	269,36	0,700	10,00	0,70	11,94	19,40	60,59
	F3	1,95	0,40	0,49	0,40	0,0130	60,00	13,13	1,75	0,70	11,94	0,81	10,00	41,19	0,020	269,36	0,700	10,00	0,70	11,94	20,75	61,93
	F4	1,95	0,40	0,49	0,40	0,0130	60,00	13,13	1,75	0,70	11,94	0,81	10,00	41,19	0,025	269,36	0,700	10,00	0,70	11,94	22,09	63,28
tijolo comum	G1	4,55	0,40	4,55	0,40	0,0304	60,00	84,00	0,30	1,60	11,94	1,85	10,00	68,26	0,010	269,36	0,700	10,00	0,70	11,94	18,05	86,31
	G2	4,55	0,40	4,55	0,40	0,0304	60,00	84,00	0,30	1,60	11,94	1,85	10,00	68,26	0,015	269,36	0,700	10,00	0,70	11,94	19,40	87,66
	G3	4,55	0,40	4,55	0,40	0,0304	60,00	84,00	0,30	1,60	11,94	1,85	10,00	68,26	0,020	269,36	0,700	10,00	0,70	11,94	20,75	89,00
	G4	4,55	0,40	4,55	0,40	0,0304	60,00	84,00	0,30	1,60	11,94	1,85	10,00	68,26	0,025	269,36	0,700	10,00	0,70	11,94	22,09	90,35

Cálculo do custo de cada solução - PR - 6

		Alvenaria - TCPO												Revestimento - Sinapi								
		Cimento		Cal hidratada		Areia média ou grossa		elemento da alvenaria		Pedreiro		Servente		Custo Parcial	Argamassa traço 1:6		Servente		Estucador		Custo Parcial	TOTAL
Tipo	Alvenaria	Quant. (kg)	Custo unitário (R\$)	Quant. (kg)	Custo unitário (R\$)	Quant. (m3)	Custo unitário (R\$)	Quant. (un)	Custo unitário (R\$)	Quant. (h)	Custo unitário (R\$)	Quant. (h)	Custo unitário (R\$)		Quant. (m3)	Custo unitário (R\$)	Quant. (h)	Custo unitário (R\$)	Quant. (h)	Custo unitário (R\$)		
bloco ceramico	A1	2,18	0,42	2,18	0,28	0,0150	60,63	25,00	0,48	1,00	14,52	1,12	10,66	40,92	0,010	285,88	0,700	10,66	0,70	14,52	20,48	61,41
	A2	2,18	0,42	2,18	0,28	0,0150	60,63	25,00	0,48	1,00	14,52	1,12	10,66	40,92	0,015	285,88	0,700	10,66	0,70	14,52	21,91	62,83
	A3	2,18	0,42	2,18	0,28	0,0150	60,63	25,00	0,48	1,00	14,52	1,12	10,66	40,92	0,020	285,88	0,700	10,66	0,70	14,52	23,34	64,26
	A4	2,18	0,42	2,18	0,28	0,0150	60,63	25,00	0,48	1,00	14,52	1,12	10,66	40,92	0,025	285,88	0,700	10,66	0,70	14,52	24,77	65,69
bloco concreto	D1	1,25	0,42	0,32	0,28	0,0083	60,63	13,13	1,65	0,66	14,52	0,73	10,66	40,14	0,010	285,88	0,700	10,66	0,70	14,52	20,48	60,63
	D2	1,25	0,42	0,32	0,28	0,0083	60,63	13,13	1,65	0,66	14,52	0,73	10,66	40,14	0,015	285,88	0,700	10,66	0,70	14,52	21,91	62,06
	D3	1,25	0,42	0,32	0,28	0,0083	60,63	13,13	1,65	0,66	14,52	0,73	10,66	40,14	0,020	285,88	0,700	10,66	0,70	14,52	23,34	63,49
	D4	1,25	0,42	0,32	0,28	0,0083	60,63	13,13	1,65	0,66	14,52	0,73	10,66	40,14	0,025	285,88	0,700	10,66	0,70	14,52	24,77	64,92
	F1	1,95	0,42	0,49	0,28	0,0130	60,63	13,13	2,03	0,70	14,52	0,81	10,66	47,19	0,010	285,88	0,700	10,66	0,70	14,52	20,48	67,68
	F2	1,95	0,42	0,49	0,28	0,0130	60,63	13,13	2,03	0,70	14,52	0,81	10,66	47,19	0,015	285,88	0,700	10,66	0,70	14,52	21,91	69,11
	F3	1,95	0,42	0,49	0,28	0,0130	60,63	13,13	2,03	0,70	14,52	0,81	10,66	47,19	0,020	285,88	0,700	10,66	0,70	14,52	23,34	70,54
	F4	1,95	0,42	0,49	0,28	0,0130	60,63	13,13	2,03	0,70	14,52	0,81	10,66	47,19	0,025	285,88	0,700	10,66	0,70	14,52	24,77	71,97
tijolo comum	G1	4,55	0,42	4,55	0,28	0,0304	60,63	84,00	0,75	1,60	14,52	1,85	10,66	110,97	0,010	285,88	0,700	10,66	0,70	14,52	20,48	131,46
	G2	4,55	0,42	4,55	0,28	0,0304	60,63	84,00	0,75	1,60	14,52	1,85	10,66	110,97	0,015	285,88	0,700	10,66	0,70	14,52	21,91	132,89
	G3	4,55	0,42	4,55	0,28	0,0304	60,63	84,00	0,75	1,60	14,52	1,85	10,66	110,97	0,020	285,88	0,700	10,66	0,70	14,52	23,34	134,32
	G4	4,55	0,42	4,55	0,28	0,0304	60,63	84,00	0,75	1,60	14,52	1,85	10,66	110,97	0,025	285,88	0,700	10,66	0,70	14,52	24,77	135,75

Alvenaria	Espessura Total	espessura revestimento	DP	U	CT	ltrans ZB1e2	ltrans ZB3a8	lct1a7
A1	0,11	0,010	0,061	2,63	114	1,05	0,71	0,88
A2	0,12	0,015	0,067	2,55	135	1,02	0,69	1,04
A3	0,13	0,020	0,072	2,47	156	0,99	0,67	1,20
A4	0,14	0,025	0,078	2,40	177	0,96	0,65	1,36
B1	0,135	0,010	0,075	2,46	118	0,98	0,66	0,91
B2	0,145	0,015	0,081	2,39	140	0,96	0,65	1,07
B3	0,155	0,020	0,086	2,33	161	0,93	0,63	1,24
B4	0,165	0,025	0,092	2,27	182	0,91	0,61	1,40
C1	0,16	0,010	0,092	2,33	121	0,93	0,63	0,93
C2	0,17	0,015	0,097	2,27	143	0,91	0,61	1,10
C3	0,18	0,020	0,103	2,22	165	0,89	0,60	1,27
C4	0,19	0,025	0,109	2,17	187	0,87	0,59	1,43
D1	0,11	0,010	0,061	3,12	148	1,25	0,84	1,14
D2	0,12	0,015	0,067	3,02	169	1,21	0,82	1,30
D3	0,13	0,020	0,072	2,93	189	1,17	0,79	1,46
D4	0,14	0,025	0,078	2,84	210	1,14	0,77	1,62
E1	0,135	0,010	0,075	3,02	151	1,21	0,82	1,16
E2	0,145	0,015	0,081	2,93	172	1,17	0,79	1,32
E3	0,155	0,020	0,086	2,85	193	1,14	0,77	1,49
E4	0,165	0,025	0,092	2,77	214	1,11	0,75	1,65
F1	0,16	0,010	0,092	2,95	153	1,18	0,80	1,18
F2	0,17	0,015	0,097	2,87	175	1,15	0,78	1,34
F3	0,18	0,020	0,103	2,79	196	1,12	0,75	1,51
F4	0,19	0,025	0,109	2,72	217	1,09	0,74	1,67
G1	0,11	0,010	0,061	3,68	181	1,47	1,00	1,39
G2	0,12	0,015	0,067	3,57	201	1,43	0,96	1,54
G3	0,13	0,020	0,072	3,46	221	1,38	0,94	1,70
G4	0,14	0,025	0,078	3,36	241	1,34	0,91	1,85
H1	0,135	0,010	0,075	3,39	220	1,36	0,92	1,69
H2	0,145	0,015	0,081	3,29	240	1,32	0,89	1,84
H3	0,155	0,020	0,086	3,20	260	1,28	0,87	2,00
H4	0,165	0,025	0,092	3,12	280	1,25	0,84	2,15
I1	0,16	0,010	0,092	3,14	259	1,26	0,85	1,99
I2	0,17	0,015	0,097	3,06	279	1,22	0,83	2,14
I3	0,18	0,020	0,103	2,98	299	1,19	0,81	2,30
I4	0,19	0,025	0,109	2,90	319	1,16	0,79	2,45
J	0,09		0,050	4,52	216	1,81	1,22	1,66
K	0,115		0,064	4,24	276	1,70	1,15	2,12
L	0,14		0,081	4,00	336	1,60	1,08	2,58

Umáx 3,700
CTmín 130,000

Umáx 2,500

Projeto de Habitação	Faixa de Renda	Localização	Área de cada habitação (Ahab) (m2)	Perímetro das paredes (Pp) (m)	Espessura das paredes	Área das paredes (Ap) (m2)	Índice de compactidade (Ic)	Densidade de paredes (Dp)	Número de pontos hidráulicos da área total (Pth)	Densidade de pontos hidráulicos pela área global (Dh)	Número de pontos elétricos da área total (Pte)	Densidade de pontos elétricos pela área global (De)
PHC1	0 a 3	Colatina - ES	39,00	24,50	0,13	4,84	90,4%	0,124	5	0,128	22	0,564
PHC2	0 a 3	Rio Branco - AC	32,84	24,45	0,1	3,74	83,1%	0,114	5	0,152	25	0,761
PHC3	0 a 3	Rio Branco - AC	35,96	24,00	0,15	5,65	88,6%	0,157	5	0,139	25	0,695
PHC4	0 a 3	Trindade - GO	41,10	27,79	0,13	5,47	81,8%	0,133	5	0,122		
PHC5	0 a 3	Paço do Lumiar - MA	38,57	24,16	0,15	5,85	91,1%	0,152	5	0,130	24	0,622
PHC6	0 a 3	São José de Ribamar - MA	38,06	24,10	0,15	5,87	90,7%	0,154	5	0,131		
PHC7	0 a 3	Timon - MA	38,57	24,30	0,15	5,87	90,6%	0,152	5	0,130	24	0,622
PHC8	0 a 3	Açailândia - MA	46,52	31,45	0,15	6,78	76,9%	0,146	5	0,107	30	0,645
PHC9	0 a 3	Amendoeira - MA	46,52	31,45	0,15	6,78	76,9%	0,146	5	0,107	26	0,559
PHC10	0 a 3	Alto Alegre do Maranhão - MA	44,60	26,40	0,15	6,59	89,7%	0,148	5	0,112	26	0,583
PHC11	3 a 6	Luziânia - GO	52,42	29,20	0,15	7,07	87,9%	0,135	5	0,095		
PHC12	3 a 6	Planaltina - GO	68,71	38,80	0,15	10,07	75,7%	0,147	5	0,073		
PHC13	3 a 6	Planaltina - GO	58,51	33,50	0,15	8,88	80,9%	0,152	5	0,085		
PHC14	3 a 6	Planaltina - GO	54,31	33,25	0,15	7,54	78,6%	0,139	5	0,092		
PHC15	3 a 6	Planaltina - GO	68,02	39,16	0,15	8,76	74,7%	0,129	5	0,074		
Média casa							83,8%	0,142				
PHA16	0 a 3	Santo Antônio - RS	205,17	88,02	-	27,70	57,7%	0,135	20	0,097	102	0,497
PHA17	0 a 3	São José de Ribamar - MA	185,39	77,66	0,15	24,78	62,2%	0,134	20	0,108		
PHA18	3 a 10	Samambaia - DF	229,57	63,90	-	24,34	84,1%	0,106	20	0,087		
PHA19	3 a 10	Samambaia - DF	260,09	78,80	-	30,73	72,6%	0,118	33	0,127		
Média apartamento							69,1%	0,123				