

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
1975

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

MODELAGEM DOS CUSTOS PARA CASAS DE CLASSE MÉDIA

Dissertação submetida ao curso
de Pós-Graduação em Engenharia
de Produção, para obtenção do
título de Mestre em Engenharia
de Produção

VANESSA ADRIANO ANDRADE

Orientador: Luiz Fernando Heineck



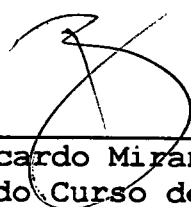
UFSC-BU

Defesa: 12/4/96
Florianópolis, Março de 1996.

MODELAGEM DOS CUSTOS PARA CASAS DE CLASSE MÉDIA

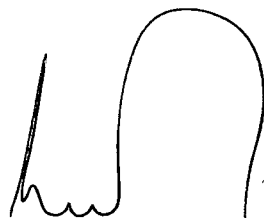
VANESSA ADRIANO ANDRADE

Esta dissertação foi julgada adequada para obtenção do título de Mestre em Engenharia de Produção.

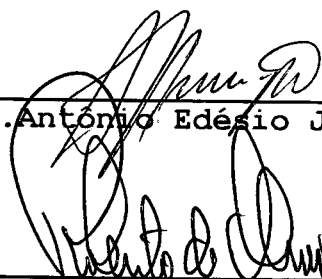


Prof. Ricardo Miranda Barcia
Coordenador do Curso de Pós-Graduação

Banca Examinadora:



Prof. Luiz Fernando Heineck, Ph.D.
Orientador



Prof. Antônio Edésio Jungles, Dr.



Prof. Roberto de Oliveira, Ph.D.

AGRADECIMENTOS:

Aos meus pais, Nilza e José, e ao Guilherme, meu filho.

A CAPES, pelo auxílio durante todo o curso;

Ao Prof. Luiz Fernando Heineck, pela orientação durante a realização deste trabalho.

Aos amigos José Luiz, Ana Tristão, Júlio e Renato, pelo carinho e apoio de todas as horas;

Ao engenheiro Marcos Marques;

Ao arquiteto Ary Pini;

Aos primos Elisa, Evelise, Cássia e Johnny;

Ao Prof. Álvaro Prata;

Ao arquiteto Albertino Ronchi, da Secretaria de Urbanismo e Serviços Públicos da Prefeitura de Florianópolis;

Aos engenheiros Marcos e Valdir, da VCL Engenharia;

SUMÁRIO

Lista de tabelas.....	viii
Lista de gráficos.....	xiii
Resumo.....	xv
Abstract.....	xvi
Capítulo 1 - Introdução.....	01
1.1- Objetivos da pesquisa.....	06
1.2- Hipóteses geral e de trabalho.....	06
1.3- Limitações da pesquisa.....	07
1.4- Estrutura do trabalho.....	08
*Capítulo 2- Noções sobre instrumentos para programação e gerenciamento de obras voltados aos custos dos empreendimentos.....	09
2.1- Introdução.....	09
2.2- Custos na construção civil.....	10
2.3- Estimativas de custos.....	11
2.3.1- Tipos de estimativas de custos.....	11
2.3.1.1- Estimativa pelo custo total.....	12
2.3.1.2- Estimativa por elementos construtivos....	12
2.3.1.3- Estimativa pelos serviços de obra.....	12
2.3.2- Variação dos custos.....	13
2.4- Orçamentos.....	13
2.4.1- Conceito.....	13
2.4.2- Tipos.....	13
2.4.2.1- Convencional.....	14
2.4.2.2- Operacional.....	14
2.4.2.3- Paramétrico.....	14
2.4.2.4- Método pelas características geométricas.	14
2.4.2.5- Outros métodos.....	15
2.5- CUB e SINAPI.....	15
2.5.1- Custo Unitário Básico - CUB.....	15
2.5.2- Áreas de construção e áreas equivalentes.....	16
2.5.3- Lotes básicos e projetos-padrão.....	16
2.5.4- SINAPI.....	17
2.6- Partição da obra em serviços para fins orçamentários e levantamento de custos.....	17
2.6.1- Relação dos serviços.....	18
2.6.2- Distribuição percentual dos serviços.....	19
2.6.3- Análise dos aspectos que geram variação nos percentuais.....	19
2.7- Aspectos geométricos do custo das edificações.....	20

2.7.1-	Estrutura conceitual geométrica de um edifício.	20
2.7.2-	Elementos básicos de um edifício.....	21
2.7.3-	Análise dos custos das partes componentes do edifício.....	21
2.7.4-	Elementos funcionais de maior representatividade no custo.....	23
2.8-	Diagrama de barras.....	23
2.9-	Curvas ABC.....	24
2.10-	Curvas S.....	25
2.11-	Medição e desempenho.....	25
2.11.1-	Conceitos.....	25
2.11.2-	Indicadores de qualidade e produtividade....	26

Capítulo 3- Metodologia da pesquisa.....28

3.1-	Introdução.....	28
3.2-	Levantamento de dados.....	30
3.3-	Caracterização da amostra - levantamento de dados dos projetos arquitetônicos.....	32
3.3.1-	Caracterização da amostra segundo a tipologia habitacional.....	33
3.3.1.1-	Caracterização da amostra segundo o número de dormitórios e suites.....	33
3.3.1.2-	Caracterização da amostra segundo o número de banheiros.....	33
3.3.1.3-	Caracterização da amostra segundo o número de pavimentos.....	34
3.3.1.4-	Caracterização da amostra quanto ao tipo de alvenaria de revestimento.....	34
3.3.2-	Levantamento das áreas de construção e dos perímetros das paredes externas.....	34
3.3.3-	Outros dados levantados.....	35
3.3.3.1-	Área de esquadrias.....	37
3.3.3.2-	Área de telhados.....	37
3.4-	Levantamento dos custos de construção.....	38
3.4.1-	Partição da obra.....	38
3.4.2-	Planilha orçamentária.....	43
3.4.3-	Cronograma financeiro.....	44
3.5-	Metodologia no tratamento dos dados.....	47

Capítulo 4- Análise dos dados.....48

4.1-	Introdução.....	48
4.2-	Considerações quanto à ausência de alguns insumos no levantamento de dados.....	48
4.3-	Indicadores de racionalidade de projeto.....	49
4.3.1-	Porcentagem da área total ocupada pela área de circulação.....	50
4.3.2-	Índice de compactidade.....	51
4.3.3-	Densidade de paredes.....	53
4.3.4-	Relação entre o comprimento das	

	tubulações hidráulicas e o número de pontos...	55
4.3.5-	Relação entre o comprimento dos eletrodutos e o número de pontos.....	56
4.3.6-	Relação entre o peso do aço e a área construída.....	57
4.3.7-	Relação entre a área de fôrmas e a área construída.....	58
4.4-	Análise em relação aos aspectos geométricos.....	60
4.4.1-	Área de garagens pela área total.....	60
4.4.2-	Área de varandas pela área total.....	61
4.4.3-	Área de telhado pela área total.....	62
4.4.4-	Área de pisos frios em relação à área total...	63
4.4.5-	Número de banheiros pela área total.....	64
4.4.6-	Área de esquadrias pela área total.....	65
4.4.7-	Número de portas pela área total.....	67
4.4.8-	Área útil média dos cômodos.....	68
4.4.9-	Perímetro médio dos cômodos.....	69
4.5-	Análise dos consumos de materiais.....	70
4.5.1-	Consumo de cimento por metro quadrado.....	70
4.5.2-	Consumo de tijolos por metro quadrado.....	71
4.5.3-	Consumo de brita por metro quadrado.....	72
4.5.4-	Consumo de areia por metro quadrado.....	73
4.5.5-	Consumo de argamassa por metro quadrado.....	74
4.5.6-	Área de laje por metro quadrado.....	75
4.5.7-	Consumo de madeira para telhado por metro quadrado.....	75
4.5.8-	Consumo de telhas pela área do telhado.....	77
4.5.9-	Consumo de pisos por metro quadrado.....	78
4.5.10-	Consumo de azulejos por metro quadrado.....	79
4.5.11-	Consumo de eletrodutos por metro quadrado...	80
4.5.12-	Consumo de fios elétricos por metro quadrado.	81
4.5.13-	Consumo de tubulação hidráulica por metro quadrado.....	81
4.5.14-	Consumo de conexões hidráulicas por metro quadrado.....	82
4.5.15-	Consumo de outros materiais.....	83
4.6-	Análise dos custos dos serviços.....	84
4.6.1-	Custos dos serviços preliminares.....	85
4.6.2-	Custo dos materiais brutos.....	87
4.6.3-	Custo do telhado.....	89
4.6.4-	Custo da impermeabilização.....	90
4.6.5-	Custo das esquadrias.....	91
4.6.6-	Custo das ferragens para esquadrias.....	93
4.6.7-	Custo dos vidros.....	94
4.6.8-	Custo dos pisos e azulejos.....	95
4.6.9-	Custo da pintura.....	97
4.6.10-	Custo da rede elétrica.....	99
4.6.11-	Custo de louças e metais.....	100
4.6.12-	Custo da rede de água quente.....	101
4.6.13-	Custo da rede de água fria e esgoto.....	103
4.6.14-	Custo total por metro quadrado.....	104
4.6.15-	Custo da obra grossa.....	106

4.6.16-	Custo da obra fina.....	107
4.6.17-	Custo das áreas molhadas.....	108
4.6.18-	Apresentação dos custos por partes componentes da edificação, segundo a classificação de Mascaró.....	110
4.6.18.1-	Custo das instalações.....	110
4.6.18.2-	Custo do canteiro de obras.....	111
4.6.18.3-	Custo dos elementos formando planos horizontais.....	111
4.6.18.4-	Custo dos elementos formando planos verticais.....	112
4.6.18.5-	Composição do custo total.....	113
4.7-	Curva ABC de materiais.....	114
4.7.1-	Curva ABC para casas uni-familiares.....	115
4.7.2-	Materiais de classificação A.....	116
4.7.3-	Materiais de classificação B.....	117
4.7.4-	Materiais de classificação C.....	118
4.8-	Participação percentual dos serviços no custo total	118
4.9-	Análise dos prazos de execução.....	121
4.9.1-	Tempo de obra e tempo de compras.....	122
4.9.2-	Tempos de obras e compras em relação à área de construção.....	123
4.9.3-	Materiais e serviços com maiores prazos de execução.....	124
4.9.4-	Curvas S de desembolso financeiro.....	126
Capítulo 5- Conclusão.....		129
5.1-	Indicadores de racionalidade de projeto.....	129
5.2-	Análise dos aspectos geométricos.....	130
5.3-	Análise dos consumos de materiais.....	131
5.4-	Análise dos custos encontrados.....	134
5.5-	Outros dados encontrados.....	138
5.6-	Verificação das hipóteses.....	138
5.7-	Recomendações para trabalhos futuros.....	141
Referências bibliográficas.....		142
Anexos.....		146

LISTA DE TABELAS:

Tabela 1-	Evolução da população por situação de domicílio e densidade demográfica, no município de Florianópolis, anos de 1960 a 2000.....	02
Tabela 2-	População do município de Florianópolis por situação de domicílio segundo os Distritos - 1991.....	03
Tabela 3-	Número de casas e prédios licenciados para construção em Florianópolis, nos anos de 1994 e 1995.....	03
Tabela 4-	Número de unidades domiciliares no município de Florianópolis, segundo os distritos, no ano de 1980.....	04
Tabela 5-	Composição do custo total do edifício segundo planos horizontais, verticais e instalações.....	22
Tabela 6-	Variação do custo do m2 construído em função da variação da área.....	22
Tabela 7-	Tamanho da amostra (n) para cada variável.....	31
Tabela 8-	Forma de obtenção da amostra.....	31
Tabela 9-	Localização da amostra por bairro.....	32
Tabela 10-	Caracterização da amostra quanto ao ano de construção.....	32
Tabela 11-	Caracterização da amostra quanto ao número de suítes e quartos.....	33
Tabela 12-	Caracterização da amostra quanto ao número de banheiros.....	33
Tabela 13-	Caracterização da amostra quanto ao número de pavimentos.....	34
Tabela 14-	Caracterização das obras quanto ao tipo de alvenaria.....	34
Tabela 15-	Caracterização das obras segundo as áreas de construção.....	35
Tabela 16-	Levantamento das áreas e perímetros de cada cômodo.....	36
Tabela 17-	Levantamento da área de esquadrias da amostra.....	37
Tabela 18-	Planilha para levantamento de dados - exemplo para o grupo Serviços Preliminares.....	44
Tabela 19-	Cronograma financeiro.....	45
Tabela 20-	Materiais que apresentaram a maior variação no levantamento de dados feito.....	49
Tabela 21-	Valores encontrados para a percentagem da área de circulação.....	51
Tabela 22-	Valores de referência para a relação entre a área de circulação e a área total	51
Tabela 23-	Valores encontrados para o índice de compacidade.....	53
Tabela 24-	Valores de referência para o índice de compacidade.....	53
Tabela 25-	Valores encontrados para a densidade de paredes.....	54

Tabela 26-	Valores de referência para a densidade de paredes.....	54
Tabela 27-	Valores encontrados para o comprimento das tubulações em relação ao número de pontos.....	55
Tabela 28-	Valores encontrados para o comprimento dos eletrodutos em relação ao número de pontos.....	57
Tabela 29-	Valores encontrados para o peso do aço em relação à área total.....	58
Tabela 30-	Valores encontrados para a área de fôrmas em relação à área construída.....	59
Tabela 31-	Relação entre a área de fôrmas e a área construída.....	59
Tabela 32-	Valores encontrados para a área de garagens/m2....	61
Tabela 33-	Valores encontrados para a área de varandas/m2....	62
Tabela 34-	Valores encontrados para a área de telhados/m2....	63
Tabela 35-	Valores encontrados para a área de pisos frios/m2.....	64
Tabela 36-	Valores encontrados para o número de banheiros/m2.....	65
Tabela 37-	Valores encontrados para esquadrias/m2.....	66
Tabela 38-	Valores encontrados para o número de portas/m2....	67
Tabela 39-	Valores encontrados para o número de portas por cômodo.....	67
Tabela 40-	Valores encontrados para a área útil média dos cômodos.....	68
Tabela 41-	Valores encontrados para o perímetro médio dos cômodos.....	69
Tabela 42-	Valores encontrados para o peso do cimento em relação à área construída.....	70
Tabela 43-	Valores encontrados para o número de tijolos/m2.....	71
Tabela 44-	Valores encontrados para brita/m2.....	72
Tabela 45-	Valores encontrados com a exclusão da obra 12....	72
Tabela 46-	Valores encontrados para areia/m2	73
Tabela 47-	Valores encontrados com a exclusão da obra 3....	73
Tabela 48-	Valores encontrados para argamassa/m2.....	74
Tabela 49-	Valores encontrados para laje/m2.....	75
Tabela 50-	Valores encontrados para madeira para telhado/m2 .	76
Tabela 51-	Valores encontrados com a exclusão da obra 12....	76
Tabela 52-	Valores encontrados para madeira para telhado/área do telhado	76
Tabela 53-	Valores encontrados com a exclusão da obra 12....	77
Tabela 54-	Valores encontrados para telhas/área telhado.....	77
Tabela 55-	Valores encontrados com a exclusão das obras 13 e 15	78
Tabela 56-	Relação entre a área de pisos e a área total.....	78
Tabela 57-	Valores encontrados com a exclusão da obra 3....	78
Tabela 58-	Relação entre a área de azulejos e a área total.....	79
Tabela 59-	Valores encontrados para eletrodutos/m2.....	80
Tabela 60-	Valores encontrados para fios elétricos/m2.....	81
Tabela 61-	Valores encontrados com a exclusão da obra 9....	81
Tabela 62-	Valores encontrados para as tubulações hidráulicas/m2.....	82
Tabela 63-	Valores encontrados com a exclusão das obras 12 e 20.....	82
Tabela 64-	Valores encontrados para as conexões hidráulicas/m2.....	83

Tabela 65- Valores encontrados com a exclusão das obras 2 e 20.....	83
Tabela 66- Valores encontrados para outros materiais.....	84
Tabela 67- Valores encontrados para o custo de Serviços preliminares/m2.....	86
Tabela 68- Valores encontrados para serviços preliminares/m2.....	86
Tabela 69- Valores encontrados com a exclusão da obra 7.....	87
Tabela 70- Valores encontrados para o custo de materiais brutos/m2.....	87
Tabela 71- Valores encontrados para materiais brutos/m2.....	88
Tabela 72- Valores encontrados com a exclusão das obras 6 e 8.....	88
Tabela 73- Valores encontrados para o custo do telhado/m2....	89
Tabela 74- Valores encontrados para telhado/m2.....	89
Tabela 75- Valores encontrados com a exclusão da obra 1.....	90
Tabela 76- Valores encontrados para impermeabilização/m2.....	91
Tabela 77- Valores encontrados com a exclusão da obra 12.....	91
Tabela 78- Valores encontrados para o custo de esquadrias/m2.....	92
Tabela 79- Valores encontrados para esquadrias/m2.....	92
Tabela 80- Valores encontrados para o custo de ferragens para esquadrias/m2.....	93
Tabela 81- Valores encontrados para ferragens/m2.....	94
Tabela 82- Valores encontrados com a exclusão da obra 8.....	94
Tabela 83- Valores encontrados para custo total de vidros/m2.....	95
Tabela 84- Valores encontrados para custo de vidros sem box/m2.....	95
Tabela 85- Valores encontrados com a exclusão da obra 12....	95
Tabela 86- Valores encontrados para o custo de pisos e azulejos/m2.....	96
Tabela 87- Valores encontrados para pisos e azulejos/m2.....	96
Tabela 88- Valores encontrados para pintura/m2.....	98
Tabela 89- Valores encontrados com a exclusão das obras 1, 6 e 8.....	98
Tabela 90- Valores encontrados para o custo de pintura/m2....	98
Tabela 91- Valores encontrados para o custo da rede elétrica/m2.....	99
Tabela 92- Valores encontrados para rede elétrica/m2.....	99
Tabela 93- Valores encontrados com a exclusão das obras 3 e 9.....	100
Tabela 94- Valores encontrados para o custo de louças e metais/m2.....	100
Tabela 95- Valores encontrados para louças e metais/m2.....	101
Tabela 96- Valores encontrados com a exclusão da obra 4.....	101
Tabela 97- Valores encontrados para o custo da rede de água quente/m2.....	102
Tabela 98- Valores encontrados para rede água quente/m2....	102
Tabela 99- Valores encontrados com a exclusão das obras 4, 14 e 20.....	102
Tabela 100- Valores encontrados para o custo da rede de água fria e esgoto/m2.....	103
Tabela 101- Valores encontrados para rede água fria/m2.....	103
Tabela 102- Valores encontrados com a exclusão das obras 8 e 12.....	104
Tabela 103- Valores encontrados para custo total/m2.....	104

Tabela 104- Valores encontrados com a exclusão das obras 6 e 8.....	104
Tabela 105- Valores encontrados para o custo/m2.....	105
Tabela 106- Valores encontrados para o custo da obra grossa/m2.....	106
Tabela 107- Valores encontrados com a exclusão das obras 8 e 12.....	107
Tabela 108- Valores encontrados para o custo da obra fina/m2.....	107
Tabela 109- Valores encontrados para o custo das áreas molhadas/m2.....	108
Tabela 110- Valores encontrados com a exclusão das obras 4 e 20.....	109
Tabela 111- Valores encontrados para o custo das áreas molhadas/m2.....	109
Tabela 112- Valores encontrados com a exclusão das obras 4 e 20.....	109
Tabela 113- Valores encontrados para custo instalações/m2...	110
Tabela 114- Valores encontrados com a exclusão das obras 4 e 20.....	111
Tabela 115- Valores encontrados para o custo dos planos horizontais/m2.....	112
Tabela 116- Valores encontrados para o custo dos planos verticais/m2.....	113
Tabela 117- Composição do custo total de casas segundo a classificação de Mascaró.....	113
Tabela 118- Materiais de classificação A da curva ABC de materiais.....	116
Tabela 119- Valores encontrados para a classificação A de materiais na literatura pesquisada.....	117
Tabela 120- Materiais de classificação B da curva ABC de materiais.....	117
Tabela 121- Materiais de classificação C da curva ABC de materiais.....	118
Tabela 122- Percentual de participação dos serviços no custo total.....	120
Tabela 123- Percentuais de participação dos serviços no custo total segundo a literatura pesquisada.....	121
Tabela 124- Valores encontrados para os tempos de compras e de obra.....	122
Tabela 125- Valores encontrados para os tempos de obra.....	123
Tabela 126- Valores encontrados para os tempos de compras...	123
Tabela 127- Valores encontrados para a duração da construção de casas.....	124
Tabela 128- Valores encontrados para os tempos de execução dos serviços preliminares.....	124
Tabela 129- Valores encontrados para os tempos de execução dos materiais brutos.....	125
Tabela 130- Valores encontrados para os tempos de consumo de cimento.....	125
Tabela 131- Valores encontrados para os tempos de consumo de areia.....	125
Tabela 132- Valores encontrados para os tempos de consumo de pregos.....	125
Tabela 133- Valores encontrados para os tempos de execução da rede elétrica.....	126
Tabela 134- Valores encontrados para os tempos de execução da rede de água fria e esgoto.....	126

Tabela 135- Quadro-resumo dos indicadores de racionalidade de projeto.....	129
Tabela 136- Quadro-resumo dos aspectos geométricos.....	130
Tabela 137- Quadro-resumo dos consumos de materiais.....	132
Quadro 138- Quadro-resumo dos custos dos serviços.....	134

LISTA DE GRÁFICOS:

Gráfico 1-	Porcentagem da área total ocupada pela área de circulação.....	51
Gráfico 2-	Índice de compactidade médio.....	52
Gráfico 3-	Densidade de paredes.....	54
Gráfico 4-	Relação entre o comprimento das tubulações e o número de pontos.....	55
Gráfico 5-	Relação entre o comprimento dos eletrodutos e o número de pontos.....	57
Gráfico 6-	Relação entre o peso do aço e a área construída.....	58
Gráfico 7-	Relação entre a área de fôrmas e a área construída.....	59
Gráfico 8-	Relação entre a área de garagens e a área total...	61
Gráfico 9-	Relação entre a área de varandas e sacadas e a área total.....	62
Gráfico 10-	Relação entre a área de telhado e a área total...	63
Gráfico 11-	Relação entre a área de pisos frios e a área total.....	64
Gráfico 12-	Relação entre o número de banheiros e a área total.....	65
Gráfico 13-	Relação entre a área de esquadrias e a área total.....	66
Gráfico 14-	Relação entre o número de portas e a área total.....	67
Gráfico 15-	Área útil média dos cômodos.....	68
Gráfico 16-	Perímetro médio dos cômodos.....	69
Gráfico 17-	Relação entre o peso do cimento e a área construída.....	70
Gráfico 18-	Relação entre o número de tijolos e a área total.	71
Gráfico 19-	Relação entre o volume de brita e a área total...	72
Gráfico 20-	Relação entre o volume de areia e a área total...	73
Gráfico 21-	Relação entre o volume de argamassa e a área total.....	74
Gráfico 22-	Relação entre a área de laje e área total.....	75
Gráfico 23-	Relação entre o consumo de madeira para telhado em m ³ e a área total.....	76
Gráfico 24-	Relação entre o número de telhas e a área do telhado.....	77
Gráfico 25-	Relação entre a área de pisos e a área total.....	78
Gráfico 26-	Relação entre a área de azulejos e a área total..	79
Gráfico 27-	Relação entre o comprimento dos eletrodutos e a área total.....	80
Gráfico 28-	Relação entre o comprimento total dos fios elétricos e a área total.....	81
Gráfico 29-	Relação entre o comprimento das tubulações hidráulicas e a área total.....	82
Gráfico 30-	Relação entre o número de conexões hidráulicas e a área total.....	83
Gráfico 31-	Custo dos serviços preliminares por metro quadrado.....	86
Gráfico 32-	Custo dos materiais brutos por metro quadrado....	88
Gráfico 33-	Custo do telhado por metro quadrado.....	89
Gráfico 34-	Custo da impermeabilização/m ²	91
Gráfico 35-	Custo das esquadrias por metro quadrado.....	92

Gráfico 36-	Custo das ferragens por metro quadrado.....	94
Gráfico 37-	Custo dos vidros total x custo dos vidros sem box por metro quadrado.....	95
Gráfico 38-	Custo dos pisos e azulejos por metro quadrado....	97
Gráfico 39-	Custo da pintura por metro quadrado.....	98
Gráfico 40-	Custo da rede elétrica por metro quadrado.....	99
Gráfico 41-	Custo de louças e metais por metro quadrado.....	101
Gráfico 42-	Custo da rede de água quente por metro quadrado.....	102
Gráfico 43-	Custo da rede de água fria e esgoto por metro quadrado.....	103
Gráfico 44-	Custo total por metro quadrado.....	104
Gráfico 45-	Custo da obra grossa por metro quadrado.....	106
Gráfico 46-	Custo da obra fina por metro quadrado.....	107
Gráfico 47-	Custo das áreas molhadas por metro quadrado.....	108
Gráfico 48-	Custo das áreas molhadas em relação ao número de banheiros, cozinhas e lavanderias.....	109
Gráfico 49-	Custo das instalações por metro quadrado.....	110
Gráfico 50-	Custo dos planos horizontais por metro quadrado.....	112
Gráfico 51-	Custo dos planos verticais por metro quadrado...	113
Gráfico 52-	Curva ABC de materiais.....	115
Gráfico 53-	Percentual de participação dos serviços no custo total.....	119
Gráfico 54-	Tempos de compras e de obra.....	122
Gráfico 55-	Curvas S para casas entre 100 e 200 m ²	127
Gráfico 56-	Curvas S para casas entre 200 e 300 m ²	127
Gráfico 57-	Curvas S para casas entre 300 e 400 m ²	128

RESUMO:

Este trabalho tem como objetivo quantificar os custos relativos aos materiais e serviços necessários à construção de casas uni-familiares de classe média na cidade de Florianópolis. Para isso, foi utilizada uma amostra de 20 casas, construídas no período compreendido entre os anos de 1986 e 1995. O levantamento de dados foi feito através da transposição, para uma planilha eletrônica, de todas as compras de materiais e insumos constantes em notas fiscais e recibos, que haviam sido armazenados pelos proprietários ou construtores. Os dados financeiros foram convertidos para um indexador comum, o dólar americano, e as quantidades físicas de materiais foram agregadas mensalmente. Os projetos arquitetônicos da amostra foram também analisados, de modo a possibilitar a modelagem geométrica dos mesmos. Posteriormente estes dados foram tratados de diversas maneiras, ou seja, foram calculados os indicadores de racionalidade de projeto, os índices em relação aos aspectos geométricos, os consumos dos materiais e os custos, tanto dos materiais como dos serviços.

A metodologia utilizada propõe uma forma de agregação dos materiais diferente da usualmente descrita na literatura, e os resultados obtidos servem de subsídio tanto para estimativas de custos como para cálculos de consumos de materiais.

ABSTRACT

The purpose of this work is to measure the costs of materials and services necessary to the construction of medium-class single houses in the city of Florianópolis. To do that, it was used a sample of 20 houses, which were built during the years 1986-1995. The data survey was done by the transportation, to a spreadsheet, of all construction materials found on invoices and receipts which were kept by the owners or constructors. The financial data were converted to a common index, the american dollar, and the material physical quantities were monthly aggregated. The architectural designs were also analysed, in order to enable their geometrical modelling. Further, the data received different kinds of treatment: design rationality indices, material consumptions and both materials and services costs were calculated.

The methodology proposes a different kind of material aggregation, when compared to the methodologies described by the literature, and the results can be used for both cost and material consumption estimating.

CAPÍTULO 1- INTRODUÇÃO

Em cada época, a arquitetura é produzida e utilizada de um modo diverso, relacionando-se de uma forma característica com a estrutura urbana em que se instala (Reis Filho, 1978). No período colonial, a produção e o uso da arquitetura baseavam-se no trabalho escravo, com um nível tecnológico precário. As vilas e cidades apresentavam ruas de aspecto uniforme, com casas térreas e sobrados construídos sobre o alinhamento das vias públicas.

Com o início da imigração européia, no século XVIII, desenvolve-se o trabalho remunerado e as técnicas construtivas são aperfeiçoadas. As construções dependiam largamente de materiais importados, seja para elementos estruturais, seja para os acabamentos.

Com o início da industrialização brasileira, nas primeiras décadas do século XX, os lotes urbanos ainda mantinham as características herdadas do século anterior, sendo que somente após 1940, com a intensificação da industrialização e da urbanização é que a arquitetura passa a aproveitar os recursos oferecidos pelo sistema industrial, e seu relacionamento com as estruturas urbanas é reexaminado.

Segundo Teles (1995), as modificações mais importantes na arquitetura brasileira surgiram na metade do século passado, com o surgimento do tijolo e das estruturas metálicas, e com a vinda dos imigrantes, enquanto a industrialização foi a principal responsável pela mudança nos projetos arquitetônicos. As casas deixaram de ser fábricas de pães e doces, para serem transformadas em abrigos humanos. Não só mudou o desenho, como também mudou o responsável pela edificação, que passou a ser um profissional.

Em Florianópolis, assim como no resto do país, a arquitetura tem suas raízes na arquitetura portuguesa. Em todo o Brasil a arquitetura doméstica pode ser comparada entre si (Silveira de Souza, 1981).

A construção das casas, feita de uma maneira uniforme, sempre esteve ligada à uniformidade dos terrenos. Tal padronização era fixada pelas Cartas Régias, ou resultantes de posturas municipais. As exigências básicas quanto a dimensões, número de aberturas, altura dos pavimentos e alinhamento das edificações datam do século XVIII, sendo a

forma encontrada para garantir que as povoações e cidades brasileiras tivessem uma aparência lusitana.

Esta influência da legislação urbana é determinante na tipicidades das edificações até hoje, através dos instrumentos usuais de controle, como taxa de ocupação, índice de aproveitamento e altura (Hirota, 1987).

São também estes instrumentos legais que normatizam o crescimento das cidades, embora quase nunca consigam acompanhá-lo, dado o ritmo frenético e desordenado de crescimento característico das cidades brasileiras.

Florianópolis é uma cidade que tem crescido, nas últimas décadas, a um ritmo de 35% a cada dez anos. Em 1960, a população rural ainda era superior à urbana; em 1970, ou seja, dez anos depois, a população rural representava apenas 16% da população total, conforme atesta a tabela abaixo:

Tabela 1 - Evolução da população por situação de domicílio e densidade demográfica, no município de Florianópolis, anos de 1960 a 2000

Ano	População			Densidade Demográfica hab/km ²
	Urbana	Rural	Total	
1960	40.963	56.864	97.827	217
1970	115.547	22.790	138.337	305
1980	161.773	26.098	187.871	417
1991	239.996	15.394	255.390	566
2000 (1)			328.309	728

Fonte: IPUF apud IBGE - Censo Demográfico de SC - anos 1960/1970/1980/1991

(1) Considerando a mesma taxa de crescimento no período de 80-91

Ao se analisar a distribuição desta população pelos diversos distritos do município, verifica-se a mesma tendência de diminuição da população rural. Por outro lado, pode-se também identificar quais distritos, apesar de estarem perdendo seu aspecto rural, continuam se adensando. Nestes distritos, o predomínio ainda é para construções uni-familiares, apesar de na última década ter aumentado consideravelmente a construção de edifícios de até quatro pavimentos, para exploração turística, principalmente nos balneários do norte da Ilha.

Tabela 2 - População do Município de Florianópolis por situação de domicílio segundo os Distritos - 1991

Distrito	População				
	Urbana	%	Rural	%	Total
Sede	192.075	75,21	0		192.075
Cachoeira do Bom Jesus	3.226	1,26	1.283	0,50	4.509
Canasvieiras	2.816	1,10	1.276	0,50	4.092
Ingleses do Rio Vermelho	4.498	1,76	1.364	0,53	5.862
Lagoa da Conceição	10.777	4,22	4.017	1,57	14.794
Pântano do Sul	3.160	1,24	801	0,31	3.961
Ratones	525	0,21	555	0,22	1.080
Ribeirão da Ilha	9.400	3,68	4.828	1,89	14.228
Santo Antônio de Lisboa	12.434	4,87	491	0,19	12.925
São João do Rio Vermelho	1.085	0,42	779	0,31	1.864
Total do Município	239.996	93,97	15.394	6,03	255.390

Fonte: IPUF apud IBGE - Censo Demográfico de SC - 1991

Em Florianópolis, o predomínio de casas e edifícios públicos baixos começou a declinar a partir da década de 60, quando a cidade começou a se verticalizar. No entanto, ainda hoje o número de licenças concedidas pela Prefeitura Municipal para construção de casas é bem alto, conforme atesta a tabela a seguir:

Tabela 3 - Número de casas e prédios licenciados para construção em Florianópolis nos anos de 1994 e 1995

Tipologia	Janeiro a Julho/1994	Janeiro a Novembro/1995
Casas 1 pavimento	187	219
Casas 2 pavimentos	378	468
Prédios	60	87
Total	625	774
Área de construção total - m2	435.708,54	565.592,15

Fonte: Departamento de Urbanismo da Secretaria de Urbanismo e Serviços Públicos da Prefeitura Municipal de Florianópolis

Segundo informações coletadas verbalmente junto à Secretaria de Urbanismo e Serviços Públicos da Prefeitura Municipal de Florianópolis, o número de licenças concedidas é muito inferior ao número efetivo de construções, principalmente de casas. Estima-se que apenas 30% das casas construídas no município sejam legalizadas.

Por outro lado, não existe, por parte do poder público, o acompanhamento da evolução das construções no município. Os arquivos da Prefeitura são precários, e a sua biblioteca não conta com um acervo técnico próprio capaz de identificar, por exemplo, a área total construída no município por tipologia habitacional. Estas informações estão dispersas, e não têm sido utilizadas para modelar o

crescimento da cidade, nem como instrumento de planejamento urbano.

Através de consultas feitas junto ao Instituto de Planejamento Urbano de Florianópolis, procurou-se quantificar o número de prédios e casas existentes no município. Os dados obtidos não estão atualizados, sendo que o próprio IBGE, responsável pela coleta, ainda não dispõe dos números relativos às unidades domiciliares do último censo, realizado em 1991. Os números encontrados dizem respeito ao ano de 1980, e podem ser visualizados a seguir. O número de casas era, então, três vezes superior ao de apartamentos. A tabela também apresenta a distribuição das construções pelos diversos distritos do município. Depois do centro, chamado de distrito-sede, os bairros mais adensados são os de Santo Antônio e Lagoa da Conceição. O predomínio, em todo o município, ainda é para casas. Infelizmente os dados estão desatualizados, pois o panorama de hoje é muito diferente da situação de 16 anos atrás, principalmente nos distritos do município.

Tabela 4- Número de unidades domiciliares no município de Florianópolis, segundo os distritos, no ano de 1980

Distrito	1980	
	Número de casas	Número de aptos
Sede	27.354	8.433
Cachoeira do Bom Jesus	627	2
Canasvieiras	539	3
Inglezes do Rio Vermelho	552	2
Lagoa da Conceição	1.656	
Pântano do Sul	540	
Ratones	190	
Ribeirão da Ilha	1.369	
Santo Antônio de Lisboa	1.642	1
São João do Rio Vermelho	254	
Total do Município	34.723	8.441

Fonte: IPUF apud IBGE - Censo Demográfico de SC ano 1980

A construção de casas, no que diz respeito aos seus custos, não tem a mesma abordagem encontrada na literatura para edifícios. À exceção do trabalho de Fernandez (1993), toda a literatura pesquisada apresenta referências a edifícios, o que dificulta qualquer tipo de comparação. Segundo esta autora, grande parte da bibliografia existente descreve métodos tradicionais, elaborados para serem utilizados em projetos de edifícios residenciais. Na falta de índices específicos, são utilizados os valores divulgados por revistas especializadas ou pelos Sindicatos da Construção.

Se por um lado, não há trabalhos enfocando orçamentos de casas, por outro tem-se que as práticas de orçamentação das empresas construtoras não resistem a uma análise mais profunda. Segundo Solano (1995), as estimativas de custos são feitas com base em chavões do mercado, que pragmatizam um custo unitário padrão. Além disso, os orçamentos são feitos por estagiários ou técnicos viciados em seus próprios métodos, com resultados ditados pela expectativa do construtor.

A construção de casas sofre os mesmos problemas encontrados na construção civil como um todo, e muitos outros decorrentes de suas próprias peculiaridades, já que via de regra a gerência é feita pelo proprietário e muitas vezes não se dispõe nem do projeto arquitetônico. Esta característica artesanal da construção de casas, aliada ao uso de mão-de-obra com baixa qualificação tende a gerar um produto final de baixa qualidade.

A qualidade na construção é em grande parte condicionada pela forma como funciona a indústria da construção civil (Trigo & Neves). Entre suas características, podem ser destacadas (Solano, 1995):

- indústria dispersa por um número excessivo de empresas;
- dimensões extremamente diversificadas;
- caráter nômade, tradicional e resistente a mudanças;
- grande contingente de mão-de-obra com baixa qualificação;
- operários móveis em torno de um produto fixo;
- grande número de insumos e fornecedores;
- processo de construção com características artesanais e únicas;
- processo sujeito à ação das intempéries;
- gerenciamento amador, intuitivo e acidental.

Aliado a estes fatores, a construção civil ainda enfrenta os desafios da evolução contínua na concepção e projeto das obras bem como da inovação tecnológica das indústrias fornecedoras de materiais, componentes e equipamentos (Trigo & Neves).

A qualidade é, portanto, resultante de um saber construir segundo regras de boa arte, com materiais tradicionais, por pessoas que se aperfeiçoaram ao longo de uma vida de trabalho e experiência. Esta definição se enquadra perfeitamente à construção de casas.

1.1- OBJETIVOS DA PESQUISA:

Este trabalho tem por objetivo modelar os custos de materiais e serviços necessários à construção de casas. /

Os autores pesquisados enfatizam o uso de dados de projetos existentes e próprios de um determinado local (Oliveira, 1990), enquanto a qualidade de uma estimativa de custo é medida em termos de sua aproximação com o custo real incorrido em obra (Heineck, 1990).

Dessa maneira, a partir de um levantamento de dados feito diretamente sobre as notas fiscais de compra, o trabalho se propõe a identificar os custos reais incorridos nas obras pesquisadas.

O principal objetivo do trabalho, através de dados coletados diretamente das obras, é contribuir com informações sobre os custos inerentes à construção de casas, custos estes não disponíveis na literatura nem em publicações da área.

Além disso, o trabalho também tem como objetivos:

- analisar os projetos arquitetônicos das obras pesquisadas, de maneira a modelar suas características geométricas;
- verificar os indicadores de qualidade dos projetos;
- propor índices de consumo de materiais;
- verificar os materiais e serviços de maior peso no custo total.

1.2- HIPÓTESES GERAL E DE TRABALHO:

HIPÓTESE GERAL:

O levantamento das notas fiscais referentes às compras de materiais é o método mais eficaz para se aferir o custo total de materiais para casas uni-familiares.

HIPÓTESES DE TRABALHO:

- na construção de casas, o custo dos planos horizontais tem maior peso que o custo dos planos verticais.

- Os custos referentes à obra grossa têm um comportamento mais modelável que os custos da obra fina.
- O CUB - Custo Unitário Básico não serve como indexador para o custo de casas.
- As variações de custo encontradas nos diversos serviços, de uma obra para outra, são facilmente identificáveis e podem ser explicadas sob a ótica de peculiaridades do projeto arquitetônico ou de características do terreno onde a construção se insere.
- O custo por metro quadrado de obra varia em função da área, ou seja, quanto maior a área, menor o custo por metro quadrado.
- Algumas variáveis de caráter geométrico são função do partido arquitetônico e não podem ser modeladas.

1.3- LIMITAÇÕES DA PESQUISA:

Esta pesquisa foi feita a partir dos dados levantados de 20 casas, situadas em diferentes bairros de Florianópolis, construídas ora pelos próprios proprietários ora por engenheiros ou construtoras, e com áreas de construção variando entre 103 e 405 m². Os projetos arquitetônicos são de autoria de diversos profissionais. Não procurou-se uma padronização de projetos, nem de áreas de construção - a amostra foi condicionada pela existência das notas fiscais de compras e pelo acesso a elas.

As casas da amostra podem ser classificadas como de classe média, sem exceção, conforme será analisado posteriormente durante o andamento do trabalho.

O número de 20 casas, em termos de tratamento estatístico, representa uma amostra pequena para a obtenção de dados representativos. No entanto, a dificuldade em encontrar obras cujos proprietários tenham guardado as notas fiscais acabou condicionando o número de casas da amostra. Por outro lado, o volume de dados gerados para cada obra é de tal monta que uma amostra maior talvez inviabilizasse o prazo estabelecido para conclusão do trabalho.

A pesquisa tem como principal limitação o levantamento de dados apenas dos materiais e serviços. Não foram levantados quaisquer dados a respeito de mão-de-obra.

Outra limitação do estudo diz respeito à maneira de apropriação dos custos. Não foi utilizada a discriminação

orçamentária usual, encontrada na literatura e nas publicações da área, visto que como não houve acompanhamento das obras, não seria possível identificar, para alguns serviços, o consumo dos materiais. Serviços como fundações, estruturas e alvenaria, por exemplo, não foram apropriados desta maneira.

1.4- ESTRUTURA DO TRABALHO:

Este trabalho foi dividido em cinco capítulos.

O primeiro capítulo visa a introduzir a pesquisa. É abordado, inicialmente, a evolução da arquitetura em relação ao crescimento das cidades, e mostrado o panorama da cidade de Florianópolis, seja em relação a aspectos demográficos, seja em função das quantidades de obras, de modo a justificar o tema escolhido - custos de casas unifamiliares de classe média. Em seguida são apresentados os objetivos da pesquisa, as hipóteses de trabalho e as limitações do tema.

O segundo capítulo apresenta, a partir da revisão bibliográfica feita, os instrumentos usuais de programação e gerenciamento de obras voltados aos custos dos empreendimentos, de maneira a subsidiar não só a metodologia do trabalho, como também a análise dos dados obtidos.

O terceiro capítulo apresenta a metodologia utilizada nesta pesquisa. Inicialmente são abordadas as dificuldades encontradas. Em seguida, é feita a caracterização da amostra, bem como apresentados os tipos de dados levantados. A proposta de partição da obra vem a seguir, assim como são mostrados os instrumentos utilizados para levantamento dos dados.

O quarto capítulo apresenta a análise de dados feita. Esta análise foi dividida em sete aspectos, quais sejam:

- análise dos indicadores de racionalidade de projeto;
- análise dos aspectos geométricos das obras;
- análise dos consumos de materiais;
- análise dos custos dos serviços;
- apresentação da curva ABC de materiais;
- apresentação da participação percentual dos serviços no custo total;
- análise dos prazos de execução.

O quinto e último capítulo apresenta as conclusões do trabalho, tanto em relação às hipóteses levantadas, como em relação à análise dos dados.

CAPÍTULO 2: NOÇÕES SOBRE INSTRUMENTOS PARA PROGRAMAÇÃO E GERENCIAMENTO DE OBRAS VOLTADOS AOS CUSTOS DOS EMPREENDIMENTOS

2.1- INTRODUÇÃO:

A inflação esteve presente na história brasileira desde os tempos imperiais, e incorporada à cultura local, gerou, como consequência, a idéia entre os empresários dos vários setores da economia de que não é possível fazer planejamento ou previsões. A construção civil não foge a esta regra. No entanto, trabalhos como o de Heineck (1989), mostram que o panorama da evolução dos preços praticados na economia não é exatamente assim. Em sua análise da variação dos preços dos insumos da construção civil no período compreendido entre os anos de 1970 e 1985, aquele autor não encontrou um aumento ou diminuição destes preços. A obra como um todo apresentou um comportamento de preços dos insumos mais estável do que a análise dos preços individualmente, os quais apresentaram um comportamento mais errático e variável.

O Custo Unitário Básico - CUB, manteve-se praticamente estável durante este mesmo período e o Índice Geral de Preços - IGPdi da Fundação Getúlio Vargas referente à cesta de materiais de construção no período 1944-1986, também não apresentou aumento ou diminuição de preços, derrubando a idéia generalizada de que não é possível fazer previsões e orçamentos dentro da realidade nacional de crescimento de preços em valores absolutos, mas não necessariamente em valores relativos (Heineck, 1989).

Com a estabilização da moeda brasileira a partir do Plano Real, em 1994, e a abertura do mercado interno para as importações de produtos mais baratos e de melhor qualidade, a indústria nacional teve que reagir rapidamente e o fez, investindo em programas de qualidade e se modernizando, apesar de tantos anos de atraso em relações aos países mais desenvolvidos. O país, mais particularmente as pessoas, recuperaram a noção de preços, já esquecida após tantos anos de inflação alta, e a livre concorrência de preços e a busca por produtos de qualidade passaram a ser a mola propulsora da economia.

Diante deste panorama, é fundamental que o setor da construção civil abandone o jargão de que não é possível

prever e controlar os seus custos, sob pena de condenar o setor a um atraso eterno em relação aos setores mais dinâmicos da economia.

2.2- CUSTOS NA CONSTRUÇÃO CIVIL:

Custo, segundo Martins (1982), é um gasto relativo a um bem ou serviço utilizado na produção de outros bens ou serviços. Diferente de despesa, a qual pode ser definida como um bem ou serviço consumidos direta ou indiretamente para a obtenção de receitas, e normalmente relacionada à administração, às vendas e aos financiamentos.

Há duas maneiras principais de classificar os custos: de acordo com a produção e de acordo com o volume de produção, segundo Trajano(1988), Camerini(1991), Fernandez(1993), e Martins(1982).

De acordo com a produção, os custos podem ser classificados em:

a) DIRETOS: são aqueles diretamente apropriados aos produtos, bastando haver uma medida de consumo (Martins,1982). Na construção civil, estão relacionados exclusivamente com os serviços em obra, como a mão-de-obra, os materiais e os equipamentos

b) INDIRETOS: são aqueles onde se faz necessário qualquer fator de rateio para a apropriação, ou quando há uso de estimativas e não de medição direta. Em obra, são as ferramentas, os trabalhos de apoio, as instalações auxiliares, a administração e manutenção da obra, entre outros (Trajano,1988; Camerini,1991)

A classificação dos custos em relação ao volume de produção é a mais importante, pois considera a relação entre os custos e o volume da atividade numa unidade de tempo (Martins,1982):

a) FIXOS: são aqueles que não variam em função das oscilações na atividade de produção. Poder-se-ia citar os salários do pessoal administrativo, telefone e aluguel.

b) VARIÁVEIS: são os que têm seu valor determinado pela oscilação do volume de produção ou dimensão do produto. Em obra, são os materiais, a mão-de-obra e os impostos e taxas, entre outros.

c) SEMI-VARIÁVEIS: são os que possuem componentes das duas naturezas - fixos e variáveis - não variando de maneira proporcional ao volume de produção. Alguns autores argumentam serem estes os custos predominantes na construção civil (Camerini,1991 e Fernandez,1993), visto que, segundo Mascaró(1975), aumentos ou diminuições na área construída não apresentam o correspondente aumento ou diminuição proporcional no custo total.

Todos os custos podem ser classificados das duas maneiras ao mesmo tempo.

2.3- ESTIMATIVAS DE CUSTOS:

A estimativa de custos na construção é prática milenar, tendo assistido a poucos avanços ao longo do tempo (Heineck & Panzeter,1989). Após a Segunda Guerra Mundial, a programação de obras teve um grande avanço, com o advento das técnicas de redes. Da união destas duas técnicas desenvolveram-se todos os outros sistemas gerenciais aplicados à construção civil. Tanto a orçamentação como a programação estão baseadas na noção de constantes unitárias de consumos de insumos, sejam estas materiais, mão-de-obra ou equipamentos.

Toda estimativa de custo é uma tentativa de traduzir os custos de execução de um projeto, e sua qualidade é medida em termos de precisão, ou seja, de sua aproximação com o custo real incorrido em obra (Formoso et alli,1986). Os diversos autores pesquisados enfatizam o uso de dados de projetos existentes e próprios de um determinado local. Portanto, a precisão de uma estimativa de custo está relacionada à qualidade das informações disponíveis.

2.3.1- TIPOS DE ESTIMATIVAS DE CUSTOS:

As estimativas de custo não implicam em orçamento, e podem ser feitas em três níveis de agregação(Formoso et alli,1986):

- pelo custo total;
- pelo custo de grandes serviços ou elementos construtivos;
- pelo custo dos serviços constitutivos do processo de execução da obra.

As estimativas de custo não têm a pretensão nem o objetivo de precisar o valor de uma determinada obra, mas apresentar um intervalo no qual o custo do empreendimento esteja compreendido (Losso, 1995).

2.3.1.1- ESTIMATIVA PELO CUSTO TOTAL:

O sub-setor edificações dispõe de recursos oficiais para previsão de custos globais e custos unitários (CUB e SINAPI, que serão vistos posteriormente), e de índices de publicações técnicas, que são revistas especializadas, que desenvolveram metodologias próprias para cálculos de custos unitários e índices. Como exemplo, podem ser citadas A Construção, PINI, TCPO, Boletim de Custos, dentre outras (Formoso et alli, 1986).

Trajano (1987) alerta para o uso indevido destas publicações técnicas, e sugere que a empresa deva basear-se em suas próprias informações passadas e coletadas no exercício de sua atividade.

O metro quadrado de área é um parâmetro largamente utilizado quando se fala em custo de construção. No entanto, estudos de diversos autores como Seeley, Stone, Mascaró, e Rosso mostram a não-proporcionalidade entre área construída e custo (Formoso et alli, 1986).

2.3.1.2- ESTIMATIVA POR ELEMENTOS CONSTRUTIVOS:

Este tipo de estimativa baseia-se na decomposição da obra em elementos de fácil identificação. tão minuciosamente quanto se queira (Formoso et alli, 1986). Pode-se decompor a obra em serviços, a partir de uma série de dados históricos ou ainda de acordo com a tipologia do projeto. Dessa maneira é possível detectar a participação de cada serviço no custo total, expressa em percentuais.

2.3.1.3- ESTIMATIVA PELOS SERVIÇOS DE OBRA:

Neste tipo de estimativa, o custo de cada serviço é aferido através da utilização de composições unitárias, tendo em primeiro plano as características da obra que implicam custos. Inicialmente faz-se a discriminação dos serviços, o mais detalhado possível, para então definir as composições unitárias. Estas são essencialmente estimativas, pois o consumo dos diversos insumos em obra sofrem uma grande variabilidade na produtividade em canteiro, e são característicos de cada obra e de cada empresa. Por isso, essas composições devem ser colhidas por cada empresa, através da coleta de dados em suas próprias obras, sempre considerando tipologias semelhantes. Devido a estas dificuldades, é comum as empresas utilizarem dados publicados pelas revistas especializadas citadas anteriormente, como PINI, TCPO, Franarim, A Construção, dentre outras.

2.3.2- VARIAÇÃO DOS CUSTOS:

Ocorrem variações nos custos das obras devido a uma série de fatores, principalmente relacionados aos insumos diretos. Dentre eles, podemos destacar (Fernandez, 1993):

a) projetos: a falta de projetos ou de detalhamentos via de regra gera custos extras na execução;

b) mão-de-obra: a falta de treinamento ou de especialização gera desperdícios e retrabalho;

c) equipamentos: variam de acordo com a operação, o tempo de operação e a manutenção.

d) materiais: os custos de utilização dos materiais de construção estão relacionados com o consumo e o preço (Formoso et alli, 1986). Enquanto o preço é função do mercado, e de toda uma conjuntura econômica, o consumo está ligado às condições do canteiro, técnicas construtivas e treinamento da mão-de-obra.

Apesar da construção civil ser um setor caracterizado pela utilização intensiva de mão-de-obra, os materiais de construção contribuem com uma participação de cerca de 60% no custo total da obra. (Fundação João Pinheiro, 1984; Mascaró, 1981, SINDUSCON, 84 e Formoso et alli, 1986).

2.4- ORÇAMENTOS:

2.4.1- CONCEITO:

Segundo LOSSO (1995), orçamento é a descrição pormenorizada dos materiais e das operações necessárias para realizar uma obra, com a estimativa de preços. Para ser feito, o orçamentista deve entrar em todos os detalhes possíveis que implicarão em custos durante a execução da obra. O orçamento é a peça central no gerenciamento da construção civil (Galvão et alli, 1990).

2.4.2- TIPOS:

Há vários tipos de orçamentos citados pelos diversos autores pesquisados. Serão apresentados os tipos mais citados na literatura.

2.4.2.1- CONVENCIONAL:

Segundo Heineck (1995), é o que apresenta a melhor precisão (em torno de 10%). É o mais utilizado pelas empresas e profissionais da construção civil, apresentando diversos níveis de agregação dos serviços, podendo ser tanto mais minucioso quanto o grau de precisão que se deseja alcançar (Losso, 1995).

É feito a partir de composições de custo, dividindo os serviços em partes e orçando por unidade de serviço.

2.4.2.2- OPERACIONAL:

Ao contrário do orçamento convencional que enxerga a obra como pronta, o operacional preocupa-se com todos os detalhes de como a obra vai ser construída (Galvão, 1990).

O orçamento operacional responde à necessidade de modelar os custos de acordo com a forma como eles incorrem no canteiro, ao longo do tempo. Os custos de materiais são apresentados segundo as suas unidades de compra usuais na praça, e obtidos a partir da programação de obra, principalmente em função das equipes de trabalho (Galvão, 1990).

No cálculo do consumo de materiais ainda são utilizados constantes de consumo por serviço, e a mão-de-obra é avaliada pela duração das equipes no canteiro.

2.4.2.3- PARAMÉTRICO:

Baseia-se essencialmente na determinação de constantes de consumo de materiais e mão-de-obra por unidade de serviço (Formoso et alli, 1986). Resulta da decomposição da obra nos seus diversos serviços, tendo suas quantidades determinadas e associadas ao custo unitário de execução, dependendo a precisão da qualidade das informações extraídas do projeto e das constantes utilizadas. Sua precisão, segundo Heineck(1995), é de aproximadamente 15%.

2.4.2.4- MÉTODO PELAS CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS:

Baseia-se na análise de custos por elementos de construção de edifícios do mesmo tipo e com alguma semelhança relativa do elemento analisado no edifício em estudo. Segundo Losso(1995), uma edificação de mesma área, porém de formas diferentes, necessita de quantidades diferentes de materiais, justificando a influência das características geométricas nos custos.

2.4.2.5- OUTROS MÉTODOS:

Alguns autores definem os tipos de orçamento através de processos de correlação e quantificação (Camerini, 1991 e Fernandez, 1993):

a) processo de correlação: o custo é estimado por correlação com uma ou mais variáveis de mensuração da dimensão da obra em questão.

b) processo de quantificação: a estimativa do custo é feita através do levantamento das quantidades dos insumos necessários à execução da obra. Os métodos de quantificação mais usuais são:

- método de quantificação de insumos: baseado no levantamento das quantidades de todos os insumos necessários para geração da obra ao longo do seu processo de execução;

- método da composição do custo unitário: baseado na decomposição do projeto em partes, de acordo com o agrupamento dos serviços semelhantes em centros de custo, conforme estabelecido pela NB-140, por exemplo.

2.5- CUB E SINAPI:

2.5.1- CUSTO UNITÁRIO BÁSICO - CUB:

O primeiro instrumento técnico preocupado com a caracterização de edificações surgiu em 1965, com a aprovação da Norma Brasileira NB-140 de Avaliação de Custos Unitários e Preparo de Orçamentos de Construção para Incorporação de Edifícios em Condomínios. Esta norma permanece até hoje como centralizadora do conhecimento técnico neste assunto (Hirota, 1987).

O CUB foi criado através da análise de 24 projetos-padrão, e representa parte do custo por metro quadrado, pois nem todos os elementos componentes da edificação estão incluídos. Estão excluídos: elevadores, instalações especiais, equipamentos diversos, obras complementares, fundações especiais, impostos e taxas, custo do projeto, remuneração do construtor e do incorporador. O CUB apresenta 24 valores, correspondentes aos 24 projetos-padrão.

Recentemente foi instituída a figura do CUB ponderado, o qual apesar de não previsto pela NB-140, assumiu o papel de valor referencial para o custo por metro quadrado de

construção (Schmitt, 1992). Ele é resultante da média dos 24 valores do CUB.

Segundo Trajano (1987), foi previsto pela NB-140 que os referidos lotes básicos de materiais e mão-de-obra seriam revistos anualmente, o que não ocorreu. Além disso, os projetos-padrão então estabelecidos, diferem bastante dos projetos de hoje. Este autor cita, como exemplo, que para o apartamento de 3 dormitórios, consta apenas um banheiro, enquanto que nos apartamentos de hoje de 3 dormitórios a média é de 2 banheiros.

2.5.2- ÁREAS DE CONSTRUÇÃO E ÁREAS EQUIVALENTES:

Para a aplicação do custo unitário de construção, é importante verificar a definição de **ÁREA DE CONSTRUÇÃO**, conforme definida pela NB-140, isto é, a homogeneização das áreas de características construtivas semelhantes, através da aplicação da tabela de fatores de ponderação comumente empregada pelos incorporadores idôneos e aceita pelos agentes financeiros (Carvalho, 1985).

ÁREA DE CONSTRUÇÃO segundo a NB-140 (1992) é a área coberta-padrão, com suas medidas reais, somada às áreas equivalentes de construção, conforme dimensões estimadas pela norma.

As **ÁREAS EQUIVALENTES DE CONSTRUÇÃO** são as áreas reais que sofreram um aumento ou redução, pela aplicação de coeficientes de equivalência, por terem estas áreas reconhecidamente, um custo por m² maior ou menor, em relação ao valor indicado pelo CUB (Schmitt, 1992). Correspondem a 25% das áreas descobertas como terraços, quintais e play-grounds, e a 50% das áreas cobertas de padrão diferente, como pilotis, depósitos, garagens e sub-solos (ABNT, 1992).

Para moradias uni-familiares, as áreas equivalentes são as seguintes (Carvalho, 1985):

- corpo da casa = 1,0
- edículas = 0,6 a 1,0
- abrigo para auto = 0,2 a 0,5

2.5.3- LOTES BÁSICOS E PROJETOS-PADRÃO:

Os projetos-padrão definidos pela NB-140 dizem respeito ao número de pavimentos, número de dependências por unidade, e áreas de construção privativas das unidades autônomas (ABNT, 1992). Segundo Schmitt (1992), tem-se um único projeto para cada combinação de número de pavimentos e

número de dormitórios, independente do padrão de acabamento.

Quanto aos lotes básicos dos insumos, acrescenta aquela autora, muitos materiais utilizados caíram em desuso, e as substituições inseridas ao longo do tempo tornaram o lote básico uma colcha de retalhos.

2.5.4- SINAPI:

Implantado pelo BNH em 1969 com o objetivo de atender à necessidade de informações mais detalhadas sobre o custo de construção e sobre índices de evolução, o SINAPI também exclui do seu custo unitário os custos de projetos, licenças e seguros, instalações provisórias, administração e lucro da construtora e incorporadora (Trajano, 1987).

O custo do metro quadrado de construção do SINAPI propõe um campo mais extenso de aplicação, tais como estimativas de custos, análise de projetos, orçamentos expeditos e engenharia de avaliações. Porém, similar ao CUB, incorre na mesma falta de atualização.

2.6- PARTIÇÃO DA OBRA EM SERVIÇOS PARA FINS ORÇAMENTÁRIOS E LEVANTAMENTO DE CUSTOS:

As obras de construção apresentam dois tipos principais de dimensão, segundo Trajano (1994):

- **dimensão física:** medida pela sua dimensão mais característica;

- **dimensão temporal:** medida pelo tempo de duração da obra.

Já os custos estão relacionados a duas classes de variáveis:

- **paramétricas:** dizem respeito às características específicas de cada classe de serviço em função das especificações de forma ou materiais, como o tipo de material da esquadria ou o tipo de concreto;

- **dimensionais:** indicam as dimensões de cada serviço para a quantificação dos insumos, podendo ser físicas ou temporais.

Enquanto as variáveis dimensionais são, em sua maioria, números inteiros, as variáveis paramétricas são

responsáveis por famílias de custos, dentro das quais atuam as variáveis dimensionais, estabelecendo a variação do custo dentro da família (Trajano,1994).

O custo total de uma obra, acrescenta Trajano, pode ser baseado no princípio de Descartes, ou seja, corresponde à soma do custo de suas partes, também chamados de serviços. O custo de cada parte é a soma do custo dos insumos: materiais, mão-de-obra e equipamentos envolvidos no seu processo de produção.

2.6.1- RELAÇÃO DOS SERVIÇOS:

Os diversos autores pesquisados (André, Oliveira, Schmitt, e Trajano) apresentaram relações dos serviços em obra bastante similares, variando na forma de agregação de alguns serviços ou na consideração ou não dos serviços preliminares como parte da rede principal de serviços.

Oliveira(1989) propõe que aos serviços preliminares como instalações provisórias, despesas de consumo, administração da obra e serviços finais seja atribuída uma verba. Schmitt (1992) acrescenta que também aos projetos, às despesas legais e aos documentos técnicos sejam atribuídos verbas.

André(1990), propõe que o custo dos equipamentos seja apropriado como aluguéis.

Já Trajano(1989) sugere que estejam excluídos do custo básico os seguintes serviços: obras externas, terraplenagem, fundação, elevador, instalações especiais e ainda a cobertura.

A seguir apresentamos a rede de serviços básica conforme sugerida pelos autores anteriormente citados:

1. Serviços preliminares
2. Instalações provisórias
3. Movimentos de terra
4. Fundações e elementos de contenção
5. Supra-estrutura
6. Elementos divisórios
7. Esquadrias
8. Peitoris e soleiras
9. Acabamentos dos elementos divisórios
10. Acabamentos de tetos
11. Acabamentos de pisos
12. Coberturas
13. Instalações de esgotos pluviais
14. Isolamento térmico
15. Instalações elétricas
16. Instalações telefônicas

17. Instalações de esgotos sanitários

2.6.2- DISTRIBUIÇÃO PERCENTUAL DOS SERVIÇOS:

A distribuição percentual dos custos de edifícios têm sido objeto de estudo por autores como Trajano e Hirota, sempre destacando os intervalos muito grandes de variação dos percentuais. Ambos enfatizam a grande variabilidade de alguns itens, como os serviços preliminares e complementares, estaqueamento, cobertura, terraplenagem e revestimento de fachadas. Trajano (1989) destaca também a importância do número de pavimentos e de dormitórios como fator influente no custo dos edifícios.

O grande problema está na falta de adoção de critérios padronizados pelas discriminações orçamentárias quanto à composição do custo e ao agrupamento dos serviços. Também não há como representar a variação dos custos de edifícios com características diferentes (Trajano,1994).

A distribuição percentual dos custos de obras pressupõe que a soma dos percentuais dê 100 - se o percentual de um item sobe, todos os outros percentuais diminuem, mesmo que não tenham relação direta com aquela variação.

Segundo Hirota (1986), a distribuição em percentuais é um importante ponto de referência na tomada de decisões e na estimativa de custos, permitindo destacar o custo referente a cada serviço a partir do custo global.

2.6.3- ANÁLISE DOS ASPECTOS QUE GERAM VARIAÇÃO NOS PERCENTUAIS:

Trajano(1989) faz uma análise de alguns aspectos que devem ser considerados para evitar uma variação muito grande nos percentuais de participação dos serviços no custo de uma obra. São eles:

- caracterização da amostra segundo número de pavimentos, número de dormitórios e padrão de acabamento;
- padronização no agrupamento de itens e na nomenclatura utilizada;
- identificação dos itens de acordo com os tipos de dimensão e os tipos de custos;

- identificação das variáveis medidoras de cada serviço, de modo a estruturar os itens orçamentários levando-as em consideração;
- exclusão dos valores extremos das médias aritméticas;
- correlação do custo das instalações hidro-sanitárias e dos aparelhos com o número de dormitórios e padrão de acabamento do que em relação à área de construção;

2.7- ASPECTOS GEOMÉTRICOS DO CUSTO DAS EDIFICAÇÕES:

A caracterização de edifícios no Brasil com o objetivo de estimar custos só ocorreu a partir da aprovação da NB-140. Diversos autores como Mascaró, Hirota, Oliveira e Losso, demonstram que o estudo das características geométricas e tipologias das edificações serve como base sólida para a reprodução de seus custos.

A economia da edificação pode ser obtida no projeto por vários procedimentos como (Rosso, 1978):

- com a organização racional do espaço;
- com o dimensionamento rigoroso dos componentes;
- com a disciplina dimensional;
- com a observância de simples regras geométricas.

As inter-relações entre as decisões de projeto e o custo total do edifício são pouco conhecidas. Para melhor avaliar as decisões de projeto, Mascaró (1985) sugere uma metodologia onde os edifícios são divididos em elementos e partes funcionais.

2.7.1- ESTRUTURA CONCEITUAL GEOMÉTRICA DE UM EDIFÍCIO:

Segundo Mascaró(1985), um edifício, do ponto de vista geométrico, é um conjunto de planos horizontais seccionado por outro conjunto de planos verticais, formando os espaços projetados. Nem todos esses planos têm os mesmos custos. Aqueles que formam a envoltória ou fachada do edifício têm custos maiores, porque servem para proteger os ambientes internos da agressividade do meio externo.

Os planos verticais são definidos pelo pé-direito e pelo perímetro. O pé-direito é estabelecido em função de requisitos espaciais de ambiente, ventilação e iluminação (Rosso, 1978), enquanto o perímetro decorre do delineamento do projeto em função das dimensões dos lotes.

Por isso, é importante obter o volume necessário com a menor superfície exposta ao exterior, reduzindo o perímetro das paredes externas, gerando então uma redução dos custos, a qual ocorre independente dos materiais ou técnicas construtivas utilizadas, acrescenta aquele autor.

2.7.2- ELEMENTOS BÁSICOS DE UM EDIFÍCIO:

Mascaró (1975) divide uma edificação em duas partes básicas: a unidade habitacional em si e os equipamentos necessários para que ela possa cumprir sua função. As duas comportam-se de maneira diferente frente aos custos. Enquanto o custo da unidade habitacional é função direta de suas dimensões, o custo dos equipamentos depende muito mais da sua existência ou não do que de suas dimensões.

O mesmo autor apresenta uma classificação dos cômodos em locais que têm função própria, como sala, quarto e cozinha, e locais de circulação. Os locais de circulação são formados por partes horizontais e verticais, sendo que as partes horizontais são função da concentração das partes verticais.

Os locais de circulação normalmente apresentam um grau de compacidade inferior a 70%, acarretando em custos de construção por unidade de superfície de 20 a 30% maiores do que os custos dos locais habitáveis, já que quanto maior o grau de compacidade, menores os custos (Mascaró, 1975).

2.7.3- ANÁLISE DOS CUSTOS DAS PARTES COMPONENTES DO EDIFÍCIO:

MASCARÓ (1975) apresenta uma distribuição já clássica para os custos dos planos horizontais e verticais, conforme pode ser observado na tabela a seguir:

Tabela 5 - Composição do custo total do edifício segundo planos horizontais, verticais e instalações

CLASSIFICAÇÃO DO ELEMENTO	COMPOSIÇÃO	PORCENTAGEM DO CUSTO	TOTAL PARCIAL %
Elementos formando planos horizontais	Parte horizontal da estrutura resistente e fundações	20,58	29,79
	Contrapisos	2,22	
	Acabamentos horizontais	6,99	
Elementos formando planos verticais	Parte vertical da estrutura resistente	4,02	41,37
	Alvenaria e isolamentos	8,72	
	Acabamentos verticais	14,49	
	Esquadrias externas e internas	14,14	
Instalações	Instalação sanitária e contra incêndio	8,22	23,74
	Instalação de gás	4,69	
	Instalação elétrica	5,45	
	Elevadores	4,79	
	Compactador de lixo	0,59	
Canteiro de obra			5,09
TOTAL			100,00

Fonte: Mascaró (1985)

O valor de 40% para os planos verticais pode variar de acordo com os materiais e técnicas construtivas empregadas (devido à variedade dos materiais existentes no mercado), de acordo com o tamanho médio dos compartimentos e ainda com a sua forma, ou seja, com seu grau de compacidade (Mascaró, 1975). A tipologia habitacional também influi: segundo estudos do Professor Faillace (Morsch e Hirota, 1986), para construções de até dois pavimentos o predomínio nos custos corresponde aos planos horizontais.

Mascaró (1975) acrescenta que uma redução na área de piso (m²) não acarreta em uma redução proporcional nos custos, e que os planos horizontais apresentam poucas alternativas para economia, pois 2/3 destes custos são representados pela estrutura resistente de concreto. Ele apresenta uma tabela com a variação do custo de construção por m² de planta, em função da variação da superfície:

Tabela 6- Variação do custo do m² construído em função da variação da área

ÁREA (m ²)	CUSTO DA UNIDADE EM RELAÇÃO A 60 m ² - %
40	127
50	110
60	100
70	90
80	85
90	80

Fonte: Mascaró, 1985

2.7.4- ELEMENTOS FUNCIONAIS DE MAIOR REPRESENTATIVIDADE NO CUSTO:

Elementos funcionais são partes da edificação que desempenham sempre a mesma função, independente do tipo de construção ou de especificações (Hirota, 1987). Eles devem ser facilmente identificáveis, ter uma participação efetiva nos custos e uma definição precisa. Diversos autores apresentam os elementos funcionais de maior representatividade no custo (Ferrey e Brandon, 1981; Mascaró, 1985; Rosso, 1980; Seeley, 1976; Stone, 1980 e Hirota, 1987):

- paredes externas;
- paredes internas;
- circulação horizontal;
- circulação vertical;
- esquadrias.

Oliveira (1989) e Hirota (1987) acrescentam outras variáveis de caráter geométrico que também podem ser analisadas:

- área construída do pavimento tipo;
- área construída do pavimento térreo;
- área construída do pavimento de cobertura;
- número de pavimentos;
- índice de compactidade;
- portas no pavimento tipo;
- janelas no pavimento tipo;
- número de dormitórios;
- perímetro e área da lavanderia;
- perímetro e área da cozinha;
- perímetro e área de sala;
- perímetro e área do banheiro;
- perímetro e área de dormitório;
- área útil da unidade;
- área de sacadas.

2.8- DIAGRAMA DE BARRAS:

Foi concebido durante a Primeira Guerra Mundial por Gantt, e indica, no tempo, quais as atividades a serem executadas, retratando com clareza o progresso geral do empreendimento (Camerini, 1991). É elaborado a partir de uma lista de atividades, dispostas em linhas, com os respectivos períodos de execução em colunas, representando por meio de barras os prazos previstos de execução.

Sua desvantagem mais significativa está na não definição das relações de dependência entre as diversas atividades.

É uma técnica também utilizada na obtenção de cronogramas de recursos como mão-de-obra, materiais, equipamentos e custos (desembolsos), permitindo sua alocação no tempo. São os cronogramas físico-financeiros.

2.9- CURVAS ABC:

A classificação ABC surgiu baseada nos estudos do economista italiano Vilfredo Pareto, que a usou para relacionar as diversas classes sociais com a população e o respectivo percentual de domínio sobre a renda nacional.

Posteriormente, F. Dixie da General Electric, criou a classificação ABC para o controle de estoques (Fernandez, 1993). Essa classificação baseia-se na ordenação do número de itens pelos seus respectivos valores monetários, onde cada grupo de itens está compreendido em uma determinada faixa característica da forma da curva. Para a indústria fabril, estas faixas são determinadas pelos seguintes valores:

CLASSE A: 10% da quantidade total de itens correspondem a 70% do custo total dos itens;

CLASSE B: 30% da quantidade total de itens correspondem a 25% do custo total dos itens;

CLASSE C: 60% da quantidade total de itens correspondem a 5% do custo total dos itens.

Na construção civil, a utilização de sistemas de orçamentação permite a quantificação dos vários insumos utilizados em obra (Borges, 1989). Com esses dados, é possível analisar a participação percentual dos insumos e o seu nível de importância no custo do empreendimento, utilizando, para isso, os conceitos das curvas ABC.

Vários autores, como Borges, Solano e Lopes, destacam a importância das curvas ABC para a construção civil:

- para o controle de custos da edificação;
- para a criação de índices de correção diante da corrosão inflacionária;
- para orçamentos expeditos;
- para a criação de normas de consumo de recursos a nível de planejamento;
- para o planejamento e programação de empreendimentos e obras.

Um dos problemas para a confecção da curva diz respeito ao agrupamento dos itens. LOPES (1990) sugere que a agregação pode ser feita:

- por setor econômico;
- pela sequência dos serviços;
- por caráter funcional.

SOLANO (1995) sugere a agregação por fornecedores.

2.10- CURVAS S:

É a representação, através de um gráfico cartesiano, do progresso da obra, podendo indicar o consumo acumulado de recursos, custos e quantidades de trabalho realizado, dentre outros (Camerini, 1991). Pode ser utilizada para retratar o progresso de uma única atividade ou o desempenho de toda a obra.

A forma mais usual de aplicação da curva S usa o denominador comum monetário para expressar a quantidade de recursos que estão sendo consumidos ou aplicados em um projeto (Heineck, 1990).

Dentre os usos da curva S, este autor destaca:

- programação de obra, nivelamento de recursos e atendimento ao volume máximo de recursos existentes
- controle de empreendimentos e avaliação do progresso físico em função do custo incorrido
- gerência e administração financeira do empreendimento, bem como determinação de seu fluxo de caixa.

2.11- MEDIÇÃO E DESEMPENHO:

2.11.1- CONCEITOS:

A medição é um termo normalmente utilizado, em construção civil, para designar a leitura das quantidades de serviço realizadas para efeito de remuneração destes serviços. Para fins orçamentários, a medição tem como objetivo quantificar os serviços a serem executados (Formoso et alli, 1986). Para tal, ela se baseia no levantamento de

quantitativos no projeto. Alguns coeficientes de consumo, no entanto, como os relacionados a grandezas como área construída, volume e comprimento de material empregado, são de difícil leitura em planta, e requerem que a empresa armazene dados provenientes de vários serviços em obras de mesmas características.

Já em termos de gestão da qualidade, a medição é um sistema de apoio para o planejamento, tomada de decisões e controle (Oliveira et alli, 1995), pois através da coleta, processamento e avaliação de dados a empresa pode comparar o seu desempenho em relação a uma meta estabelecida. Para isso, é preciso definir indicadores de qualidade e produtividade.

2.11.2- INDICADORES DE QUALIDADE E PRODUTIVIDADE:

Os indicadores são utilizados para medir processos onde se localizam as causas principais de problemas previamente levantados e priorizados (Oliveira et alli, 1995). Eles são estabelecidos sobre resultados controláveis ou gerenciáveis do processo.

Devem atender a determinados requisitos, como simplicidade, representatividade, rastreabilidade e baixo custo, dentre outros, e podem ser classificados segundo sua unidade de medida, como proporção entre certo número de ocorrências perfeitas, relação entre um quantitativo e um referencial apropriado ou ainda número absoluto ou percentual de ocorrências dentro de um período de tempo.

Para a construção civil, o NORIE (Oliveira et alli, 1995) relacionou, em conjunto com empresas de construção civil e o SINDUSCON, alguns indicadores que podem ser aplicados a todas as etapas de um empreendimento. Eles foram classificados da seguinte maneira:

- racionalidade;
- não-conformidade;
- satisfação do cliente;
- desperdícios;
- produtividade;
- segurança no trabalho;
- relações de trabalho.

Para este trabalho foram selecionados os indicadores de racionalidade, por estarem relacionados com o desempenho da etapa de projeto:

- a) Percentual da área do pavimento tipo ocupada pela área de circulação;
- b) Índice de compactidade;

- c) Densidade de paredes;
- d) Relação entre o comprimento das tubulações hidráulicas e o número de pontos;
- e) Relação entre o comprimento dos eletrodutos e o número de pontos;
- f) Relação entre o peso de aço e a área construída;
- g) Relação entre a área de fôrmas e a área construída.

Posteriormente, ao analisar os dados levantados nesta pesquisa, serão calculados os indicadores citados acima, quando então seus conceitos serão discutidos.

Losso(1995), em seu trabalho, apresenta uma série de indicadores em relação aos aspectos geométricos de edifícios de Curitiba, aos quais denomina de ÍNDICES. A conceituação proposta por este autor é semelhante ao conceito dos indicadores, ou seja, relações entre variáveis com a função de facilitar cálculos e servir de parâmetros para comparação de diferentes obras.

CAPÍTULO 3 - METODOLOGIA DA PESQUISA

3.1- INTRODUÇÃO:

A pesquisa tem por objetivo o levantamento dos custos de construção de casas uni-familiares na região de Florianópolis, no período compreendido entre os anos de 1986 e 1995, considerando uma amostra de 20 unidades, com áreas variando de 103 a 405 m². O estudo limitou-se ao custo dos materiais de construção, não sendo considerados os custos de mão-de-obra. Porém, foram também levantados os custos preliminares para a construção, constituídos pelos projetos, licenças junto a órgãos públicos, como Prefeitura Municipal e Crea, despesas com cópias dos projetos e demais despesas similares, que não podem ser consideradas como mão-de-obra ou materiais, mas que são desembolsos necessários à construção, e fazem parte do custo direto das obras.

Segundo a literatura, os custos dos materiais respondem por até 60% do custo total para a construção de edifícios (Mascaró, 1981, Formoso, 1986).

O trabalho foi desenvolvido em duas etapas. A primeira etapa consistiu em levantar todas as compras de materiais feitas para a construção de cada uma das obras da amostra. Para isto, foram utilizadas as notas fiscais e os recibos de compra destes materiais, os quais haviam sido guardados pelos proprietários ou construtores. Estas notas e recibos foram lançados em uma planilha eletrônica (Excel, versão 5.0). Os lançamentos incluíram as quantidades compradas e a data da aquisição, sendo acumulados os valores mensalmente.

Posteriormente, estes valores foram convertidos para um indexador financeiro de mercado, no caso o dólar americano, cotação oficial do valor de venda do dia 15 de cada mês, para que fosse possível calcular os valores totais, já que grande parte das obras foi construída em períodos de inflação alta, tendo ocorrido, em alguns casos, inclusive troca da moeda ou desvalorização da mesma durante o período da construção.

Depois de completa a planilha orçamentária, com todos os lançamentos de compras agregados mensal e individualmente por material, estes dados foram transportados para uma

outra planilha, intitulada de cronograma financeiro de gastos. Nesta segunda planilha é possível visualizar os gastos mensais por material, por serviço, bem como os valores acumulados totais, mês a mês. Ela também apresenta os percentuais de participação de cada material e serviço no montante total de gastos.

A segunda etapa consistiu na análise dos projetos arquitetônicos de cada obra, de onde foram extraídas as diversas áreas de construção, os perímetros de paredes, e demais informações que possibilitassem sua análise geométrica para que se pudesse modelar os projetos.

Muitas foram as dificuldades encontradas, principalmente na primeira etapa. O volume de dados físicos de compra era bastante grande, e era preciso normatizar a sequência para entrada de dados na planilha eletrônica, ou seja, agrupar os materiais de uma maneira semelhante. A idéia inicial era agrupá-los por serviços, em composições unitárias de preços, como o fazem as publicações da área (TCPO e A Construção). No entanto, como não houve acompanhamento da execução das obras, não seria possível apropriar as compras de determinados materiais que são utilizados em várias etapas da obra, como é o caso do cimento e da areia, entre outros. Por isso, não foi possível utilizar a divisão clássica da obra em fundações, estrutura e alvenaria. Optou-se, então, por listar estes materiais de difícil apropriação como MATERIAIS BRUTOS, e não como serviços. Os demais materiais de fácil apropriação foram também lançados como materiais, mas agrupados aos serviços de obra correspondentes, conforme será visto posteriormente. À medida que o levantamento de dados foi evoluindo, foi também se fortalecendo a divisão dos serviços adotada, devido à repetição dos diversos insumos.

A agregação dos materiais em serviços não tem um caráter unânime por parte dos autores. Lopes (1992) sugere agregações por setor, como cerâmicas, madeiras, cimento ou por caráter funcional, como materiais para pisos ou para fôrmas. Já Heineck (1990) argumenta que os materiais utilizados nos vários serviços podem ser reunidos e estimados em função de quantidades globais por m² de construção, como é o caso da areia, utilizada em concretos, revestimentos e assentamentos. Neste trabalho, a agregação utilizada se deu por materiais e estes, por sua vez, foram agregados por serviços.

Uma outra dificuldade encontrada foi quanto à falta de homogeneidade dos dados encontrados. Por mais que os dados tenham sido armazenados de maneira organizada (o que raramente ocorre), muitos são os fornecedores que não emitem notas fiscais. Em muitos casos, só existe um recibo, nem sempre completamente discriminado quanto às

quantidades fornecidas. Em outros casos, a caligrafia é de difícil compreensão. Existe também uma quantidade de material que é trocada nas lojas, seja por ter sido comprada em excesso, seja por erro de especificação.

Uma outra observação importante é quanto à presença de todos os materiais necessários em todas as obras. Há alguns materiais que foram utilizados com certeza, mas que não têm o comprovante de compra, como é o caso de disjuntores, quadros de distribuição ou dobradiças, em algumas obras. Em outros casos, alguns materiais de acabamento não foram adquiridos durante a construção, mas posteriormente, possivelmente por problemas financeiros dos proprietários, como é o caso dos complementos de banheiros, como papeleiras, saboneteiras, e até aquecedores de água. Durante o levantamento de dados, é possível identificar alguns destes materiais faltantes, mas nem todos, como é o caso de pregos, areia ou mesmo cimento, cujas compras ocorrem com muita frequência.

Por todo estes motivos é que o levantamento de dados feito não tem a pretensão de representar 100% dos gastos com materiais. O erro existe, e parte-se do princípio de que ele existe para todas as obras estudadas.

3.2- LEVANTAMENTO DE DADOS:

A escolha da amostra foi totalmente aleatória, ou seja, não buscou-se uma padronização de projeto arquitetônico ou de construção. No entanto, devido às áreas de construção e às particularidades dos materiais de acabamento, pode-se afirmar que as obras são típicas da classe média, e de padrão alto (Franchi et alli, 1989).

Para o levantamento de dados era fundamental encontrar obras cujos proprietários ou construtores tivessem arquivado as notas fiscais de compra. Algumas das obras encontradas foram descartadas, já que a quantidade de materiais faltantes era de tal monta que prejudicaria o trabalho.

Para definir o tamanho da amostra de forma que tivesse alguma representatividade, em termos de tratamento estatístico, buscou-se na literatura valores de referência. À exceção do trabalho de Hirota (1987), não foi encontrado um número mínimo de obras que pudesse atender a todos os objetivos propostos para o trabalho. A título de exemplo, apresenta-se no quadro abaixo o tamanho mínimo da amostra necessária para análise de algumas variáveis. Salienta-se que não foram encontrados, na literatura, resultados para a

média e desvio-padrão esperados para as variáveis que serão estudadas em relação a casas uni-familiares.

Tabela 7 - Tamanho da amostra (n) para cada variável

VARIÁVEIS	n
Área construída do pavimento tipo	59
Índice de compactação	7
Área de circulação no pavimento tipo	29
Área de circulação horizontal no pavimento tipo	57
Coefficiente de paredes internas	10
Coefficiente de paredes externas	22
Aberturas na envoltória	41

Fonte: Hirota, 1987

Por outro lado, a dificuldade maior foi encontrar a amostra mínima aqui apresentada, ou seja, 20 casas com notas fiscais, já que os dados de compras raramente são guardados por quem constrói. Uma outra condicionante do estudo foi o tempo necessário para processar o volume de informações proveniente de cada construção.

Por todos os motivos mencionados anteriormente, a amostra foi limitada a 20 (vinte) casas, e foi obtida junto a amigos, familiares, a engenheiros que trabalham com administração de obras, junto a uma construtora especializada em construções uni-familiares e ainda provenientes da experiência particular da autora como arquiteta. A escolha das 20 casas foi condicionada, portanto:

- pelo acesso às notas fiscais e recibos;
- pela existência e guarda destas notas fiscais e recibos pelos proprietários;
- pelo acesso aos projetos arquitetônicos correspondentes;
- pelo fato de serem habitações uni-familiares de padrão alto.

O quadro a seguir apresenta a forma de obtenção da amostra:

Tabela 8 - Forma de obtenção da amostra

OBTENÇÃO DA AMOSTRA	NÚMERO DE CASAS	NÚMERO DE CASAS - %	ÁREA TOTAL (m ²)	ÁREA TOTAL EM %
CONSTRUTORA	8	40	1846,97	42,30
ENGENHEIROS	4	20	806,85	18,48
AMIGOS E/OU FAMILIARES	3	15	744,50	17,05
EXPERIÊNCIA DA AUTORA	5	25	967,86	22,17
TOTAL	20	100	4366,18	100,00

As obras estudadas estão situadas em diversos bairros da cidade de Florianópolis, conforme atesta o quadro a seguir:

Tabela 9 - Localização da amostra por bairro

BAIRRO	NÚMERO DE CASAS	NÚMERO DE CASAS - %	ÁREA TOTAL (m2)	ÁREA TOTAL EM %
CENTRO	2	10	327,88	7,51
PARQUE SÃO JORGE	1	5	405,50	9,29
BOSQUE DAS MANSÕES	1	5	272,39	6,24
LAGOA DA CONCEIÇÃO	5	25	1102,97	25,26
CANASVIEIRAS	1	5	169,27	3,88
RIO VERMELHO	1	5	103,14	2,36
PONTA DAS CANAS	1	5	138,06	3,16
JURERÊ INTERNACIONAL	8	40	1846,97	42,30
TOTAL	20	100	4366,18	100,00

O período de construção das casas se situa entre os anos de 1986 e 1995, conforme pode ser observado no quadro abaixo:

Tabela 10 - Caracterização da amostra quanto ao ano de construção

ANO DE CONSTRUÇÃO	NÚMERO DE CASAS	NÚMERO DE CASAS - %
1986	2	10%
1987	1	5%
1988	0	0%
1989	1	5%
1990	0	0%
1991	0	0%
1992	1	5%
1993	5	25%
1994	6	30%
1995	4	20%
TOTAL	20	100%

3.3- CARACTERIZAÇÃO DA AMOSTRA - LEVANTAMENTO DE DADOS DOS PROJETOS ARQUITETÔNICOS:

As tentativas de tipificação de projetos de edificação são unânimes em adotar o critério de classificação pelo número de dormitórios (ABNT, 1965; Formoso, 1986 e Hirota, 1987). Para uma determinação da tipologia habitacional, vai-se apresentar a amostra, portanto, segundo o número de

dormitórios e suítes, e posteriormente segundo o número de banheiros. Nesta etapa, não serão realizados estudos estatísticos mais aprofundados, limitando-se à apresentação de medidas de tendência central (média aritmética) e medidas de dispersão (desvio padrão e coeficiente de variação).

3.3.1- CARACTERIZAÇÃO DA AMOSTRA SEGUNDO A TIPOLOGIA HABITACIONAL

3.3.1.1- Caracterização da amostra segundo o número de quartos e suítes:

O quadro a seguir apresenta o número de quartos e suítes para cada uma das casas estudadas. A média obtida, de 3,55 quartos por casa, apresenta um coeficiente de variação de quase 30%, bastante alto. Os valores limites, no entanto, são encontrados em apenas duas casas, quais sejam: uma com um quarto e uma com seis quartos. Estão incluídos, nestes valores, os dormitórios de empregada, quando existentes.

Tabela 11- Caracterização da amostra quanto ao número de suítes e quartos

Item	Número suítes	Número quartos	Total
Amostra total	24	48	72
MÉDIA	1,20	2,40	3,60
DESVIO			1,05
CV			29%

3.3.1.2 - Caracterização da amostra segundo o número de banheiros:

O quadro a seguir apresenta o número de banheiros de cada uma das casas, separadamente, ou seja, banheiros sociais, de serviço e lavabos. A média encontrada foi de 3,5 banheiros, com um coeficiente de variação de 34%.

Tabela 12- Caracterização da amostra quanto ao número de banheiros

Item	Número de banheiros	Número banheiros de serviço	Número de lavabos	TOTAL
Amostra total	48	9	13	70
MÉDIA	2,40	0,45	0,65	3,50
DESVIO				1,20
CV				34%

3.3.1.3- Caracterização da amostra segundo o número de pavimentos:

A amostra é constituída, em sua maioria (70%), por casas de dois pavimentos, conforme pode ser observado no quadro a seguir. Apenas uma casa é térrea, e 25% apresentam um terceiro pavimento, representado por um sub-solo. Esta tipologia habitacional pode ser justificada pelo confronto entre a extensão do programa da habitação e o tamanho do terreno, o que gera soluções arquitetônicas verticais, de maneira a deixar espaço livre no terreno para eventuais equipamentos de lazer, como piscinas. Há ainda os condicionamentos do Plano Diretor do Município, que estabelece taxas de ocupação e índices de aproveitamento mais baixos para os bairros mais distantes do centro, caso típico da amostra aqui apresentada.

Tabela 13 - Caracterização das obras quanto ao número de pavimentos

Pavimentos	Térreo	2 pavimentos	3 pavimentos
Amostra total	1	14	5
Total em %	5%	70%	25%

3.3.1.4- Caracterização da amostra quanto ao tipo de alvenaria de revestimento:

A amostra é constituída predominantemente por casas construídas com alvenaria de tijolos furados - 90%. Posteriormente serão analisadas as variações nos custos decorrentes do uso do tijolo à vista para revestimento de paredes.

Tabela 14 - Caracterização das obras quanto ao tipo de alvenaria

Alvenaria	Tijolos à vista	Tijolos furados
Amostra total	2	18
Total em %	10%	90%

3.3.2- LEVANTAMENTO DAS ÁREAS DE CONSTRUÇÃO E DOS PERÍMETROS DAS PAREDES EXTERNAS:

A tabela apresentada a seguir servirá de subsídio para os cálculos envolvendo as variáveis geométricas da amostra. Nela são apresentadas as áreas de construção de cada casa, isto é, as áreas de cada pavimento separadamente, bem como a área total. Foram também calculados os perímetros das

paredes externas de cada pavimento separadamente, bem como o perímetro total.

Tabela 15 - Caracterização das obras segundo as áreas de construção

Obras	Sub-solo (m2)	Pavimento térreo (m2)	Pavimento superior (m2)	Área total (m2)
1		77,46	25,68	103,14
2		138,06		138,06
3		83,21	56,22	139,43
4	25,20	63,00	60,48	148,68
5		103,78	56,02	159,80
6		153,97	15,30	169,27
7		115,51	59,40	174,91
8		89,60	89,60	179,20
9		115,67	68,18	183,85
10		118,20	70,45	188,65
11		118,20	70,45	188,65
12		143,05	65,10	208,15
13		132,02	83,94	215,96
14		140,66	98,80	239,46
15	57,98	139,92	73,88	271,78
16	38,09	234,30		272,39
17	44,13	189,85	75,26	309,24
18		234,67	85,98	320,65
19	88,45	157,38	103,58	349,41
20		280,20	125,30	405,50
TOTAL	253,85	2828,71	1283,62	4366,18

3.3.3- OUTROS DADOS LEVANTADOS:

Para a identificação de alguns aspectos geométricos, foi também calculado o perímetro de cada cômodo das casas, sendo que a área útil destes foi retirada diretamente do projeto arquitetônico.

Para o cálculo do perímetro dos cômodos, algumas considerações devem ser feitas:

- para cômodos fechados, como dormitórios e banheiros, o perímetro foi calculado somando o comprimento das paredes, em planta;
- para as áreas de circulação, o perímetro foi calculado somando os lados envolventes da circulação, mesmo que não existissem paredes em todos estes lados;
- o mesmo critério foi utilizado para o cálculo do perímetro de varandas e sacadas;
- para os perímetros de salas, normalmente abertas para outras salas ou ambientes de estar, o perímetro considerado

foi o somatório das paredes envolventes existentes. Nos lados onde não havia paredes, a sua extensão limite não foi considerada.

A planilha apresentada a seguir é ilustrativa de como foram coletados os dados de área útil e perímetros de cada cômodo, para cada casa da amostra:

Tabela 16 - Levantamento das áreas e perímetros de cada cômodo

CÔMODO	OBRA No.	
	ÁREA (m ²)	PERÍMETRO (m)
ALA ÍNTIMA		
quarto 1		
quarto 2		
quarto 3		
suite 1		
suite 2		
banheiro suite 1		
banheiro suite 2		
closet suite 1		
closet suite 2		
banheiro 1		
banheiro 2		
banheiro 3		
CIRCULAÇÃO		
hall		
circulação		
escada		
ALA SOCIAL		
lavabo		
escritório		
sala jantar		
sala estar		
sala íntima		
sala lazer		
varanda		
ALA DE SERVIÇO		
copa		
cozinha		
depósito		
despensa		
lavanderia		
área serviço		
quarto empregada		
banheiro de empregada		
garagem		
TOTAL		
NUMERO DE CÔMODOS		
ÁREA MÉDIA CÔMODOS		

3.3.3.1- ÁREA DE ESQUADRIAS:

Como as esquadrias representam um custo bastante alto para obras de construção residenciais, cerca de 10% segundo Trajano(1989), ou variando entre 5 a 6% (Solano,1995 e Lopes,1992), é importante verificar qual percentual se aplica para construções uni-familiares. O quadro a seguir apresenta a área de esquadrias total da amostra, separadas segundo sua tipologia, ou seja, portas, janelas e portas-janelas. Estes valores totais foram extraídos de outra tabela, onde os valores estão lançados separadamente para cada casa da amostra. Posteriormente esses dados serão utilizados na determinação de alguns índices, bem como confrontados com os custos correspondentes.

Tabela 17 - Levantamento da área de esquadrias da amostra

Esquadrias	Portas (m ²)	Janelas (m ²)	Portas-janelas (m ²)	Área total de esquadrias - m ²
Área de esquadrias	496,02	468,89	268,94	1233,85
Área esquadrias/m ²	0,11	0,11	0,06	0,28

3.3.3.2 - ÁREA DE TELHADOS:

Um importante componente do custo nas construções uni-familiares é a cobertura, diferentemente dos prédios, onde este custo é diluído por todas as unidades.

Em todos os projetos arquitetônicos analisados, o telhado aparece como um elemento de destaque, componente fundamental da aparência exterior da casa, extrapolando sua função primeira de proteção contra intempéries e fechamento horizontal superior.

Para posterior utilização no cálculo dos aspectos geométricos e dos custos, a área do telhado é um dado importante. A área dos telhados das casas da amostra foi considerada como igual à área do pavimento térreo, visto que, conforme pode ser observado na tabela no.15, os demais pavimentos apresentam áreas sempre inferiores a este pavimento, e em nenhum projeto foi encontrado um pavimento superior em balanço. A área de cobertura pode então, ser igualada à área do térreo, pois segundo Schmitt(1992), a referência básica para quantificação de coberturas é a área de projeção do telhado. Este critério não considera a área efetiva de telhado, que é calculada considerando a sua inclinação. No entanto, os índices que serão gerados vão trabalhar com a área de projeção horizontal da edificação.

3.4- LEVANTAMENTO DOS CUSTOS DE CONSTRUÇÃO:

Para o levantamento dos custos de construção, era preciso normatizar o lançamento dos dados provenientes das notas fiscais de uma maneira coerente tanto com o andamento dos serviços em obra, como coerente com a maneira usual e corrente de apropriar estes custos, conforme a literatura e as publicações da área. Devido às dificuldades já citadas anteriormente, procurou-se uma nova maneira de apresentar os dados, resultando em uma mescla da apropriação por serviço com uma apropriação por material específico, a qual será apresentada a seguir.

3.4.1- PARTIÇÃO DA OBRA:

As notas fiscais consultadas tinham como produto final uma extensa relação de materiais de construção, todos eles utilizados na obra. Cada um destes materiais foi utilizado para um determinado serviço, sendo que alguns deles tiveram utilização em vários serviços. O exemplo mais comum é o cimento, usado na fundação, estrutura, alvenaria, contrapiso, revestimento de paredes e até no rejuntamento final do telhado.

O cimento não é o único material que participa de vários serviços. Por isso, estes materiais de difícil apropriação para um serviço específico, foram agrupados em um item chamado de MATERIAIS BRUTOS. Os demais materiais, cuja utilização é facilmente identificável a um determinado serviço de obra, foram então agrupados por serviço. A listagem deste agrupamento será apresentada a seguir, bem como os principais materiais de cada sub-grupo.

GRUPO 1 - SERVIÇOS PRELIMINARES:

Correspondem a todos os insumos necessários à instalação do canteiro de obras, aos projetos e licenciamentos, aos equipamentos de canteiro e à terraplenagem. Os lançamentos foram divididos da seguinte maneira:

ITEM 1.1 - ENTRADA DE ENERGIA ELÉTRICA E ÁGUA:

- poste, com armações, eletrodutos, braquetes, curvas, luvas;
- quadro de luz, disjuntor de entrada, haste de terra;
- fios e cabos elétricos;
- tubos de pvc, torneiras de uso geral e tubulação para o hidrômetro.

ITEM 1.2- BARRACÃO DE OBRAS:

- madeira para construção do barracão, telhas, dobradiças, cadeados;
- materiais para instalação sanitária provisória;

ITEM 1.3- EQUIPAMENTOS DE CANTEIRO:

- discos de corte, serras, lâminas;
- brocas, buchas;
- baldes, carrinhos, vassouras;
- capacetes, luvas, capas.

ITEM 1.4- PROJETOS:

- projetos arquitetônicos, estruturais, elétricos e hidro-sanitários;
- taxas para aprovação de projetos e para alvarás, junto à Prefeitura;
- taxas de ART do Crea, do INSS e demais órgãos públicos;
- despesas com cópias heliográficas, xérox, cadernos de obras.

ITEM 1.5- ADMINISTRAÇÃO DE OBRA:

- pagamento ao engenheiro de obra, pela administração ou fiscalização, quando existente.

ITEM 1.6- TERRAPLENAGEM:

- horas de máquina para conformação do terreno.

ITEM 1.7- OUTROS:

- despesas de água e luz, durante a execução da obra;
- fretes, vigilância, despesas com combustíveis.

GRUPO 2 - MATERIAIS BRUTOS:

Correspondem a todos os materiais que são utilizados em mais de um serviço, e de difícil apropriação. Foram subdivididos da seguinte maneira:

ITEM 2.1 - CIMENTO

ITEM 2.2- ARAME RECOZIDO

ITEM 2.3- AÇO

ITEM 2.4- BRITA

ITEM 2.5- AREIA

ITEM 2.6- BARRO E SAIBRO

ITEM 2.7- CAL

ITEM 2.8- CIMENTO BRANCO

ITEM 2.9- ATERRO

ITEM 2.10- ARGAMASSA

ITEM 2.11- PREGOS

ITEM 2.12- TIJOLOS

ITEM 2.13- LAJE

ITEM 2.14- MADEIRA DE CAIXARIA

ITEM 2.15- PEDRA

ITEM 2.16 - OUTROS: estaqueamento, concreto usinado, lareiras, chaminés, mourões, muros pré-fabricados.

GRUPO 3 - TELHADO:

Corresponde a todos os materiais necessários à execução da cobertura:

ITEM 3.1- MADEIRA PARA TELHADO

ITEM 3.2- TELHAS

ITEM 3.3- OUTROS:

- lona, calhas;
- arame e massa para telhas, parafusos.

GRUPO 4: IMPERMEABILIZAÇÃO

Neste grupo estão incluídos todos os materiais para impermeabilização de fundações, paredes e sacadas, como Igol, Sika, Vedacit, resinas, incluindo os equipamentos para aplicação, como brochas e pincéis.

GRUPO 5: ESQUADRIAS:

Este grupo foi dividido de acordo com o tipo de esquadria, conforme listagem a seguir:

ITEM 5.1- PORTAS

ITEM 5.2- JANELAS

ITEM 5.3- PORTAS-JANELAS

ITEM 5.4- PORTÕES

ITEM 5.5- OUTROS: filetes, alizares, telas, elementos vazados.

GRUPO 6- FERRAGENS PARA ESQUADRIAS:

Este grupo dividiu as ferragens de acordo com seu tipo e sua utilização, de maneira a possibilitar definir qual tipo de esquadria tem o maior custo.

ITEM 6.1- DOBRADIÇAS

ITEM 6.2- FECHADURAS E FECHOS

ITEM 6.3- FERRAGENS PARA JANELAS DE ABRIR:

- cremonas, varas, carrancas.

ITEM 6.4- FERRAGENS PARA JANELAS DE CORRER:

- trilhos, roldanas, guias, conchas, vergalhões, perfis, batentes.

ITEM 6.5- FERRAGENS PARA JANELAS MAXIM-AR:

-braços e fechos maxim-ar.

ITEM 6.6- PARAFUSOS

ITEM 6.7- FERRAGENS PARA PORTÕES

ITEM 6.8- FERRAGENS PARA JANELAS DE GUILHOTINA

GRUPO 7- VIDROS:

Neste grupo estão incluídos os vidros para fechamento das esquadrias e box de banheiros.

GRUPO 8- PISOS E AZULEJOS:

Este grupo inclui todos os tipos de revestimentos de pisos e paredes, bem como os materiais para assentamento. Inclui também escadas, corrimões, soleiras e rodapés.

ITEM 8.1- PISOS

ITEM 8.2- AZULEJOS

ITEM 8.3- MATERIAIS DE ASSENTAMENTO:

- argamassas, rejuntes, pó xadrez.

ITEM 8.4- OUTROS:

-rodapés, soleiras, peitoris, degraus, escadas, corrimões.

GRUPO 9- PINTURA:

Neste grupo, os materiais foram divididos de acordo com sua utilização, da seguinte maneira:

ITEM 9.1- SELADORES

ITEM 9.2- VERNIZ E OSMOCOLOR

ITEM 9.3- MASSA CORRIDA

ITEM 9.4- TINTAS

ITEM 9.5- MATERIAIS AUXILIARES:

- solventes, epóxi, ceras, thinner, jimo cupim, hidronorte, óleos.

ITEM 9.6- EQUIPAMENTOS DE PINTURA:

- pincéis, brochas, lixas, rolos, trinchas, fita crepe, estopa, bandejas.

GRUPO 10- REDE ELÉTRICA:

Este grupo inclui todos os materiais necessários à instalação elétrica da casa, divididos da seguinte maneira:

ITEM 10.1- QUADROS E DISJUNTORES

ITEM 10.2- FIOS

ITEM 10.3- ELETRODUTOS

ITEM 10.4- INTERRUPTORES E TOMADAS

ITEM 10.5- CAIXAS PLÁSTICAS

ITEM 10.6- OUTROS:

- fita isolante, lâmpadas, bocais, hastes, arames.

GRUPO 11- LOUÇAS E METAIS

ITEM 11.1- LOUÇAS

ITEM 11.2- METAIS

- registros, torneiras, duchas, válvulas, acabamentos de registros.

ITEM 11.3- CUBAS, TANQUES E TAMPOS

ITEM 11.4- COMPLEMENTOS DE BANHEIRO:

- papeleiras, saboneteiras, argolas, cabides, assentos para vaso.

ITEM 11.5- OUTROS:

- tubos de queda, extensões, parafusos para fixação.

GRUPO 12- REDE DE ÁGUA QUENTE

ITEM 12.1- TUBOS

ITEM 12.2- CONEXÕES

ITEM 12.3- AQUECEDORES

ITEM 12.4- OUTROS:

- solda, lata de pasta.

GRUPO 13- REDE DE ÁGUA FRIA E ESGOTO

ITEM 13.1- CAIXA D'ÁGUA E ACESSÓRIOS:

- torneira de bóia, registros sem acabamento.

ITEM 13.2- TUBOS PVC

ITEM 13.3- CONEXÕES E CAIXAS:

- conexões de pvc por diâmetro, caixas sifonadas e caixas secas.

ITEM 13.4- FOSSAS, SUMIDOUROS E CAIXAS DE INSPEÇÃO

ITEM 13.5- OUTROS:

- veda-rosca, lixas, colas, soluções limpadoras.

3.4.2- PLANILHA ORÇAMENTÁRIA:

Conforme já exposto, as notas fiscais tiveram seu conteúdo transportado para uma planilha eletrônica, dentro da itemização descrita anteriormente. Nesta planilha, as compras de materiais eram lançadas mensalmente - compras no mesmo mês eram somadas automaticamente.

Os dados tinham as seguintes entradas:

- quantidade e unidade de compra;
- data da compra;
- valor total do material;
- câmbio (dólar oficial do dia 15 de cada mês).

O computador calculava o valor em dólares, da compra, automaticamente, bem como os totais por material e por serviço.

O quadro a seguir apresenta um trecho da planilha, referente ao grupo 1 - Serviços preliminares:

Tabela 18 - Planilha para levantamento de dados - exemplo para o grupo SERVIÇOS PRELIMINARES

ITEM	QTIDADE	UNIDADE	VALOR CR\$	DATA	CÂMBIO	VALOR US\$
1 - SERVIÇOS PRELIMINARES						
1.1 - ENTRADA EN. ELÉTRICA E ÁGUA						
relação dos materiais						
TOTAL ITEM 1.1						
1.2 - BARRACÃO DE OBRAS						
relação dos materiais						
TOTAL ITEM 1.2						
1.3- EQUIPAMENTOS CANTEIRO						
relação dos materiais						
TOTAL ITEM 1.3						
1.4- PROJETOS						
relação dos itens						
TOTAL ITEM 1.4						
1.5- ADMINISTRAÇÃO						
relação dos pagamentos						
TOTAL ITEM 1.5						
1.6- TERRAPLENAGEM						
relação dos itens						
TOTAL ITEM 1.6						
1.7- OUTROS						
relação dos itens						
TOTAL ITEM 1.7						
TOTAL ITEM 1						

3.4.3 - CRONOGRAMA FINANCEIRO:

Depois de totalmente preenchida e calculada a planilha orçamentária, os dados eram transportados para um cronograma financeiro, onde se visualizam facilmente os desembolsos mensais por item, por serviço e o total geral de gastos. A planilha também apresenta os percentuais de participação de cada item e serviço em relação ao valor total gasto.

Este cronograma financeiro poderia representar o avanço físico da obra, se a política de compras fosse feita de acordo com as necessidades da obra. No entanto, não é o

que se verifica na prática, à exceção de materiais de pequena monta ou o cimento, que são comprados quando da necessidade. Normalmente, o que se verifica é um desembolso bastante elevado nos primeiros meses de obra, principalmente em períodos de inflação alta, quando os proprietários antecipam compras do telhado, das esquadrias e de louças e metais, numa tentativa de defender o seu capital face à desvalorização constante da moeda. Este fato será analisado posteriormente, quando da análise dos dados. Agora, o que se quer enfatizar é a diferença entre o cronograma de desembolso financeiro e o cronograma de avanço físico da obra.

Um outro aspecto a ser levantado é quanto ao prazo da construção, também não refletido no cronograma financeiro. Muitas vezes a obra está concluída e entregue para habitação, e as compras de materiais ainda prosseguem por um determinado período, meses após. São reparos, acabamentos externos, ou compras de complementos de banheiro, móveis, lustres, etc. Tais compras foram desconsideradas no presente trabalho, apesar de seus valores terem sido levantados.

Tabela 19- Cronograma Financeiro

SERVIÇO	VALOR U\$	%	MÊS 1	MÊS 2	MÊS n
1-SERVIÇOS PRELIMINARES					
1.1- ENTRADA ENERGIA ELÉTRICA E ÁGUA					
1.2- BARRAÇÃO DE OBRAS					
1.3- EQUIPAMENTOS DE CANTEIRO					
1.4- PROJETOS E DOCUMENTOS APROVAÇÃO					
1.5- ADMINISTRAÇÃO DE OBRA					
1.6- TERRAPLENAGEM					
1.7- OUTROS					
2- MATERIAIS BRUTOS					
2.1- CIMENTO					
2.2- ARAME RECOZIDO					
2.3- AÇO					
2.4- BRITA					
2.5- AREIA					
2.6- BARRO OU SAIBRO					
2.7- CAL					
2.8- CIMENTO BRANCO					
2.9- ATERRO					
2.10- ARGAMASSA					
2.11- PREGOS					
2.12- TIJOLOS					
2.13- LAJE					
2.14- MADEIRA DE CAIXARIA					
2.15- PEDRA					
2.16- OUTROS					

3- TELHADO					
3.1- MADEIRA PARA TELHADO					
3.2- TELHAS					
3.3- OUTROS					
4- IMPERMEABILIZAÇÃO					
5- ESQUADRIAS					
5.1- PORTAS					
5.2- JANELAS					
5.3- PORTAS-JANELAS					
5.4- PORTÕES					
5.5- OUTROS					
6- FERRAGENS P/ ESQUADRIAS					
6.1- DOBRADIÇAS					
6.2- FECHADURAS E FECHOS					
6.3- FERRAGENS P/ JANELAS ABRIR					
6.4- FERRAGENS P/ JANELAS CORRER					
6.5- FERRAGENS P/ JANELAS MAXIM-AR					
6.6- PARAFUSOS					
6.7- FERRAGENS P/ PORTÕES					
6.8- FERRAGENS P/ JANELAS GUILHOTINA					
7- VIDROS					
8- PISOS E AZULEJOS					
8.1- PISOS					
8.2- AZULEJOS					
8.3- MATERIAIS DE ASSENTAMENTO					
8.4- OUTROS					
9- PINTURA					
9.1- SELADORES					
9.2- VERNIZ E OSMOCOLOR					
9.3- MASSA CORRIDA					
9.4- TINTAS					
9.5- MATERIAIS AUXILIARES					
9.6- EQUIPAMENTOS PINTURA					
10- REDE ELÉTRICA					
10.1- QUADROS E DISJUNTORES					
10.2- FIOS					
10.3- ELETRODUTOS					
10.4- INTERRUPTORES E CAIXAS					
10.5- CAIXAS PLÁSTICAS					
10.6- OUTROS					
11- LOUÇAS E METAIS					
11.1- LOUÇAS					
11.2- METAIS					
11.3- CUBAS, TANQUES E TAMPOS					
11.4- COMPLEMENTOS DE BANHEIRO					
11.5- OUTROS					

12- REDE ÁGUA QUENTE					
12.1- TUBOS					
12.2- CONEXÕES					
12.3- AQUECEDORES					
12.4- OUTROS					
13- REDE ÁGUA FRIA E ESGOTO					
13.1- CAIXA D'ÁGUA E ACESSÓRIOS					
13.2- TUBOS DE PVC					
13.3- CONEXÕES E CAIXAS DE PVC					
13.4- FOSSAS E SUMIDOUROS					
13.5- OUTROS					
TOTAL GERAL					
TOTAL EM %					

3.5- METODOLOGIA NO TRATAMENTO DOS DADOS:

Os dados serão tratados basicamente de três maneiras: em relação aos custos, às quantidades de insumos e em relação aos aspectos geométricos.

Inicialmente serão levantados os indicadores de projeto, a partir de dados dos projetos arquitetônicos e das quantidades de insumos levantadas nas planilhas orçamentárias de cada obra da amostra.

Em seguida serão calculados os índices em relação aos aspectos geométricos, a partir dos dados dos projetos arquitetônicos. As variáveis foram definidas em função dos trabalhos pesquisados na literatura, como os de Losso (1995), Hirota (1987), Oliveira (1989), e Oliveira et alii (1995).

Logo após, serão calculados os índices em relação aos consumos de materiais, em relação aos custos dos serviços e aos custos dos materiais, normalmente tendo como principal parâmetro o metro quadrado de construção, e com os dados retirados das planilhas orçamentárias de cada obra.

Serão também apresentados índices com relação ao tempo de execução e aos percentuais de participação dos serviços e materiais no custo total levantado, bem como o cálculo da curva ABC de materiais, e das curvas S de desembolso financeiro.

O tratamento estatístico será feito com medidas de tendência central (média aritmética) e medidas de dispersão (desvio-padrão e coeficiente de variação), com a plotagem de gráficos para melhor visualização e acompanhamento dos valores encontrados.

CAPÍTULO 4 - ANÁLISE DOS DADOS

4.1- INTRODUÇÃO:

Conforme já foi exposto no capítulo 2, os custos diretos de construção são compostos basicamente por:

- custos de mão-de-obra;
- custos de materiais;
- custos de equipamentos.

Apesar de a construção civil ser caracterizada pelo uso intensivo de mão-de-obra, sua participação no custo total de obra chega a 40% (Fundação João Pinheiro, 1984). Este percentual não poderá ser comprovado por este trabalho, visto que o levantamento de dados feitos limitou-se aos custos de materiais e demais serviços relacionados à construção de casas uni-familiares.

Quanto aos custos de equipamentos, à exceção de ferramentas de pequeno porte, não foi encontrada sequer uma compra em todas as obras analisadas, o que nos leva a concluir que este não é um custo característico para obras de casas uni-familiares. Os equipamentos mais utilizados em obras de pequeno porte são betoneiras e serras, e normalmente o construtor já as possui, sendo que o custo decorrente de sua utilização provavelmente faz parte dos honorários, se é que o faz.

A análise dos dados levantados será feita em etapas: inicialmente serão apresentados os indicadores de qualidade de projeto, bem como os resultados da análise geométrica das obras. Em uma segunda etapa, serão apresentados os resultados relativos aos consumos de materiais, para então proceder à análise dos custos encontrados, por material e por serviço.

4.2- CONSIDERAÇÕES QUANTO À AUSÊNCIA DE ALGUNS INSUMOS NO LEVANTAMENTO DE DADOS:

Alguns serviços e itens de materiais dentro destes serviços apresentaram uma grande variação na amostra analisada quanto à sua ausência, isto é, algumas obras não tinham os comprovantes de pagamento, e portanto, os valores correspondentes não puderam ser lançados.

Os serviços e itens que apresentaram a maior variação dentro deste contexto, serão apresentados a seguir:

Tabela 20- Materiais que apresentaram a maior variação no levantamento de dados feito

Item	Total da amostra sem o item	Total em % sem o item
1. Serviços preliminares		
Projetos	13	65
Alvará da Prefeitura	8	40
ART do Crea	7	35
Administração de obra	5	25
Terraplenagem	11	55
2. Materiais brutos		
Concreto usinado	4	20
Argamassa usinada	12	60
Muro	9	45
Estaqueamento	1	5
3. Pintura		
Massa corrida	12	60
4. Outros		
Box banheiro	8	40
Complementos de banheiro	6	30
Aquecedor de água	9	45

4.3- INDICADORES DE RACIONALIDADE DE PROJETO:

O conceito de indicadores é similar ao de índices, ou seja, são relações entre variáveis que têm a função de facilitar cálculos e servir de parâmetro para comparação entre obras diferentes (Losso, 1995). Indicador é tudo que indica ou denota qualidade ou característica especial. Para sua definição, os indicadores devem atender a alguns critérios (Oliveira et alli, 1995), como:

- interesse e viabilidade de medição do indicador;
- existência de valores de referência;
- estar relacionado com problemas considerados como importantes na construção civil.

Os indicadores que serão apresentados a seguir foram extraídos do Sistema de Indicadores de Qualidade e Produtividade para a Construção Civil (Oliveira et alli,

1995). Eles foram classificados como indicadores de racionalidade, pois medem o desempenho da etapa de projeto, através da racionalidade dos diferentes projetos - arquitetônico, estrutural e de instalações.

Neste trabalho, estes indicadores serão medidos a partir de dados extraídos dos projetos arquitetônicos das casas pesquisadas, como as áreas de construção e perímetros de paredes, e a partir dos dados de consumo efetivo de materiais levantados das notas fiscais das referidas obras.

4.3.1- PERCENTAGEM DA ÁREA TOTAL OCUPADA PELA ÁREA DE CIRCULAÇÃO:

As áreas de circulação (horizontal e vertical) têm a função de promover o acesso de pessoas, agregando pouco valor ao imóvel. Mascaró (1975) salienta que os custos de construção das áreas de circulação, por unidade de superfície, são de 20 a 30% maiores que os custos dos demais ambientes, em função do seu índice de compacidade ser normalmente inferior a 70%. São áreas caras, e quanto maiores, menos otimizado está o projeto.

Este indicador tem como definição a relação entre a área de circulação total (horizontal + vertical) e a área de construção, segundo a fórmula:

$$I_{circ} = \frac{A_{circ}}{A_{tot}} \times 100$$

Onde:

I_{circ} = percentagem da área total ocupada pela área de circulação (%)

A_{circ} = área de circulação = somatório das áreas de circulação horizontal e vertical, medidas em planta (m²)

A_{tot} = área total = área de construção medida pelas faces externas das paredes, incluindo varandas e sacadas (m²)

Valores encontrados:

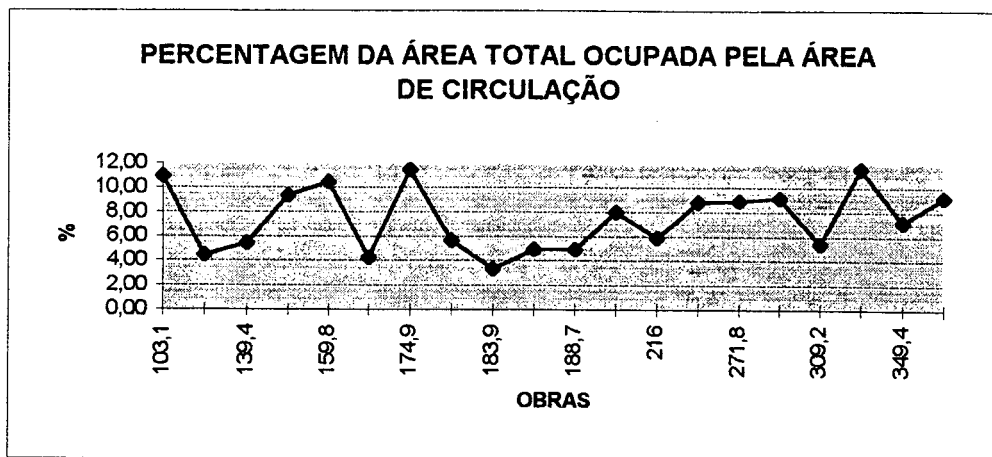


Gráfico 1 - Percentagem da área total ocupada pela área de circulação

Tabela 21 - Valores encontrados para a percentagem da área de circulação

Tipo de circulação	Mínimo - %	Máximo - %	Média - %	Desvio - %	CV - %
Circulação Horizontal	1,18	9,87	5,14	2,39	46,50
Circulação Vertical	1,23	6,90	2,55	1,34	52,42
Circulação Total	3,27	11,51	7,61	2,55	33,57

Valores de referência:

A área de circulação total média encontrada nesta pesquisa situa-se abaixo das médias encontradas na literatura, conforme pode ser visualizado na tabela abaixo, apesar da circulação horizontal média ficar um pouco acima, e apesar dos valores de referência serem relativos a prédios.

Para residências uni-familiares, a circulação horizontal é sempre presente, ao passo que a vertical só existe se houver mais de um pavimento de construção.

Tabela 22 - Valores de referência para a relação entre a área de circulação e a área total - %

Fonte	Losso	Norie	Hirota	Este trabalho
circulação horizontal média	3,04%		4,10%	5,14%
circulação vertical média	5,55%			2,55%
circulação total média	8,60%	9,61%	8,00%	7,61%

4.3.2- ÍNDICE DE COMPACIDADE:

Quanto maior o quociente paredes envoltórias/área da superfície inscrita, maior o custo da edificação (Mascaró,

1985 e Rosso, 1978), já que o custo das fachadas é superior ao das divisórias internas. O índice de compacidade indica o quanto o projeto afasta-se da forma mais econômica (o círculo) em relação ao perímetro das paredes externas.

Este indicador pode ser definido como a relação percentual que existe entre o perímetro de um círculo de área igual à projeção da edificação e o perímetro das paredes externas desta edificação. Segundo Hirota (1987), quanto maior o índice de compacidade, mais racional é o projeto. A fórmula é a seguinte:

$$Ic = 2 \times \frac{\sqrt{3.14 \times Atot}}{Pp} \times 100$$

Onde:

Ic = índice de compacidade (%)

Atot = área total (m²)

Pp = perímetro das paredes externas = somatório do comprimento de todas as paredes que envolvem a edificação, medido em planta (m)

Na literatura pesquisada, não foram encontradas recomendações quanto ao uso do índice de compacidade para casas, nem em valores de referência. Ao se analisar a fórmula, verifica-se que ela utiliza a área total e o perímetro das paredes externas, e ao tentar aplicá-la para casas fica a dúvida quanto a como proceder em relação aos diversos pavimentos: se calcular o índice para cada pavimento, ou se somar as áreas e os perímetros dos diversos pavimentos e chegar a um índice total. Neste trabalho, optou-se pelo cálculo do índice para cada pavimento separadamente, para desta forma chegar ao índice médio.

Valores encontrados:

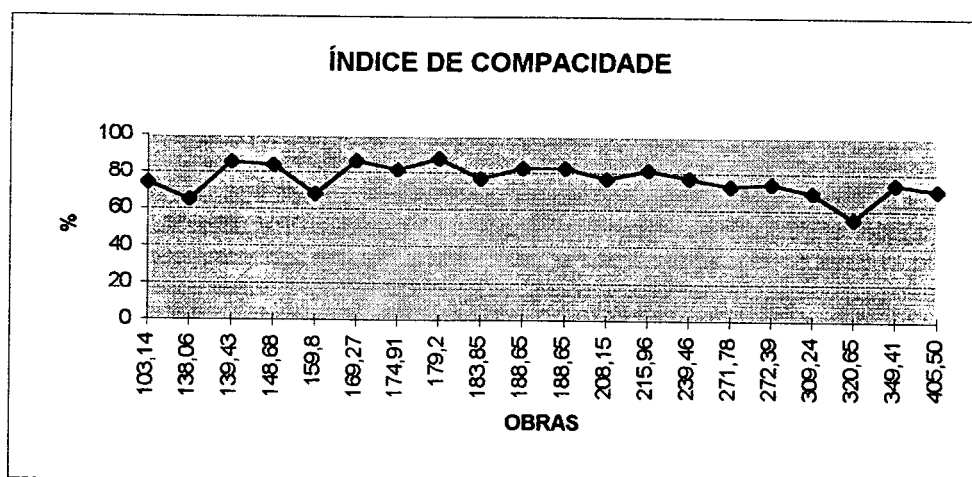


Gráfico 2- Índice de compacidade médio

Tabela 23- Valores encontrados para o Índice de compacidade

Índice de compacidade	Mínimo - %	Máximo - %	Média - %	Desvio - %	CV - %
Índice compacidade - térreo	52,71	87,38	74,71	9,71	12,99%
Índice de compacidade - subsolo	65,41	87,21	75,86	7,77	10,24%
Índice de compacidade - pavto superior	54,69	88,32	77,86	8,98	11,53%
Índice de compacidade médio	55,32	87,38	76,00	7,86	10,35%

Valores de referência:

Os valores médios encontrados na literatura apresentam números inferiores aos encontrados nesta pesquisa, conforme pode ser visualizado na tabela abaixo. Os valores para índices bons e ruins foram extraídos do Sistema de Indicadores (Oliveira et alli, 1995), tendo sido classificados desta maneira por uma empresa privada consultada. De acordo com esta classificação, o índice médio encontrado na amostra pesquisada seria classificado como ótimo.

Tabela 24- Valores de referência para o índice de compacidade - %

Fonte	Losso	Norie	Empresa privada	Este trabalho
Índice compacidade médio	66,11%	65,63%		76,00%
Índice compacidade bom			60 a 75%	
Índice compacidade ótimo			acima de 75%	

4.3.3- DENSIDADE DE PAREDES:

Este indicador tem como objetivo verificar o grau de otimização da compartimentação da edificação, ou seja, a área ocupada pelas paredes em relação à área total de construção.

Sua definição pode ser resumida como a relação entre a área de projeção das paredes internas e externas e a área total da construção, conforme a fórmula:

$$DP = Ap / Atot$$

Onde:

DP = densidade de paredes

Ap = área de projeção das paredes = perímetro das paredes internas e externas multiplicado pela sua espessura (m2)

Atot = área total (m2)

Valores encontrados:

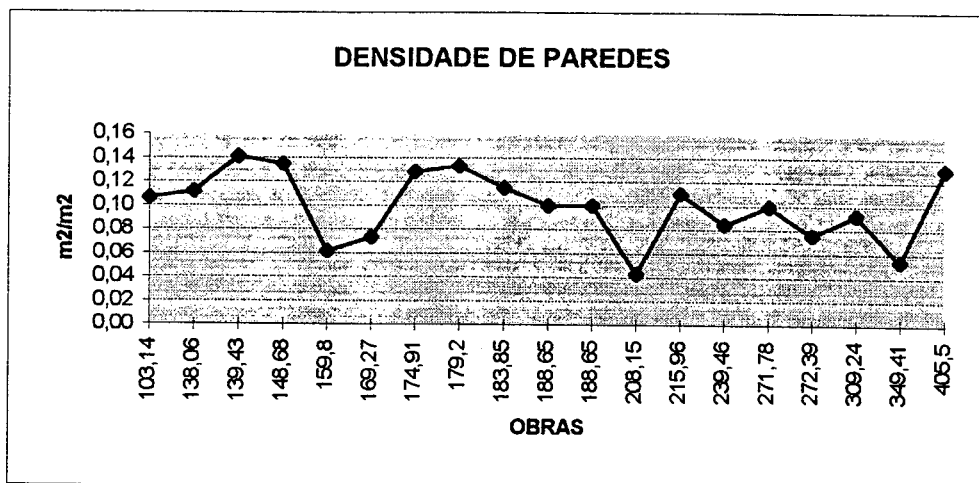


Gráfico 3 - Densidade de paredes

Tabela 25- Valores encontrados para a densidade de paredes

Densidade Mínima	Densidade Máxima	Densidade Média	Desvio padrão	CV
0,04	0,14	0,10	0,03	28%

Valores de referência:

A tabela a seguir mostra os valores indicados por uma empresa privada para densidades consideradas ótimas, boas e ruins. O valor médio encontrado pelo Norie (Oliveira et alli, 1995) e por Oliveira (1989) é de 0,13. Todos estes valores encontram-se acima dos valores médios encontrados nesta pesquisa, levando à conclusão de que os projetos pesquisados apresentam uma ótima densidade de paredes quando comparados às densidades de edifícios.

Tabela 26- Valores de referência para a densidade de paredes

Faixa de área	Densid. ótima	Densid. boa	Densid. ruim
Área entre 100 e 180 m ²	até 0,15	de 0,15 a 0,18	acima 0,18
Área entre 180 e 250 m ²	até 0,14	de 0,14 a 0,17	acima 0,17
Área entre 250 a 400 m ²	até 0,13	de 0,13 a 0,16	acima 0,16

Fonte: Empresa privada (Oliveira et alli, 1995)

4.3.4- RELAÇÃO ENTRE O COMPRIMENTO DAS TUBULAÇÕES HIDRÁULICAS E O NÚMERO DE PONTOS:

Este indicador tem como objetivo verificar a eficiência do projeto arquitetônico quanto ao grau de concentração de pontos hidráulicos, e do projeto hidráulico quanto ao traçado das tubulações.

Por definição, é a relação entre o somatório do comprimento das tubulações hidráulicas de água quente e fria, independente do diâmetro, dividido pelo número de pontos, como torneiras, válvulas de descarga, chuveiros e outras esperas, conforme a fórmula:

$$I_h = C_t / P_{th}$$

Onde:

I_h = relação entre o comprimento das tubulações e o número de pontos (m/pontos)

C_t = comprimento das tubulações de água fria e quente (m)

P_{th} = pontos de água quente e fria (un)

Valores encontrados:

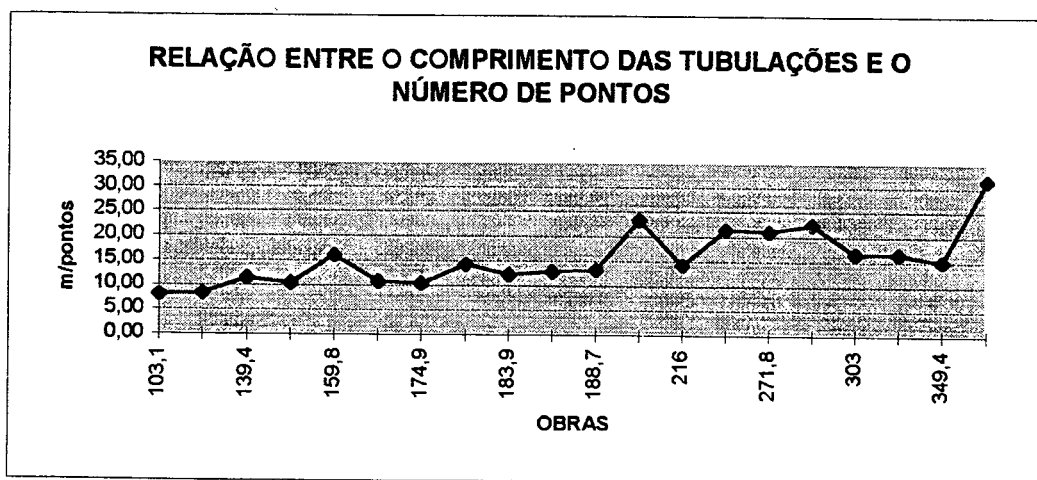


Gráfico 4 - Relação entre o comprimento das tubulações e o número de pontos

Tabela 27- Valores encontrados para o comprimento das tubulações em relação ao número de pontos

Valor mínimo m/pontos	Valor máximo m/pontos	Valor médio m/pontos	Desvio padrão m/pontos	CV
7,93	31,47	15,43	5,76	37%

Para esta pesquisa, foram utilizados os dados provenientes das planilhas orçamentárias quanto ao total da tubulação

efetivamente comprada; para o número de pontos, foram considerados os dados provenientes do projeto arquitetônico, visto que as compras de metais e chuveiros tiveram uma variação muito grande de uma obra para outra, conforme será analisado posteriormente.

Valores de referência:

A média encontrada como referência é a do Norie (Oliveira et alli, 1995), com um valor de 4,61 m/pontos para edifícios, muito abaixo da média encontrada neste trabalho. de 15,43 m/pontos. Esta diferença se deve ao fato de que, em residências uni-familiares a tubulação hidráulica engloba as redes externas à edificação, tanto para entrada de água como para saída de esgotos, e os ramais derivam de uma caixa d'água central.

4.3.5- RELAÇÃO ENTRE O COMPRIMENTO DOS ELETRODUTOS E O NÚMERO DE PONTOS:

Este indicador tem como objetivo verificar a eficiência do projeto elétrico quanto ao traçado dos eletrodutos, relacionando o comprimento dos mesmos com o número de locais de atendimento.

Por definição, é a relação entre o comprimento de todos os eletrodutos, horizontais e verticais, independente do diâmetro, e os pontos de energia elétrica, como lâmpadas, interruptores, tomadas, campainhas e similares.

$$I_e = C_e / P_{te}$$

Onde:

I_e = relação entre o comprimento dos eletrodutos e o número de pontos (m/pontos)

C_e = comprimento de todos eletrodutos, independente do diâmetro (m)

P_{te} = pontos de uso de energia elétrica (un)

Para esta pesquisa, estes dados foram extraídos diretamente das planilhas orçamentárias, sendo que o número de pontos poderia ter sido extraído tanto do item CAIXAS PLÁSTICAS como do item INTERRUPTORES E TOMADAS. Optou-se pelo item caixas plásticas por dois motivos: a grande variabilidade na compra de interruptores e tomadas verificada, e a consideração de que as caixas plásticas representam efetivamente todos os pontos de consumo de energia elétrica.

Valores encontrados:

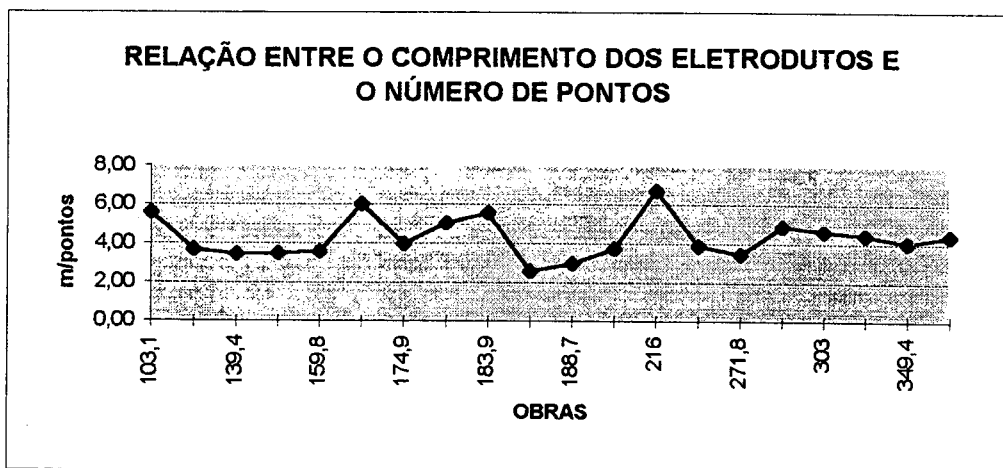


Gráfico 5 - Relação entre o comprimento dos eletrodutos e o número de pontos

Tabela 28 - Valores encontrados para o comprimento das tubulações em relação ao número de pontos

Valor mínimo m/pontos	Valor máximo m/pontos	Valor médio m/pontos	Desvio padrão m/pontos	CV
2,54	6,72	4,29	1,04	24%

Valores de referência:

O valor de referência encontrado foi o de Oliveira et alli (1995), com o número de 3,13 m/pontos, para prédios. O valor médio encontrado nesta pesquisa foi de 4,29 m/pontos, um pouco acima, e com a mesma justificativa do indicador anterior. Para casas, há que se considerar toda a rede externa, que vai do quadro de distribuição interno até o quadro medidor, normalmente colocado próximo à rua, e deste até o poste da concessionária.

4.3.6- RELAÇÃO ENTRE O PESO DO AÇO E A ÁREA CONSTRUÍDA:

Este indicador tem como objetivo detectar o superdimensionamento da armadura ou a má distribuição de cargas no projeto arquitetônico.

Por definição, é a relação entre o peso total do aço e a área total, segundo a fórmula:

$$I_{aço} = Paço / Atot$$

Onde:

Iaço = relação entre o peso do aço e a área construída (kg/m²)

Paço = peso total do aço (kg)

Para esta pesquisa, o peso total do aço foi extraído diretamente do item AÇO, do grupo de serviços MATERIAIS BRUTOS, refletindo o total efetivo do aço comprado.

Valores encontrados:

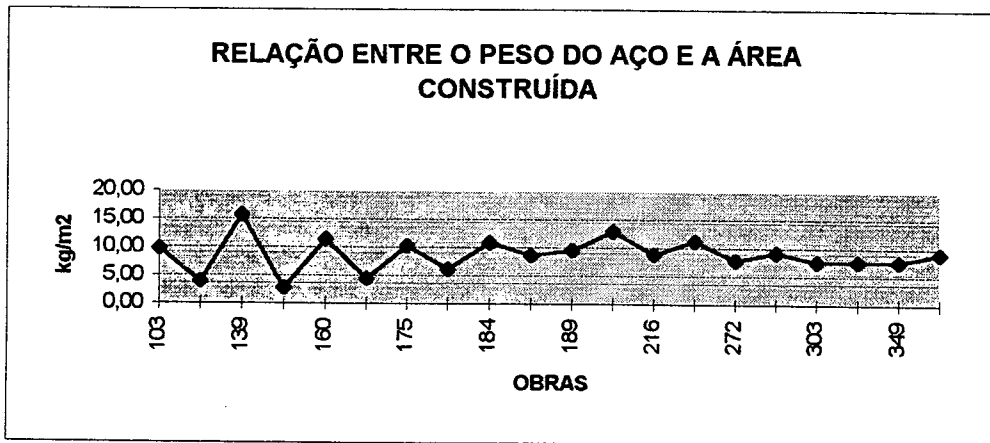


Gráfico 6 - Relação entre o peso do aço e a área construída

Tabela 29- Valores encontrados para o peso do aço em relação à área total

Valor mínimo kg/m ²	Valor máximo kg/m ²	Valor médio kg/m ²	Desvio padrão kg/m ²	CV
2,66	15,56	8,68	2,97	34%

Valores de referência:

Os valores encontrados na literatura dizem respeito a prédios, e não servem de comparação, visto que excluem a armadura das fundações. No entanto, a média encontrada neste trabalho, de 8,68 kg/m² situa-se dentro do intervalo encontrado, que oscila entre 8 e 12 kg/m² (Oliveira et alli, 1995).

4.3.7- RELAÇÃO ENTRE A ÁREA DE FORMAS E A ÁREA CONSTRUÍDA:

Este indicador visa a medir a racionalidade do dimensionamento da estrutura quanto à área de formas. Por definição, mede a relação entre a área de formas e a área de construção, conforme a fórmula:

$$I_{\text{forma}} = A_{\text{forma}} / A_{\text{tot}}$$

Onde:

I_{forma} = relação entre a área de formas e a área total (m²/m²)

A_{forma} = área de formas (m²)

Valores encontrados:

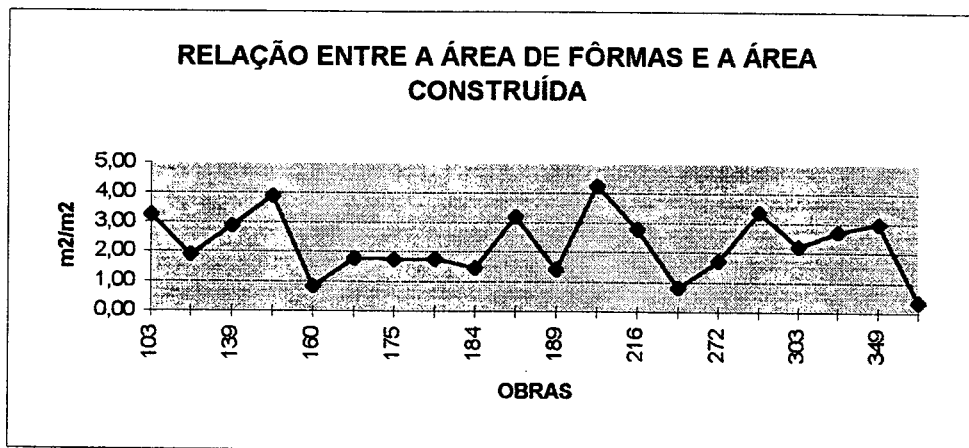


Gráfico 7- Relação entre a área de fôrmas e a área construída

Tabela 30- Valores encontrados para a área de fôrmas em relação à área construída

Valor mínimo m ² /m ²	Valor máximo m ² /m ²	Valor médio m ² /m ²	Desvio padrão m ² /m ²	CV
0,36	4,23	2,26	1,03	46%

Valores de referência:

Os valores encontrados na literatura (Oliveira et alli, 1995) apresentam médias inferiores às encontradas neste trabalho, conforme pode ser visualizado na tabela abaixo. Porém, isto pode ser explicado pela exclusão, nestes valores, das formas utilizadas nas fundações e vigas baldrame.

Tabela 31- Relação entre área de fôrmas e a área construída - m²/m²

	Norie	Empresa privada	Este trabalho
Valor Mínimo	0,07	1,60	0,36
Valor Máximo	3,41	2,10	4,23
Valor Médio	1,58		2,26

4.4 - ANÁLISE EM RELAÇÃO AOS ASPECTOS GEOMÉTRICOS:

A análise a seguir tem como abordagem o estudo das variáveis de caráter geométrico da amostra pesquisada. Adotando como principal parâmetro de cálculo a área construída, serão analisadas relações entre variáveis dimensionais das casas, com objetivo de modelar os projetos arquitetônicos estudados. Estas variáveis dimensionais dizem respeito a determinados cômodos, como garagens e varandas, ou a determinados aspectos construtivos, como telhados, pisos e esquadrias.

4.4.1 - ÁREA DE GARAGENS PELA ÁREA TOTAL:

A Prefeitura Municipal de Florianópolis não exige vagas para automóveis nos projetos arquitetônicos de residências uni-familiares, mas quando há indicação de garagem, a vaga mínima para um automóvel deve ter as dimensões de 2,40 x 5,00 metros, ou seja, 12 m².

A garagem é normalmente uma área cara face ao uso a que se destina - abrigo de automóveis e devido às suas dimensões. Este índice visa a averiguar o percentual ocupado pelas garagens em relação à área total de construção, conforme a fórmula:

$$I_{gar} = A_{gar} / A_{tot} \times 100$$

Onde:

I_{gar} = percentual da área total ocupada pela garagem (%)

A_{gar} = área de garagem (m²)

A_{tot} = área total (m²)

Valores encontrados:

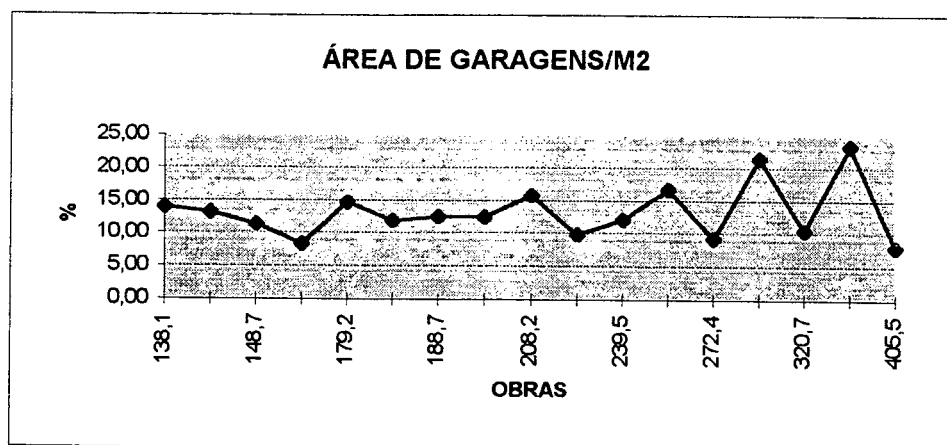


Gráfico 8 - Relação entre a área de garagens e a área total

Tabela 32- Valores encontrados para a área de garagens/m2

Valor mínimo	Valor máximo	Valor médio	Desvio padrão	CV
7,87%	23,24%	13,21%	4,10%	31,00%

Dos 20 projetos estudados, três não apresentaram garagens.

O coeficiente de variação de 31% é alto, não permitindo que a média alcançada seja utilizada como parâmetro de projeto. A conclusão a que se chega é que a área de garagem é uma decisão de projeto definida pelo proprietário, ou seja, o morador é quem define se quer garagem, e quantos automóveis a sua garagem deve comportar em função de quanto ele se dispõe a pagar por ela.

4.4.2 - ÁREA DE VARANDAS E SACADAS PELA ÁREA TOTAL:

As varandas, em residências uni-familiares, servem como uma extensão dos ambientes de estar, enquanto as sacadas são normalmente utilizadas nos dormitórios.

Este índice visa a determinar o percentual de ocupação das varandas e sacadas em relação à área total, de acordo com a fórmula:

$$I \text{ var} = A \text{ var} / A \text{ tot} \times 100$$

Onde:

Ivar = percentual da área total ocupada pelas varandas e sacadas (%)

Avar = área de varandas e sacadas (m2)

Valores encontrados:

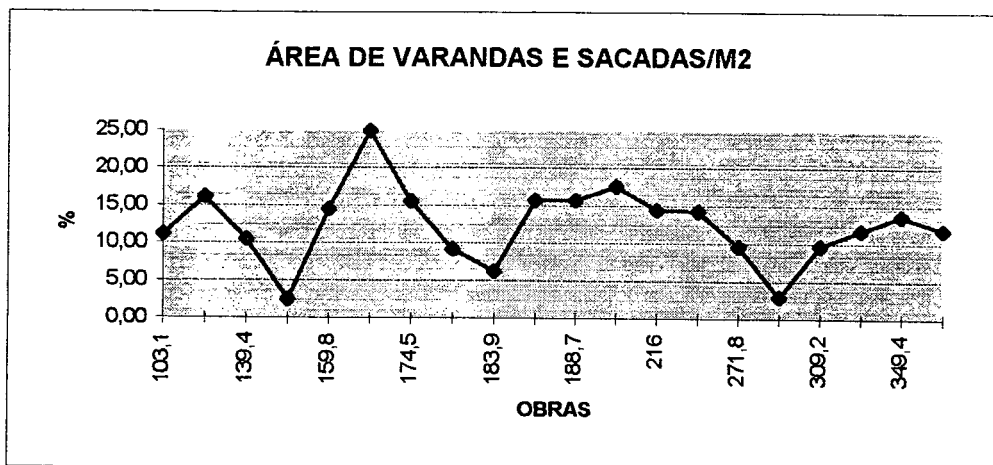


Gráfico 9 - Relação entre a área de varandas e sacadas e a área total

Tabela 33- Valores encontrados para a área de varandas e sacadas/m2

Valor mínimo	Valor máximo	Valor médio	Desvio padrão	CV
2%	25%	12%	5%	41%

O coeficiente de variação resultante é muito alto, significando que também esta é uma variável difícil de ser modelada. O trabalho de Losso (1995) apresenta um coeficiente de variação também alto, é a média a que este autor chegou é de 5,96%, bastante inferior à média desta pesquisa. A área de varandas é uma decisão, portanto, de projeto, e suas dimensões decorrem do desejo do proprietário.

4.4.3 - ÁREA DE TELHADO PELA ÁREA TOTAL:

O telhado é um dos serviços mais caros em residências unifamiliares, conforme será visto posteriormente. Este índice visa a determinar a verticalidade dos projetos, ou seja, o percentual ocupado pelo telhado em relação à área total.

$$I_{telh} = A_{telh} / A_{tot} \times 100$$

Onde:

I_{telh} = percentual da área total ocupada pela área do telhado (%)

A_{telh} = área do telhado, medida em planta pela sua projeção horizontal (m2)

Valores encontrados:

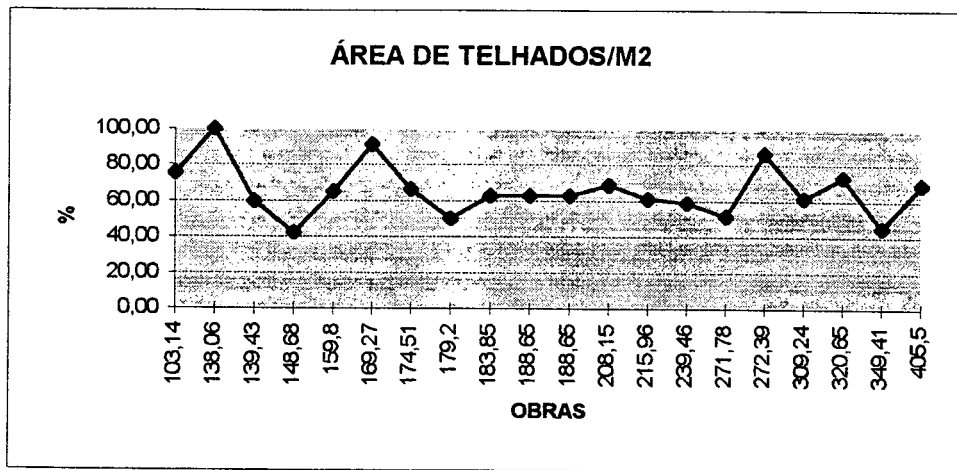


Gráfico 10- Relação entre a área de telhado e a área total

Tabela 34- Valores encontrados para a área de telhados/m2

Valor mínimo	Valor máximo	Valor médio	Desvio padrão	CV
42,37%	100,00%	65,61%	14,08%	21,00%

Na amostra pesquisada, uma casa é térrea, cinco apresentam três pavimentos e as demais dois pavimentos. No gráfico, os pontos que apresentam os menores índices são correspondentes às casas de três pavimentos (obras 4 e 19), enquanto os maiores índices, à exceção da casa 2, que é térrea, correspondem às casas cujo segundo pavimento tem área muito inferior ao primeiro, como as de números 6 e 16.

4.4.4- ÁREA DE PISOS FRIOS EM RELAÇÃO À ÁREA TOTAL:

São consideradas áreas de pisos frios às correspondentes a cozinhas, banheiros e lavanderias, isto é, áreas que utilizam redes de água e esgoto, também chamadas de áreas de pisos molhados. Estes cômodos geralmente têm revestimentos de paredes diferenciados, como azulejos, pedras ou epóxi. Já os revestimentos cerâmicos ou de pedras para os pisos, apesar de emprestarem o nome ao índice, não são mais exclusividade destes ambientes, sendo encontrados em salas, varandas e até nas áreas íntimas

Este índice visa a quantificar o percentual, em relação à área total, ocupado pelas áreas de pisos frios.

$$I_{pf} = \frac{A_{pf}}{A_{tot}} \times 100$$

Onde:

Ip_f = percentual da área total ocupada pelos pisos frios(%)

Ap_f = área de pisos frios (m²)

Valores encontrados:

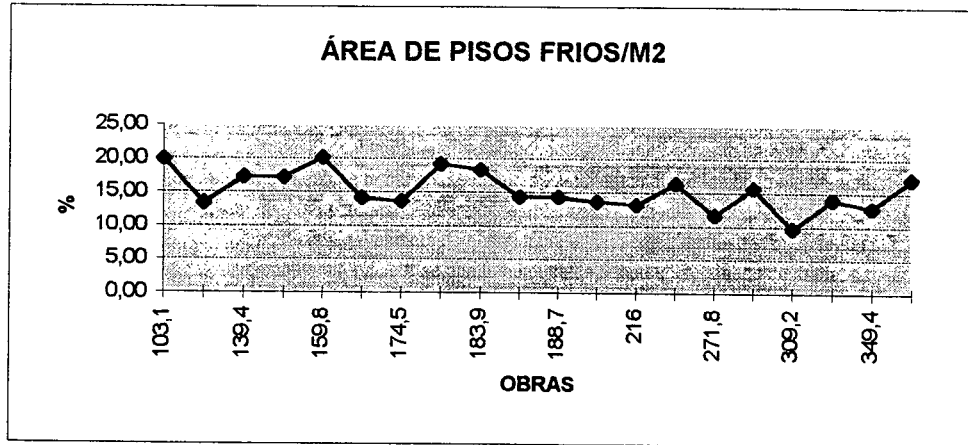


Gráfico 11 - Relação entre a área de pisos frios e a área total

Tabela 35- Valores encontrados para a área de pisos frios/m²

Valor mínimo	Valor máximo	Valor médio	Desvio padrão	CV
9,58%	20,09%	15,25%	2,76%	18,10%

O trabalho de Losso(1995) apresenta uma média para o percentual de pisos frios de 25,11% , bem superior à média encontrada neste trabalho, de 15,25%. O programa arquitetônico de casas inclui áreas de garagens e varandas, diferente dos prédios, onde a área total considerada não inclui garagens, por exemplo.

4.4.5- NÚMERO DE BANHEIROS PELA ÁREA TOTAL:

Nos banheiros são utilizados materiais de acabamento de alto custo, como louças e metais, além dos revestimentos de pisos e paredes. Este índice visa a quantificar o número médio de banheiros em relação à área total.

$$I_{ban} = N_{ban} / A_{tot}$$

Onde:

I_{ban} = número de banheiros pela área total (un/m²)

N_{ban} = número de banheiros, incluindo lavabos e banheiros de serviço (un)

Valores encontrados:

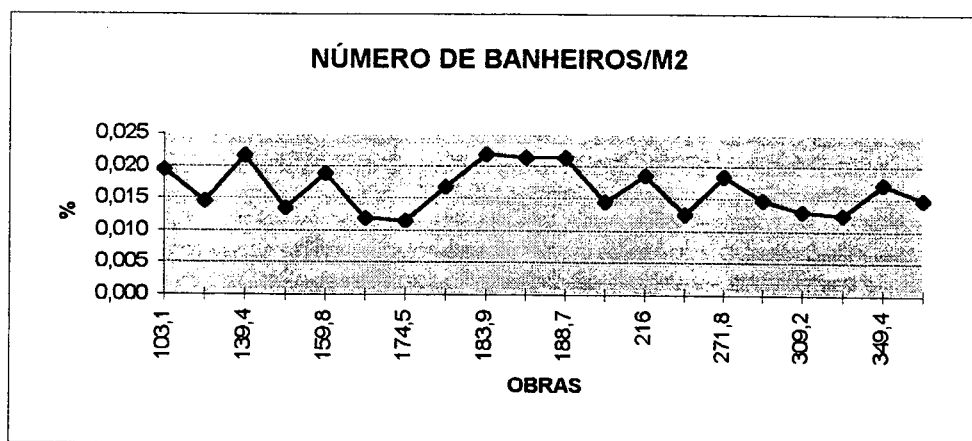


Gráfico 12- Relação entre o número de banheiros e a área total

Tabela 36- Valores encontrados para o número de banheiros/m2

Valor mínimo	Valor máximo	Valor médio	Desvio padrão	CV
0,011	0,022	0,016	0,003	20,890%

A média encontrada de 0,016 corresponde a um banheiro a cada 62 m² de construção, o que nos parece um número bastante razoável, considerando que esta é uma área típica para um programa arquitetônico de uma casa com dois dormitórios. A média encontrada por Losso(1995) foi de 0,026 banheiros/m², ou seja, um banheiro a cada 38,5 m², e corresponde a edifícios de alto luxo.

4.4.6- ÁREA DE ESQUADRIAS PELA ÁREA TOTAL:

As esquadrias são um dos serviços mais caros tanto em construções uni-familiares como em edifícios, principalmente se for considerado o custo das ferragens e dos vidros.

Heineck & Paulino(1994) apresentam, em seu trabalho, pelo menos doze variáveis para modelar o consumo de materiais e mão-de-obra relativos aos serviços que envolvem colocação e acabamento de esquadrias.

Nesta pesquisa, verificou-se que além de portas e janelas, aparecem as portas-janelas como um tipo intermediário de esquadria para acesso entre os ambientes internos e as varandas e sacadas.

Este índice tem como objetivo verificar qual a relação existente entre a área total de esquadrias e a área de construção. A Prefeitura de Florianópolis tem como

exigência, para dimensionamento de janelas, uma área mínima correspondente a 1/6 da área de piso para cômodos de permanência prolongada, como quartos e salas, e 1/8 da área de pisos para cômodos de permanência transitória, como banheiros, cozinhas e lavanderias.

$$I_{esq} = A_{esq} / A_{tot} \times 100$$

Onde:

I_{esq} = área de esquadrias em relação à área total (%)

A_{esq} = área total de esquadrias, incluindo portas, janelas e portas-janelas (m²)

Valores encontrados:

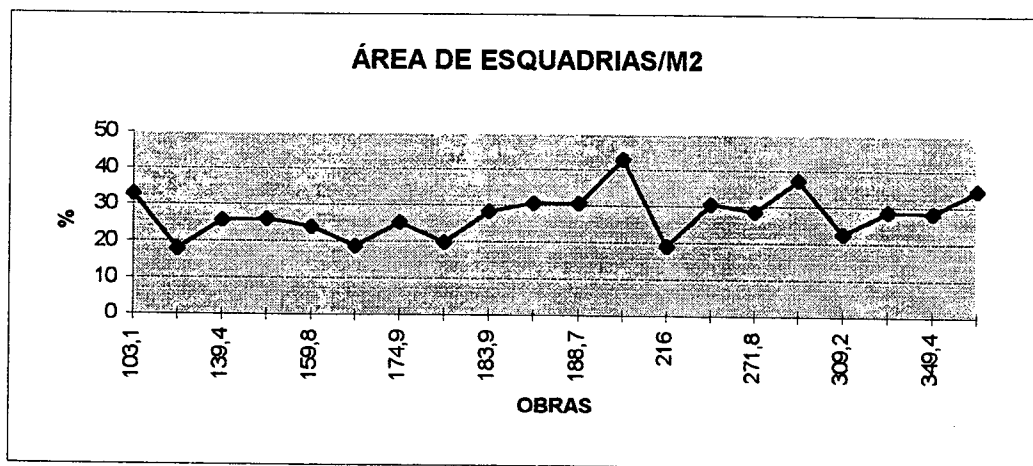


Gráfico 13 - Relação entre a área de esquadrias e a área total

Tabela 37- Valores encontrados para as esquadrias/m²

Esquadria	Valor mínimo	Valor máximo	Valor médio	Desvio padrão	CV
Portas	8,19%	17,08%	11,04%	2,20%	20,00%
Janelas	6,77%	15,84%	10,80%	2,32%	21,00%
Portas-janelas	1,94%	15,79%	6,78%	3,90%	58,00%
Total esquadrias	17,91%	42,76%	27,61%	6,27%	23,00%

Os valores encontrados para portas e janelas apresentaram um comportamento mais regular que as portas-janelas. A média para janelas, segundo Heineck (1995), situa-se entre o intervalo de 15 a 20% da área de piso, similar ao valor encontrado nesta pesquisa, de 17,58%, considerando o somatório de janelas e portas-janelas. Já a média encontrada por Losso (1995) é de 21,6%.

4.4.7- NÚMERO DE PORTAS PELA ÁREA TOTAL:

Este índice tem como objetivo determinar a relação entre o número de portas e a área total, para que se possa identificar o consumo de portas.

$$I_{port} = N_{port} / A_{tot}$$

Onde:

I_{port} = número de portas por m² (un/m²)

N_{port} = número de portas (un)

Valores encontrados:

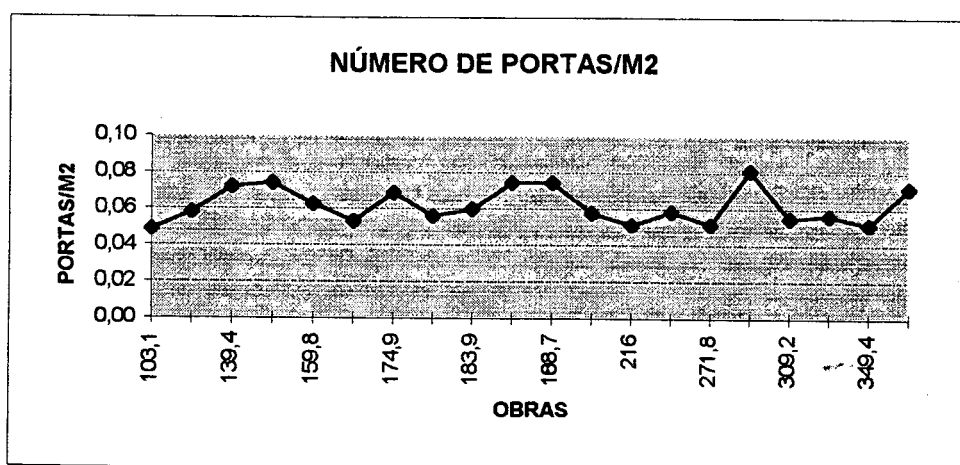


Gráfico 14 - Relação entre o número de portas e a área total

Tabela 38- Valores encontrados para o número de portas/m²

Valor mínimo	Valor máximo	Valor médio	Desvio Padrão	CV
0,05	0,08	0,06	0,01	~15%

A média encontrada neste trabalho, 0,06 portas/m², é ligeiramente inferior à média encontrada por Losso(1995), de 0,07 portas/m². O resultado indica que para cada 16,67 m² de área tem-se uma porta, valor inferior à área útil média dos cômodos de 11,35 m², conforme será visto no item 4.4.8. Isto se explica pelo fato de que quase todos os ambientes de estar são integrados, sem alvenaria entre eles, e portanto, sem portas de ligação.

Ao se analisar o número de portas por cômodo, a média encontrada confirma estes resultados, conforme pode ser observado na tabela a seguir:

Tabela 39- Valores encontrados para o número de portas por cômodos

Valor mínimo	Valor máximo	Valor médio	Desvio Padrão	CV
0,50	1,26	0,90	0,18	20%

O valor médio encontrado, de 0,9 portas/cômodo indica que há quase uma porta por cômodo, confirmando a afirmativa de Trajano(1989), de que o número de portas é função do número de cômodos. No entanto, dependendo do nível de interligação entre os diversos cômodos, o que é função do partido arquitetônico adotado, pode-se ter menos portas do que cômodos.

4.4.8- ÁREA ÚTIL MÉDIA DOS CÔMODOS:

A área média dos cômodos indica o grau de segmentação de uma edificação(Losso,1995). Por definição, é a relação entre o somatório das áreas úteis dos diversos cômodos e a sua quantidade:

$$AUMcom = AUcom / Ncom$$

Onde:

AUMcom = área útil média dos cômodos (m2)

AUcom = somatório das áreas úteis de todos os cômodos (m2)

Ncom = número de cômodos (un)

Valores encontrados:

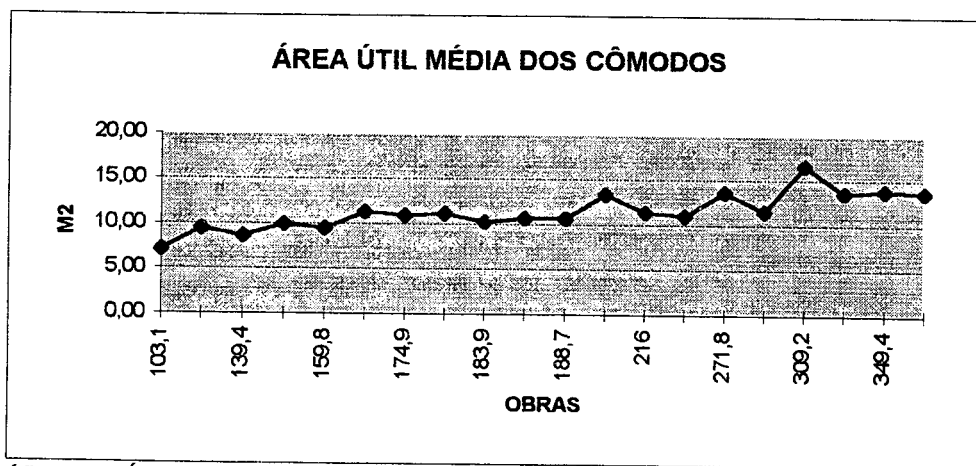


Gráfico 15 - Área útil média dos cômodos

Tabela 40- Valores encontrados para a área útil média dos cômodos - m2

Valor mínimo	Valor máximo	Valor médio	Desvio Padrão	CV
7,09	16,51	11,35	2,11	19%

A média encontrada neste trabalho, de 11,35 m2 é similar à encontrada por Losso(1995), de 10,32 m2. Segundo Mascaró (1975), o custo por m2 reduz à medida que se aumenta a área. Extrapolando este raciocínio, o custo por m2 de um cômodo é tanto menor quanto maior for sua área média. O

gráfico mostra também que a área útil média aumenta com o aumento da área de construção.

4.4.9- PERÍMETRO MÉDIO DOS CÔMODOS:

Devido ao alto custo dos planos verticais, é importante verificar não só a área mas também o perímetro dos cômodos, de modo a poder quantificar os materiais necessários à sua execução.

O perímetro médio é calculado através do somatório das paredes internas dividido pelo número de cômodos, conforme a fórmula:

$$PMcom = PPint / Ncom$$

Onde:

PMcom = perímetro médio dos cômodos (m)

PPint = somatório dos perímetros das paredes internas (m)

Valores encontrados:

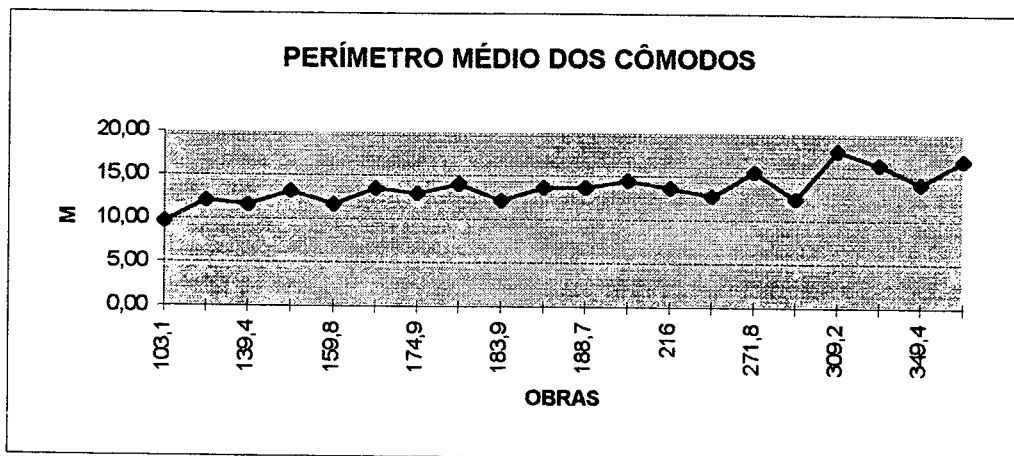


Gráfico 16 - Perímetro médio dos cômodos

Tabela 41- Valores encontrados para o perímetro médio dos cômodos - m2

Valor mínimo	Valor máximo	Valor médio	Desvio Padrão	CV
9,60	17,88	13,55	1,90	14%

O valor médio encontrado nesta pesquisa, de 13,55 m/cômodo é bastante similar ao perímetro encontrado por Losso(1995), de 13,03 m/cômodo. Já o coeficiente de variação encontrado, de 14%, é inferior ao coeficiente da área média dos cômodos, de 19%. Ou seja, no aspecto mais importante em relação aos custos, que são os perímetros, os dados encontrados são mais comportados que os dados relativos às

áreas médias. O gráfico também mostra que há um acréscimo no perímetro médio com o aumento da área de construção.

4.5- ANÁLISE DOS CONSUMOS DE MATERIAIS:

Os cálculos que serão apresentados a seguir foram extraídos das planilhas orçamentárias de cada obra, e são relativos ao consumo de materiais de construção. Os materiais selecionados para análise são aqueles de fácil apropriação, comuns a todas as obras e mais significativos em termos de custos. A análise será feita a partir do consumo em relação à área total de construção, ou seja, em relação ao metro quadrado, e, em alguns casos, em relação a outras variáveis, como área de telhado.

4.5.1- CONSUMO DE CIMENTO POR METRO QUADRADO:

Este índice representa a divisão de todo o cimento utilizado na obra pela área total. Os resultados podem ser visualizados a seguir:

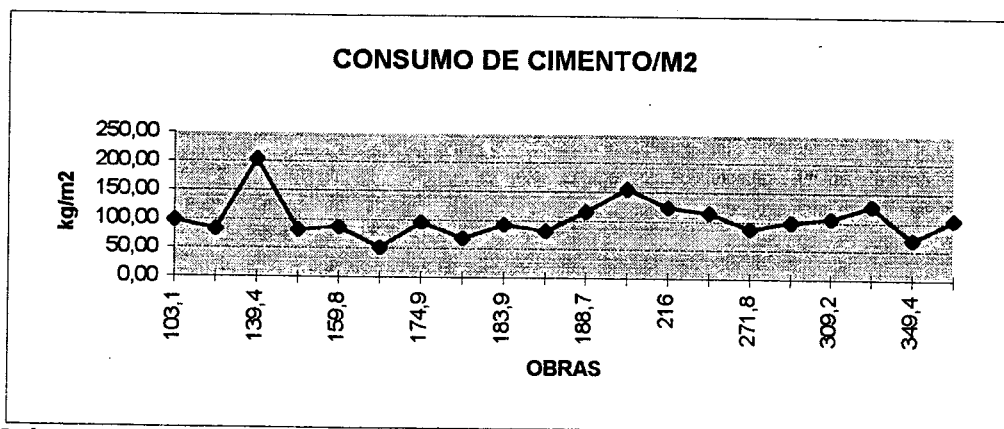


Gráfico 17 - Relação entre o peso do cimento e a área construída

Tabela 42- Valores encontrados para o peso do cimento em relação à área construída

Valor mínimo kg/m2	Valor máximo kg/m2	Valor médio kg/m2	Desvio padrão kg/m2	CV
51,10	202,61	102,17	32,70	32%

Segundo Heineck (1990), o consumo médio de cimento em obra corresponde a dois sacos por metro quadrado, ou seja, 100 kg/m2, bastante próximo do valor encontrado nesta pesquisa,

de 102,17 kg/m². Apesar de quatro das obras pesquisadas terem consumido concreto usinado (obras 4, 5, 9 e 17), a média delas apresentou um consumo de 100 kg/m² também, o que pode ser justificado por várias hipóteses, como desperdícios, furtos, uso do cimento para pavimentações externas, espessura maior de reboco para correção de imperfeições, ou ainda execução de muros.

A obra com o menor consumo de cimento (obra 6) tem como particularidade o uso de paredes de tijolos à vista interna e externamente. Seu consumo foi de um saco de cimento por metro quadrado.

4.5.2- CONSUMO DE TIJOLOS POR METRO QUADRADO:

Este índice é calculado pela divisão do número total de tijolos comprados pela área de construção. Os resultados para a amostra pesquisada estão no gráfico abaixo:

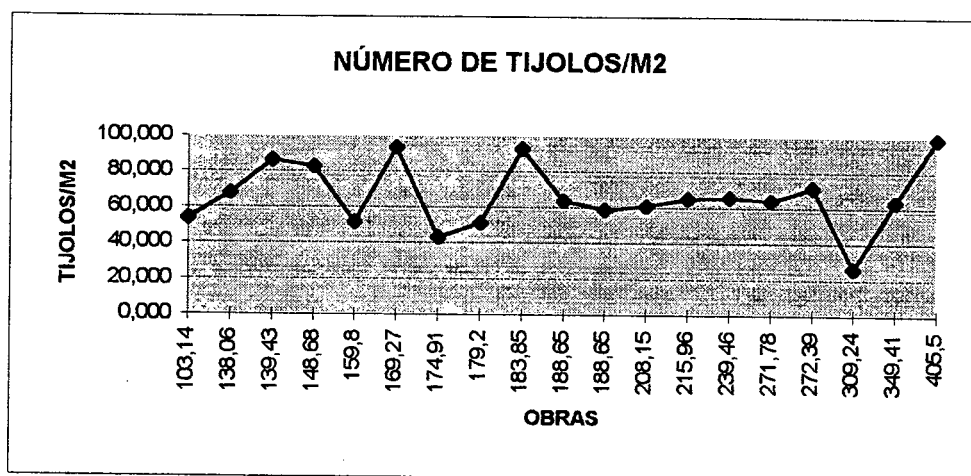


Gráfico 18 - Relação entre o número de tijolos e a área total

Tabela 43- Valores encontrados para o número de tijolos/m²

Valor mínimo	Valor máximo	Valor médio	Desvio padrão	CV
25,87	98,45	66,13	17,85	27%

As obras analisadas apresentam, em sua maioria (90%), revestimento em alvenaria de tijolos de seis furos, tendo apenas duas casas alvenaria de tijolos à vista, quer sejam, as obras de número 4 e 6. Para estas duas casas, o consumo de tijolos foi de 82.66 e 93.34 un/m², respectivamente, número superior ao consumo usual do tijolo furado, dadas as dimensões mais reduzidas do tijolo à vista comercializado no mercado.

Para as demais obras, o consumo variou entre os valores de 25,87 e 98,45 tijolos/m².

A grande diferença entre os valores mínimo e máximo, comprovada pelo coeficiente de variação, pode ser explicada não por uma variação efetiva de consumo, mas pelo fato de que as olarias, em muitos casos, não emitem notas fiscais. Portanto, não se pode afirmar que as quantidades totais de tijolos levantadas nesta pesquisa tenham sido as quantidades totais realmente compradas e utilizadas pelas obras analisadas.

4.5.3 - CONSUMO DE BRITA POR METRO QUADRADO:

Este índice é calculado pela divisão da compra total dos diversos tipos de brita (brita números 1, 2 e 3) pela área construída total. Os resultados podem ser visualizados no gráfico abaixo:

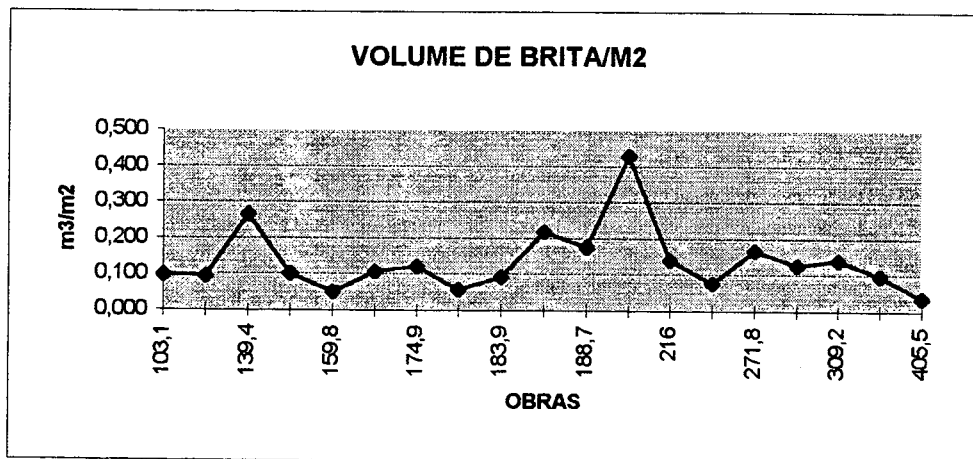


Gráfico 19 - Relação entre o volume de brita e a área total

Tabela 44- Valores encontrados para brita/m²

Valor mínimo	Valor máximo	Valor médio	Desvio padrão	CV
0,035	0,428	0,140	0,090	65%

A média encontrada, de 0,14 m³/m² apresenta um coeficiente de variação muito alto, não sendo, portanto, uma média com muita representatividade. Fez-se uma simulação excluindo a obra 12, visto que o seu consumo está muito acima das demais, e os resultados obtidos estão na tabela abaixo:

Tabela 45- Valores encontrados com a exclusão da obra 12

Valor médio	Desvio padrão	CV
0,12	0,06	47%

O coeficiente de variação continua alto, e a média tem uma ligeira redução. Verifica-se também que as obras que utilizaram concreto usinado não apresentam consumos inferiores às demais (obras 4, 5, 9 e 17). Conclui-se que a brita apresenta uma grande variabilidade no consumo em obra.

4.5.4 - CONSUMO DE AREIA POR METRO QUADRADO:

Este índice é calculado pela divisão de toda a areia comprada (grossa, média e fina) pela área total de construção. Os resultados encontrados estão no gráfico abaixo:

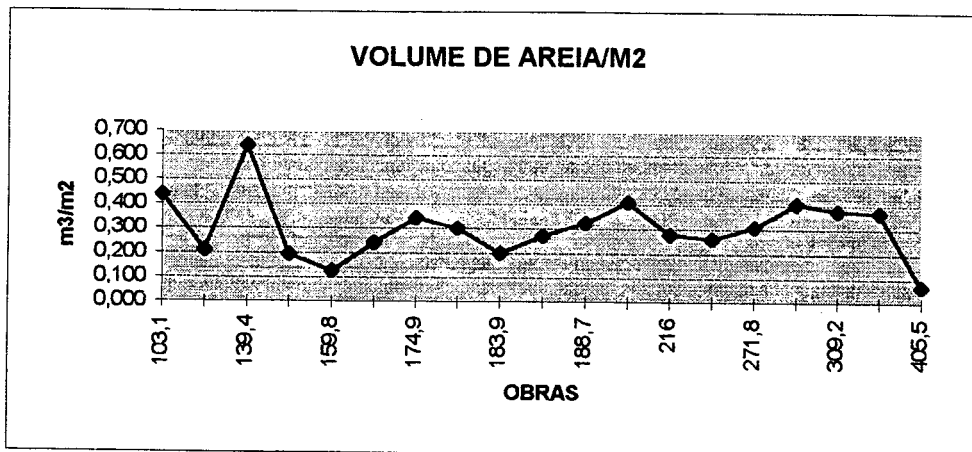


Gráfico 20 - Relação entre o volume de areia e a área total

Tabela 46- Valores encontrados para areia/m2

Valor mínimo	Valor máximo	Valor médio	Desvio padrão	CV
0,067	0,638	0,303	0,124	41%

O valor médio encontrado, de 0,3 m3/m2 é o mesmo citado por Heineck(1990), apesar de ter apresentado um coeficiente de variação bastante alto. Fez-se também uma simulação excluindo a obra 3, que apresenta um consumo muito acima das demais. Os valores encontrados foram os seguintes:

Tabela 47- Valores encontrados com a exclusão da obra 3

Valor médio	Desvio padrão	CV
0.284	0.098	34%

A média encontrada é muito próxima da anterior, mas o coeficiente de variação continua alto. Verificou-se também

que as obras que utilizaram argamassa e concreto usinados têm um consumo médio de 0,2 m³/m².

Segundo Formoso et alli(1986), há uma grande variabilidade nos serviços que envolvem materiais amorfos, como cimento, cal e areia, afirmação que fica evidente com os resultados obtidos nesta pesquisa.

4.5.5 - CONSUMO DE ARGAMASSA POR METRO QUADRADO:

Este índice é resultante da divisão da compra de argamassa usinada pela área total de construção. Os resultados podem ser visualizados no gráfico abaixo:

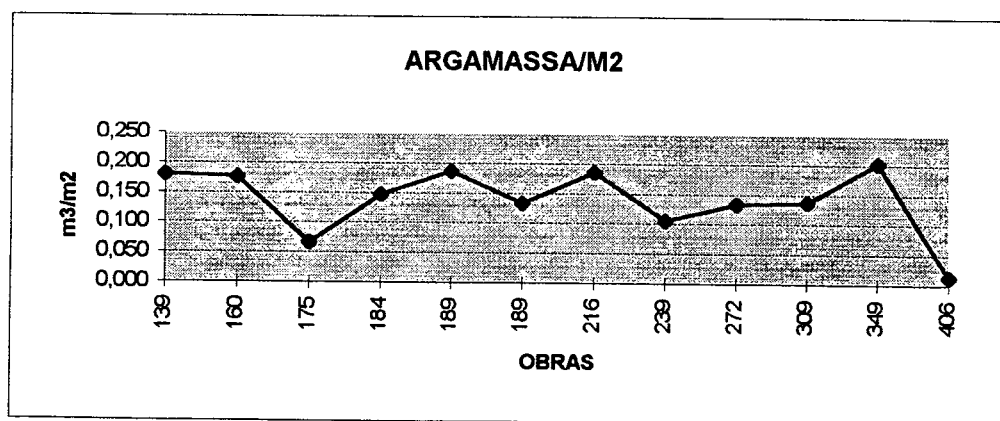


Gráfico 21 - Relação entre o volume de argamassa e a área total

Tabela 48- Valores encontrados para a argamassa/m²

Valor mínimo	Valor máximo	Valor médio	Desvio padrão	CV
0,012	0,202	0,138	0,053	39%

Apenas doze casas da amostra apresentaram argamassa usinada. O coeficiente de variação alto indica que também neste material há uma grande variabilidade de consumo em obra.

Por outro lado, essa variabilidade pode ser decorrente da compra de argamassa usinada apenas para determinadas paredes, e não para todas.

Neste item, as notas fiscais estavam sempre presentes, inclusive com guias de transporte e especificações dos traços, sinal do nível de industrialização das empresas do setor.

4.5.6 - ÁREA DE LAJE POR METRO QUADRADO:

Este índice pode ser definido como a divisão entre a compra de lajes pré-moldadas e a área de construção total. Os resultados obtidos são apresentados na tabela a seguir, enquanto o gráfico, para uma melhor visualização, ilustra as áreas de lajes e as áreas totais, para cada casa.

Pelo gráfico percebe-se que a área de laje é sempre inferior à área total, à exceção das casas 17 e 18.

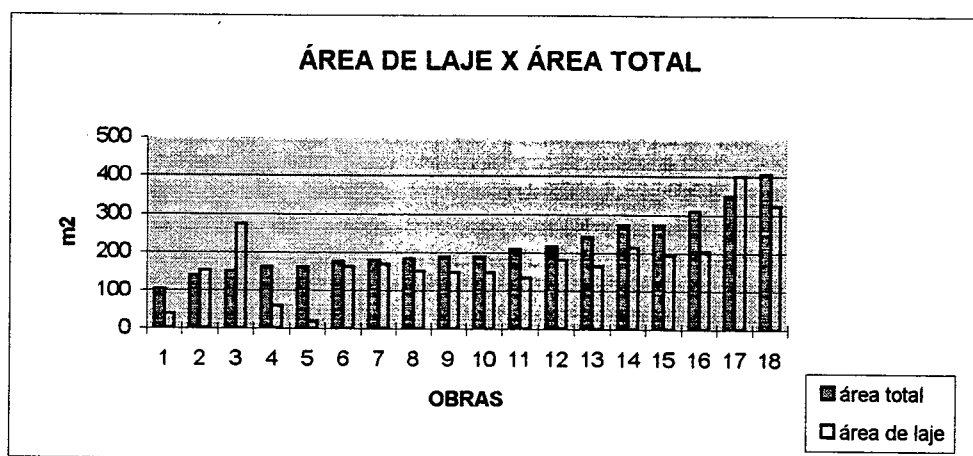


Gráfico 22- Relação entre a área de laje e a área total

Tabela 49- Valores encontrados para laje/m2

Valor mínimo	Valor máximo	Valor médio	Desvio padrão	CV
0,12	1,85	0,79	0,35	44%

O valor obtido, de 0,79 m²/m² poderia indicar que em média, 79% da área de piso é coberta por laje, recebendo a área restante cobertura apenas de telhado, o que na verdade não ocorre porque apenas uma casa é térrea.

Se a área de laje corresponde a 79% da área total, a diferença de piso que não recebe laje de cobertura, ou seja, os 21% restantes devem ser correspondentes a garagens e varandas, que na média, ocupam 25% da área total, conforme visto anteriormente.

4.5.7- CONSUMO DE MADEIRA PARA TELHADO POR METRO QUADRADO:

Este índice é obtido pela divisão de toda a madeira utilizada na cobertura pela área total. A madeira considerada corresponde às vigas, terças, caibros e ripas, medidos pelo volume cúbico, excluindo lambris e forros. Os resultados obtidos foram:

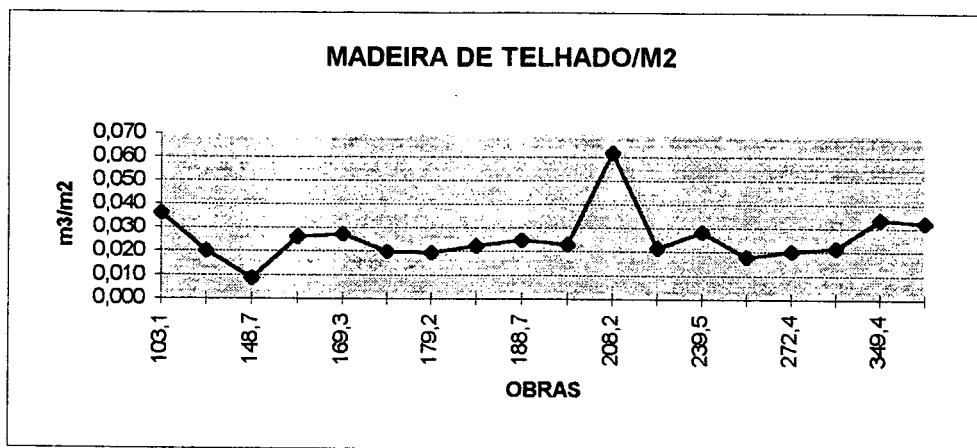


Gráfico 23 - Relação entre o consumo de madeira para telhado em m3 e a área total

Tabela 50- Valores encontrados para madeira para telhado/m2

Valor mínimo	Valor máximo	Valor médio	Desvio padrão	CV
0,009	0,062	0,026	0,011	42%

Ao se excluir a obra 12, a qual apresenta uma média muito acima das demais, apesar de idêntica à média encontrada na literatura, os valores encontrados são os seguintes:

Tabela 51- Valores encontrados com a exclusão da obra 12

Valor médio	Desvio padrão	CV
0,024	0,006	27%

O coeficiente de variação é bastante inferior ao anterior, e a média também, sugerindo que o valor de 0,024 m3 de telhado por m2 de área de construção é mais razoável.

Por outro lado, ao comparar o consumo de madeira em relação à área de telhado, chegou-se à média de 0,04 m3 de madeira para cada m2 de telhado, com um coeficiente de variação idêntico ao anterior, ou seja, 42%, bastante alto, conforme ilustra a tabela abaixo:

Tabela 52- Valores encontrados para madeira para telhado/área telhado

Valor mínimo	Valor máximo	Valor médio	Desvio padrão	CV
0,020	0,090	0,040	0,017	42%

Ao excluir a obra 12, a média encontrada ficou muito próxima, mas o coeficiente de variação continua alto, sugerindo que a melhor relação permanece com a área total

de construção. Por outro lado, não foi possível comparar a quantidade total de madeira comprada com a necessária, visto que somente em dois projetos arquitetônicos existia o projeto específico do madeiramento do telhado.

Tabela 53- Valores encontrados com a exclusão da obra 12

Valor médio	Desvio padrão	CV
0,037	0,012	33%

4.5.8- CONSUMO DE TELHAS PELA ÁREA DO TELHADO:

Este índice visa a verificar o consumo de telhas em relação à área do telhado, e é obtido pela divisão do número total de telhas compradas pela área de projeção do telhado. Toda a amostra pesquisada apresentou telhados cobertos com telhas cerâmicas. O gráfico a seguir ilustra os resultados obtidos:

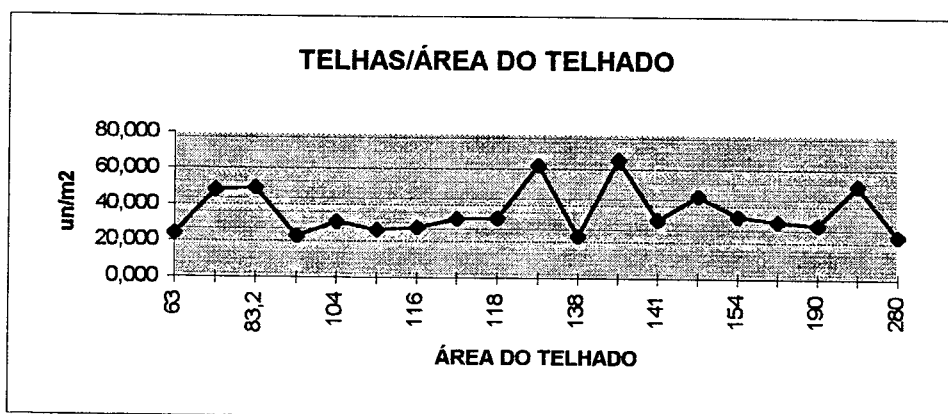


Gráfico 24 - Relação entre o número de telhas e a área do telhado

Tabela 54- Valores encontrados para telhas/área telhado

Valor mínimo	Valor máximo	Valor médio	Desvio padrão	CV
22,49	65,18	36,24	12,88	36%

A média encontrada de 36,24 telhas/m² de telhado apresentou um coeficiente de variação bastante alto. Com a exclusão das obras 13 e 15, o coeficiente resultante é menor, mas não suficiente para que o valor médio possa ser utilizado sem restrições. A explicação poderia se dar por dois motivos, basicamente:

- o consumo de telhas varia em função do tipo de telha. A telha romana, por exemplo, consome em média 16 telhas/m², enquanto a telha plan, 26 telhas/m²;

- a área de projeção do telhado não considera a sua inclinação, que é determinante no consumo efetivo de telhas, e que, se tivesse sido considerada, teria gerado números mais representativos. Também não foi considerada a área dos beirais.

Tabela 55- Valores encontrados com a exclusão das obras 13 e 15

Valor médio	Desvio padrão	CV
33,01	9,29	28%

4.5.9- CONSUMO DE PISOS POR METRO QUADRADO:

Este índice é obtido pela divisão de toda a área de pisos comprados em relação à área total, e visa a identificar eventuais desperdícios. Os resultados obtidos foram os seguintes:

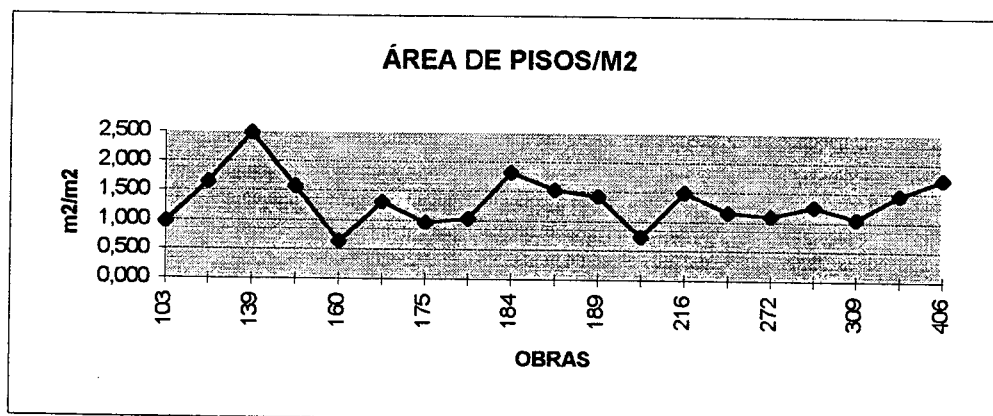


Gráfico 25- Relação entre a área de pisos e a área total

Tabela 56- Relação entre a área de pisos e a área total

Valor mínimo	Valor máximo	Valor médio	Desvio padrão	CV
0,629	2,478	1,332	0,421	32%

A média encontrada, de 1,33 m2 de piso por metro quadrado de construção indica que se compra 33% a mais de pisos do que o necessário. Como o coeficiente de variação apresentou um valor muito alto, fez-se uma simulação excluindo a obra 3, e os resultados obtidos apresentaram um coeficiente melhor, mas uma média também alta:

Tabela 57- Valores encontrados com a exclusão da obra 3

Valor médio	Desvio padrão	CV
1,268	0,331	26%

As médias encontradas podem ser explicadas por algumas hipóteses:

- alto índice de desperdício;
- desenhos nos pisos, gerando muitos cortes e perdas;
- formas geométricas diferentes nos traçados das paredes;
- uso dos pisos para pavimentações externas ou para revestimento de paredes

4.5.10- CONSUMO DE AZULEJOS POR METRO QUADRADO:

Os azulejos são normalmente encontrados nas áreas chamadas de pisos frios ou molhados, ou seja, cozinhas, banheiros e lavanderias. Este índice visa a determinar a relação entre a área de azulejos e a área total. Os resultados obtidos encontram-se no gráfico abaixo:

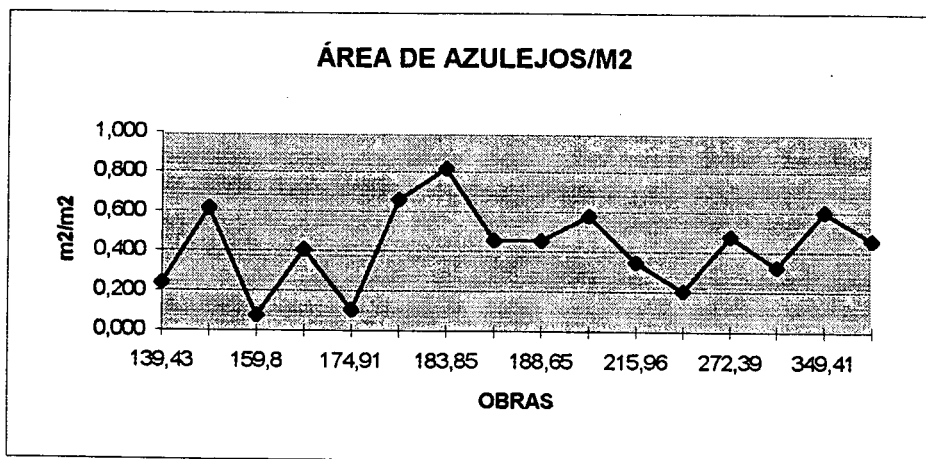


Gráfico 26 - Relação entre a área de azulejos e a área total

Tabela 58- Relação entre a área de azulejos e a área total

Valor mínimo	Valor máximo	Valor médio	Desvio padrão	CV
0,075	0,816	0,426	0,199	47%

Ao se analisar a média da área de pisos frios em relação à área total, verifica-se que o comportamento dos números é mais constante, conforme observado no item 4.4.4, enquanto que para os azulejos os valores encontrados foram muito dispersos, dentro de um intervalo de variação grande. Na média, o consumo resultante foi de 0,43 m² de azulejo por m² de área de construção.

Há algumas observações que podem ser feitas:

- em alguns banheiros das casas pesquisadas, só foram encontrados azulejos na área interna ao box, sendo as demais paredes revestidas em epóxi ou tinta; em outros banheiros foram utilizadas pedras para revestir as paredes.
- há uma tendência em se utilizar revestimentos de pisos para paredes, dificultando a apropriação na hora do levantamento de dados das notas fiscais;
- uso de outros revestimentos alternativos para paredes de cozinhas e lavanderias, aparecendo os azulejos apenas nos locais próximo às pias e tanques.

4.5.11- CONSUMO DE ELETRODUTOS POR METRO QUADRADO:

Este índice é similar ao apresentado no item 4.3.5, apenas é calculado em relação à área de construção, enquanto o outro é calculado em relação ao número de pontos elétricos. Os valores obtidos foram os seguintes:

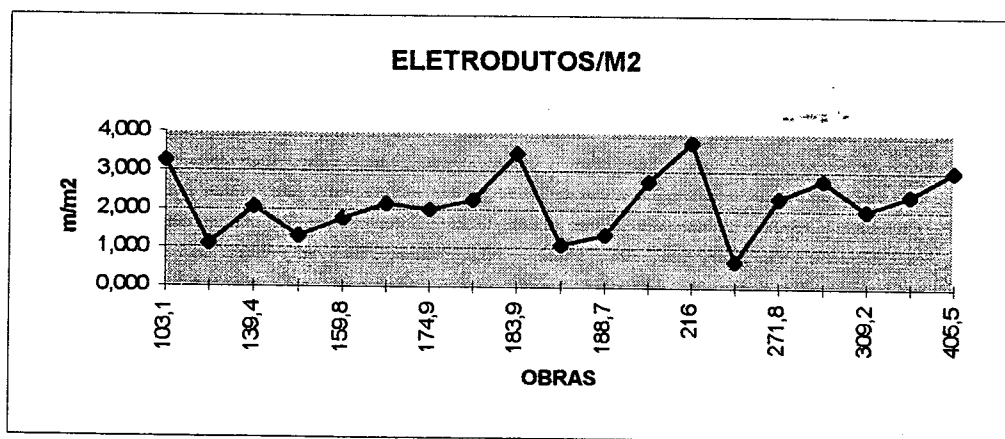


Gráfico 27 -Relação entre o comprimento dos eletrodutos e a área total

Tabela 59- Valores encontrados para eletrodutos/m2

Valor mínimo	Valor máximo	Valor médio	Desvio padrão	CV
0,68	3,73	2,17	0,82	38%

Verifica-se que a média obtida, de 2,17 metros de eletrodutos por m2 de obra tem um coeficiente de variação muito grande, de 38%. A relação com o número de pontos elétricos apresentou uma variação menor, de 24%, ou seja, 4,29 metros por ponto.

4.5.12- CONSUMO DE FIOS ELÉTRICOS POR METRO QUADRADO:

Este índice é obtido pela divisão do somatório de todos os fios comprados, independente do diâmetro, pela área total. O gráfico a seguir ilustra os resultados:

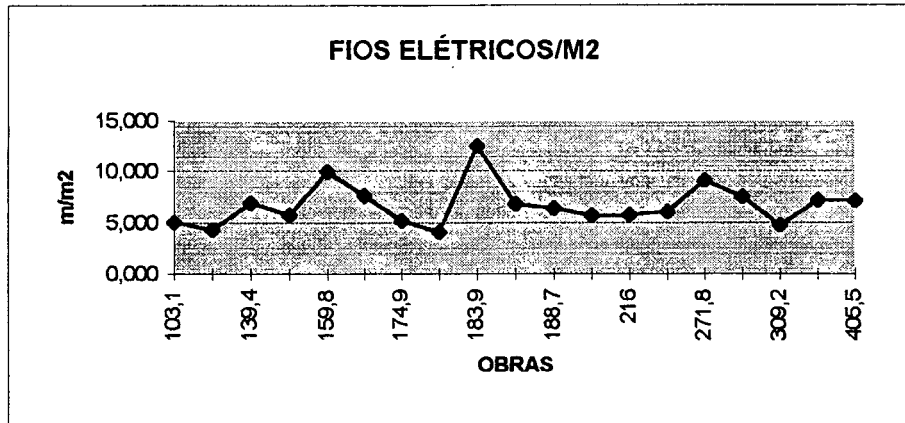


Gráfico 28 - Relação entre o comprimento total dos fios elétricos e a área total

Tabela 60- Valores encontrados para fios elétricos/m2

Valor mínimo	Valor máximo	Valor médio	Desvio padrão	CV
4,27	12,49	6,69	2,01	30%

O valor médio encontrado é de 6,69 metros de fios por m2 de obra, porém com um coeficiente de variação muito alto. Ao excluir a obra 9, que apresenta um valor duas vezes maior que a média, o coeficiente ficou mais baixo, enquanto a média sofreu um ligeiro decréscimo, conforme ilustra a tabela abaixo. O comportamento dos fios, por outro lado, apresentou melhor relação que o dos eletrodutos.

Tabela 61- Valores encontrados com a exclusão da obra 9

Valor médio	Desvio padrão	CV
6,37	1,52	24%

4.5.13- CONSUMO DE TUBULAÇÃO HIDRÁULICA POR METRO QUADRADO:

Este índice é resultante do somatório de todos os tubos comprados, tanto para água fria e esgoto, como para água quente, dividido pela área construída total. Os resultados são os seguintes:

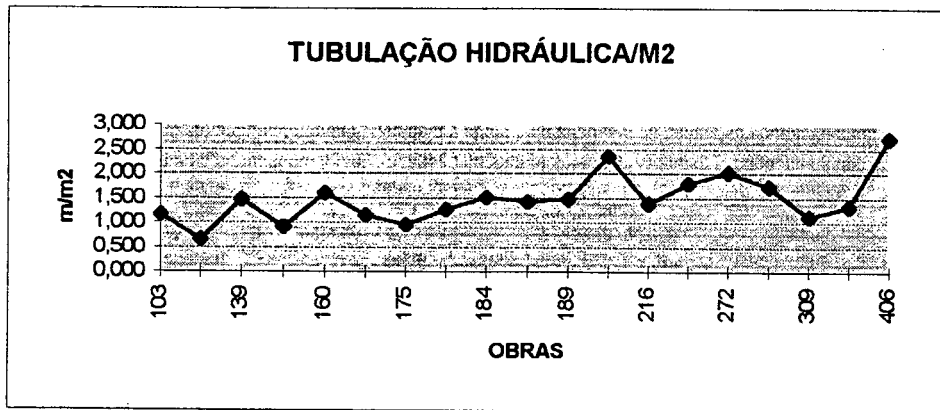


Gráfico 29 - Relação entre o comprimento das tubulações hidráulicas e a área total

Tabela 62- Valores encontrados para as tubulações hidráulicas/m2

Valor mínimo	Valor máximo	Valor médio	Desvio padrão	CV
0,652	2,716	1,470	0,485	33%

A média encontrada é de 1,47 metros de tubos por m2 de obra, porém com um coeficiente de variação muito alto. Ao se excluir as obras 12 e 20, que apresentaram valores extremos, o coeficiente abaixa, bem como a média, resultando em valores mais significativos.

Porém, ao se comparar com o índice obtido no item 4.3.4, que mediu a relação entre o comprimento das tubulações com o número de pontos de consumo, verifica-se também uma grande variação, levando-nos a concluir que o comprimento das tubulações deve ser função da proximidade das redes externas de esgoto e da entrada da rede de água, que estão diretamente relacionadas com as dimensões dos terrenos. Os resultados apresentaram melhor relação com a área de construção do que em relação ao número de pontos.

Tabela 63- Valores encontrados com a exclusão das obras 12 e 20

Valor médio	Desvio padrão	CV
1,34	0,33	25%

4.5.14- CONSUMO DE CONEXÕES HIDRÁULICAS POR METRO QUADRADO:

Este índice mede o número total de conexões hidráulicas, tanto de água fria e esgoto como de água quente em relação à área de construção. Os resultados encontrados foram os seguintes:

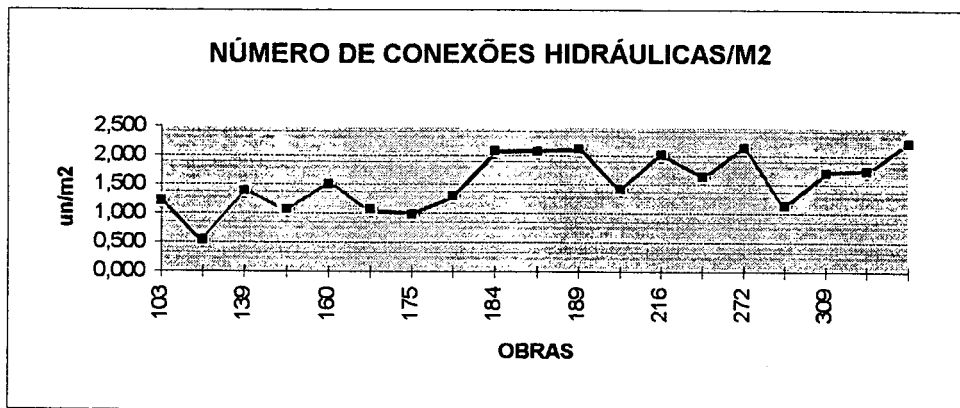


Gráfico 30 - Relação entre o número de conexões hidráulicas e a área total

Tabela 64- Valores encontrados para as conexões hidráulicas/m2

Valor mínimo	Valor máximo	Valor médio	Desvio padrão	CV
0,536	2,205	1,538	0,465	30%

O resultado obtido corresponde a uma média de 1,54 conexões por m2 de obra, porém com um coeficiente de variação de 30%. Ao se excluir os valores extremos da amostra, isto é, as obras 2 e 20, o valor médio permanece o mesmo, enquanto o coeficiente cai para 25%, conforme pode ser observado na tabela abaixo:

Tabela 65- Valores encontrados com a exclusão das obras 2 e 20

Valor médio	Desvio padrão	CV
1,55	0,39	25%

4.5.15- CONSUMO DE OUTROS MATERIAIS:

A tabela a seguir apresenta outros índices de consumo levantados, em relação a outros materiais de construção. As melhores relações foram verificadas nas redes de água e esgoto, enquanto os materiais brutos apresentaram os coeficientes de variação mais altos. Dentre eles, o destaque fica para o ATERRO, cuja variação é de tal vulto que não permite nenhuma relação com a área de construção, sendo função das características físicas do terreno.

Tabela 66- Valores de consumo encontrados para outros materiais

MATERIAL	Unidade	Valor mínimo	Valor máximo	Valor médio	Desvio padrão	CV
MATERIAIS BRUTOS						
Arame recozido/m ²	kg/m ²	0,030	0,265	0,124	0,053	43%
Pregos/m ²	kg/m ²	0,167	0,825	0,430	0,166	39%
Aterro/m ²	m ³ /m ²	0,065	2,585	0,626	0,638	102%
Barro e saibro/m ²	m ³ /m ²	0,011	0,110	0,040	0,030	67%
Cal/m ²	kg/m ²	0,057	23,716	12,460	7,860	63%
REDE ÁGUA E ESGOTO						
Tubos/registros e torneiras	m/un	7,150	17,870	11,950	3,130	26%
Registros e torneiras/m ²	un/m ²	0,067	0,194	0,126	0,034	27%
conexões/tubos	un/m	0,605	1,510	1,080	0,270	25%
REDE ELÉTRICA						
Fios/eletrodutos	m/m	1,538	8,951	3,589	1,790	50%
Caixas plásticas/m ²	un/m ²	0,291	0,756	0,521	0,135	26%

4.6- ANÁLISE DOS CUSTOS DOS SERVIÇOS:

A qualidade de uma estimativa de custo é medida em termos de sua precisão, ou seja, de sua aproximação com o custo real incorrido em obra (Heineck & Panzeter, 1989; Formoso et alli, 1986). Neste trabalho, os dados de custos foram extraídos diretamente das obras, através da reprodução, em uma planilha eletrônica, das notas fiscais de compra de todos os insumos adquiridos pelos proprietários ou construtores durante a execução das obras.

Conforme descrito no item 3.4, os insumos foram agrupados por tipo de material de construção, e estes, por sua vez, foram agrupados em treze serviços. A seguir serão analisados os custos de cada um destes serviços, os quais foram relacionados às áreas de construção de cada uma das casas. O metro quadrado de área é o parâmetro utilizado, apesar de alguns autores mostrarem a não-proporcionalidade entre área construída e custo (Formoso et alli, 1986).

O indexador utilizado foi o dólar americano, cotação oficial de venda do dia 15 de cada mês. Este é um indexador de fácil utilização, uma vez que as cotações são divulgadas diariamente pelos meios de comunicação.

4.6.1- CUSTOS DOS SERVIÇOS PRELIMINARES

Os serviços preliminares correspondem aos insumos necessários à instalação do canteiro de obras, aos projetos e licenciamentos e demais insumos descritos no item 3.4.1.

Este serviço foi o que apresentou a maior variabilidade, dentre todos os demais, à exceção da impermeabilização, que será vista posteriormente. Esta grande variação deve-se a uma série de causas, dentre as quais podem ser destacadas:

- apenas 65% da amostra apresentaram os custos dos projetos arquitetônicos, sendo que apenas 20% apresentaram algum tipo de projeto complementar, como o projeto estrutural e o de instalações;
- os custos dos projetos arquitetônicos apresentaram uma grande variação de honorários. Em muitos casos, o valor encontrado é correspondente aos preços praticados por desenhistas e técnicos, e não por arquitetos;
- apenas 40% da amostra obteve o alvará de construção da Prefeitura Municipal de Florianópolis. O valor do alvará, em muitos casos, é superior ao valor dos projetos;
- apenas 35% da amostra apresentou a Anotação de Responsabilidade Técnica do CREA, que também é uma taxa significativa em termos de custo;
- 25% da amostra teve administração de obras, porém os comprovantes limitaram-se a apenas duas obras. Como consequência, este item foi descartado do levantamento de dados, visto que geraria uma grande distorção nos resultados, já que os honorários de administração variam entre 10 a 20% do custo total da obra;
- a terraplenagem foi o insumo, dentre deste grupo de serviços, que apresentou a maior variação no custo e nas quantidades, similar ao ocorrido com o aterro, conforme pôde ser observado na tabela apresentada no item 4.5.14. Tal variação é decorrente das particularidades de cada terreno, sejam elas de caráter topográfico, exigindo muitas horas de equipamentos de terraplenagem, ou relativas à presença de muita umidade, exigindo grande volume de aterro.
- apenas 35% das casas apresentaram os comprovantes relativos às despesas de água e luz durante a execução da obra, apesar destes custos serem de pouca monta quanto comparados aos demais;

Os resultados dos custos destes itens podem ser visualizados na tabela a seguir:

Tabela 67- Valores encontrados para o custo de Serviços preliminares/m2 - U\$/m2

Item	Valor médio	Desvio padrão	CV	% Participação
Entrada energia elétrica e água	0,77	0,59	76%	7,49
Barracão de obras	1,69	1,11	66%	16,44
Equipamentos de canteiro	0,52	0,39	75%	5,06
Projetos	5,17	3,47	67%	50,29
Terraplenagem	1,07	0,94	88%	10,41
Outros	1,06	0,68	65%	10,31
Total	10,28			100%

O item de maior participação dentro deste serviço são os projetos, seguido pelo barracão de obras, enquanto os equipamentos de canteiro apresentaram os menores custos por metro quadrado.

O resultado do custo médio dos serviços preliminares aparece no gráfico a seguir:

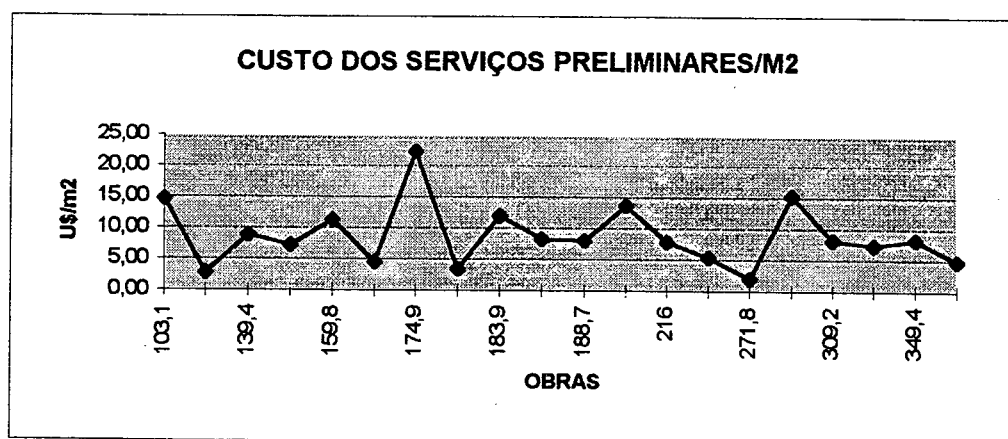


Gráfico 31- Custo dos serviços preliminares por metro quadrado

Tabela 68- Valores encontrados para serviços preliminares/m2 - U\$/m2

Valor mínimo	Valor máximo	Valor médio	Desvio padrão	CV
1,94	22,24	8,73	4,80	55%

A média encontrada é de U\$ 8.73/m2. A obra de número 7 ficou muito acima da média devido ao alto custo dos projetos, o mesmo acontecendo com as obras 1 e 16. Já a obra 12 teve o seu custo aumentado devido ao grande movimento de terra feito. Com a exclusão da obra 7, o coeficiente de variação baixa um pouco, mas ainda permanece muito alto, prejudicando a utilização da média em estimativas de custos.

Tabela 69- Valores encontrados com a exclusão da obra 7 - U\$/m2

Valor médio	Desvio padrão	CV
8,02	3,76	47%

4.6.2- CUSTO DOS MATERIAIS BRUTOS:

Os materiais brutos foram assim chamados por estarem não só relacionados com a obra bruta, como também porque são de difícil apropriação, conforme já mencionado.

Dentre todos os grupos de serviços, este foi o que apresentou as melhores médias, demonstrando que os serviços relacionados à obra bruta, como alvenaria e estrutura, têm um comportamento mais previsível que os demais serviços. Os itens, individualmente, tem um comportamento mais instável que o somatório deles, conforme atesta a tabela a seguir:

Tabela 70- Valores encontrados para o custo de Materiais brutos/m2 - U\$/m2

Item	Valor médio	Desvio padrão	CV	% participação
Cimento	12,89	4,90	38%	24,76
Arame recozido	0,18	0,09	52%	0,35
Aço	5,67	2,17	38%	10,89
Brita	3,54	2,52	71%	6,80
Areia	2,81	1,39	49%	5,40
Barro e saibro	0,28	0,23	82%	0,54
Cal	0,94	0,57	61%	1,81
Cimento branco	0,24	0,26	111%	0,46
Aterro	3,32	3,01	91%	6,38
Argamassa	4,12	1,68	41%	7,91
Pregos	0,56	0,23	42%	1,08
Tijolos	5,03	1,62	32%	9,66
Laje	3,53	1,79	51%	6,78
Madeira de caixaria	2,97	1,08	36%	5,70
Pedra	1,30	0,86	66%	2,50
Outros	4,68	4,53	97%	8,99
Total	52,06			100,00

O item de maior custo é o cimento, representando mais que o dobro do aço, que aparece em segundo lugar. Já o arame recozido é o item de menor custo, seguido pelo cimento branco, que foi também o item de maior variabilidade na amostra pesquisada.

Os valores encontrados para o custo total do grupo foram os seguintes:

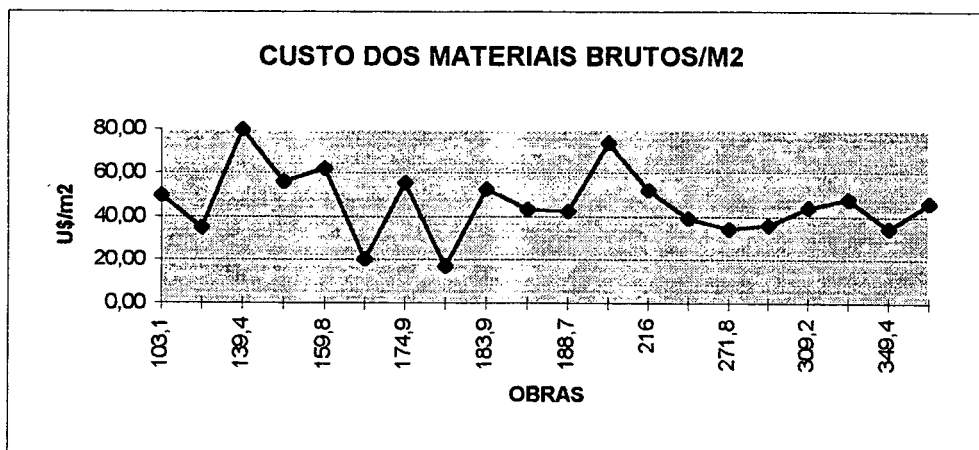


Gráfico 32- Custo dos materiais brutos por metro quadrado

Tabela 71- Valores encontrados para materiais brutos/m2 - U\$/m2

Valor mínimo	Valor máximo	Valor médio	Desvio padrão	CV
16,98	79,81	45,88	15,04	33%

Os valores extremos do gráfico dizem respeito a duas situações específicas:

- as obras 6 e 8 foram construídas durante a vigência do Plano Cruzado. Nesta época, a título de exemplo, o saco de cimento custava cerca de U\$ 4.00, enquanto nos anos seguintes, este valor oscilou entre U\$ 6.00 e U\$ 7.00. Como o cimento é um dos insumos mais representativos no custo total, já haverá diferença no custo final destas obras, para menos;

- a obra de número 3 ficou no limite superior da amostra porque o seu consumo de cimento, brita e areia ficou muito acima das demais. Isto ocorreu devido à pavimentação de toda a área do terreno ao redor da casa, com piso cimentado. Já a obra 12 apresentou o mais alto consumo de brita dentre todas, devido a obras para drenagem do terreno.

Com a exclusão das obras do Plano Cruzado, a média encontrada para este serviço fica em U\$ 48,92 / m2, com um coeficiente de variação de 26%, conforme a tabela abaixo:

Tabela 72- Valores encontrados com a exclusão das obras 6 e 8 - U\$/m2

Valor médio	Desvio padrão	CV
48,92	12,62	26%

4.6.3- CUSTO DO TELHADO:

Neste grupo estão incluídos todos os materiais para execução da cobertura, à exceção dos pregos, que fazem parte dos Materiais brutos. Toda a amostra é constituída por casas com telhados em estrutura de madeira de lei, e telhas cerâmicas. No entanto, os custos apresentaram uma grande variação, conforme atesta a tabela:

Tabela 73- Valores encontrados para o custo do Telhado/m2 - U\$/m2

Item	Valor médio	Desvio padrão	CV	% participação
Madeira	13,11	7,51	57%	67,40
Telhas	5,41	3,14	58%	27,81
Outros	0,93	1,14	122%	4,78
Total	19,45			100,00

O maior custo pertence à madeira do telhado, enquanto o item Outros, que corresponde a calhas, lonas, arames e massas para telhas, não só apresenta o menor custo, como também a maior variação.

O gráfico a seguir ilustra o comportamento do custo total de telhado/m2.

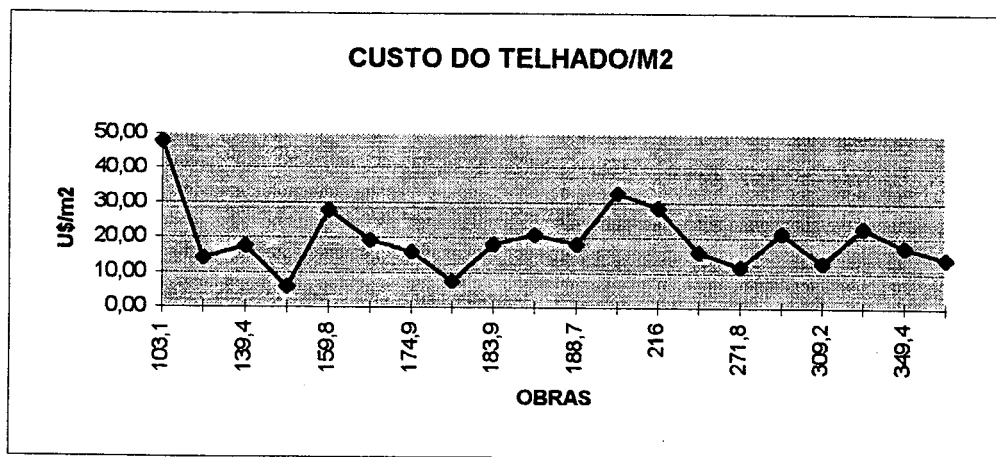


Gráfico 33- Custo do telhado por metro quadrado

Tabela 74- Valores encontrados para telhado/m2 - U\$/m2

Valor mínimo	Valor máximo	Valor médio	Desvio padrão	CV
5,64	47,53	19,40	9,16	47%

Os pontos extremos do gráfico ocorrem pelos seguintes motivos:

- a obra 1 é caracterizada por ser uma casa com um telhado muito espalhado, composto por muitas águas, totalmente aparente pelo lado interno.

- a obra 4, que tem três pavimentos, apresenta a menor relação de volume de madeira por metro quadrado;

Com a exclusão da obra 1, o custo médio do telhado cai para U\$ 17,92 / m², e o coeficiente de variação baixa 10 pontos percentuais, apesar de ainda continuar alto, conforme mostra a tabela a seguir:

Tabela 75 - Valores encontrados com a exclusão da obra 1 - U\$/m²

Valor médio	Desvio padrão	CV
17,92	6,67	37%

Os custos de telhados podem variar também em função da existência de lajes de cobertura, quando a estrutura de madeira não fica aparente internamente. Nestes casos, o custo da madeira não-aplainada é bem inferior ao custo da madeira que fica à vista. É o caso das obras 4 e 8.

Uma outra consideração importante é que as madeireiras, assim como as olarias, raramente emitem notas fiscais. Portanto, o custo de alguns telhados pode ser superior ao valor encontrado nesta pesquisa.

4.6.4- CUSTO DA IMPERMEABILIZAÇÃO:

Neste item estão incluídos os materiais utilizados para impermeabilização, normalmente feita nas vigas baldrame. Em algumas obras foi realizada impermeabilização de sacadas e caixas d'água, com mantas asfálticas e resinas, gerando grandes variações nos custos encontrados:

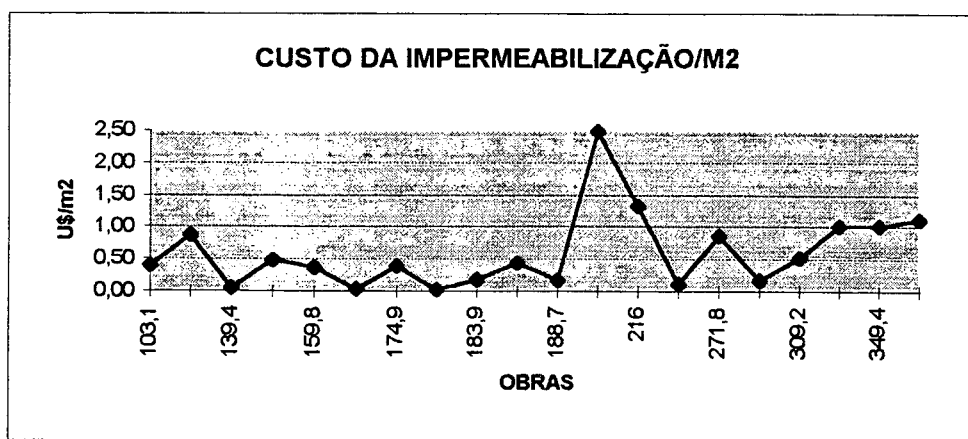


Gráfico 34- Custo da impermeabilização/m2

Tabela 76- Valores encontrados para impermeabilização/m2 - U\$/m2

Valor mínimo	Valor máximo	Valor médio	Desvio padrão	CV
0,02	2,49	0,60	0,58	97%

O ponto extremo do gráfico, representado pela obra 12, deve-se ao fato desta obra ter recebido um tratamento especial contra umidade, o que também gerou um custo bastante alto de aterro e brita, conforme já foi visto anteriormente.

No entanto, mesmo com a sua exclusão para o cálculo da média, o coeficiente de variação continuou alto, conforme a tabela a seguir:

Tabela 77- Valores encontrados com a exclusão da obra 12 - U\$/m2

Valor médio	Desvio padrão	CV
0,50	0,40	80%

A impermeabilização não é um procedimento feito com muitos cuidados na maioria das obras, que se limitam ao uso de produtos como Igol ou Neutrol, conforme pôde ser observado no levantamento de dados realizado. Nos casos onde houve um tratamento mais sofisticado, com resinas e mantas, o custo aumentou, mas ainda é um acréscimo pequeno comparado com o custo de outros serviços.

4.6.5- CUSTO DAS ESQUADRIAS:

Neste grupo estão incluídas todas as esquadrias, ou seja, portas, janelas, portas-janelas e portões, completas, com batentes e alizares.

Toda a amostra é constituída por casas com esquadrias de madeira de lei. Em alguns casos aparecem portões de ferro ou alumínio, normalmente para garagens.

Os valores encontrados para os insumos deste serviço podem ser visualizados na tabela a seguir:

Tabela 78- Valores encontrados para o custo de Esquadrias/m2 - U\$/m2

Item	Valor médio	Desvio padrão	CV	% participação
Portas	6,05	2,17	36%	35,44
Janelas	6,39	3,33	52%	37,43
Portas-janelas	3,87	2,26	58%	22,67
Outros	0,76	1,12	147%	4,45
Total	17,07			100,00

O custo das portas apresentou a melhor relação, enquanto o custo do item Outros, correspondente a filetes, telas e outros materiais semelhantes, teve um comportamento bastante errático, função da variação dos preços destes insumos e da sua pouca representatividade em termos de amostra total.

O custo das esquadrias apresentou um comportamento mais errático, em termos de coeficiente de variação, do que a área de esquadrias/m2, vista no item 4.4.6. Os gráficos são bastante semelhantes, à exceção de algumas obras. Para estas, vale o comentário feito para a madeira do telhado, ou seja, nem todos os comprovantes de pagamento são fornecidos pelas madeireiras, portanto não se pode afirmar que o custo de todas as esquadrias tenha sido o custo real incorrido em obra.

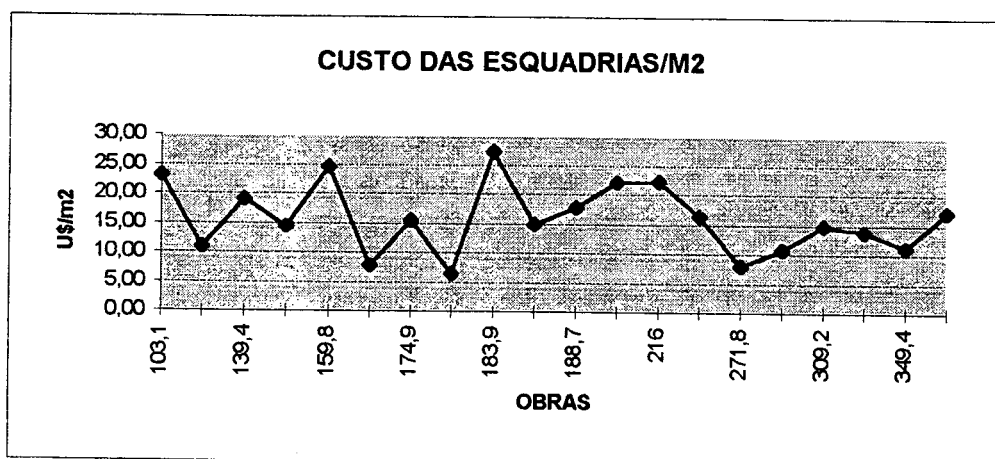


Gráfico 35- Custo das esquadrias por metro quadrado

Tabela 79- Valores encontrados para esquadrias/m2 - U\$/m2

Valor mínimo	Valor máximo	Valor médio	Desvio padrão	CV
6,36	27,17	15,87	5,73	36%

4.6.6- CUSTO DAS FERRAGENS PARA ESQUADRIAS:

Este grupo engloba os diversos tipos de ferragens necessários à instalação das esquadrias de madeira. De acordo com a itemização proposta no item 3.4.1, chegou-se aos seguintes resultados:

- as fechaduras e fechos são as ferragens que representam o maior custo dentro do grupo, seguidas pelas ferragens para janelas de correr e pelas dobradiças;

- em seguida vêm as ferragens para janelas de abrir, para janelas maxim-ar e finalmente os parafusos.

Estes resultados podem ser visualizados na tabela a seguir:

Tabela 80- Valores encontrados para o custo de Ferragens para esquadrias/m2 - U\$/m2

Item	Valor médio	Desvio padrão	CV	% participação
Dobradiças	1,39	0,84	60%	15,65
Fechaduras e fechos	2,93	1,51	51%	33,00
Ferragens p/ janelas abrir	1,13	1,04	92%	12,73
Ferragens p/ janelas correr	2,12	1,22	57%	23,87
Ferragens p/ janelas maxim-ar	0,79	0,41	52%	8,90
Parafusos	0,52	0,44	86%	5,86
Total	8,88			100,00

O custo das ferragens está diretamente relacionado ao material utilizado, o que gera diferenças muito grandes. As ferragens de latão, cromadas ou não, podem custar duas vezes mais que as similares de alumínio ou ferro. Já as fechaduras apresentam uma variação ainda maior de preço, dependendo do material e do modelo utilizado, visto que existem centenas de modelos de fechaduras no mercado.

Devido, portanto, a esta amplitude de escolha, o gráfico resultante apresentou um comportamento bem irregular:

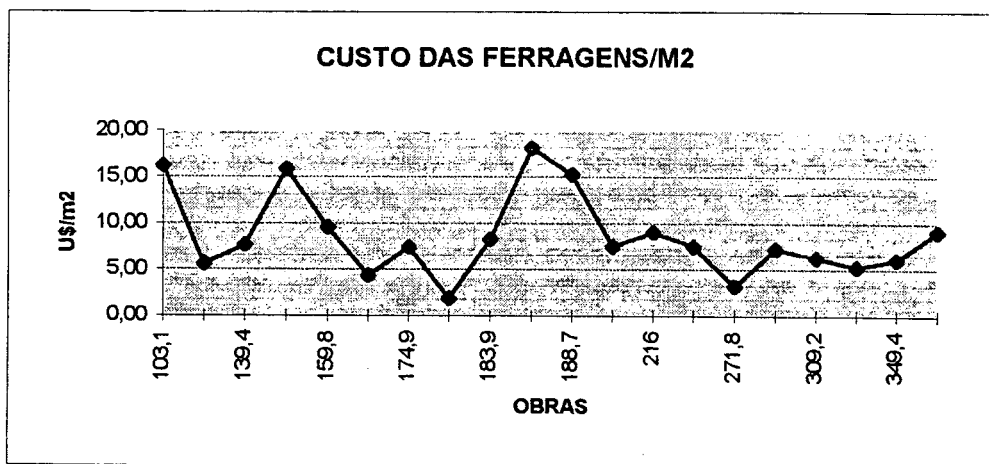


Gráfico 36- Custo das ferragens por metro quadrado

Tabela 81- Valores encontrados para ferragens/m2 - U\$/m2

Valor mínimo	Valor máximo	Valor médio	Desvio padrão	CV
1,83	18,05	8,52	4,35	51%

Ao simular a média excluindo a obra 8, que ficou muito abaixo das demais, o coeficiente resultante permaneceu muito alto, confirmando a grande variação que existe no custo das ferragens.

Tabela 82- Valores encontrados com exclusão da obra 8 - U\$/m2

Valor médio	Desvio padrão	CV
8,87	4,17	47%

4.6.7- CUSTO DOS VIDROS:

Este grupo engloba os vidros utilizados nas esquadrias e os box de banheiro. Apenas 40% da amostra apresentaram notas fiscais referentes aos box, o que nos leva a concluir que este é um material normalmente adquirido posteriormente à conclusão da obra, quando o proprietário já está morando na casa.

Ao comparar o gráfico do custo de vidros sem box por metro quadrado com o gráfico da área de esquadrias/m2, percebe-se algumas semelhanças no traçado geral. A obra 12, por exemplo, caracterizada pela maior área de esquadrias, apresenta também o maior custo de vidros. No entanto, o coeficiente de variação dos vidros é muito alto, conforme pode ser visualizado na tabela a seguir:

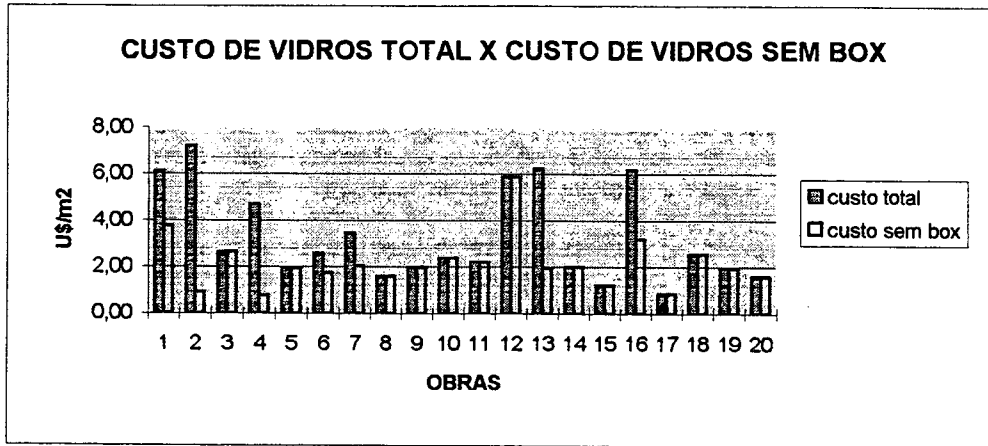


Gráfico 37- Custo dos vidros total x custo dos vidros sem box/m2

Tabela 83- Valores encontrados para custo total de vidros/m2 - U\$/m2

Valor mínimo	Valor máximo	Valor médio	Desvio padrão	CV
0,83	7,20	3,25	1,95	60%

Apesar da pouca representatividade dos box no total da amostra, foi calculado o custo dos vidros sem box, e os resultados obtidos foram os seguintes:

Tabela 84- Valores encontrados para custo de vidros sem box/m2 - U\$/m2

Valor mínimo	Valor máximo	Valor médio	Desvio padrão	CV
0,76	5,87	2,14	1,12	52%

Verifica-se que a média passa de U\$ 3,25/m2 para U\$ 2,14/m2, mas o coeficiente de variação é muito alto para que se possa utilizar a média com confiança, em termos de estimativa de custo.

Ao excluir a obra 12 da média do custo total de vidros, o coeficiente baixa 14 pontos percentuais, mas ainda permanece alto, conforme atesta a tabela:

Tabela 85 - Valores encontrados com exclusão da obra 12 - U\$/m2

Valor médio	Desvio padrão	CV
1,95	0,74	38%

4.6.8- CUSTO DOS PISOS E AZULEJOS:

Este grupo engloba os pisos, azulejos, materiais para assentamento e ainda escadas, corrimões, soleiras e rodapés, chamados de Outros.

Também neste grupo encontrou-se uma grande variação nos preços, decorrente não só dos diversos tipos de materiais, como pedras, madeira e cerâmicas, como também das muitas opções de mercado para cada tipo de material.

A tabela a seguir apresenta os resultados médios de custo para cada um dos itens deste grupo:

Tabela 86- Valores encontrados para o custo de Pisos e azulejos/m² - US\$/m²

Item	Valor médio	Desvio padrão	CV	% participação
Pisos	12,94	5,91	46%	65,16
Azulejos	4,06	2,82	70%	20,44
Materiais de assentamento	0,64	0,41	64%	3,22
Outros	2,22	1,58	71%	11,18
Total	19,86			100,00

A participação de maior peso neste grupo é dos pisos, representando mais que o triplo dos azulejos.

Conforme já comentado anteriormente, os pisos têm uma média de compra de 33% a mais do que a área necessária, enquanto os azulejos apresentaram uma média baixa de utilização. No entanto, ambos respondem por uma grande participação no custo total.

Dentre deste grupo, a maior variação foi encontrada no sub-item Outros, aparecendo em apenas 60% da amostra e com variações de custos bem significativas de uma obra para outra, função direta do tipo de material. A compra destes itens, representados por soleiras, rodapés, escadas e corrimões, não ocorreu em todas as casas pesquisadas. Por outro lado, quando se trata de madeira, não se pode afirmar que todas as notas fiscais estejam presentes, como já foi falado anteriormente.

Os resultados foram os seguintes:

Tabela 87- Valores encontrados para pisos e azulejos/m²

Valor mínimo	Valor máximo	Valor médio	Desvio padrão	CV
8,19	35,08	18,27	7,55	41%

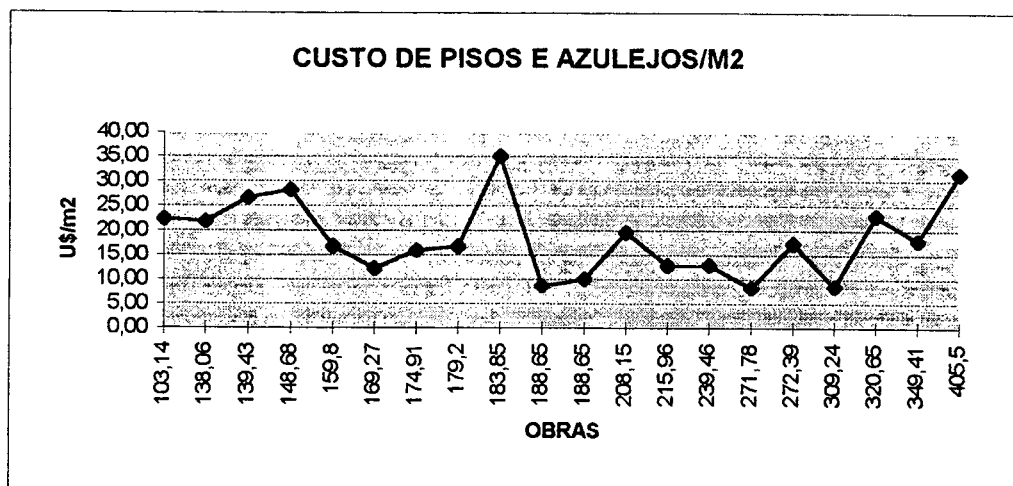


Gráfico 38- Custo dos pisos e azulejos por metro quadrado

4.6.9- CUSTO DA PINTURA:

Este grupo também apresentou uma grande variação nos resultados encontrados, variação esta resultante não dos custos médios, mas das particularidades de algumas obras:

- apenas 60% da amostra recebeu massa corrida;
- a obra 6, em tijolo à vista interna e externamente, tem um custo de pintura inferior às demais por motivos óbvios;
- a obra 1, apesar de pronta para moradia, não teve a sua pintura externa concluída até o fechamento de dados deste trabalho;
- a obra 8, executada durante o Plano Cruzado, apresentou o menor custo de pintura/m², provavelmente decorrente do congelamento de preços da época;

O gráfico a seguir reflete estas particularidades:

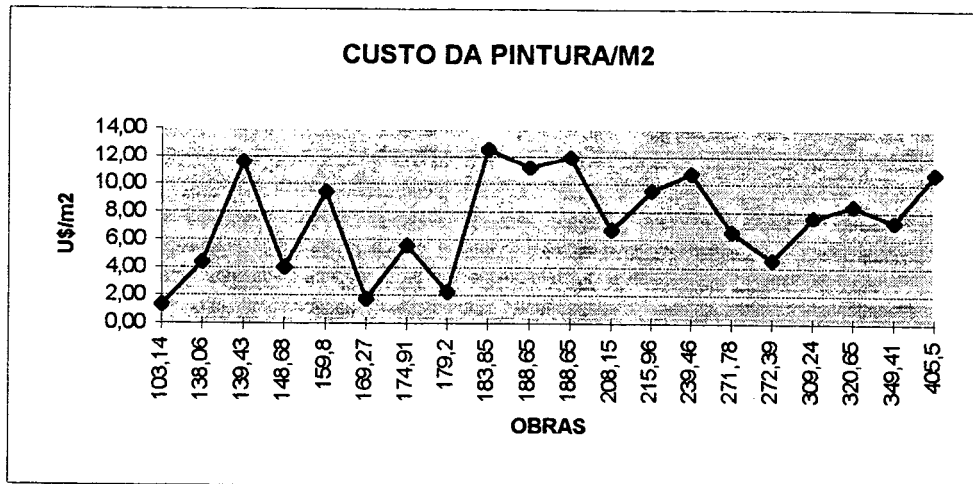


Gráfico 39- Custo da pintura por metro quadrado

Tabela 88- Valores encontrados para pintura/m2 - U\$/m2

Valor mínimo	Valor máximo	Valor médio	Desvio padrão	CV
1,34	12,49	7,40	3,46	47%

Ao simular os resultados excluindo as obras 1, 6 e 8, o coeficiente de variação é reduzido em 14 pontos percentuais, apesar de ainda continuar alto.

Tabela 89- Valores encontrados com exclusão das obras 1, 6 e 8 - U\$/m2

Valor médio	Desvio padrão	CV
8,39	2,74	33%

Os resultados dos custos médios para cada um dos insumos pertencentes à pintura pode ser visualizado na tabela abaixo:

Tabela 90- Valores encontrados para o custo de Pintura/m2 - U\$/m2

Item	Valor médio	Desvio padrão	CV	% participação
Seladores	0,98	0,62	63%	12,10
Verniz e osmocolor	1,76	1,09	62%	21,73
Massa corrida	0,70	0,48	68%	8,64
Tintas	3,71	1,72	46%	45,80
Materiais auxiliares	0,68	0,56	83%	8,40
Equipamentos de pintura	0,27	0,23	83%	3,33
Total	8,10			100,00

Os maiores custos pertencem às tintas e ao item verniz e osmocolor, utilizados para proteção de madeira, enquanto os

equipamentos de pintura apresentaram os menores custos, bem como a maior variação.

4.6.10- CUSTO DA REDE ELÉTRICA:

Este serviço apresentou resultados mais comportados. Os materiais de maior peso no custo foram os fios, seguidos dos interruptores e tomadas e dos eletrodutos, conforme atesta a tabela abaixo:

Tabela 91- Valores encontrados para o custo da Rede elétrica/m² - U\$/m²

Item	Valor médio	Desvio padrão	CV	% participação
Quadros e disjuntores	0,48	0,23	47%	10,57
Fios	1,55	0,65	42%	34,14
Eletrodutos	0,83	0,48	57%	18,28
Interruptores e tomadas	1,12	0,63	56%	24,67
Caixas plásticas	0,27	0,18	67%	5,95
Outros	0,29	0,19	64%	6,39
Total	4,54			100,00

Os resultados do custo total deste serviço foram os seguintes:

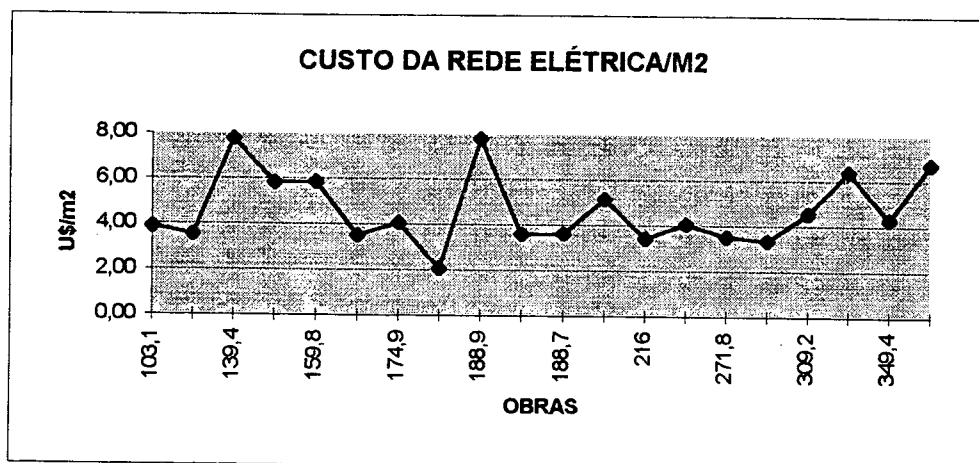


Gráfico 40- Custo da rede elétrica por metro quadrado

Tabela 92- Valores encontrados para rede elétrica/m² - U\$/m²

Valor mínimo	Valor máximo	Valor médio	Desvio padrão	CV
2,03	7,78	4,64	1,54	33%

As obras 3 e 9 apresentaram os maiores custos/m², e com a sua exclusão dos cálculos, os resultados foram os seguintes:

Tabela 93- Valores encontrados com exclusão das obras 3 e 9 - U\$/m2

Valor médio	Desvio padrão	CV
4,29	1,19	28%

4.6.11- CUSTO DE LOUÇAS E METAIS:

Também neste grupo os resultados foram bastante erráticos. Segundo Mascaró(1985) e Trajano(1994), o custo das instalações sanitárias é função muito mais do número de banheiros do que da área construída. Outra consideração a ser feita, é que, similar às ferragens e aos pisos, também as louças e metais têm uma gama de opções de mercado muito grande, tanto em relação aos modelos e materiais de acabamento, como em relação aos preços.

Dentro deste grupo, os maiores custos encontrados dizem respeito aos metais, seguidos das louças, e das cubas e tanques. Já os complementos de banheiro, como papeleiras, argolas e cabides, foram encontrados em apenas 30% das obras, devendo a sua compra ser efetuada posteriormente à conclusão da obra.

A tabela abaixo identifica os custos médios para cada um dos insumos deste grupo:

Tabela 94- Valores encontrados para o custo de Louças e metais/m2 - U\$/m2

Item	Valor médio	Desvio padrão	CV	% participação
Louças	3,08	1,38	45%	25,37
Metais	4,62	2,12	46%	38,06
Cubas, tanques e tampos	2,50	2,18	87%	20,59
Complementos de banheiro	1,56	1,96	126%	12,85
Outros	0,38	0,28	72%	3,13
Total	12,14			100,00

Os resultados do custo total médio deste grupo foram os seguintes:

Tabela 97- Valores encontrados para o custo da Rede de água quente/m2 - U\$/m2

Item	Valor médio	Desvio padrão	CV	% participação
Tubos	0,59	0,39	66%	20,56
Conexões	0,59	0,43	72%	20,56
Aquecedores	1,60	1,16	72%	55,75
Outros	0,09	0,05	57%	3,14
Total	2,87			100,00

As variações encontradas nos custos dos materiais são função do tipo de aquecedor utilizado. Os aquecedores de passagem, por estarem próximos aos pontos de consumo, demandam menos tubos e conexões, ao passo que os aquecedores de acumulação apresentam distâncias maiores aos pontos de consumo, e portanto, exigem mais tubulações.

O custo total médio da rede de água quente é o seguinte:

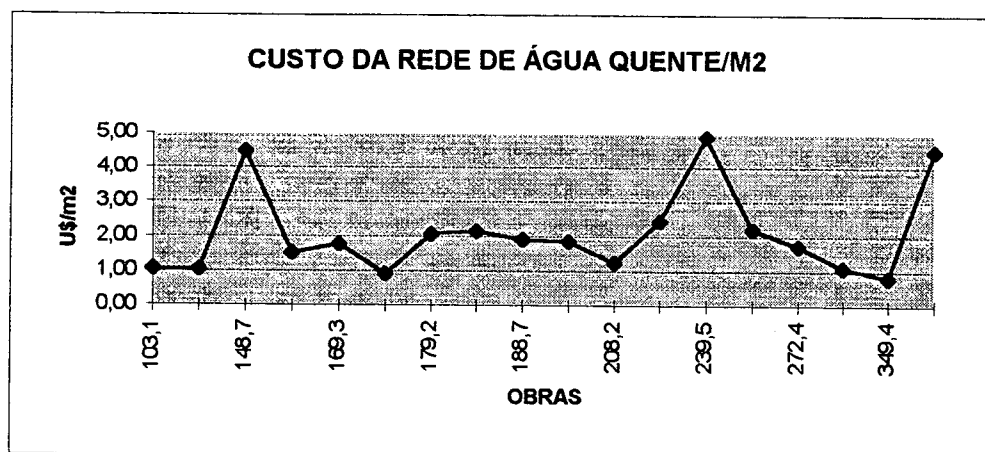


Gráfico 42- Custo da rede de água quente por metro quadrado

Tabela 98- Valores encontrados para rede água quente/m2 - U\$/m2

Valor mínimo	Valor máximo	Valor médio	Desvio padrão	CV
0,81	4,88	2,08	1,23	59%

Ao se excluir as obras 4, 14 e 20, cujas médias estão muito acima das demais, decorrente do alto custo dos respectivos aquecedores, o coeficiente de variação baixa 27 pontos percentuais, conforme a tabela:

Tabela 99- Valores encontrados com exclusão das obras 4, 14 e 20 - U\$/m2

Valor médio	Desvio padrão	CV
1,58	0,51	32%

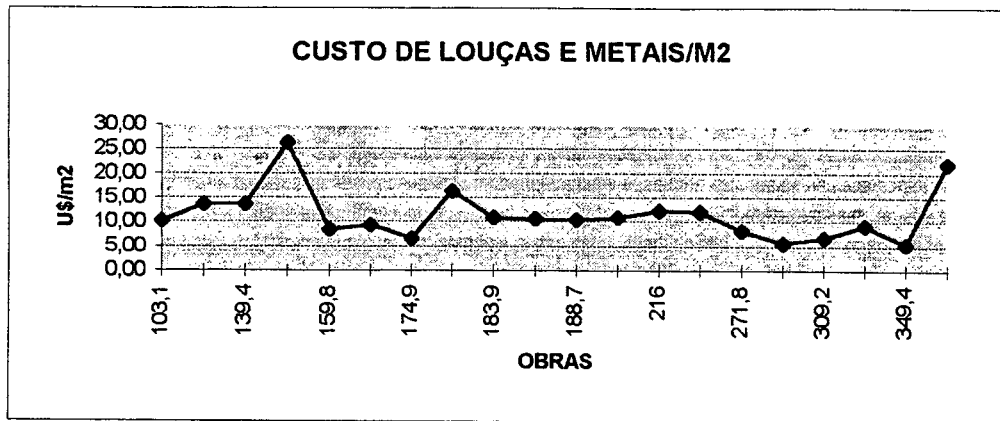


Gráfico 41- Custo de louças e metais por metro quadrado

Tabela 95- Valores encontrados para louças e metais/m2 - U\$/m2

Valor mínimo	Valor máximo	Valor médio	Desvio padrão	CV
5,30	26,21	11,25	5,18	46%

Ao excluir a obra 4 da média, os resultados estão na tabela abaixo:

Tabela 96- Valores encontrados com exclusão da obra 4 - U\$/m2

Valor médio	Desvio padrão	CV
10,42	3,90	37%

4.6.12- CUSTO DA REDE DE ÁGUA QUENTE:

A maior variação neste serviço correu por conta dos aquecedores. Se, por um lado, apenas 45% da amostra apresentaram a compra deste material, por outro lado foi encontrada uma variação ainda maior nos preços: de U\$ 85,00 a U\$ 1.176,00.

Depois dos aquecedores, os maiores custos foram o das conexões e tubos. Nestes dois itens, as variações de custo são decorrentes do material utilizado, tendo sido encontrados, nesta pesquisa, basicamente dois tipos de materiais: o cobre e a linha acquaterm da Tigre.

Os resultados para cada um dos itens está na tabela a seguir:

4.6.13- CUSTO DA REDE DE ÁGUA FRIA E ESGOTO:

Este serviço apresentou resultados bem comportados, apesar de já ter sido verificado que o consumo das tubulações é função das dimensões dos lotes. Esta é a razão pela qual a obra 12 apresenta o maior valor médio em relação às demais.

Neste grupo, os maiores custos correm por conta dos tubos de pvc, seguido pelas conexões e caixas, e pela caixa d'água e acessórios. A tabela abaixo apresenta os valores médios encontrados para cada insumo:

Tabela 100- Valores encontrados para o custo da Rede de água fria e esgoto/m2 - U\$/m2

Item	Valor médio	Desvio padrão	CV	% participação
Caixa d'água e acessórios	1,30	0,61	47%	24,07
Tubos pvc	2,02	1,06	52%	37,41
Conexões e caixas	1,38	0,58	42%	25,56
Fossas, sumidouros e cx inspeção	0,19	0,13	65%	3,52
Outros	0,51	0,30	59%	9,44
Total	5,40			100,00

Já as fossas e sumidouros pré-fabricados, que foram os tipos encontrados nesta pesquisa, têm um valor muito baixo. Nem todas as obras apresentaram compra de fossas e sumidouros pré-fabricados, levando-nos a concluir que a opção recaiu por fossas feitas em alvenaria, ficando o levantamento do seu custo difícil de apropriar.

Os resultados foram os seguintes:

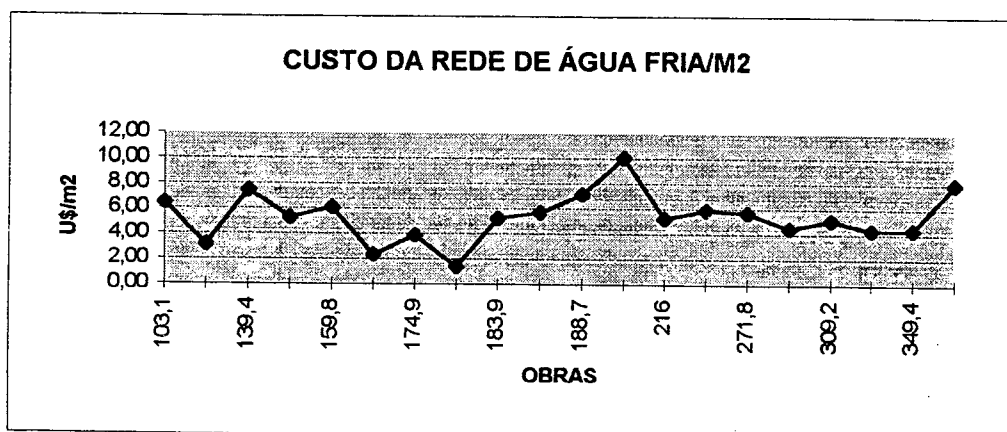


Gráfico 43- Custo da rede de água fria e esgoto por metro quadrado

Tabela 101- Valores encontrados para rede água fria/m2 - U\$/m2

Valor mínimo	Valor máximo	Valor médio	Desvio padrão	CV
1,34	10,04	5,22	1,91	37%

Com a exclusão das obras 8 e 12, que são os valores extremos do gráfico, o coeficiente de variação é bastante reduzido, dando mais confiabilidade à média encontrada:

Tabela 102- Valores encontrados com exclusão das obras 8 e 12 - U\$/m2

Valor médio	Desvio padrão	CV
5,16	1,34	26%

4.6.14- CUSTO TOTAL POR METRO QUADRADO:

O custo total por metro quadrado é resultante da soma do custo de todos os treze grupos de serviços dividido pela área de construção de cada casa. Os resultados podem ser visualizados no gráfico a seguir:

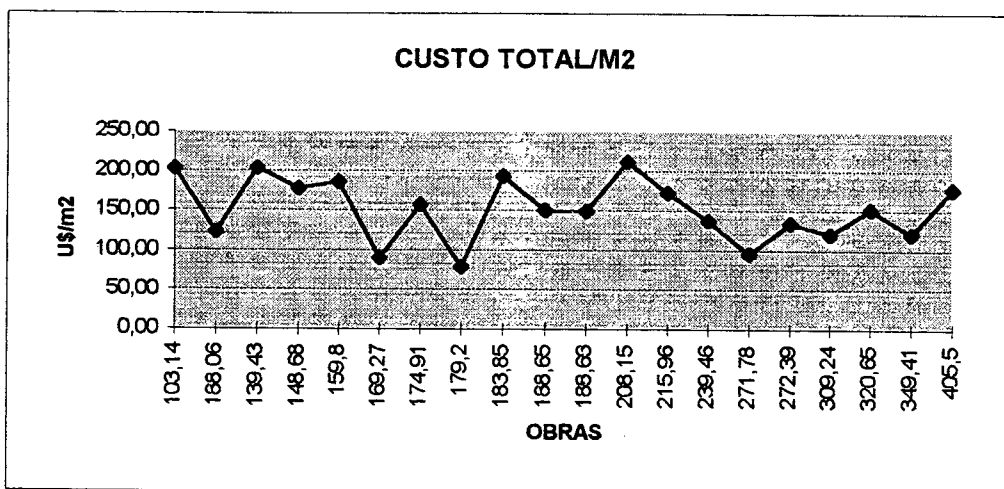


Gráfico 44- Custo total por metro quadrado

Tabela 103- Valores encontrados para custo total/m2 - U\$/m2

Valor mínimo	Valor máximo	Valor médio	Desvio padrão	CV
78,23	211,32	151,13	38,37	25%

Os valores resultantes apresentam um comportamento mais estável do que os valores de cada serviço individualmente, conforme já foi atestado por Heineck(1989). Ao excluirmos as obras construídas durante o Plano Cruzado, ou seja, obras 6 e 8, o custo médio total/m2 apresenta um coeficiente de variação melhor, conforme a tabela abaixo:

Tabela 104- Valores encontrados com a exclusão das obras 6 e 8 - U\$/m2

Valor médio	Desvio padrão	CV
158,62	32,72	21%

Neste ponto, foi consultado o SINDUSCON de Florianópolis, para verificar o CUB específico para casas de alto padrão, de três dormitórios. O valor fornecido foi de U\$ 493,22 / m², referente ao mês de Janeiro de 1996. Segundo informações fornecidas por este órgão, o custo correspondente à participação da mão-de-obra é de U\$ 247,81 /m² enquanto os materiais respondem por um valor de U\$ 245,40/m². Este valor é 58% superior ao valor encontrado nesta pesquisa, levando-nos a concluir que o CUB não pode ser considerado referência padrão para o custo de casas uni-familiares.

Por outro lado, buscou-se também averiguar o custo total médio em relação às diferentes áreas de construção, isto é, classificar as casas por área, e verificar se o custo total por metro quadrado é constante.

A classificação obedeceu o seguinte critério:

- casas entre 100 e 200 m²
- casas entre 201 e 300 m²
- casas entre 301 e 405 m²

Os resultados obtidos foram os seguintes:

Tabela 105- Valores encontrados para o custo/m² - U\$/m²

Faixas de área	Tamanho da amostra	Média	Desvio padrão	CV
Obras de 100 a 200 m ²	11	155,11	41,45	27%
Obras de 201 a 300 m ²	5	149,65	39,37	26%
Obras de 301 a 405 m ²	4	142,02	23,86	17%

Apesar da pouca representatividade da amostra para cada intervalo de área, os valores médios indicam uma diminuição do custo com o aumento da área. As casas com área variando entre 200 e 300 m² tem o custo/m² 3,5% inferior às casas entre 100 e 200 m², enquanto as situadas entre o intervalo de 300 a 400 m², têm uma redução de 5% em relação ao intervalo anterior.

Se forem excluídas da amostra as duas casas construídas durante o Plano Cruzado, ambas situadas no intervalo entre 100 e 200 m², o valor do metro quadrado médio passa para U\$ 170,99, aumentando a diferença do custo por metro quadrado para o intervalo seguinte em 12,5%, sendo que o coeficiente de variação encontrado é de 16%, bem inferior ao da tabela acima, e mais confiável.

4.6.15- CUSTO DA OBRA GROSSA:

A chamada obra grossa corresponde aos serviços necessários à construção das paredes até a cobertura, incluindo os serviços de instalação que não ficam aparentes, como as redes de água e esgoto, a tubulação elétrica, e o reboco.

Para o cálculo do custo da obra grossa por metro quadrado, foram incluídos os seguintes itens:

- materiais brutos;
- telhado;
- impermeabilização;
- rede de água quente;
- rede de água fria;
- rede elétrica: eletrodutos, caixas plásticas e outros (bocais, arames, hastes).

Os resultados foram os seguintes:

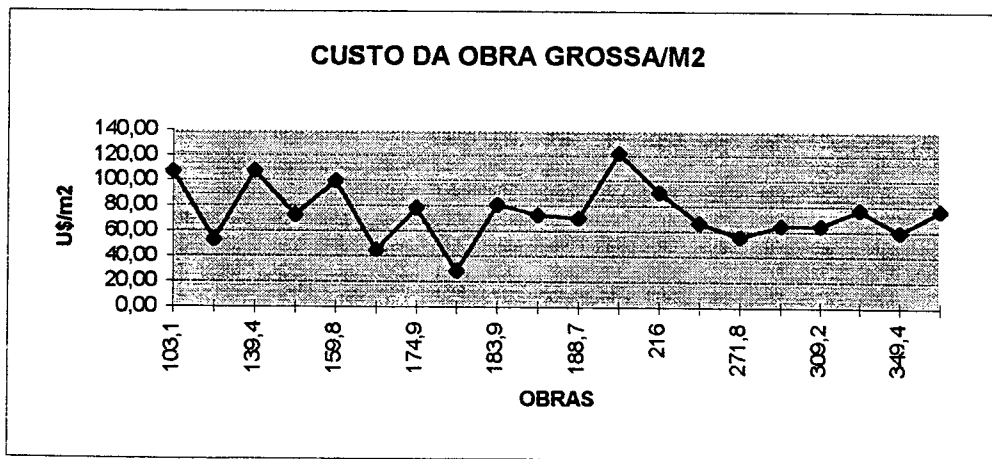


Gráfico 45- Custo da obra grossa por metro quadrado

Tabela 106- Valores encontrados para custo obra grossa/m2 - U\$/m2

Valor mínimo	Valor máximo	Valor médio	Desvio padrão	CV
28,00	122,06	74,47	22,03	30%

Com a exclusão dos valores extremos do gráfico, segundo sugere Trajano (1989), a média de custo permanece praticamente a mesma, mas o coeficiente de variação é reduzido a um número mais confiável. O comportamento da obra grossa é mais estável do que o dos serviços que a compõem individualmente, e à exceção de algumas obras, que com suas particularidades apresentam valores muito acima ou abaixo da média, o custo por metro quadrado é mais constante do que o comportamento da obra fina, que será visto em seguida.

Tabela 107- Valores encontrados com a exclusão das obras 8 e 12 - U\$/m²

Valor médio	Desvio padrão	CV
74,41	17,13	23%

4.6.16- CUSTO DA OBRA FINA:

A obra fina corresponde aos serviços de acabamento, tais como esquadrias, pintura, metais e louças e aos acabamentos da rede elétrica, como fios, quadros e interruptores.

Para o custo da obra fina, foram considerados os seguintes serviços:

- esquadrias;
- ferragens para esquadrias;
- vidros;
- pisos e azulejos;
- pintura;
- metais e louças;
- rede elétrica: quadros e disjuntores, fios, interruptores e tomadas.

Os resultados foram os seguintes:

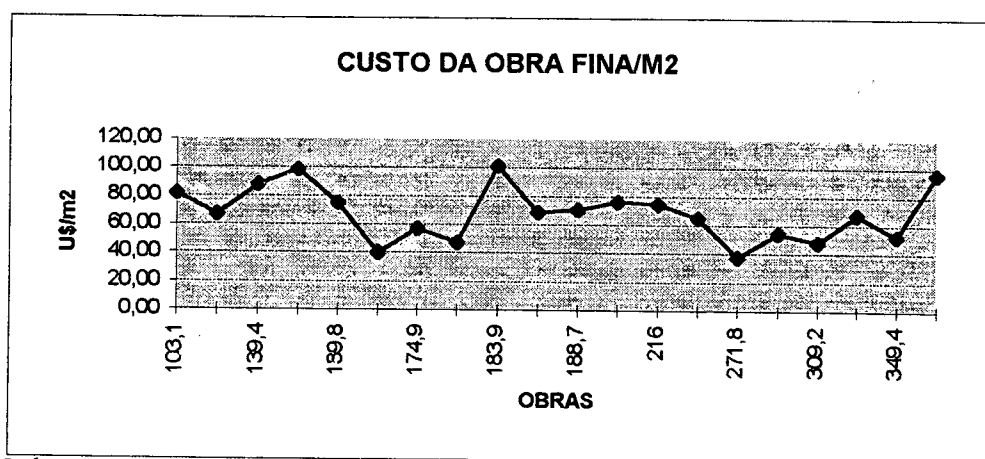


Gráfico 46- Custo da obra fina por metro quadrado

Tabela 108 - Valores encontrados para custo obra fina/m² - U\$/m²

Valor mínimo	Valor máximo	Valor médio	Desvio padrão	CV
37,56	100,67	67,92	18,18	27%

O coeficiente de variação é maior do que o da obra grossa, similar às variações encontradas nos serviços que compõem a obra fina individualmente, que são decorrentes dos materiais de acabamento, como pisos, metais e louças. A

obra fina tem o custo aproximadamente 10% inferior à obra grossa, podendo-se então afirmar que até a cobertura, incluindo as redes de água e esgoto, tem-se 50% do custo, ficando 45% para os acabamentos, e 5% para os serviços preliminares.

4.6.17- CUSTO DAS ÁREAS MOLHADAS:

Para o cálculo do custo das áreas molhadas, foram considerados os serviços que as caracterizam, encontrados nos banheiros, cozinhas e lavanderias, que são:

- rede de água quente;
- rede de água fria;
- metais e louças;
- azulejos.

Os pisos foram excluídos devido à dificuldade de apropriação, já que os pisos cerâmicos, geralmente associados às áreas molhadas, não são mais exclusividade destas áreas, sendo encontrados nos ambientes sociais, varandas e até na área íntima.

Os resultados encontrados foram os seguintes:

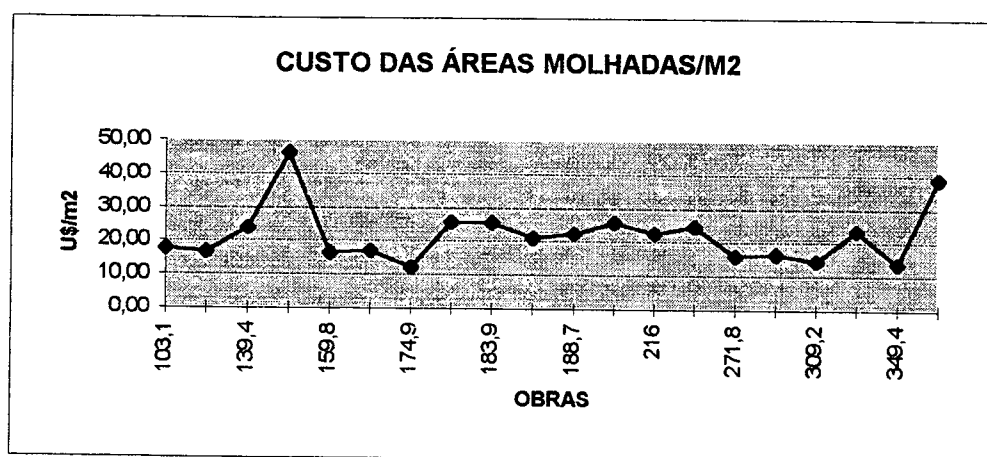


Gráfico 47- Custo das áreas molhadas por metro quadrado

Tabela 109- Valores encontrados para custo áreas molhadas/m² - U\$/m²

Valor mínimo	Valor máximo	Valor médio	Desvio padrão	CV
12,08	46,22	22,02	8,13	37%

As obras 4 e 20 apresentaram valores muito acima da média, derivados das redes de água quente e dos metais e louças, onde também apresentaram valores acima da média. Com a sua exclusão, o coeficiente de variação abaixa 14 pontos

percentuais, e a média encontrada é mais significativa, conforme pode ser visualizado abaixo:

Tabela 110- Valores encontrados com a exclusão das obras 4 e 20 - U\$/m2

Valor médio	Desvio padrão	CV
19,75	4,48	23%

Foi também plotado o gráfico para comparar os resultados do custo das áreas molhadas em relação ao número de banheiros, cozinhas e lavanderias, conforme sugerem Trajano e Mascaró. Segundo estes autores, as instalações hidro-sanitárias dependem muito mais do número de banheiros e suas especificações do que da área dos mesmos, a qual só teria uma influência secundária no comprimento das tubulações. No entanto, os valores encontrados apresentam um coeficiente de variação muito alto, e ao também excluir as obras 4 e 20, a variação encontrada é maior do que em relação à área construída. Desta maneira, considera-se que o custo das áreas molhadas tem uma melhor relação com a área de construção do que com o seu número, ou seja, o custo por m2 de banheiro varia menos que o custo total de um banheiro.

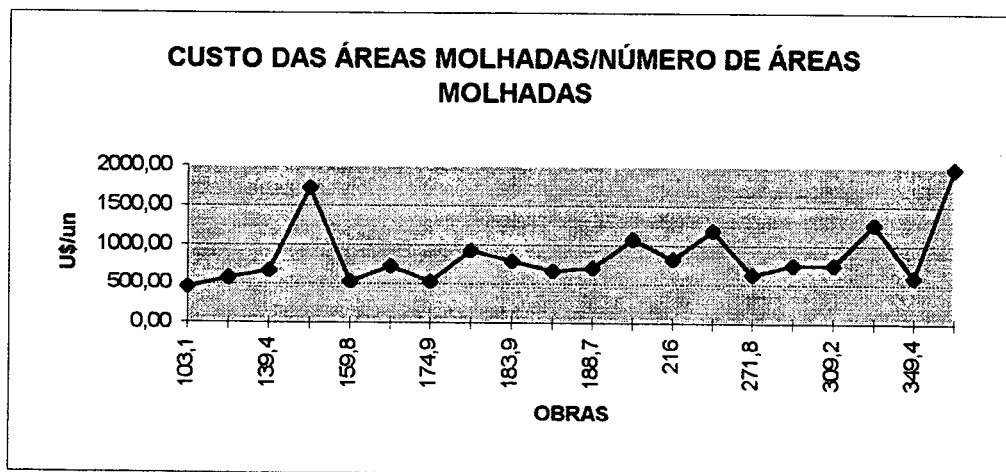


Gráfico 48- Custo das áreas molhadas em relação ao número de banheiros, cozinhas e lavanderias

Tabela 111- Valores encontrados para o custo das áreas molhadas/un - U\$/m2

Valor mínimo	Valor máximo	Valor médio	Desvio padrão	CV
453,52	1966,06	862,59	388,66	45%

Tabela 112- Valores encontrados com a exclusão das obras 4 e 20 - U\$/m2

Valor médio	Desvio padrão	CV
753,77	218,43	29%

4.6.18- APRESENTAÇÃO DOS CUSTOS POR PARTES COMPONENTES DA EDIFICAÇÃO, SEGUNDO A CLASSIFICAÇÃO DE MASCARÓ:

Mascaró(1975) classifica as partes componentes da edificação em planos horizontais e verticais, conforme já visto anteriormente. Segundo este autor, os planos verticais respondem por 41,37% do custo total para obras de edifícios, e são representados pela alvenaria, esquadrias, parte vertical da estrutura e acabamentos verticais.

Com base no agrupamento de serviços feito por este autor e por Morsch e Hirota(1986), a seguir são apresentados os custos correspondentes a residências uni-familiares:

4.6.18.1- CUSTO DAS INSTALAÇÕES:

Fazem parte do custo das instalações os seguintes serviços:

- rede de água fria e esgoto;
- rede de água quente;
- rede elétrica;
- louças e metais.

Os serviços complementares e limpeza, incluídos por Morsch & Hirota, não fizeram parte deste levantamento de dados, enquanto elevadores, instalações de incêndio e gás, e ainda compactadores de lixo, incluídos por Mascaró, são serviços não encontrados na amostra pesquisada.

Os resultados encontrados foram os seguintes:

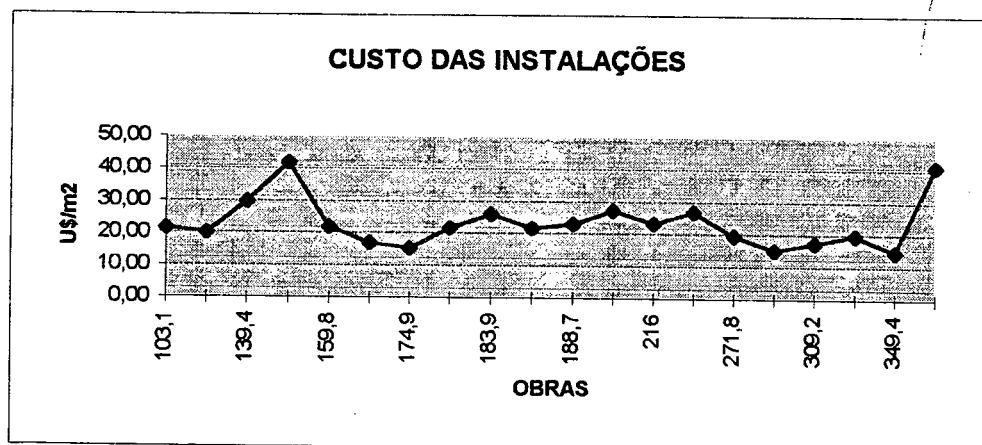


Gráfico 49- Custo das instalações por metro quadrado

Tabela 113- Valores encontrados para custo instalações/m2 -US\$/m2

Valor mínimo	Valor máximo	Valor médio	Desvio padrão	CV
14,74	41,75	23,21	7,28	31%

Com a exclusão das obras 4 e 20, devido aos motivos já citados anteriormente, a média encontrada, de U\$ 21,19 / m², apresenta um coeficiente de variação mais confiável. Porém, para os cálculos que serão apresentados posteriormente, a média adotada será a relativa a todo o universo da amostra, ou seja, U\$ 23,21 / m².

Tabela 114- Valores encontrados com a exclusão das obras 4 e 20 - U\$/m²

Valor médio	Desvio padrão	CV
21,19	4,25	20%

4.6.18.2- CUSTO DO CANTEIRO DE OBRAS:

Para este componente, o custo adotado será o mesmo dos Serviços Preliminares. Segundo os valores calculados no item 4.6.1, a média encontrada e que será utilizada é de U\$ 8,73 / m².

4.6.18.3- CUSTO DOS ELEMENTOS FORMANDO PLANOS HORIZONTAIS:

Para o cálculo dos planos horizontais, foi utilizada a classificação proposta por Morsch e Hirota (1986), e inclui os seguintes serviços:

- a) telhado
- b) impermeabilização
- c) pisos, incluindo:
 - materiais de assentamento (item 8.3)
 - outros (item 8.4)
- d) materiais brutos, incluindo:
 - cimento branco
 - aterro
 - laje
 - pedra
 - outros (item 2.16)
- e) materiais brutos que conformam a estrutura, correspondente a 80% do seu custo. Inclui os seguintes itens:
 - cimento
 - arame recozido
 - aço
 - brita
 - areia
 - pregos
 - madeira de caixaria

Os valores encontrados podem ser visualizados no gráfico a seguir:

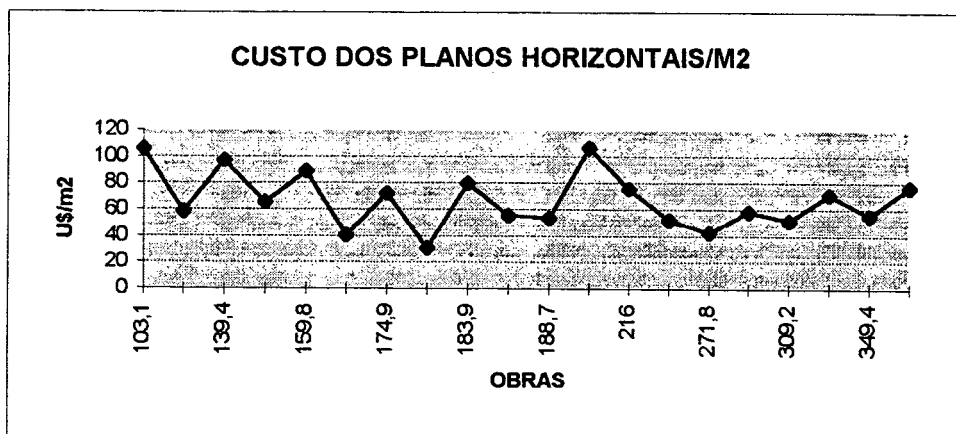


Gráfico 50- Custo dos planos horizontais por metro quadrado

Tabela 115- Valores encontrados para custo planos horizontais/m2 - U\$/m2

Valor mínimo	Valor máximo	Valor médio	Desvio padrão	CV
30,50	106,60	66,62	20,69	31%

4.6.18.4- CUSTO DOS ELEMENTOS FORMANDO PLANOS VERTICAIS:

Para o cálculo dos planos verticais, também foi utilizada a classificação proposta por Morsch e Hirota (1986), incluindo os seguintes serviços:

- a) esquadrias
- b) ferragens para esquadrias
- c) vidros
- d) pintura
- e) azulejos
- f) materiais brutos, incluindo os seguintes itens:
 - barro e saibro
 - cal
 - argamassa
 - tijolos
- g) materiais brutos que conformam a estrutura, considerando 20% dos valores encontrados para os itens:
 - cimento
 - arame recozido
 - aço
 - brita
 - areia
 - pregos
 - madeira de caixaria

Os valores encontrados foram os seguintes:

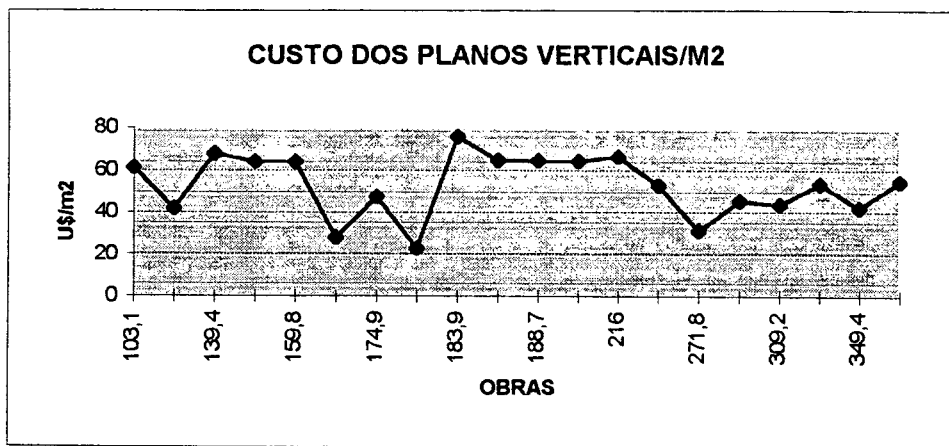


Gráfico 51- Custo dos planos verticais por metro quadrado

Tabela 116- Valores encontrados para custo planos verticais/m2 - U\$/m2

Valor mínimo	Valor máximo	Valor médio	Desvio padrão	CV
22,62	75,91	52,56	14,26	27%

4.6.18.5- COMPOSIÇÃO DO CUSTO TOTAL:

O custo total considerado é o encontrado no item 4.6.14, ou seja, U\$151,13/m2. Calculando os percentuais correspondentes a cada uma das partes componentes da edificação, o resultado é o seguinte:

Tabela 117- Composição do custo total de casas segundo a classificação de Mascaró

CLASSIFICAÇÃO DO ELEMENTO	CUSTO U\$/m2	PORCENTAGEM DO CUSTO	
		Casas - este trabalho	Mascaró - Edifícios
Canteiro de obras	8,73	5,78	5,10
Planos horizontais	66,62	44,08	29,79
Planos verticais	52,56	34,78	41,37
Instalações	23,21	15,36	23,74
TOTAL	151,12	100	100

À exceção do item Canteiro de obras, cujos percentuais estão muito próximos, os demais itens apresentam valores bem distintos. O predomínio é para os planos horizontais, com uma diferença percentual de aproximadamente 20% em relação aos planos verticais. Já as instalações apresentaram um valor inferior ao previsto por Mascaró para edifícios, naturalmente explicável pela diferença entre todas as instalações necessárias e presentes em edifícios,

que não encontram similaridade em casas, tais como elevadores, instalações de gás e contra incêndio. O predomínio dos planos horizontais deve-se ao custo do telhado, dos pisos e dos materiais brutos.

4.7- CURVA ABC DE MATERIAIS:

O levantamento de dados feito permite que se analise a participação percentual de cada insumo e o seu nível de importância no custo total de cada obra individualmente de acordo com os conceitos de curva ABC.

Alguns autores pesquisados apresentaram curvas ABC para casas uni-familiares, como Fernandez (1993) e Lopes (1990). A classificação encontrada por Fernandez teve os seguintes resultados:

Classe A = 10% dos insumos correspondem a 70% dos custos
Classe B = 30% dos insumos correspondem a 25% dos custos
Classe C = 60% dos insumos correspondem a 5% dos custos

Já na classificação de Lopes os resultados foram:

Classe A = 10% dos insumos respondem por 60% dos custos
Classe B = 30% dos insumos respondem por 30% dos custos
Classe C = 60% dos insumos respondem por 10% dos custos

Para este trabalho, a classificação ABC de materiais utilizará a mesma agregação proposta para a planilha orçamentária feita, descrita no item 3.4.1, considerando a participação percentual de cada material no custo total. Para isto, algumas considerações devem ser feitas:

- foi considerada a participação de cada item de material dos 13 grupos de serviços, e não a dos grupos, à exceção de Vidros e Impermeabilização, que não haviam sido desdobrados em nenhum item;
- os percentuais foram calculados em relação à participação do custo de cada item no custo total, para cada obra;
- para a plotagem da curva, foi calculada a média ponderada de cada item no cálculo geral, ou seja, a média encontrada para cada item em relação às vinte obras foi multiplicada por um fator de ponderação. Este fator é representado pela frequência do item nas 20 obras. Assim, materiais como cimento, por exemplo, que aparecem nas 20 obras, tem o fator de ponderação igual a 1; já o cimento branco, que aparece em apenas 4 obras, tem o fator de ponderação igual a 0,20;

- o item Portões (5.4), presente em apenas duas obras, foi agregado ao item Portas (5.1). O mesmo foi feito com o item Ferragens para portões (6.7), agregado ao item Dobradiças (6.1).

- o total de itens ou materiais para o desenho da curva foi de 67.

Os resultados da Curva ABC para o presente trabalho podem ser visualizados no desenho a seguir:

4.7.1- CURVA ABC PARA CASAS UNI-FAMILIARES:

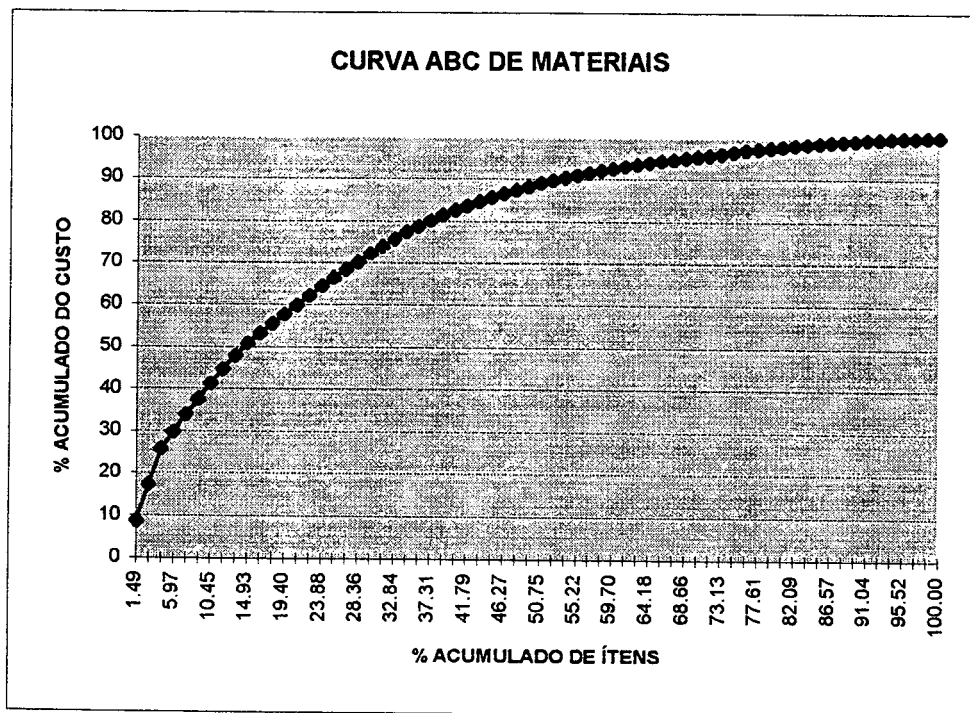


Gráfico 52- Curva ABC de materiais

O resultado para as classes é o seguinte:

Classe A = 10% dos itens respondem por 41% dos custos
 Classe B = 30% dos itens respondem por 41% dos custos
 Classe C = 60% dos itens respondem por 18% dos custos

Se, por outro lado, considerarmos a participação do custo como determinante da classe, temos:

Classe A = 20% dos itens respondem por 60% dos custos
 Classe B = 30% dos itens respondem por 30% dos custos
 Classe C = 50% dos itens respondem por 10% dos custos

De qualquer maneira que se olhe a classificação, seja por percentual de itens, seja por percentual de custos, em ambas um pequeno número de itens responde por grande parte do custo, e é a estes materiais que se deve dar mais atenção em obra.

4.7.2- MATERIAIS DE CLASSIFICAÇÃO A:

Para este trabalho, optou-se pelo custo como determinante para a classificação. Assim, temos que 20% dos itens respondem por 60% dos custos, conforme demonstra a tabela a seguir:

Tabela 118- Materiais de classificação A da curva ABC de materiais

No. do item	Item	%	% Acumulado
1	Pisos	8,66	8,66
2	Madeira para telhado	8,52	17,18
3	Cimento	8,38	25,56
4	Janelas	4,23	29,79
5	Portas	4,06	33,85
6	Telhas	3,73	37,58
7	Aço	3,71	41,29
8	Tijolos	3,40	44,69
9	Metais	3,14	47,83
10	Projetos	2,97	50,80
11	Louças	2,32	53,12
12	Laje	2,31	55,43
13	Brita	2,27	57,70
14	Tintas	2,23	59,93

A parte correspondente aos materiais brutos responde por 20,07% dos custos, o telhado por 12,25%, as esquadrias por 8,29% e os pisos por 8,66%. Estes resultados são muito semelhantes aos encontrados por Lopes (1992):

- 24% dos custos para estrutura;
- 12% dos custos para o telhado;
- 8,54% para esquadrias.

Ao compararmos os resultados desta pesquisa com os resultados obtidos por Lopes e Fernandez, tem-se o seguinte:

Tabela 119- Valores encontrados para a classificação A de materiais na literatura pesquisada

No. do item	Lopes	Fernandez
1	Cimento	Azulejos
2	Verba inst. elétrica	emboço paredes
3	Tijolos	Laje
4	Janelas	Madeira telhado
5	Inst. hidráulica	Tábua corrida piso
6	Tábuas brutas	Emassamento de parede
7	Ferros	Tijolos
8	Madeira para telhado	Concreto
9	Telhas cerâmicas	Telha colonial
10	Material para pintura	Janelas com ferragens
11	Portas	
12	Brita	

4.7.3- MATERIAIS DE CLASSIFICAÇÃO B:

Os materiais pertencentes à classificação B respondem por 30% dos custos, e correspondem a 30% dos insumos, conforme ilustra a tabela abaixo:

Tabela 120- Materiais de classificação B da curva ABC de materiais

No. do item	Item	%	% Acumulado
1	Vidros	2,22	2,22
2	Azulejos	2,21	4,43
3	Madeira de caixaria	2,05	6,48
4	Fechaduras e fechos	2,02	8,50
5	Areia	1,91	10,41
6	Portas-janelas	1,90	12,31
7	Materiais brutos-outros	1,73	14,04
8	Argamassa	1,71	15,75
9	Cubas, tanques e tampos	1,70	17,45
10	Tubos pvc	1,33	18,78
11	Ferragens para janelas correr	1,32	20,10
12	Aterro	1,28	21,38
13	Verniz e osmocolor	1,18	22,56
14	Barracão de obras	1,15	23,71
15	Fios elétricos	1,04	24,75
16	Dobradiças	0,94	25,69
17	Conexões e caixas de pvc	0,90	26,59
18	Rodapés, soleiras e corrimões	0,89	27,48
19	Caixa água e acessórios	0,86	28,34
20	Interruptores e tomadas	0,77	29,11
21	complementos de banheiro	0,64	29,75

Nesta classificação, os materiais brutos respondem por 8,68% dos custos, as ferragens para esquadrias por 4,28% e a rede de água fria por 4,27%.

4.7.4- MATERIAIS DE CLASSIFICAÇÃO C:

Nesta categoria estão 50% dos materiais, respondendo por 10% dos custos, conforme pode ser visto na tabela a seguir:

Tabela 121- Materiais de classificação C da curva ABC de materiais

No. do item	Item	%	% Acumulado
1	Aquecedores	0,60	0,60
2	Seladores	0,60	1,20
3	Ferragens p/ janelas de abrir	0,56	1,76
4	Telhado - outros	0,55	2,31
5	Eletrodutos	0,53	2,84
6	Ferragens p/ janelas maxim-ar	0,49	3,33
7	Entrada energia elétrica	0,45	3,78
8	Materiais auxiliares pintura	0,44	4,22
9	Impermeabilização	0,38	4,60
10	Conexões água quente	0,38	4,98
11	Cal	0,37	5,35
12	Tubos água quente	0,36	5,71
13	Materiais assentam. pisos	0,36	6,07
14	Terraplenagem	0,36	6,43
15	Pregos	0,36	6,79
16	Equipamentos de canteiro	0,36	7,15
17	Inst. água fria - outros	0,34	7,49
18	Quadros e disjuntores	0,32	7,81
19	Parafusos	0,32	8,13
20	Serv. Preliminares - outros	0,30	8,43
21	Massa corrida	0,29	8,72
22	Metais e louças - outros	0,26	8,98
23	Rede elétrica - outros	0,20	9,18
24	Caixas plásticas	0,19	9,37
25	Esquadrias - outros	0,17	9,54
26	Pedra	0,17	9,71
27	Barro e saibro	0,17	9,88
28	Equipamentos de pintura	0,16	10,04
29	Fossas e sumidouros	0,12	10,16
30	Arame recozido	0,11	10,27
31	Rede água quente - outros	0,05	10,32
32	Cimento branco	0,02	10,34

4.8- PARTICIPAÇÃO PERCENTUAL DOS SERVIÇOS NO CUSTO TOTAL:

O problema da distribuição percentual dos custos em obras está no grande intervalo de variação dos percentuais, e na

falta de padronização dos critérios para composição dos custos e para agrupamento de serviços (Trajano,1994).

Este trabalho propôs uma forma de apropriação dos custos um pouco diferente da encontrada na literatura, devido às particularidades do levantamento de dados feito, o que tende a dificultar comparações dos resultados encontrados com os demais critérios de apropriação vigentes. No entanto, e apesar da variabilidade também encontrada nesta pesquisa, foi possível determinar, para os serviços propostos, o percentual médio de participação de cada serviço no custo total, custo este referente aos materiais de construção. O gráfico abaixo apresenta estes resultados:

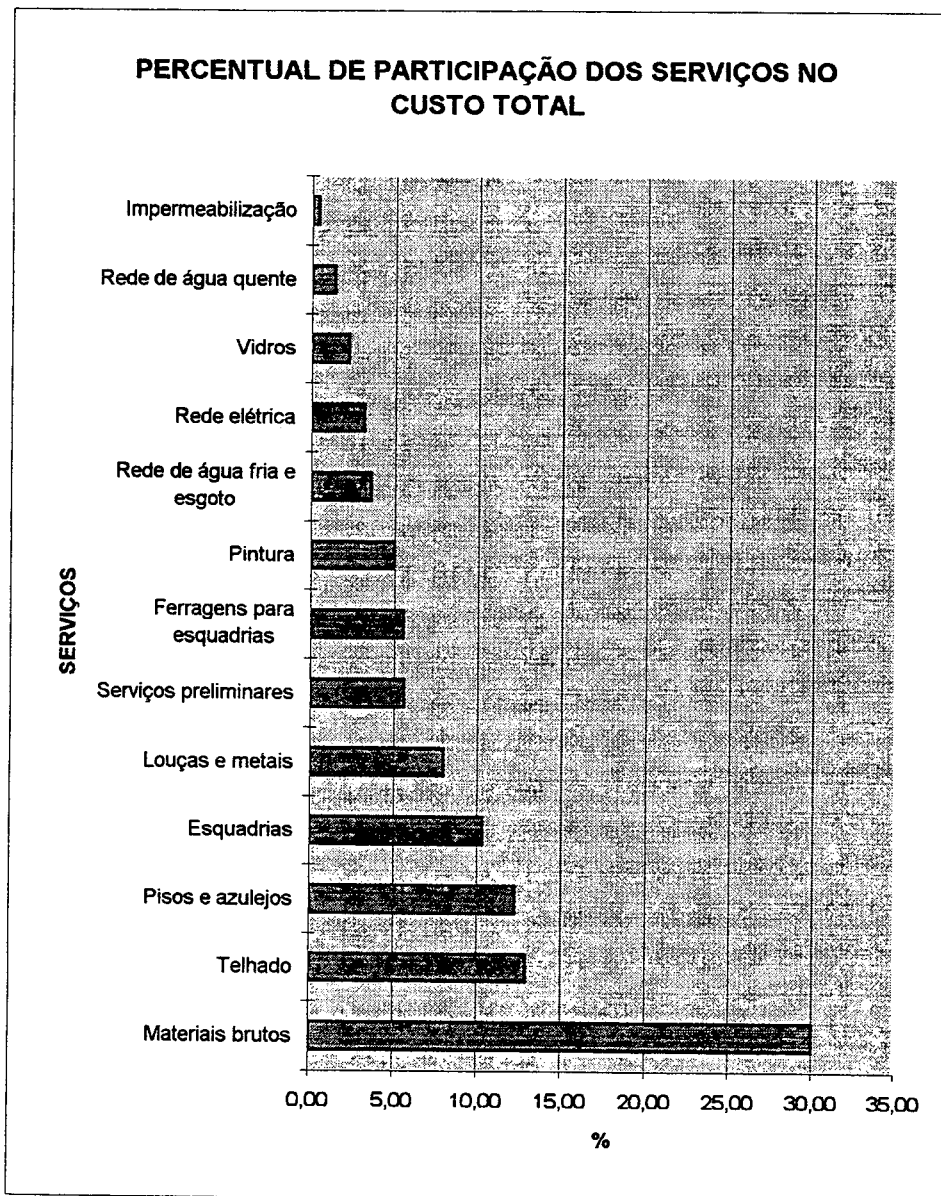


Gráfico 53- Percentual de participação dos serviços no custo total

Como já visto na classificação ABC apresentada anteriormente, os materiais de maior custo pertencem também aos serviços mais representativos, como os referentes à obra bruta (materiais brutos e telhado) e aos materiais de acabamento, como pisos, esquadrias, louças e metais. A tabela abaixo permite a visualização destes percentuais médios:

Tabela 122- Percentual de participação dos serviços no custo total

Serviço	% Participação
1- Serviços preliminares	5,55
2- Materiais brutos	30,02
3- Telhado	12,91
4- Impermeabilização	0,39
5- Esquadrias	10,29
6- Ferragens para esquadrias	5,53
7- Vidros	2,19
8- Pisos e azulejos	12,28
9- Pintura	4,94
10- Rede elétrica	3,10
11- Louças e metais	7,97
12- Rede de água quente	1,33
13- Rede de água fria e esgoto	3,51
Total	100

Procurou-se, na literatura, os percentuais médios encontrados relativos a casas. O trabalho de Fernandez (1993), cuja proposta é a orçamentação de casas, apresenta uma classificação ABC para os custos dos serviços misturando materiais e serviços, impossibilitando comparação com os resultados desta pesquisa.

Já os trabalhos de Trajano (1989) e Faillace (Morsch & Hirota, 1986) apresentam diferenças na classificação dos serviços entre si e em relação a este trabalho, mas os serviços que aparecem em comum podem ser comparados. O trabalho de Trajano é referente a casas, mas não apresenta a tipologia nem o padrão de acabamento, enquanto o trabalho de Faillace diz respeito a prédios públicos de até dois pavimentos, como escolas, cadeias e fóruns.

Tabela 123- Percentuais de participação dos serviços no custo total segundo a literatura pesquisada

Serviço	% Faillace	% Trajano	% deste trabalho
Serviços preliminares	1,39	17,86	5,55
Fundações	0,59	6,00	
Estruturas	31,20	7,37	
Alvenaria	7,96	7,50	30,41
Cobertura e madeiramento	5,94	7,81	12,91
Esquadrias, ferragens e vidros	10,85	8,24	18,01
Revestimento e pintura	13,89	17,05	4,94
Pisos e rodapés	8,46	7,68	12,28
Instalações hidro-sanitárias	8,05	8,18	12,81
Instalação elétrica	6,27	4,62	3,10
Serviços complementares	5,40	5,50	
Outros custos		2,19	
Total	100,00	100,00	100,00

Como pôde ser visto na tabela anterior, as diferenças são muito grandes, principalmente nos serviços preliminares, na cobertura e nas esquadrias, confirmando as afirmações de Trajano (1989). Já as instalações apresentam percentuais próximos, confirmando os resultados desta pesquisa, pois foram nestes serviços que os coeficientes de variação apresentaram os melhores resultados. As diferenças nos revestimentos e pintura correm por conta da apropriação usada pelos autores, que incluem o reboco.

4.9- ANÁLISE DOS PRAZOS DE EXECUÇÃO:

Os dados da planilha orçamentária de cada obra foram transportados para uma outra planilha intitulada de cronograma financeiro, a qual tinha por objetivo mostrar os gastos com cada material e cada serviço mensalmente, bem como o desembolso total mensal, tanto em valores monetários como em percentuais. Dessa maneira, poder-se-ia não só gerar as curvas S de desembolso financeiro para cada obra, como também analisar o comportamento das diversas políticas de compra, e ainda analisar os prazos de execução de cada serviço, bem como os materiais que são utilizados por mais tempo no canteiro de obras.

Algumas das obras analisadas apresentaram diferenças entre o tempo de compras e o tempo de obra propriamente dito. O tempo de obra pode ser definido como o período em que estão, no canteiro, todos os recursos necessários à construção, ao passo que o tempo de compras, ou de desembolsos, corresponde ao período onde ocorrem despesas com a construção, mesmo que ela esteja concluída ou ainda nem iniciada. É o caso das despesas com projetos, normalmente anteriores à construção, e de despesas complementares, como compras de complementos de banheiro e box, que em muitos casos ocorrem meses após a obra estar concluída.

4.9.1- TEMPO DE OBRA E TEMPO DE COMPRAS:

O levantamento de dados feito permitiu que se aferisse os tempos de compra e de obras para cada casa. Por outro lado, também permitiu que se identificasse dois tipos distintos de proprietários: aqueles que constroem de acordo com a sua disponibilidade financeira do momento, ou seja, de acordo com seus rendimentos mensais, e aqueles que constroem tendo todo o montante necessário guardado, seja em cadernetas de poupança, seja aplicado em algum investimento de mercado. Esta distinção é possível de ser identificada através da análise dos tempos de obra e de compras.

Neste levantamento, apenas três obras tiveram o prazo de obras superior a 24 meses, e este prazo não tem nenhuma relação com a área de construção, conforme será visto em seguida. Estas três obras, por apresentarem um comportamento atípico em relação às demais, foram excluídas dos cálculos que serão apresentados a seguir, e foram classificadas como obras gerenciadas pela disponibilidade salarial dos proprietários.

O gráfico abaixo ilustra as diferenças entre os tempos de compra e de obra, para a amostra pesquisada:

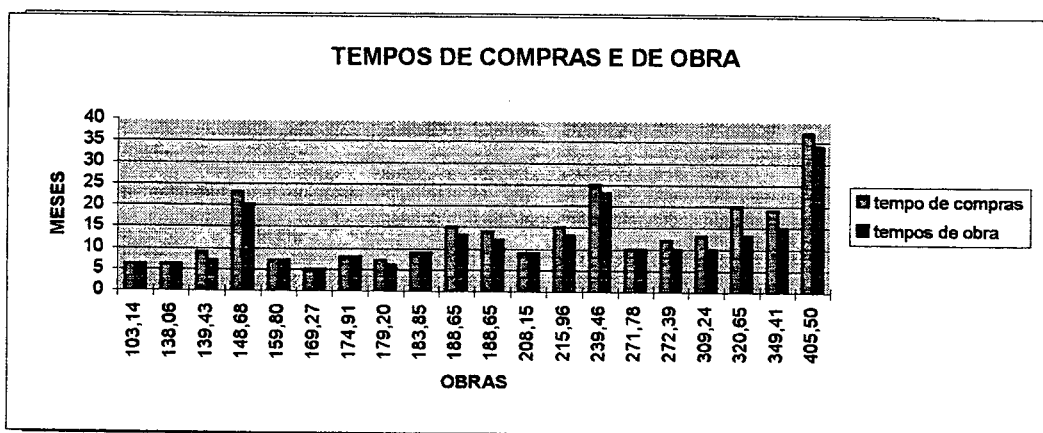


Gráfico 54- Tempos de compras e de obra

Com a exclusão das três obras citadas, as médias para os tempos de compra e de obra encontradas foram as seguintes:

Tabela 124 - Valores encontrados para os tempos de compras e de obra - meses

	Tempo mínimo	Tempo máximo	Tempo médio	Desvio padrão	CV
Tempo de compras	5	20	10,82	4,41	41%
Tempo de obra	5	15	9,35	2,93	31%

O tempo médio de obras encontrado, 9,35 meses, situa-se em um intervalo muito grande, que vai de 5 a 15 meses. Já o tempo de compras, com uma média de 10,82 meses, situa-se em um intervalo de tempo ainda maior, ou seja, entre 5 e 20 meses.

Na média, a diferença entre o tempo de compras e de obras é de apenas um mês, mas como os coeficientes de variação estão muito altos, procurou-se verificar como se comportam estes tempos em relação às áreas de construção.

4.9.2- TEMPOS DE OBRA E COMPRAS EM RELAÇÃO À ÁREA DE CONSTRUÇÃO:

As obras analisadas apresentam uma área de construção variando entre 103,14 m² e 405,5 m². Áreas tão distintas requerem tempos de execução também distintos, e para melhor definir os prazos médios de construção e de compras, elas foram agrupadas nos seguintes intervalos:

- casas entre 100 e 200 m²
- casas entre 200 e 300 m²
- casas entre 300 e 405 m²

A tabela a seguir mostra os tempos de obras para a classificação proposta:

Tabela 125- Valores encontrados para os tempos de obra - meses

Faixas de área	Tempo mínimo	Tempo máximo	Tempo médio	Desvio padrão	CV
Casas entre 100 e 200 m ²	5	13	7,90	2,55	32%
Casas entre 200 e 300 m ²	9	13	10,50	1,50	14%
Casas entre 300 e 400 m ²	10	13	12,67	2,05	16%

Conforme pode ser observado, o tempo médio varia em função da área, com coeficientes de variação aceitáveis, à exceção das obras entre 100 e 200 m², cujo intervalo de 5 a 13 meses é bem amplo.

Para o tempo de compras, ocorreu exatamente o mesmo, conforme atesta a tabela abaixo:

Tabela 126 - Valores encontrados para os tempos de compras - meses

Faixas de área	Tempo mínimo	Tempo máximo	Tempo médio	Desvio padrão	CV
Casas entre 100 e 200 m ²	5	15	8,60	3,20	37%
Casas entre 200 e 300 m ²	9	15	11,50	2,29	20%
Casas entre 300 e 400 m ²	13	20	17,33	3,09	18%

Verifica-se também que a diferença entre o tempo de compras e o de obras se acentua à medida que a área aumenta, permanecendo constante para as obras até 300 m², ou seja, um mês de diferença.

O trabalho de Fernandez (1993) apresenta uma tabela com a variação do prazo de execução de casas em relação à área total. Seus resultados podem ser comparados a seguir, e são muito semelhantes:

Tabela 127 - Valores encontrados para a duração da construção de casas - meses

Faixas de área	Prazo (meses)	
	Fernandez	Este trabalho
Entre 100 e 200	5 a 8	7,90
Entre 200 e 300	8 a 9	10,50
Entre 300 e 500	10 a 12	12,67

4.9.3- MATERIAIS E SERVIÇOS COM MAIORES PRAZOS DE EXECUÇÃO:

Através dos cronogramas financeiros foi possível determinar quais serviços apresentaram os maiores prazos de alocação de recursos. Também para esta análise considerou-se a classificação das obras de acordo com a área de construção.

Os serviços que tiveram os maiores prazos de execução na amostra analisada foram:

- Serviços preliminares, devido às despesas de canteiro, que ocorrem durante toda a obra, e aos projetos, normalmente anteriores;
- Materiais brutos;
- Rede elétrica, pela descontinuidade característica e pela interface com outros serviços;
- Rede de água fria, pelos mesmos motivos da rede elétrica.

Os serviços preliminares apresentaram os seguintes resultados:

Tabela 128 - Valores encontrados para os tempos de execução dos serviços preliminares - meses

Faixas de área	Tempo mínimo	Tempo máximo	Tempo médio	Desvio padrão	CV
Casas entre 100 e 200 m ²	1	10	6,70	2,49	37%
Casas entre 200 e 300 m ²	5	12	8,75	2,49	28%
Casas entre 300 e 400 m ²	5	12	9,67	3,30	34%

Os serviços preliminares apresentam não só variação nos custos como também nos prazos.

Os materiais brutos, que em suma conformam a edificação, têm o seu prazo de ocorrência muito próximo do tempo de obra, e pode-se afirmar que a sua utilização está diretamente relacionada ao tempo de obra. Também neste serviço as melhores relações ocorrem com obras acima de 200 m².

Tabela 129- Valores encontrados para os tempos de execução dos materiais brutos - meses

Faixas de área	Tempo mínimo	Tempo máximo	Tempo médio	Desvio padrão	CV
Casas entre 100 e 200 m ²	4	11	6,20	2,14	34%
Casas entre 200 e 300 m ²	9	11	9,75	0,83	9%
Casas entre 300 e 400 m ²	10	13	11,67	1,25	11%

Foi neste grupo de serviços que se encontraram os materiais que mais tempo são utilizados em obra, que são o cimento, a areia e os pregos. A tabela abaixo mostra o tempo de consumo de cimento, de acordo com as áreas de construção:

Tabela 130 - Valores encontrados para os tempos de consumo de cimento - meses

Faixas de área	Tempo mínimo	Tempo máximo	Tempo médio	Desvio padrão	CV
Casas entre 100 e 200 m ²	4	7	4,90	1,14	23%
Casas entre 200 e 300 m ²	5	10	7,25	1,79	25%
Casas entre 300 e 400 m ²	7	11	8,33	1,89	23%

O cimento é o material que é utilizado por mais tempo em obra, e sua variação é constante em relação às diferentes áreas de construção. O comportamento da areia e dos pregos pode ser observado a seguir:

Tabela 131- Valores encontrados para os tempos de consumo de areia - meses

Faixas de área	Tempo mínimo	Tempo máximo	Tempo médio	Desvio padrão	CV
Casas entre 100 e 200 m ²	2	5	3,80	1,08	28%
Casas entre 200 e 300 m ²	5	7	6,50	1,12	17%
Casas entre 300 e 400 m ²	8	11	9,33	1,25	13%

Tabela 132- Valores encontrados para os tempos de consumo de pregos - meses

Faixas de área	Tempo mínimo	Tempo máximo	Tempo médio	Desvio padrão	CV
Casas entre 100 e 200 m ²	3	8	4,10	1,45	35%
Casas entre 200 e 300 m ²	5	9	6,00	1,73	29%
Casas entre 300 e 400 m ²	5	8	7,00	1,41	20%

À medida que aumenta a área de construção, diminui a variação encontrada para ambos os materiais.

O terceiro serviço de maior tempo de execução é a Rede elétrica, pois não é um serviço contínuo. Inicialmente é feita a rede de eletrodutos junto com o concreto das lajes. Posteriormente ocorrem os rasgos na alvenaria para colocação dos eletrodutos nas paredes, e finalmente são colocados os fios, quadros, interruptores e tomadas, por ocasião dos acabamentos, já no final da obra. A variação, para este serviço, mantém a mesma relação com a área de construção. Os tempos médios encontrados foram os seguintes:

Tabela 133- Valores encontrados para os tempos de execução da rede elétrica - meses

Faixas de área	Tempo mínimo	Tempo máximo	Tempo médio	Desvio padrão	CV
Casas entre 100 e 200 m ²	3	8	4,70	1,85	39%
Casas entre 200 e 300 m ²	5	8	7,00	1,22	17%
Casas entre 300 e 400 m ²	8	11	9,33	1,25	13%

A rede de água fria e esgoto sofre a mesma descontinuidade da rede elétrica, e foi o serviço com a quarta colocação quanto ao tempo de execução, conforme ilustra a tabela abaixo:

Tabela 134- Valores encontrados para os tempos de execução da rede de água fria e esgoto - meses

Faixas de área	Tempo mínimo	Tempo máximo	Tempo médio	Desvio padrão	CV
Casas entre 100 e 200 m ²	2	7	4,40	1,36	31%
Casas entre 200 e 300 m ²	5	7	6,50	0,87	13%
Casas entre 300 e 400 m ²	7	11	9,00	1,63	18%

4.9.4- CURVAS S DE DESEMBOLSO FINANCEIRO:

Os vários usos da curva S já foram descritos anteriormente, e para este trabalho o seu conceito será utilizado em termos de análise da política de compras das obras pesquisadas.

Os dados para conformação das curvas S foram extraídos diretamente dos cronogramas financeiros, e espelham o montante mensal efetivamente empregado nas obras. Para melhor visualização dos resultados, foram plotados os gráficos de acordo com a classificação em relação à área de construção, devido às diferenças encontradas entre os prazos de execução das obras de diferentes portes. Os resultados podem ser visualizados nos gráficos a seguir:

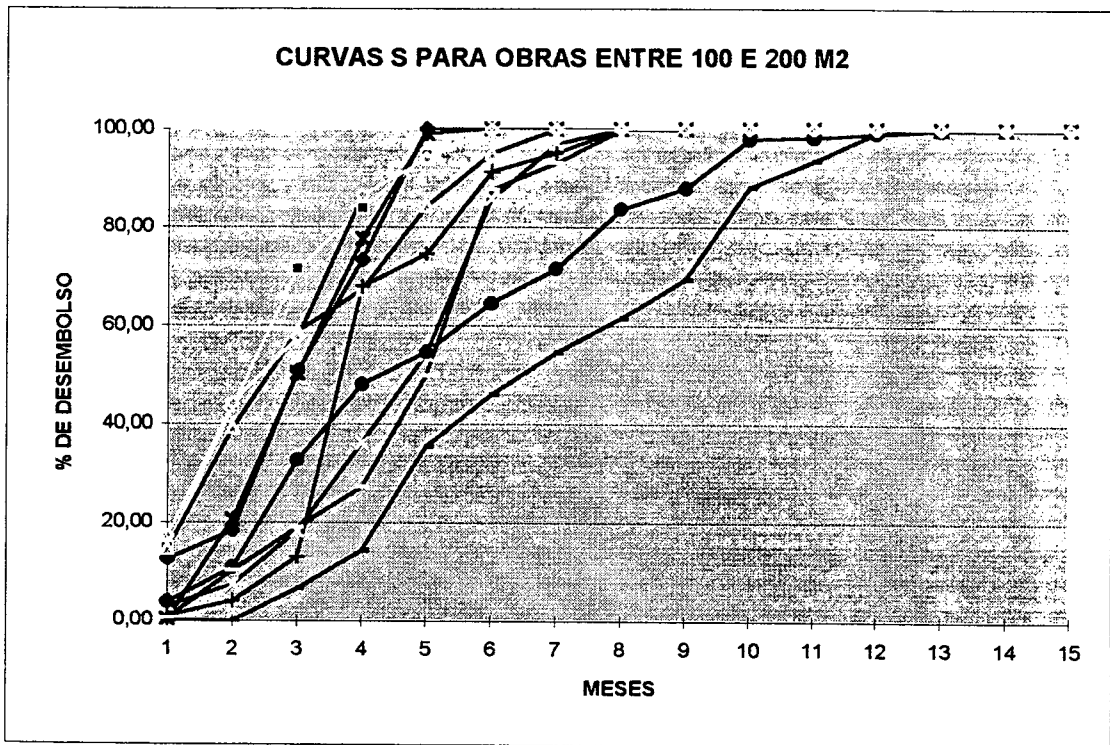


Gráfico 55 - Curvas S para casas entre 100 e 200 m2

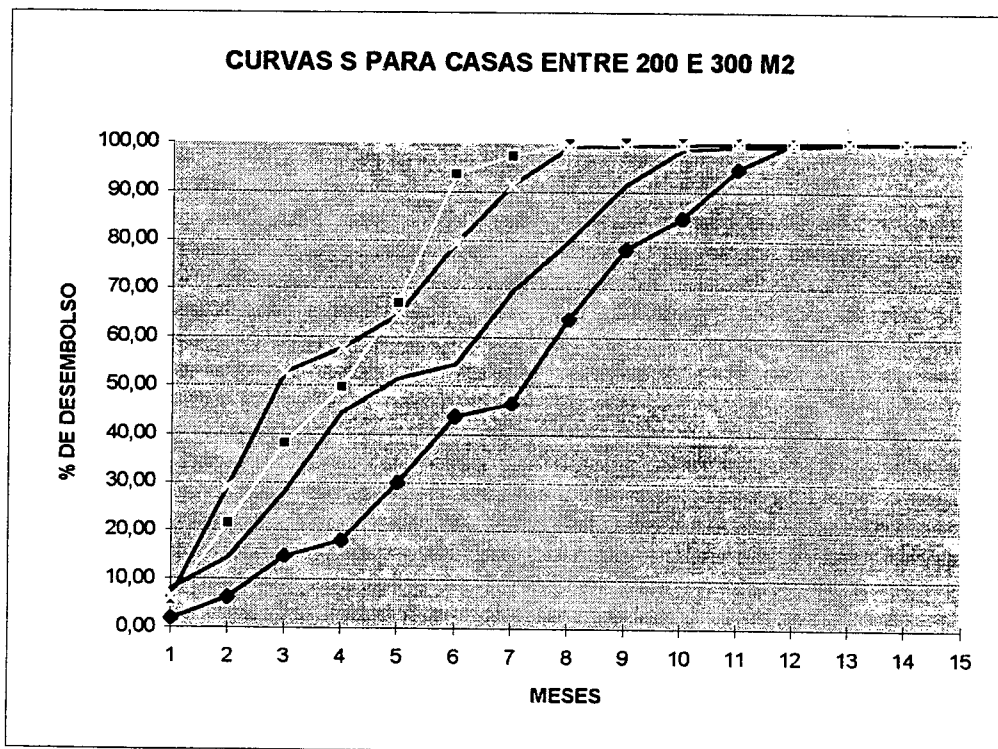


Gráfico 56 - Curvas S para casas entre 200 e 300 m2

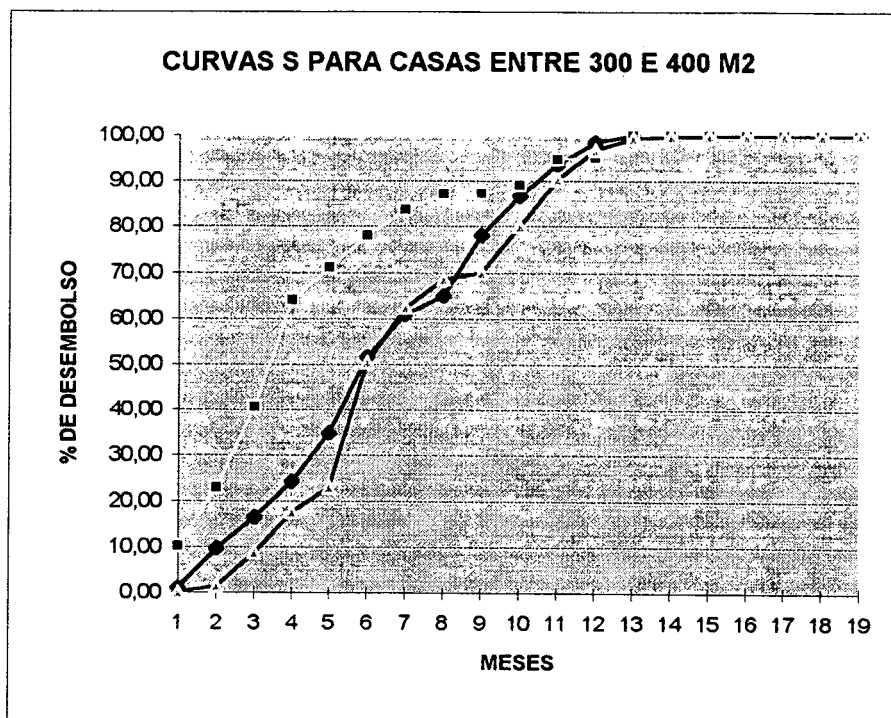


Gráfico 57- Curvas S para casas entre 300 e 400 m2

Em todos os gráficos as curvas são distintas, função da política de compras. Há obras onde se verificam grandes desembolsos nos primeiros meses de obra, resultantes de compras de materiais de acabamento que só serão utilizados meses mais tarde. Isto ocorre como uma defesa encontrada pelo proprietário contra a desvalorização do seu capital face à inflação galopante vivida em alguns períodos. Como os materiais de acabamento têm um custo muito alto comparado aos custos iniciais, e existe facilidade de estocá-los, é natural que recaía sobre eles a opção de compra antecipada.

Esta política ocorre independente da área de construção, gerando curvas com maiores inclinações nos primeiros meses de obra.

CAPÍTULO 5- CONCLUSÃO

Como os dados foram tratados em relação a diferentes aspectos, como consumo, custos e geometria, a conclusão será apresentada de acordo com a análise feita.

5.1- INDICADORES DE RACIONALIDADE DE PROJETO:

Os indicadores de racionalidade de projeto, como o nome já indica, visam a medir o desempenho dos diversos projetos. Neste trabalho, para o seu cálculo, foram considerados os valores encontrados nas planilhas orçamentárias de cada obra. Portanto, os números trabalhados espelham a realidade da obra, onde além do consumo efetivo, estão incluídas eventuais perdas. O quadro abaixo apresenta o resumo dos valores encontrados:

Tabela 135- Quadro-resumo dos indicadores de racionalidade de projeto

INDICADOR	VALOR ENCONTRADO	CV
1- Percentual da área total ocupada pela área de circulação	7,61%	33,57%
2- Índice de compacidade	76%	10,35%
3- Densidade de paredes	0.10	28%
4- Relação entre o comprimento das tubulações hidráulicas e o número de pontos	15,43 m/pontos	37%
5- Relação entre o comprimento dos eletrodutos e o número de pontos	4,29 m/pontos	24%
6- Relação entre o peso do aço e a área construída	8,68 kg/m ²	34%
7- Relação entre a área de formas e a área construída	2,26 m ² /m ²	46%

Dentre todos os indicadores propostos pelo Sistema de Indicadores (Oliveira et alli, 1995), aquele que melhores resultados apresentou foi o Índice de Compacidade, com uma variância de 10%. Apesar de todas as obras analisadas terem sido projetadas por diferentes profissionais, e terem áreas e programas arquitetônicos diferentes, ainda assim a compacidade média da amostra, de 76%, é considerada ótima.

O percentual da área total ocupado pela área de circulação também apresentou resultados ótimos, quando comparado aos

valores de referência da literatura, apesar do coeficiente de variação alto (33%). A média encontrada, de 7,61% tem o valor de 5,14% correspondente à circulação horizontal e 2,55% correspondente à circulação vertical.

A densidade de paredes apresentou resultados também considerados ótimos, com uma média ligeiramente inferior a 10% da área total ocupada pelas paredes.

Já os indicadores que visam medir a racionalidade da estrutura apresentaram uma variação maior, principalmente na área de fôrmas, cuja média também ficou acima dos valores de referência da literatura. O consumo de aço ficou na média, com 8,68 Kg/m².

Por outro lado, os indicadores relativos à racionalidade dos projetos de instalação hidráulica e elétrica não podem ser comparados com os valores divulgados para edifícios, visto que em casas existe toda a rede externa à edificação. A média para as tubulações hidráulicas encontrada foi de 15,43 m/pontos contra 4,61 m/pontos para edifícios, enquanto que o valor médio para os eletrodutos ficou em 4,29 m/pontos, contra 3,13 m/pontos para edifícios. O comportamento dos eletrodutos também apresentou uma variação menor que o das tubulações hidráulicas, que pode derivar tanto da baixa concentração dos pontos hidráulicos como ser função das dimensões dos terrenos.

5.2- ANÁLISE DOS ASPECTOS GEOMÉTRICOS:

As variáveis de caráter geométrico apresentaram boas relações, à exceção da área de garagens e de varandas. O quadro abaixo apresenta o resumo dos valores encontrados:

Tabela 136- Quadro-resumo dos aspectos geométricos

ÍNDICE	VALOR ENCONTRADO	CV
1- Área de garagens/m ²	13,21%	31%
2- Área de varandas/m ²	12%	41%
3- Área de telhado/m ²	65,61%	21%
4- Área de pisos frios/m ²	15,25%	18%
5- Número de banheiros/m ²	0,016	21%
6- Área de esquadrias/m ²	27,61%	23%
7- Número de portas/m ²	0,06	15%
8- Área útil média dos cômodos	11,35m ²	19%
9- Perímetro médio dos cômodos	13,55m	14%

A área de garagens ocupou, em média, 13,21% da área total, enquanto a de varandas, 12%, porém com coeficientes de

variação altos, não permitindo que os números encontrados sejam utilizados como parâmetro de projeto. Ambas as áreas são decisões de projeto que dependem exclusivamente do desejo dos proprietários.

A média encontrada para a área de telhados/m² foi de 65,61% da área construída total, identificando a verticalização dos partidos arquitetônicos estudados.

Já a área de pisos frios/m² apresentou um comportamento mais estável, com uma média de 15,25% da área total ocupada por banheiros, cozinha e lavanderia, do que o número de banheiros/m², que apresentou uma variação maior. Ainda assim, a média encontrada, de um banheiro a cada 62 m² de área pode ser considerada coerente em termos de partido arquitetônico.

O comportamento das esquadrias teve algumas peculiaridades de acordo com a tipologia. Portas e janelas apresentaram variações menores, em torno de 20%, enquanto portas-janelas apresentaram uma variação muito maior, de 58%, função tanto do partido arquitetônico adotado como de seu alto custo. Em média, as esquadrias têm uma área equivalente a 27,61% da área construída total, sendo que 21,84% correspondem a portas e janelas.

O número de portas/m², que segundo Trajano(1989) é função do número de cômodos, nesta pesquisa demonstrou que também está relacionado à integração entre os ambientes, comprovada pela baixa densidade de paredes encontrada. Nos projetos estudados verificou-se que não existem muitas paredes entre salas e cozinhas, com consequências diretas sobre o número de portas.

Para concluir a análise geométrica, o perímetro médio dos cômodos apresentou um comportamento mais estável que a área útil média, ou seja, no aspecto mais importante em relação aos custos, que são os perímetros, os resultados encontrados foram melhores. Estas duas variáveis demonstraram ser também função da área de construção.

5.3- ANÁLISE DOS CONSUMOS DE MATERIAIS:

Os dados relativos aos consumos de materiais foram extraídos diretamente das planilhas orçamentárias de cada obra, e refletem não só o consumo como eventuais desperdícios. O parâmetro de cálculo adotado utilizou a área de construção, assim, os valores obtidos estão relacionados ao m² de obra. O quadro a seguir apresenta o resumo dos valores encontrados:

Tabela 137- Quadro-resumo dos consumos de materiais

MATERIAL	VALOR ENCONTRADO	CV
1- Cimento/m ²	102,17 kg/m ²	32%
2- Tijolos/m ²	66,13 un/m ²	27%
3- Brita/m ²	0,14 m ³ /m ²	65%
4- Areia/m ²	0,30 m ³ /m ²	41%
5- Argamassa/m ²	0,138 m ³ /m ²	39%
6- Laje/m ²	0,79 m ² /m ²	44%
7- Madeira para telhado/m ²	0,026 m ³ /m ²	42%
8- Telhas/área do telhado	36,24 un/m ²	36%
9- Pisos/m ²	1,332 m ² /m ²	32%
10- Azulejos/m ²	0,426 m ² /m ²	47%
11- Eletrodutos/m ²	2,17 m/m ²	38%
12- Fios eletricos/m ²	6,69 m/m ²	30%
13- Tubulação hidráulica/m ²	1,47 m/m ²	33%
14- Conexões hidráulicas/m ²	1,538 un/m ²	30%

Os consumos de todos os materiais analisados apresentaram coeficientes de variação muito altos, sem exceção. Esta variação pode ser explicada por alguns motivos:

- falta de comprovantes de pagamento de compras, isto é, os valores levantados nas planilhas não refletem exatamente o total comprado, para todas as obras;

- consumos muito acima ou muito abaixo da média, causados por particularidades de cada obra, como drenagem de terrenos muito úmidos ou pavimentação de áreas externas;

Por outro lado, só foram encontrados valores de referência na literatura para alguns materiais, dificultando a comprovação da veracidade dos valores encontrados.

Dentre os materiais brutos, o tijolo apresentou o menor coeficiente de variação, apesar de ser também o material de menor padronização dimensional. A média encontrada foi de 66,13 tijolos/m².

A brita e a areia apresentaram grandes variações no consumo. Foram excluídas as obras com valores espúrios, mas os resultados continuaram erráticos. A brita apresentou uma média de 0,14 m³/m², e as obras que utilizaram concreto usinado apresentaram uma redução de apenas 30% no consumo. Já a média encontrada para a areia foi de 0,3 m³/m², apresentando, as obras com concreto usinado, uma redução em 30% no consumo. Ambos os materiais têm uma grande variabilidade no consumo em obra.

O consumo de argamassa usinada também apresentou grande variação, causada por apenas duas obras - nas demais, o

consumo foi constante. Acredita-se que estas duas obras não utilizaram este material para todas as paredes, dado o baixo consumo encontrado. Na média, são comprados 0,138 m³ de argamassa por m² de área.

A área de laje encontrada corresponde, em média, a 79% da área total. A diferença está relacionada aos cômodos que recebem cobertura apenas de telhado, principalmente garagens e varandas, e em muitos casos, às áreas sociais, onde o telhado figura como elemento de destaque.

O consumo de madeira para telhado em relação à área total, com a exclusão do valor espúrio representado por apenas uma obra, apresentou uma média de 0,024 m³/m². O consumo de madeira demonstrou ter uma melhor relação com a área total do que com a área de telhado, cuja variação foi maior. A média de madeira por área de telhado ficou em 0,037 m³/m².

Já a relação encontrada para as telhas, de 36,24 telhas/m² de telhado nos parece um número muito grande se comparado ao maior consumo encontrado no mercado para telhas cerâmicas, representado pela telha plan e pela telha colonial, ambas com consumo de 26 un/m². Esta diferença corre por conta da não inclusão da inclinação do telhado e dos beirais nos cálculos.

Os pisos apresentaram um resultado surpreendente em termos de consumo: a média encontrada foi de 1,33 m²/m² de área. Com a exclusão do valor espúrio, a média baixou para 1,27 m²/m², mas ainda indica um valor muito acima da média de 10% calculada para quebras em orçamentos. Esta diferença pode derivar de pavimentações externas à casa ou ainda de desenhos com os pisos, muito em moda na arquitetura atualmente.

Os azulejos apresentaram um comportamento mais errático do que o dos pisos, decorrente de uma queda visível de sua utilização causada pela substituição por outros materiais para revestimento das paredes nas áreas molhadas. A média encontrada foi de 0,43 m²/m² de área.

O consumo de eletrodutos em relação à área total apresentou um comportamento mais variável do que em relação ao número de pontos elétricos, com uma média encontrada de 2,17 m/m² de obra contra 4,29 m/ponto. Já os fios apresentaram um comportamento mais estável, com um valor médio de 6,37m/m² de obra. O consumo de fios é, em média, três vezes superior ao dos eletrodutos, isto é, em cada metro de eletroduto, passam três metros de fios.

Os materiais das redes hidráulicas apresentaram as menores variações de todos os materiais levantados. O consumo de tubos, por exemplo, tem melhor relação com a área total do

que com o número de pontos. A média encontrada foi de 1,47 m/m² de obra, contra 15,43 m/ponto. Como já citado anteriormente, o consumo de tubos é função das redes externas e da concentração dos pontos. Já as conexões hidráulicas apresentaram uma média de 1,5 conexão/m² de obra, ou ainda, 1,08 conexão por metro de tubo.

Foram ainda apresentados outros consumos médios, com coeficientes de variação muito altos. O aterro, por exemplo, não pode ser relacionado à área total, sendo função das características dos terrenos. O barro e o cal também apresentaram muita variabilidade, não só nos resultados como também na utilização em obra, isto é, nem todas as obras usaram estes materiais.

5.4- ANÁLISE DOS CUSTOS ENCONTRADOS:

Os custos foram também analisados em relação à área de construção. Os custos médios dos serviços apresentaram coeficientes de variação também muito altos, e os mesmos argumentos utilizados para análise dos consumos de materiais podem justificar as variações encontradas, ou seja, falta de todos os comprovantes de pagamento e particularidades de cada obra. A tabela abaixo apresenta o resumo dos valores encontrados:

Tabela 138- Quadro-resumo dos custos dos serviços

SERVIÇO	VALOR-U\$/m ²	CV
1- Serviços preliminares	8,73	55%
2- Materiais brutos	45,88	33%
3- Telhado	19,40	47%
4- Impermeabilização	0,60	97%
5- Esquadrias	15,87	36%
6- Ferragens para esquadrias	8,52	51%
7- Vidros	3,25	60%
8- Pisos e azulejos	18,27	41%
9- Pintura	7,40	47%
10- Rede elétrica	4,64	33%
11- Louças e metais	11,25	46%
12- Rede de água quente	2,08	59%
13- Rede de água fria e esgoto	5,22	37%
CUSTO TOTAL	151,13	25%

Os serviços preliminares apresentaram a segunda maior variabilidade dentre todos os serviços, confirmando as afirmações de Trajano(1989) e Morsch & Hirota(1986). Esta grande variabilidade foi encontrada em cada um dos insumos

que fazem parte deste serviço, com maior destaque para a terraplenagem, que assim como o aterro, é característica de cada terreno, e não pode ser modelada sob a ótica da área de construção. Os custos de projetos e licenciamentos têm a sua variação justificada pela carência de comprovantes de pagamento. Já a administração de obras foi excluída do grupo devido à pouca representatividade do número de casas onde ocorreu este serviço, apesar do valor significativo em termos de custo que este serviço representa. O valor médio encontrado foi de U\$ 8,73/m².

Os itens agrupados como materiais brutos também apresentaram muita variação individualmente, mas quando agrupados, e com a exclusão dos valores espúrios, apresentaram o menor coeficiente de variação entre todos os serviços analisados. O material de maior variabilidade foi o cimento branco, visto que foi encontrado em apenas quatro obras, seguido pelo concreto usinado e pelo aterro. Os melhores resultados foram relativos aos tijolos, à madeira de caixaria, ao cimento e ao aço, confirmando os resultados encontrados nos indicadores de qualidade e nos consumos de materiais. Os maiores custos deste grupo ocorreram em obras onde também se verificou o maior consumo de cimento, brita e areia. Com a exclusão das obras do Plano Cruzado, cujo custo ficou muito abaixo das demais, o valor médio para o grupo dos materiais brutos ficou em U\$ 48,92/m².

O telhado apresentou a mesma variação de custo encontrada no consumo da madeira e das telhas, função principalmente do pouco costume das madeireiras em fornecerem notas fiscais. O valor médio encontrado para este serviço ficou em U\$ 19,40/m².

A maior variabilidade nos custos ficou por conta da impermeabilização, com um coeficiente de 97%. A obra com maior custo/m² também foi a que mais gastou com aterro e com brita, caracterizando uma situação bem particular de problemas com umidade. No entanto, a grande variação encontrada é decorrente principalmente dos procedimentos usados por cada construtor para a impermeabilização. Foram encontrados desde a compra de apenas uma lata de Igol, até a compra de resinas e mantas, com variações brutais de preços. A média encontrada foi de U\$ 0,6/m².

O custo das esquadrias apresentou uma variação maior que o seu consumo/m², caracterizando uma situação onde não se pode afirmar que o custo levantado seja o real, visto o comentário anterior a respeito de madeireiras. Na média, o custo encontrado equivale a U\$ 15,87/m².

As ferragens para esquadrias tiveram uma variação muito maior que as próprias esquadrias, decorrente principalmente da grande variedade de modelos e materiais de acabamento

disponíveis no mercado. Dentro deste grupo, os maiores custos são referentes a fechaduras e fechos, seguido pelas ferragens para janelas de correr. O custo médio encontrado foi de U\$ 8,52/m², representando, em média, 50% do custo das esquadrias.

Os vidros foram o terceiro grupo de maior variação. Apesar de apenas 40% da amostra ter apresentado comprovantes de pagamento de box para banheiro, por exemplo, ao excluí-los do cálculo da média, ainda assim a variação permaneceu alta. O custo médio encontrado sem os box foi de U\$ 2,14/m², enquanto que com sua inclusão, a média passou para U\$ 3,25/m². O custo total das esquadrias, incluindo ferragens e vidros é de U\$ 26,53/m², representando mais que 50% do custo dos materiais brutos, o que não deixa de ser um valor extremamente alto.

A maior variação de custos dentro do grupo intitulado Pisos e azulejos ocorreu nos azulejos, similar à variação também encontrada em seu consumo. Também o item chamado de Outros, correspondente a corrimões, escadas, soleiras e peitoris apresentou uma grande variação, função da sua pouca representatividade em termos de amostra total. A média de custo encontrada ficou em U\$ 18,27/m², ligeiramente inferior ao telhado.

A pintura foi outro serviço de grande variação, decorrente das variações individuais de cada item, das particularidades de cada obra e de ausências de notas fiscais. Os materiais de maior custo são as tintas e os vernizes, face à grande presença de madeira em todas as obras pesquisadas. Com a exclusão dos valores espúrios, o custo médio encontrado foi de U\$ 8,39/m², contra U\$ 7,40/m² da amostra total. A diferença ficou por conta das obras do Plano Cruzado.

A rede elétrica apresentou um comportamento mais estável do que os itens que a compõe individualmente. A maior variação foi encontrada nas caixas plásticas e no item Outros, que compreende fitas isolantes, hastes e arames. Os maiores custos correm por conta dos fios, seguidos pelos interruptores e tomadas, ficando os eletrodutos em terceiro lugar. O custo médio total deste serviço ficou em U\$ 4,64/m².

O custo de louças e metais também apresentou uma grande variação, principalmente no item Complementos de banheiro, presente em apenas 30% da amostra. Os maiores custos pertencem aos metais, seguido pelas louças. O custo total médio encontrado foi de U\$ 11,25/m², superior ao custo da rede elétrica e das redes de água quente e fria somadas.

A rede de água quente também apresentou uma alta variação devido especificamente ao item Aquecedores, cujos preços apresentaram um intervalo bastante grande de variação. Já as variações encontradas nos tubos e conexões são função do tipo de aquecedor, que com a sua localização demandam mais ou menos distância aos pontos de consumo. O custo médio da rede de água quente é de U\$ 2,08/m²

A rede de água fria, assim como os consumos dos materiais que a compõe, foi o serviço que apresentou os menores coeficientes de variação, empatando com os materiais brutos. Dentro deste serviço, os maiores custos são encontrados nos tubos de pvc, seguido pelas conexões e pela caixa d'água e acessórios. O valor médio ficou em U\$5,22/m².

O custo total por m² encontrado ficou em U\$ 151,13, bastante inferior ao valor do CUB relativo aos materiais de construção para casas de três dormitórios de padrão alto, estipulado pelo Sinduscon de Santa Catarina em U\$ 245,40/m². Ao calcular o custo em relação à área de construção, verificou-se que o custo é decrescente em relação ao aumento da área. Assim, casas entre 300 e 400 m² de área tem o custo por metro quadrado 5% inferior a casas entre 200 e 300 m². Estas, por sua vez, tem o custo por metro quadrado 3,5% inferior às casas entre 100 e 200 m².

Foram também calculados os custos das obras grossa e fina. A obra grossa tem um coeficiente de variação menor e corresponde a 50% do custo total, enquanto a obra fina apresenta mais variação, decorrente das variações individuais dos serviços que a compõe, e corresponde a 45% do custo total, ficando os 5% restantes por conta dos serviços preliminares.

O trabalho levantou os custos segundo a classificação de Mascaró(1975), ou seja, através de planos horizontais e verticais. Os resultados mostraram que os planos horizontais respondem por 44,08% dos custos, os verticais por 34,78% e as instalações por 15,36%. Este predomínio dos planos horizontais é decorrente dos pisos e da madeira para telhado, itens de maior peso nos orçamentos, conforme a curva ABC levantada neste trabalho.

Outro cálculo feito diz respeito ao custo das áreas molhadas. Segundo Mascaró e Trajano, as áreas molhadas têm mais relação com o número de banheiros e áreas afins do que com a área de construção. Neste trabalho não se confirmou esta afirmação, pois os valores encontrados tiveram mais relação com a área de construção do que com o número de áreas molhadas. O custo médio ficou em U\$ 22,02/m², enquanto o custo por área molhada ficou em U\$ 862,59.

5.5- OUTROS DADOS ENCONTRADOS:

Esta pesquisa teve condições de levantar a curva ABC de materiais, sendo os resultados encontrados um pouco diferentes dos apresentados pela literatura, face à diferença de apropriação. Os materiais de maior peso encontrados foram os pisos, a madeira de telhado, e o cimento. Juntos, estes três itens respondem por 25% do custo total de materiais.

Foi também levantada a participação percentual dos treze serviços propostos no custo total de materiais. Os serviços responsáveis pelos maiores custos foram os materiais brutos, os pisos e azulejos e o telhado. Juntos, eles respondem por 55,21% do custo total. Ao somar as esquadrias, que vem em quarto lugar, este percentual passa para 65,5% do custo total. Os valores encontrados na literatura não servem de referencial, e não se tem como comparar estes resultados.

A análise final recaiu sobre os prazos de obra. Foram identificados dois tipos de prazos: o de compras e o de obra propriamente dito. Os resultados que apresentaram as melhores relações ocorreram quando as obras foram classificadas por área de construção. Verificou-se que o tempo médio de obras é de 8 meses para obras entre 100 e 200 m²; de 10,5 meses para obras entre 200 e 300 m³ e de 12,67 meses para obras entre 300 e 400 m². Já o tempo de compras é em média um mês superior ao de obras para casas entre 100 e 300 m², aumentando para 5 meses de diferença para obras acima de 300 m².

Os materiais que mais tempo permanecem no canteiro são o cimento, seguido pela areia e pelos pregos. Já os serviços com maiores prazos de execução são os Serviços Preliminares, devido às despesas de canteiro, e os Materiais brutos, que permanecem praticamente enquanto a obra estiver em andamento. Em seguida aparecem a rede de água fria e a rede elétrica, serviços caracterizados pela sua descontinuidade em obra.

5.6- VERIFICAÇÃO DAS HIPÓTESES:

HIPÓTESES DE TRABALHO:

Na construção de casas, o custo dos planos horizontais tem maior peso que o custo dos planos verticais.

Esta hipótese foi confirmada, conforme pôde ser observado no item 4.6.18. Os planos horizontais respondem por 44,08% dos custos, enquanto os planos verticais, por 34,78%. O predomínio dos custos horizontais deve-se ao grande peso do telhado e dos pisos.

Os custos referentes à obra grossa têm um comportamento mais modelável que os custos da obra fina.

Esta hipótese também foi confirmada. A obra fina apresentou uma variação maior de custos que a obra grossa, decorrente dos materiais que a compõe. Estes materiais, característicos da fase de acabamentos, têm uma variedade muito grande de preços, resultante dos inúmeros modelos e materiais que os conformam, disponíveis no mercado.

O CUB não serve como indexador para o custo de casas.

Outra hipótese confirmada. Conforme já comentado no item 4.6.14, o CUB apresenta um valor 58% superior ao valor aferido por este trabalho, sendo que o valor aqui encontrado inclui TODOS os serviços necessários, inclusive aqueles excluídos do cálculo do CUB, como projetos, despesas de licenciamento, terraplenagem e aquecedores.

As variações de custos encontradas nos diversos serviços, de uma obra para outra, são facilmente identificáveis e podem ser explicadas sob a ótica de peculiaridades do projeto arquitetônico ou de características do terreno onde a construção se insere.

Hipótese também confirmada. Todos os valores espúrios encontrados podem ser justificados seja pelas características do projeto (telhado mais complicado, maior número de esquadrias) seja por características do terreno (excesso de aterro, gasto maior com terraplenagem).

O custo por metro quadrado de obra varia em função da área, ou seja, quanto maior a área, menor o custo por metro quadrado.

Esta hipótese foi confirmada no item 4.6.14. A variação encontrada foi a seguinte: casas entre 100 e 200 m² tem o custo por metro quadrado 3,5% superior às casas entre 200 e 300 m², diferença esta que passa para 12,5% quando se retira da amostra as casas do Plano Cruzado. Casas entre 200 e 300 m² tem o custo por metro quadrado 5% superior às casas entre 300 e 400 m².

Algumas variáveis de caráter geométrico são função do partido arquitetônico e não podem ser modeladas.

Hipótese confirmada em parte. As áreas de garagens e de varandas, cujos coeficientes de variação apresentaram valores elevados, são de difícil modelagem, pois são função daquilo que os proprietários querem e não regra de projeto. Já o número de portas por metro quadrado, apesar de variar de acordo com a proposta de integração dos ambientes no projeto arquitetônico, apresentou uma boa relação. As demais variáveis estudadas apresentaram também boas relações.

HIPÓTESE GERAL: O levantamento das notas fiscais referentes às compras de materiais é o método mais eficaz para se aferir o custo total de materiais para casas unifamiliares.

A hipótese geral não se mostrou verdadeira, visto ter sido encontrada uma grande variabilidade não só nos custos como no consumo dos materiais. Aliás, a variação dos consumos explica a variação nos custos. Os motivos que nos levam a tal conclusão são os seguintes:

- ausência de muitos comprovantes de pagamentos, principalmente por parte de empresas fornecedoras de materiais como areia, brita e barro; por parte das madeireiras, tanto para esquadrias, como para madeira do telhado e de caixaria, e ainda por parte das olarias. Todas essas empresas têm em comum o baixo nível de industrialização.

- troca de materiais nas lojas. Devido ao caráter artesanal da construção de casas, as relações de materiais são em geral fornecidas pelos próprios operários, gerando muitos erros de especificação, e por consequência, muitas trocas de mercadorias. Estas trocas não puderam ser aferidas por este trabalho, visto que não há como comprová-las, podendo levar a distorções em muitos dos custos levantados.

- gerência amadora, feita via de regra pelo proprietário com a ajuda do construtor. Nestes casos, não há o menor controle das notas fiscais, que ora são extraviadas, ora não são entregues pelos fornecedores nem cobradas. Há que se ressaltar que 70% da amostra foi construída sob a gerência de profissionais de nível superior, sendo que 40% por uma construtora. No entanto, e apesar disso, também nessas obras o controle deixou a desejar, encontrando-se

também nestas obras uma considerável ausência de notas fiscais.

Como último comentário, apesar de não comprovada a hipótese geral, a autora acredita que este ainda é o melhor método para averiguação do custo total efetivo incorrido em obra, porque considera todos os insumos efetivamente utilizados no canteiro.

5.7- RECOMENDAÇÕES PARA TRABALHOS FUTUROS:

No decorrer deste trabalho, surgiram algumas idéias para trabalhos que podem ser desenvolvidos na área. Dentre elas, podemos citar:

- levantamento dos custos de mão-de-obra, utilizando a mesma metodologia, através dos recibos de pagamento;
- levantamento do custo total, ou seja, materiais e mão-de-obra, através do mesmo método utilizado;
- continuação deste trabalho, agregando no mínimo mais 20 obras, para averiguar se as variações encontradas persistem;
- estudo das curvas S de desembolso financeiro, de maneira mais aprofundada, verificando o comportamento da política de compras;
- estudo das variações de preços dos insumos ao longo do tempo, para verificação do seu comportamento e comparação com a variação da inflação e do CUB;
- análise dos custos em relação às variáveis geométricas;
- verificação do custo de áreas como garagens e varandas, para determinação de áreas equivalentes de construção para casas;
- análise dos custos em relação às áreas de construção.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

- ANDRÉ, José Carlos Monteiro. *Análise e proposição de sistema de orçamento e apropriação de custos de edifícios*. Dissertação de mestrado. Universidade Federal Fluminense. Niterói, RJ, dez. 1990.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. *Avaliação de custos unitários e preparo de orçamentos de construção para incorporação de edifícios em condomínio: NBR-12721*. Rio de Janeiro, RJ, ago. 1992.
- BORGES, Ângela Cabral de Mello. *Curvas ABC geradas por um software de orçamentação de obras: análise dos dados obtidos e suas repercussões nas decisões quanto a custos e a gerência do canteiro*. In: IX ENEGEP - Encontro Nacional de Engenharia de Produção, 1989, Porto Alegre, RS. p. 38-48
- CAMERINI, Lúcia de Abreu Rosas. *Planejamento de execução de obras*. Dissertação de mestrado. Universidade Federal Fluminense. Niterói, RJ, julho 1991.
- CARVALHO, Oswaldo Gomes. *Retificação de área equivalente de construção nas avaliações para garantia*. Revista Engenharia, no. 451, 1985.
- CONCEIÇÃO, Eliana Souza. *Controle de qualidade na construção habitacional*. Dissertação de mestrado. Universidade Federal Fluminense, Niterói, RJ, ago. 1984.
- FERNANDEZ, Maria Carmen Pardellas. *Orçamentação de casas - aplicação a casas isoladas da classe média*. Dissertação de mestrado. Universidade Federal Fluminense, Niterói, RJ, set. 1993.
- FORMOSO, Carlos Torres et alli. *Estimativa de custos de obras de edificação*. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Caderno técnico do curso de pós-graduação em Engenharia Civil. Abril 1986.
- FRANCHI, Cláudia; SOUZA E SILVA, Maria de Fátima & OLIVEIRA, Míriam. *Metodologia para avaliação de unidades residenciais*. In: IX ENEGEP - Encontro Nacional de Engenharia de Produção, 1989, Porto Alegre, RS. p.49-63
- GALVÃO, Maria Alcélia de S. et alli. *Orçamentos operacionais e sua aplicação na gerência de construção civil*. In: X ENEGEP - Encontro Nacional de Engenharia de Produção, 1990, Belo Horizonte, MG, p.686-691.
- HEINECK, Luiz Fernando M. *Evolução de preços na edificação com índices deflacionados*. In: IX ENEGEP - Encontro Nacional de Engenharia de Produção, 1989, Porto Alegre, RS. p.90-109.

_. *Inventário das aplicações da curva S no gerenciamento da produção civil - uma aplicação no controle de empreendimentos.* In: X ENEGEP - Encontro Nacional de Engenharia de Produção, 1990, Belo Horizonte, MG, p. 736-741.

_. *Orçamentos na construção civil: afinal, o que ainda não se sabe?* In: X ENEGEP - Encontro Nacional de Engenharia de Produção, 1990, Belo Horizonte, MG, p.692-697.

_. *Notas de aula. Disciplina Gerenciamento de Empreendimentos.* Curso de pós-graduação em Engenharia de Produção. Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, SC. Jul. 1995.

_. *Notas de aula. Disciplina Planejamento e controle de obras.* Curso de pós-graduação em Engenharia de Produção. Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, SC. Maio 1995.

HEINECK, Luiz Fernando M. & PANZETER, Andréa Ângela. *Estimativas de custos na Construção Civil: um estudo de caso de obtenção de constantes unitárias de consumo de mão-de-obra.* In: IX ENEGEP - Encontro Nacional de Engenharia de Produção, 1989, Porto Alegre, RS. p.128-150.

HEINECK, Luiz Fernando M. & OLIVEIRA, Mírian. *Lei de formação para as dimensões de dormitórios, salas, cozinhas e banheiros em edificações habitacionais.* In: XIV ENEGEP - Encontro Nacional de Engenharia de Produção, 1994, João Pessoa, PB. p.848-852.

HEINECK, Luiz Fernando M. & PAULINO, Ana Adalgisa Dias. *Agilidade nos critérios de medição dentro de práticas orçamentárias - os vários usos da informação obtida a partir do orçamento da obra para serviços relativos a colocação de esquadrias.* In: XIV ENEGEP - Encontro Nacional de Engenharia de Produção, 1994, João Pessoa, PB. p.870-875.

HIROTA, Ercília Hitomi. *Estudo exploratório sobre a tipificação de projetos de edificação visando a reformulação da NB-140.* Dissertação de mestrado. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, RS, abril 1987.

INSTITUTO DE PLANEJAMENTO URBANO. DE FLORIANÓPOLIS. *Informativo Municipal - Dados Demográficos.* Vol. 1 Florianópolis, SC ago.1995.

LOPES, Ana Lúcia Miranda. *Análise de curvas ABC para construção civil: experiência a partir de 3 anos de orçamentos para concorrências em empresas de construção.* In: X ENEGEP - Encontro Nacional de Engenharia de Produção, 1990, Belo Horizonte, MG, p.742-747.

_. *Uma investigação sobre curvas ABC na Construção civil.* Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, SC. dez.1992.

LOSSO, Iseu Reichmann. Utilização das características geométricas da edificação na elaboração de estimativas preliminares de custo: estudo de caso em uma empresa de construção. Dissertação de mestrado. Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, SC. Dez. 1995.

MARTINS, Eliseu. *Contabilidade de custos*. Atlas, São Paulo, SP, 1982.

MASCARÓ, Juan Luiz. *Custo das decisões arquitetônicas*. São Paulo, SP, Nobel, 1975.

_. *Aspectos econômicos das decisões arquitetônicas*. PROPAR, Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, RS, 1985.

MORSCH, Débora & HIROTA, Ercília. *Participação percentual dos serviços em um orçamento*. Caderno técnico. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, RS. Ago.1986.

OLIVEIRA, Mirian. *Análise das características geométricas de prédios habitacionais relacionados com o custo*. In: IX ENEGEP - Encontro Nacional de Engenharia de Produção, 1989, Porto Alegre, RS. p. 12-24

OLIVEIRA, Mirian; LANTELME, Elvira; FORMOSO, Carlos Torres. *Sistema de indicadores de qualidade e produtividade da construção civil - manual de utilização*. 2a. edição. Porto Alegre, jun.1995.

REIS FILHO, Nestor Goulart. *Quadro da arquitetura no Brasil*. São Paulo, SP, Perspectiva, 1978. 4a. edição.

ROSSO, Teodoro. *Aspectos geométricos do custo das edificações*. Simpósio sobre barateamento da construção habitacional. Trabalho no. 83. Salvador, Bahia. março 1978.

SCHMITT, Carin M. *A nova NB-140 e os custo unitários básicos*. In: III Simpósio de desempenho dos materiais e componentes na construção civil. Florianópolis, SC. out. 1992. p.33-42.

_. *Planilhas para sistematização do processo de orçamento*. Caderno técnico da Escola de Engenharia. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto alegre, RS. Jan.1992.

SILVEIRA DE SOUZA, Sara Regina. *A presença portuguesa na arquitetura da Ilha de Santa Catarina - séculos XVIII e XIX*. Florianópolis, IOESC, 1981.

SOLANO, Renato da Silva. *Curva ABC de fornecedores - uma contribuição ao planejamento, programação, controle e gerenciamento de empreendimentos e obras*. Dissertação de mestrado. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, RS. Ago. 1995.

TELES, Pedro Carlos da Silva. *História da Engenharia no Brasil*. In: AREMAC - Associação dos revendedores de materiais de construção do estado de Santa Catarina. Ano 2, no. 4, 1995.

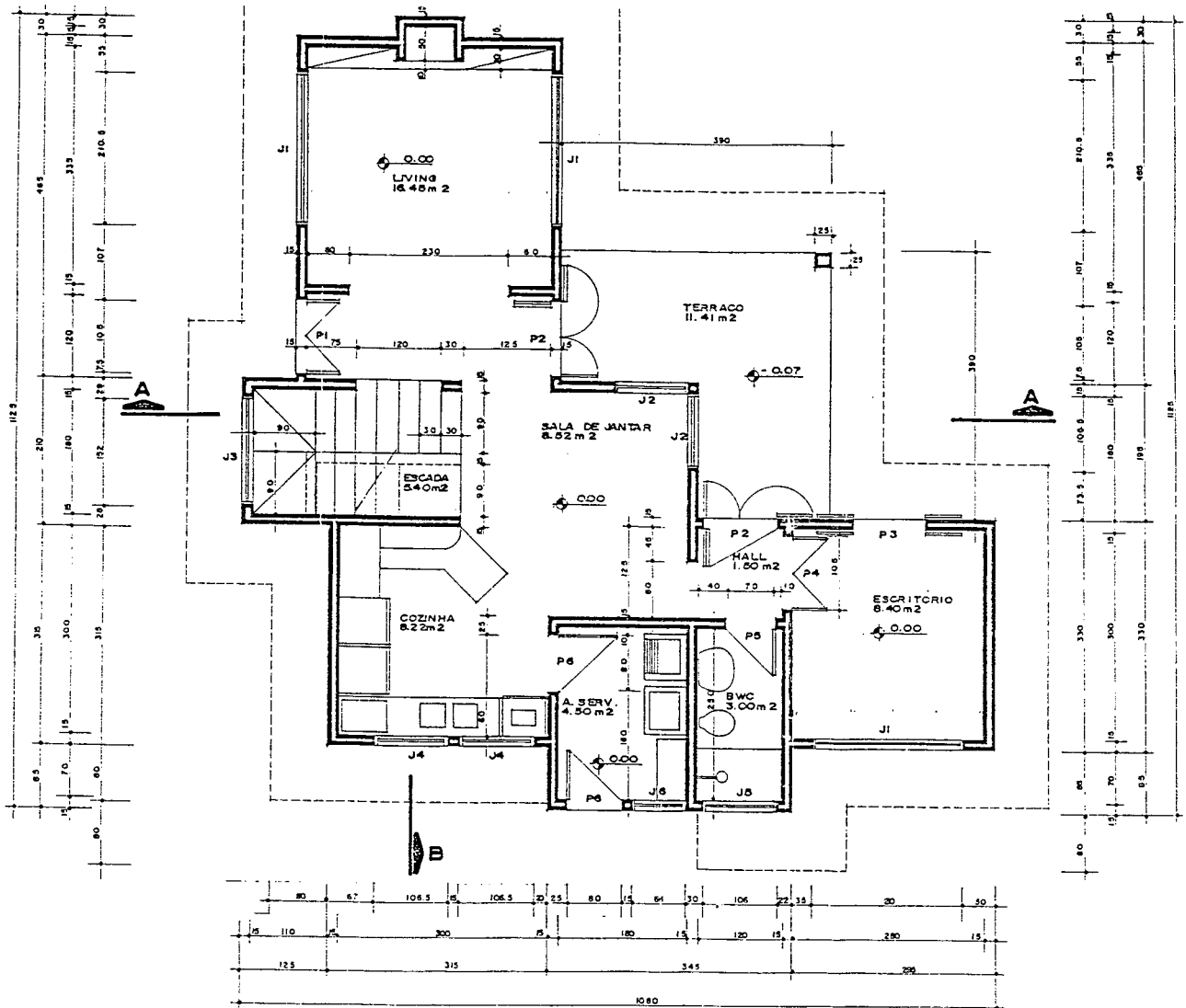
TRAJANO, Isar. *A inadequação do método do custo unitário para a estimação do custo global de edifícios*. In: XIV ENEGEP - Encontro Nacional de Engenharia de Produção, 1994, João Pessoa, PB. p.143-148.

_ . *Análise da distribuição percentual do custo dos serviços em edifícios habitacionais*. In: IX ENEGEP - Encontro Nacional de Engenharia de Produção, 1989, Porto Alegre. p. 25-38.

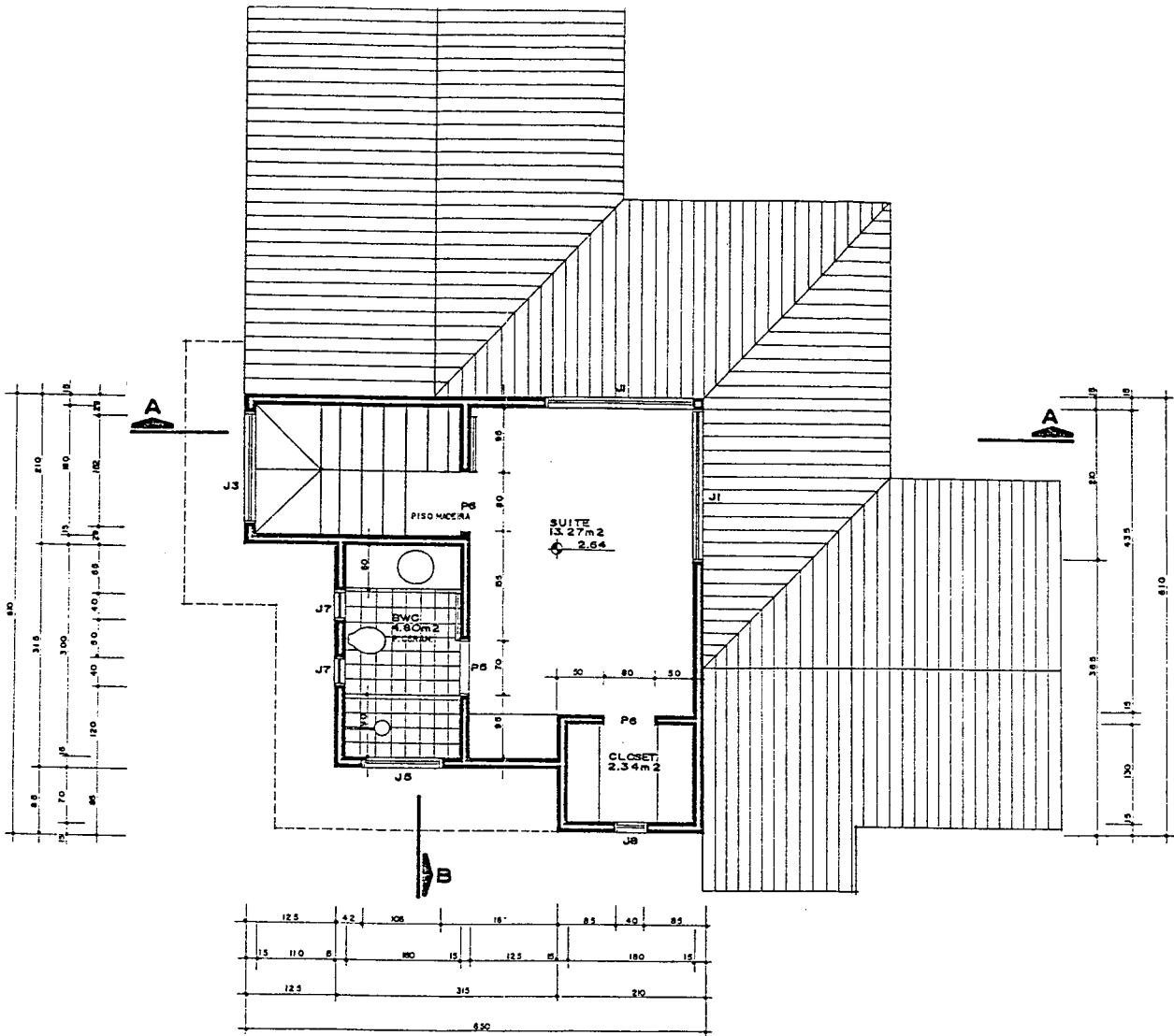
_ . *O uso indevido de publicações técnicas na formação de custos da construção civil: um estudo de caso*. In: VII ENEGEP - Encontro Nacional de Engenharia de Produção. 1987. p. 1219-1228.

_ . *Proposta de estimação do custo de edifícios*. In: VIII ENEGEP - Encontro Nacional de Engenharia de Produção. São Carlos, SP. Set.1988. p.499-502.

TRIGO, J. A. Teixeira & NEVES, E. Maranha. *Qualidade de execução*.



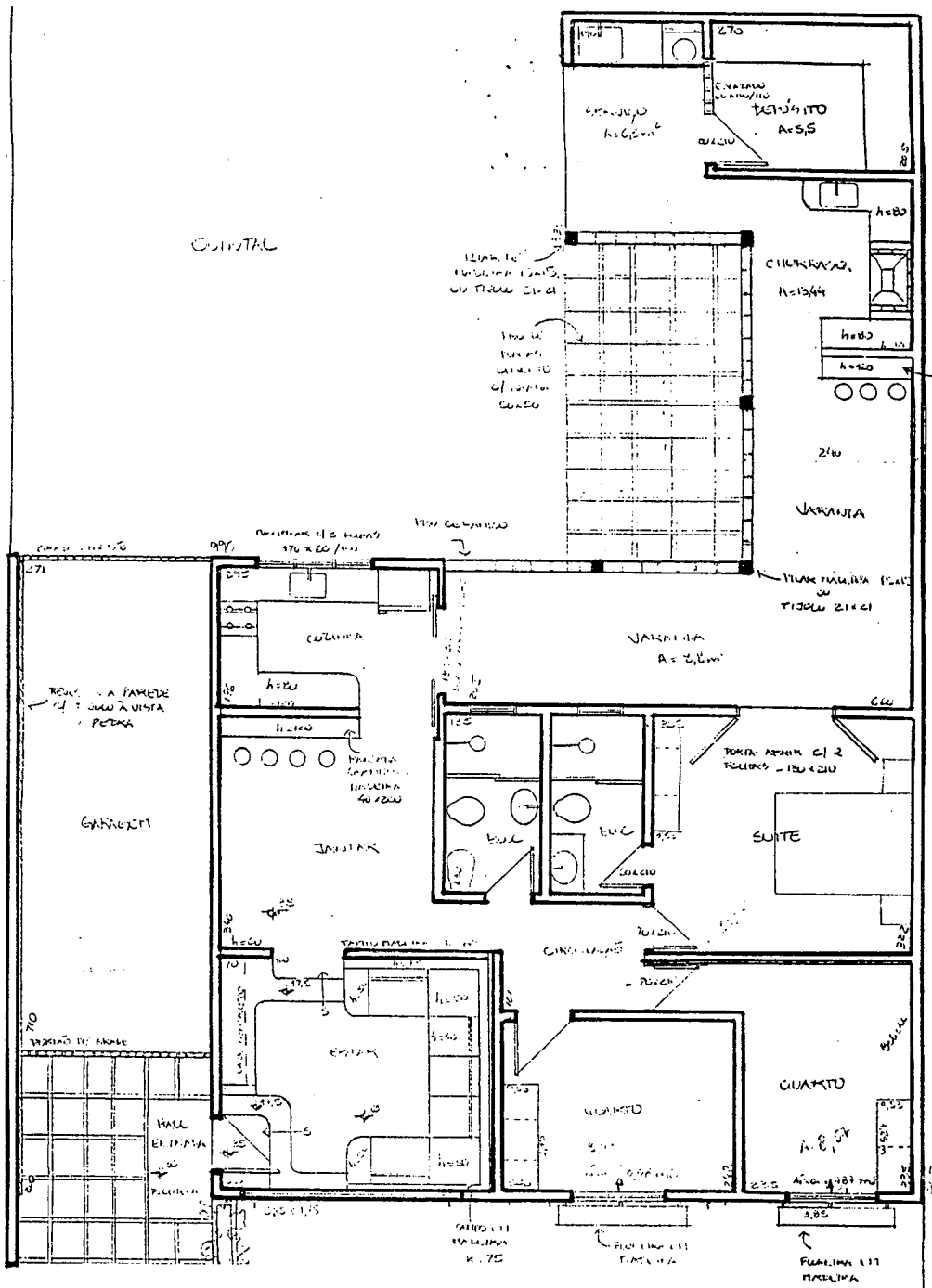
PAVIMENTO TÉRREO - PLANTA BAIXA



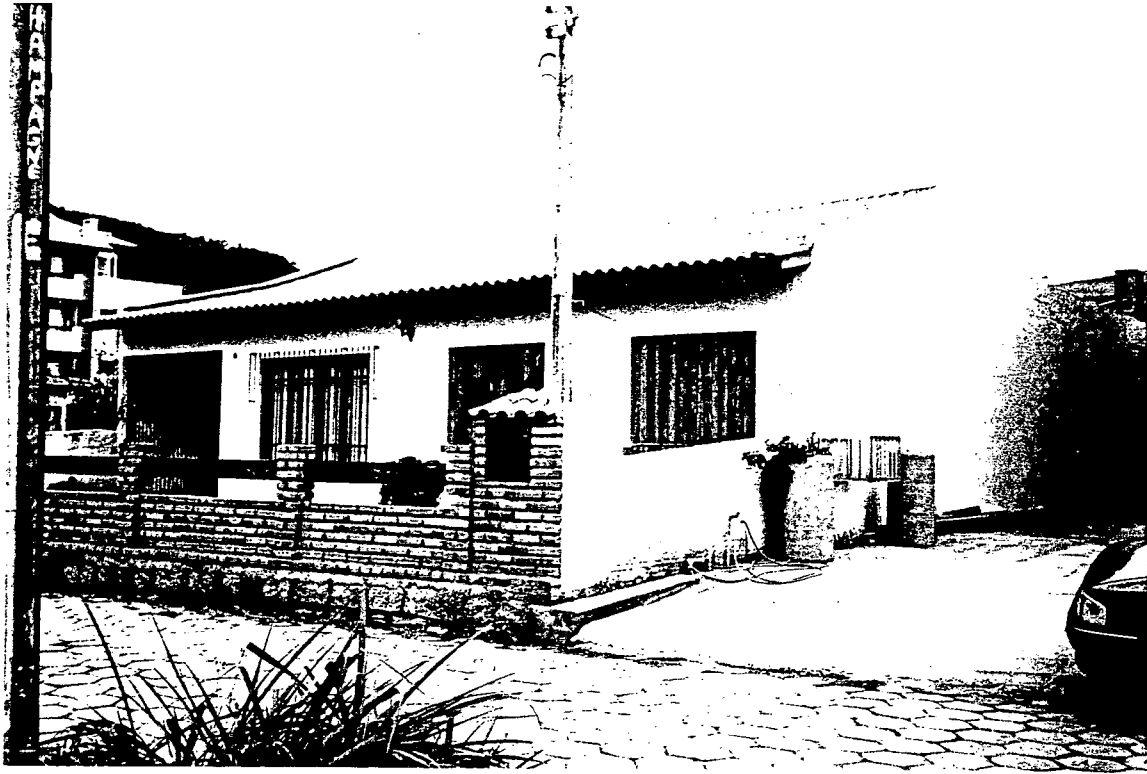
PAVIMENTO SUPERIOR - PLANTA BAIXA



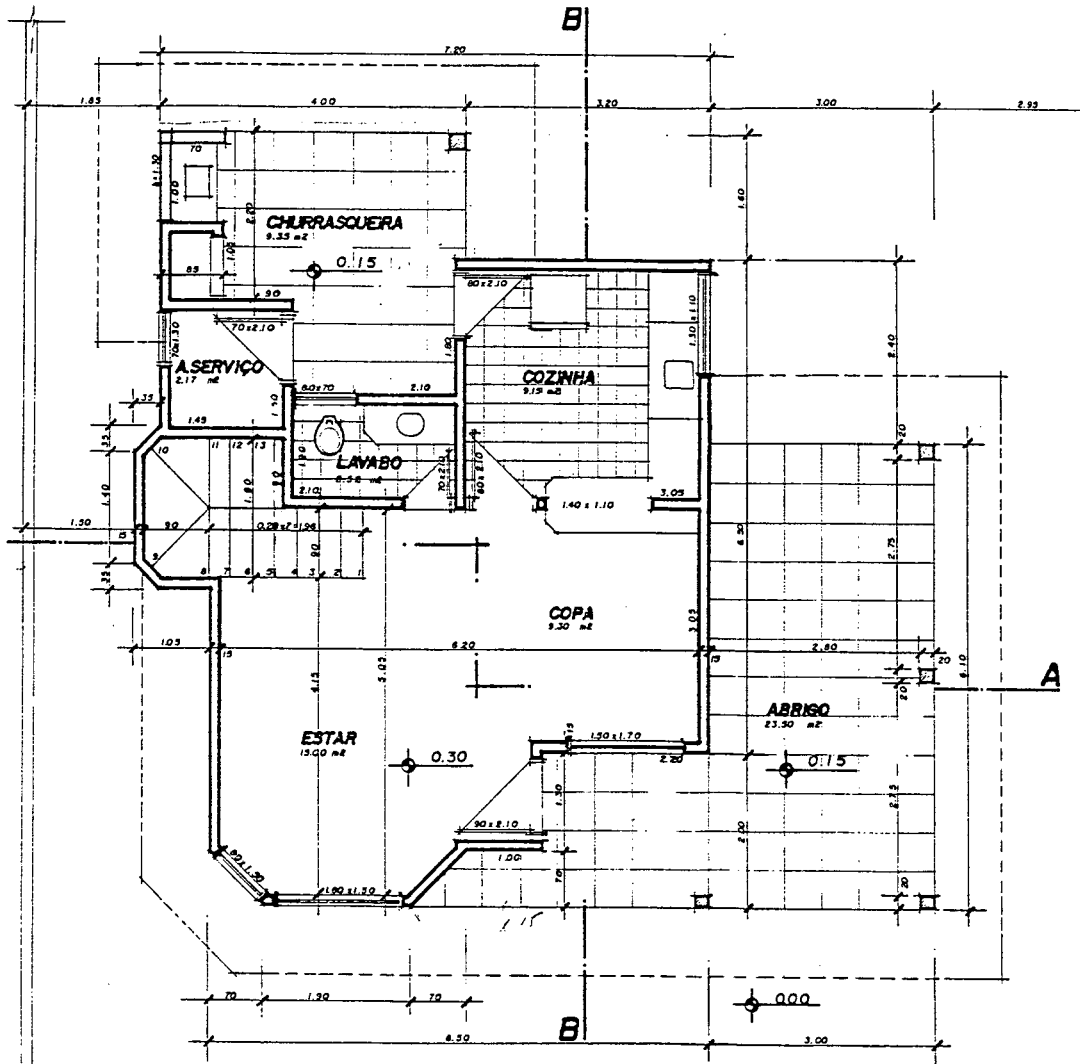
FACHADA FRONTAL



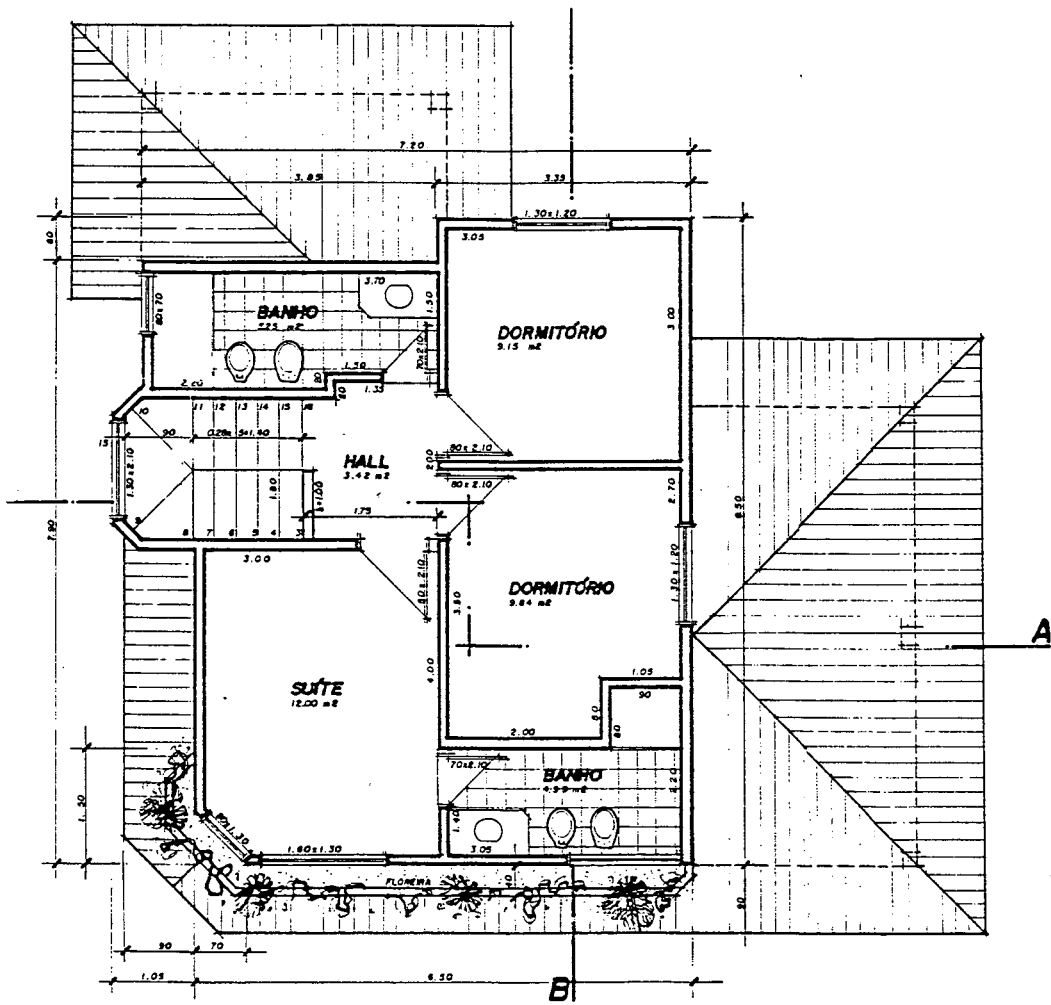
PAVIMENTO TÉRREO - PLANTA BAIXA



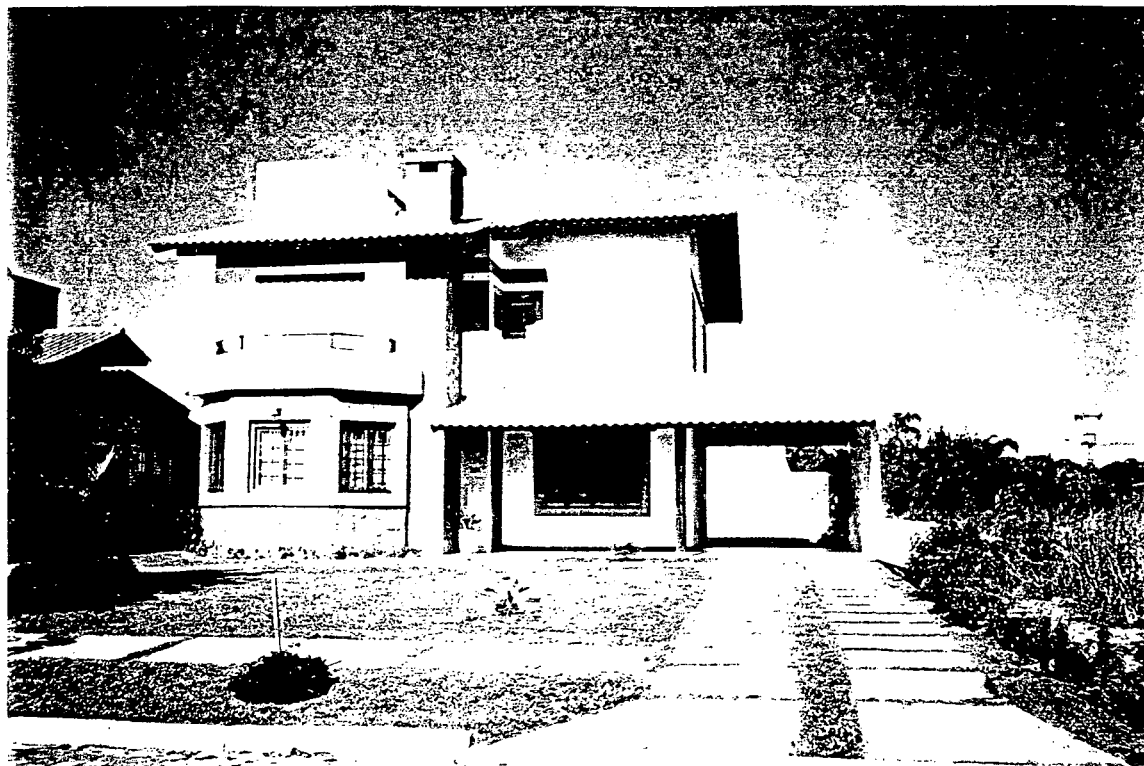
FACHADA FRONTAL



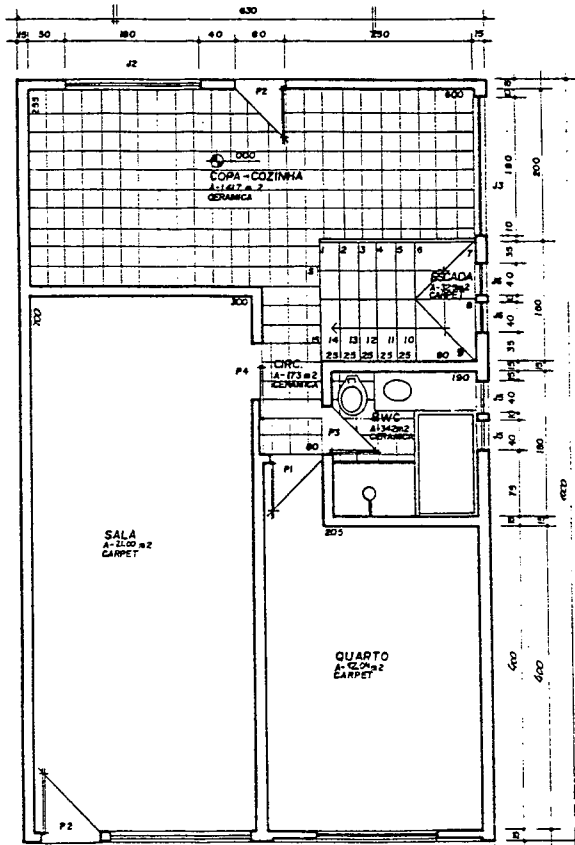
PAVIMENTO TÉRREO - PLANTA BAIXA



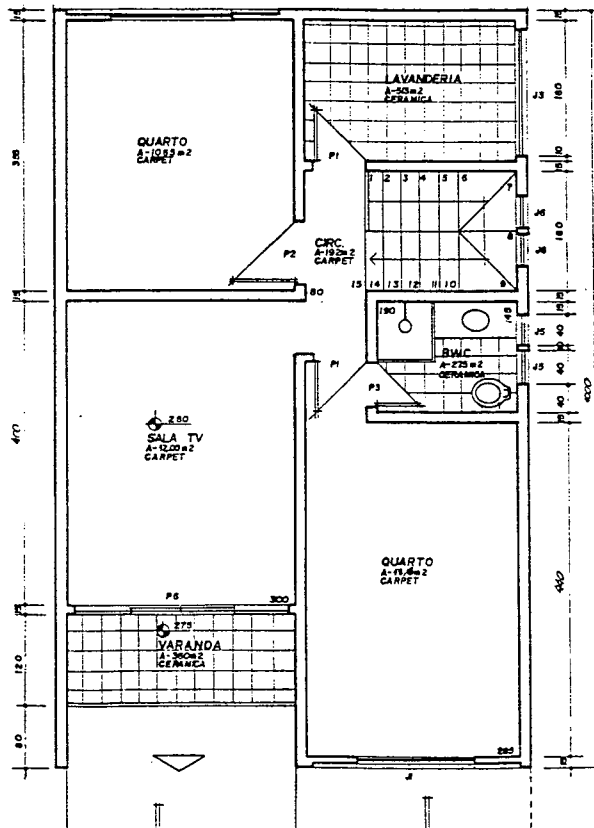
PAVIMENTO SUPERIOR - PLANTA BAIXA



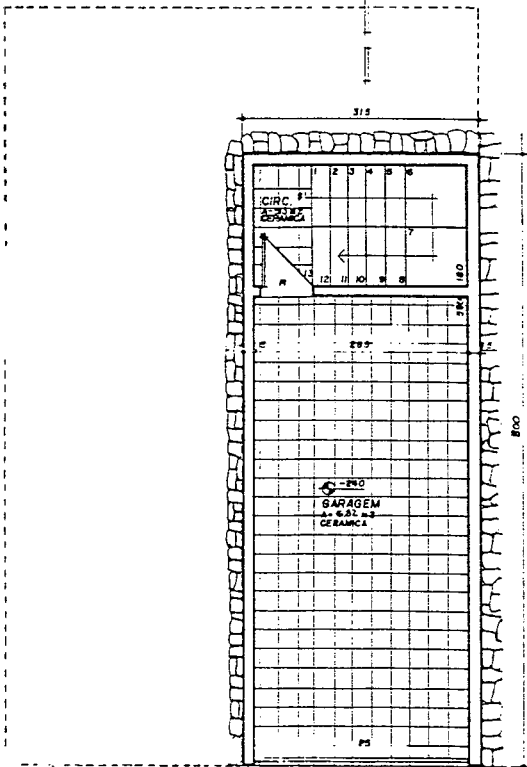
FACHADA FRONTAL X



PAVIMENTO TERREO
PLANTA BAIXA



PAVIMENTO SUPERIOR
PLANTA BAIXA

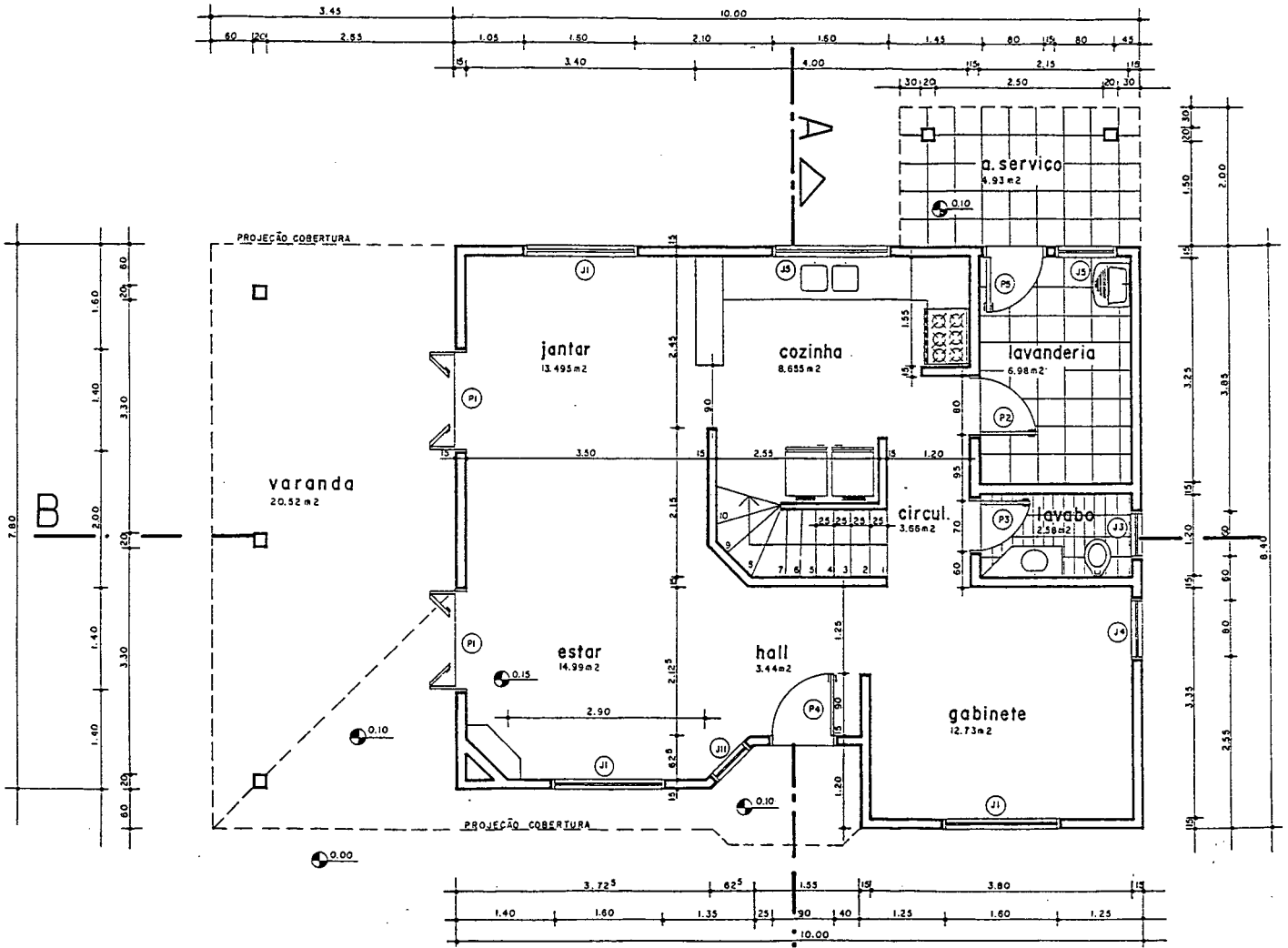


SUB-SOLO
PLANTA BAIXA

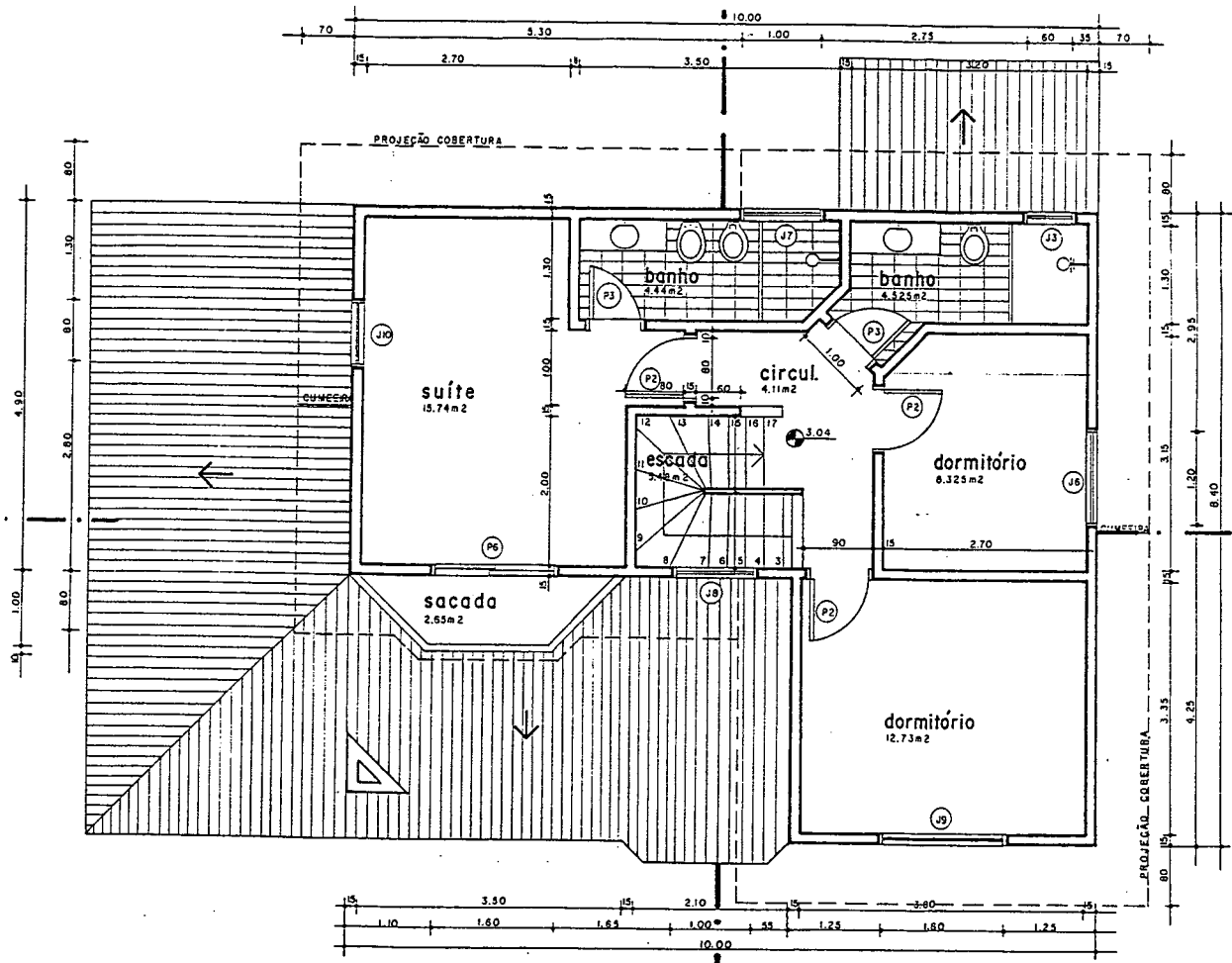
FACHADA
FRONTAL



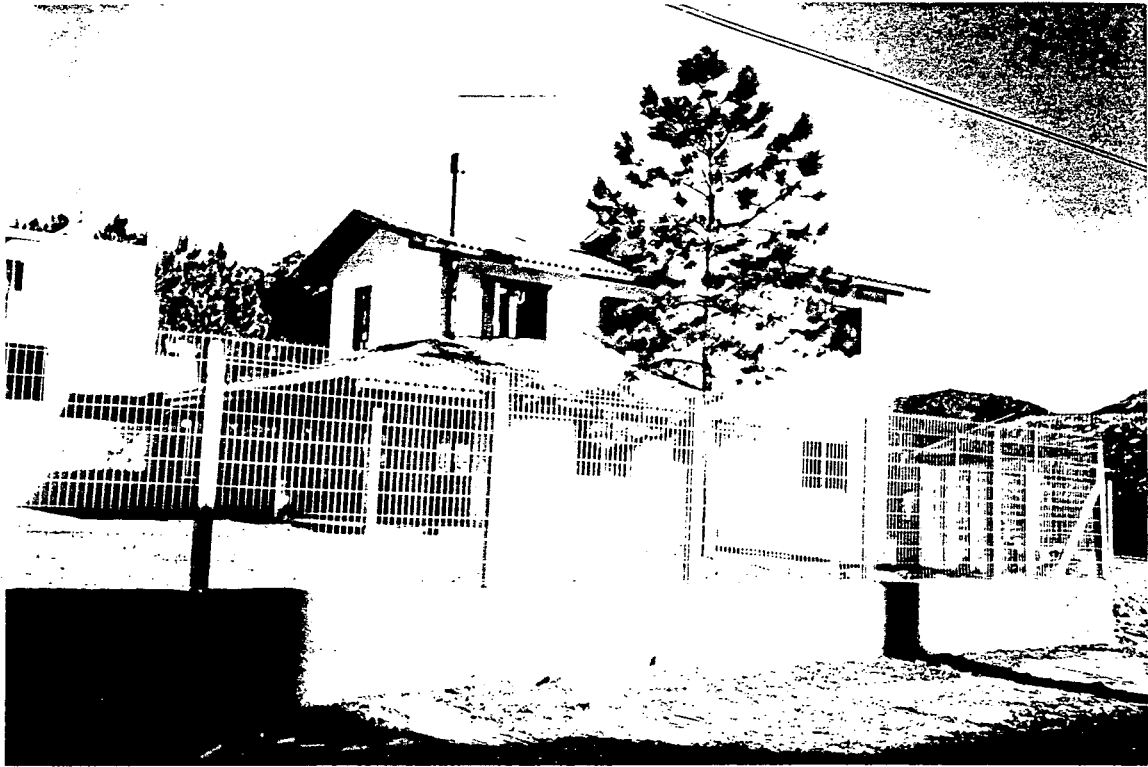
CASA 4



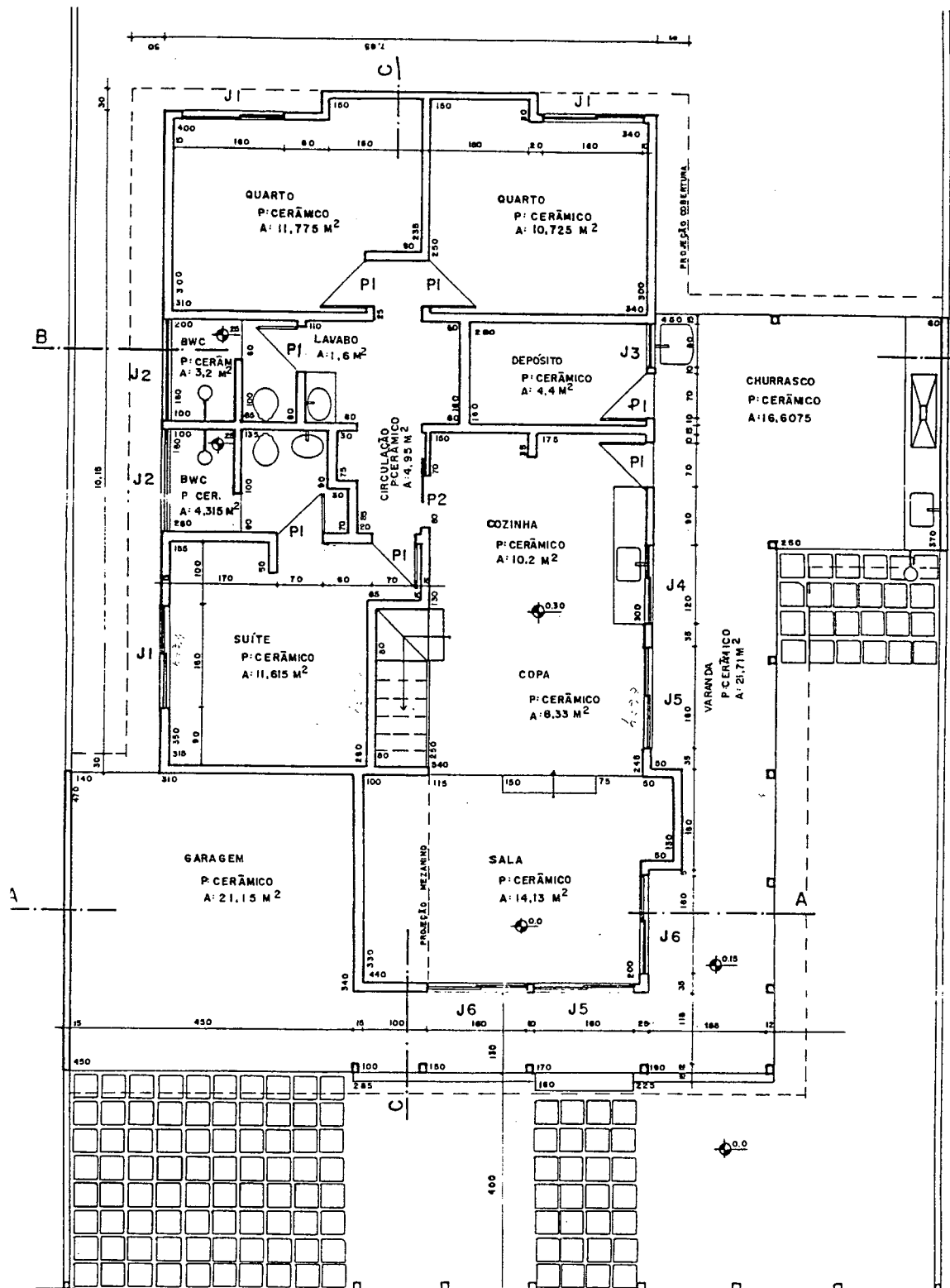
PAVIMENTO TÉRREO - PLANTA BAIXA



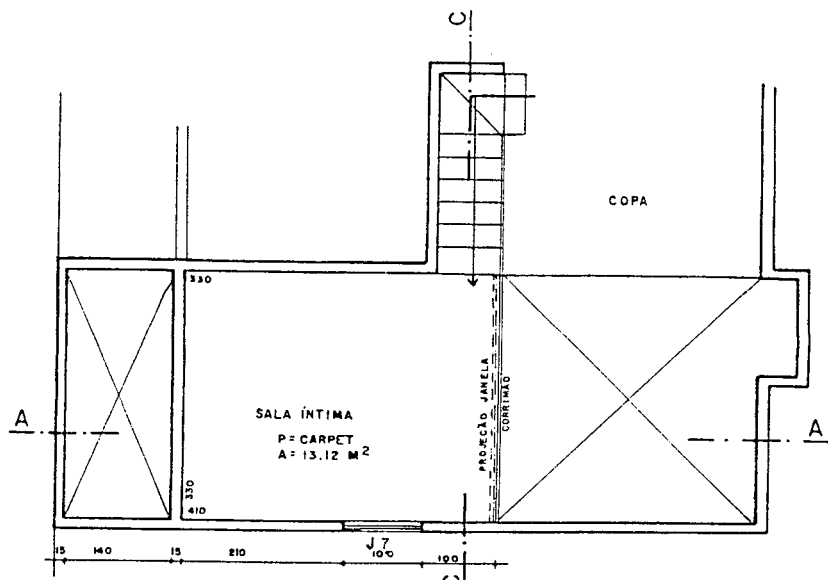
PAVIMENTO SUPERIOR - PLANTA BAIXA



FACHADA FRONTAL X



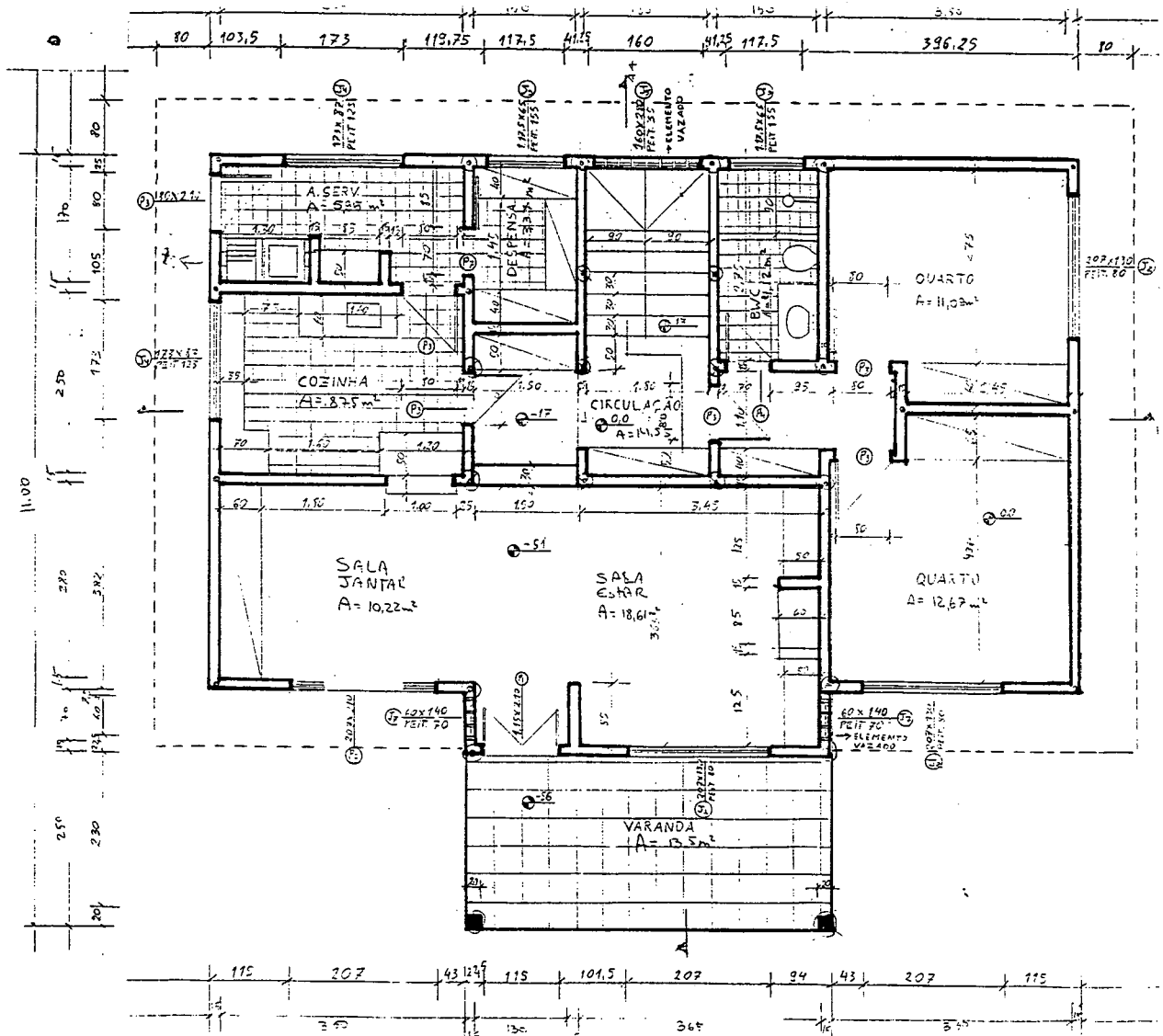
PAVIMENTO TÉRREO - PLANTA BAIXA



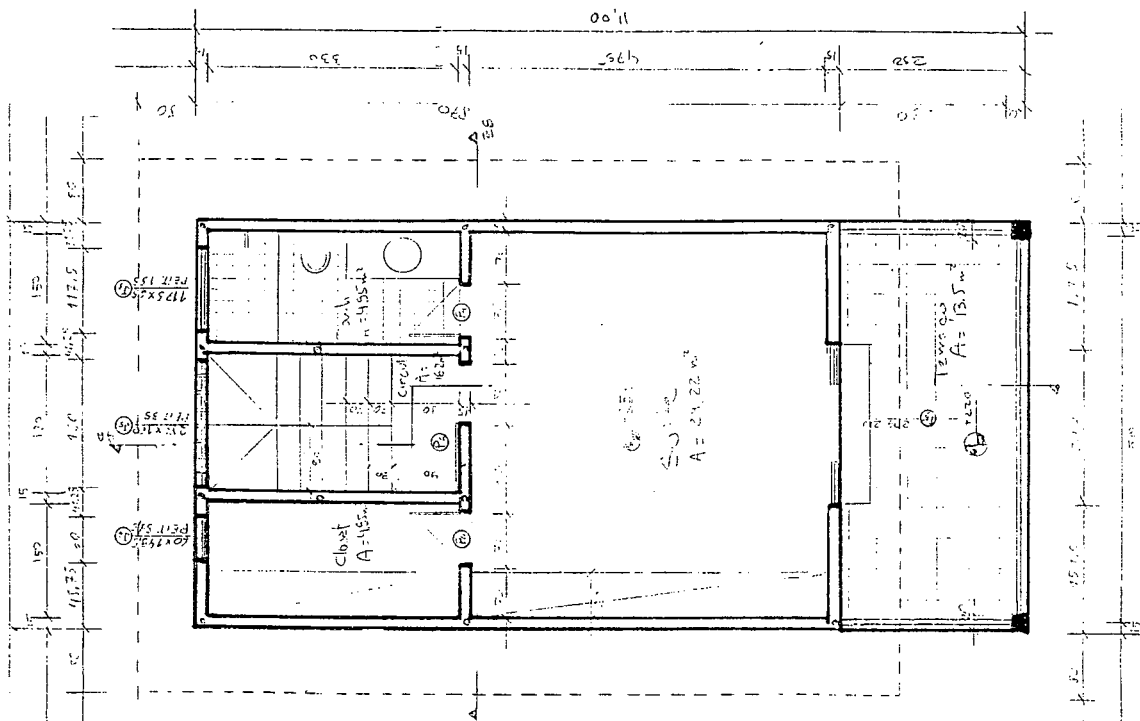
MEZANINO - PLANTA BAIXA



FACHADA FRONTAL



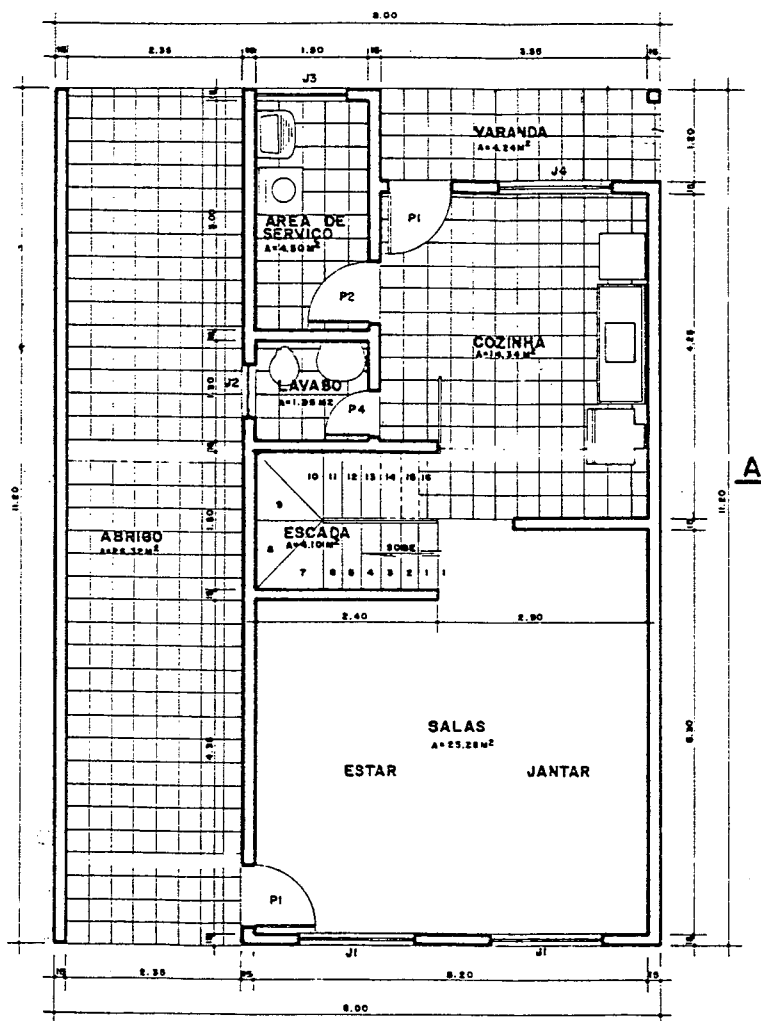
PAVIMENTO TÉRREO - PLANTA BAIXA



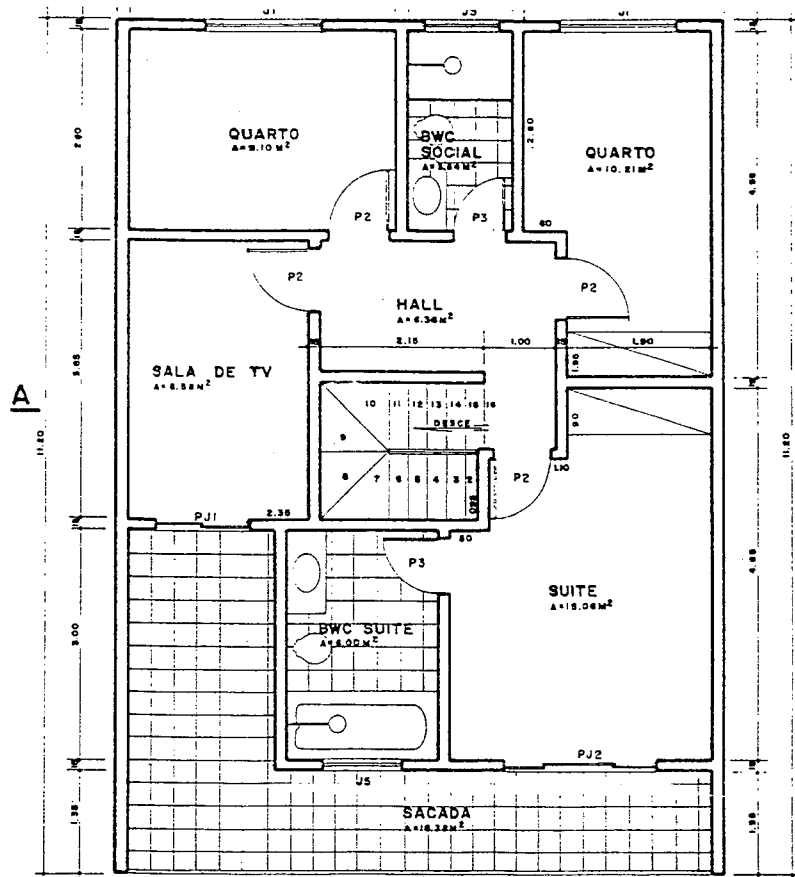
PAVIMENTO SUPERIOR - PLANTA BAIXA



FACHADA FRONTAL ✕



PAVIMENTO TÉRREO - PLANTA BAIXA

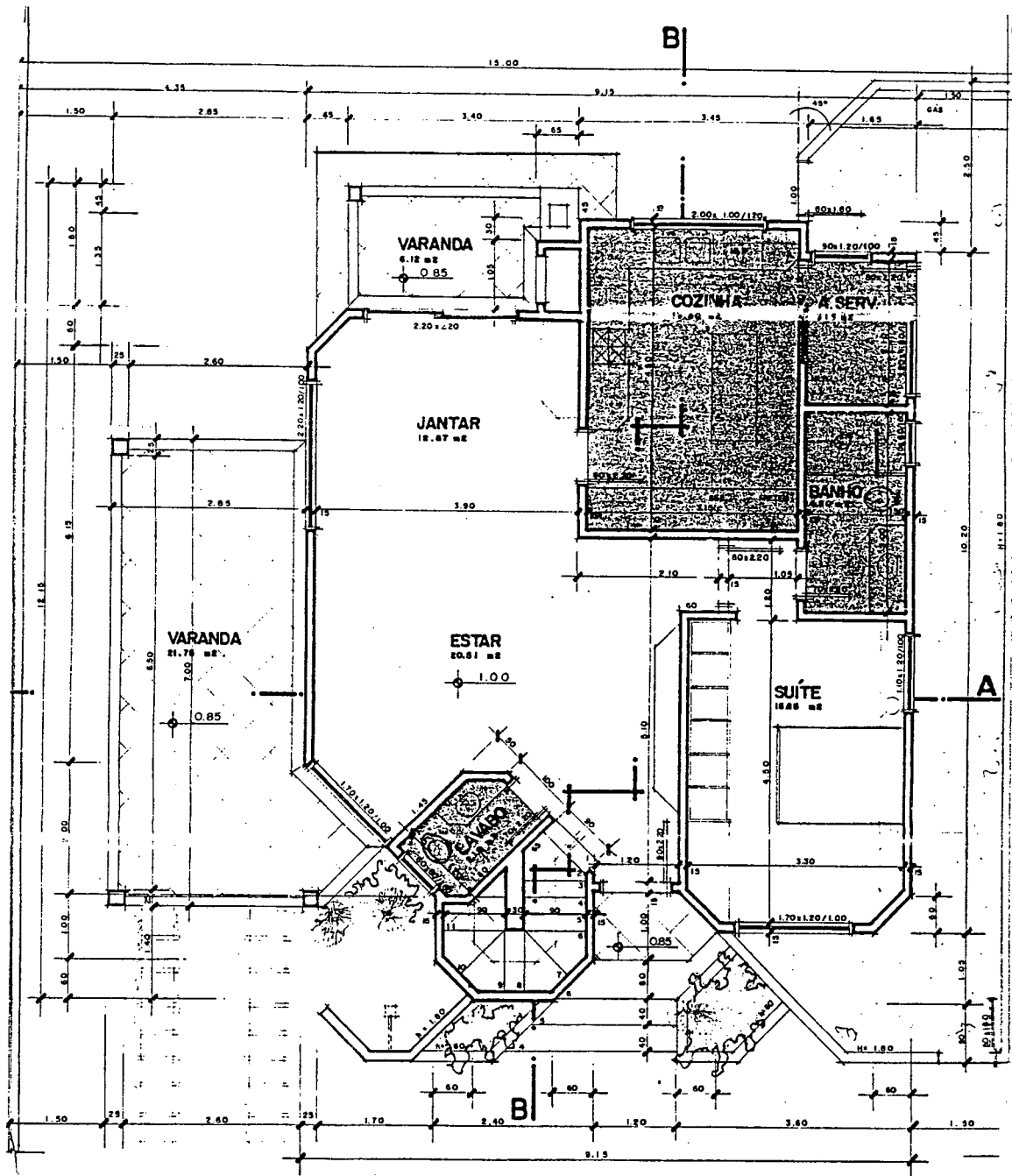


PAVIMENTO SUPERIOR - PLANTA BAIXA

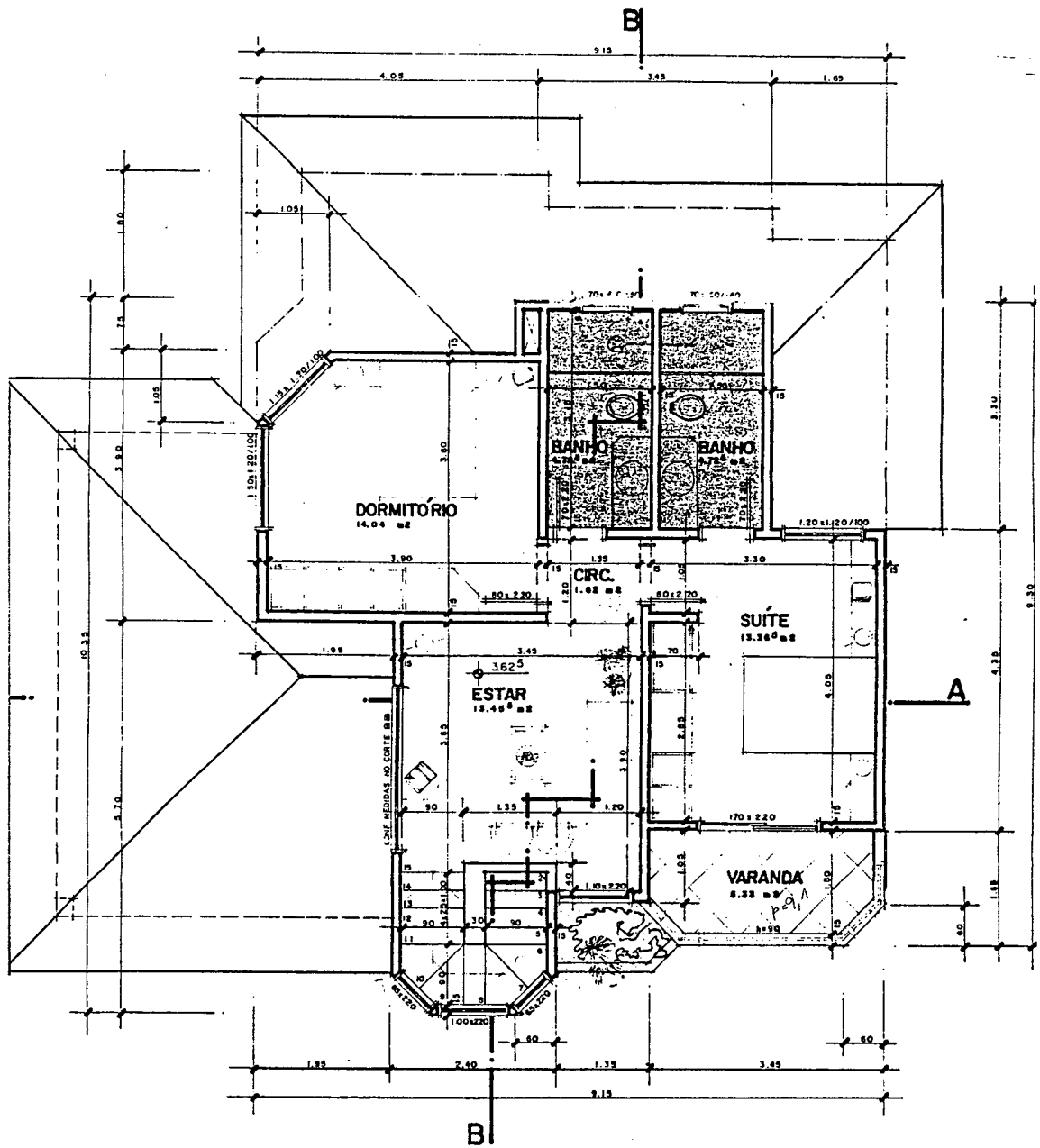


FACHADA FRONTAL

CASA 8



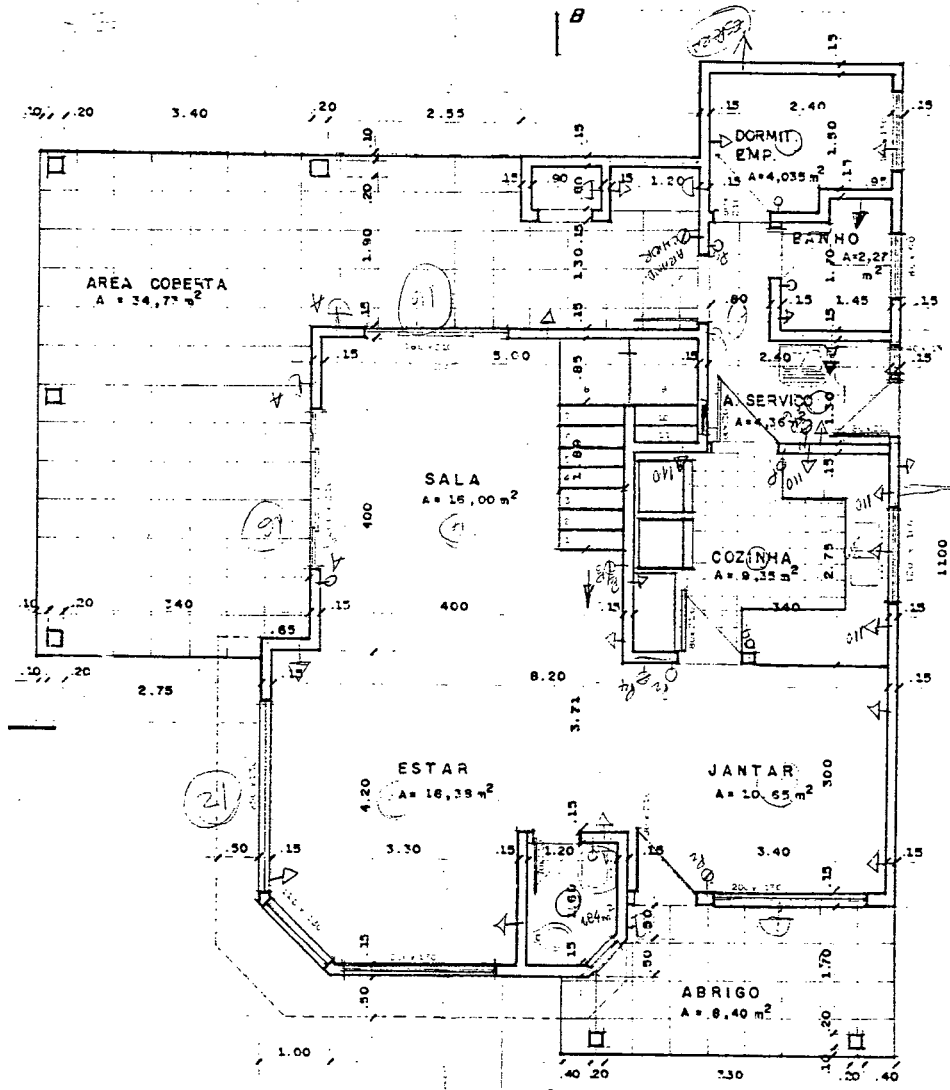
PAVIMENTO TÉRREO - PLANTA BAIXA



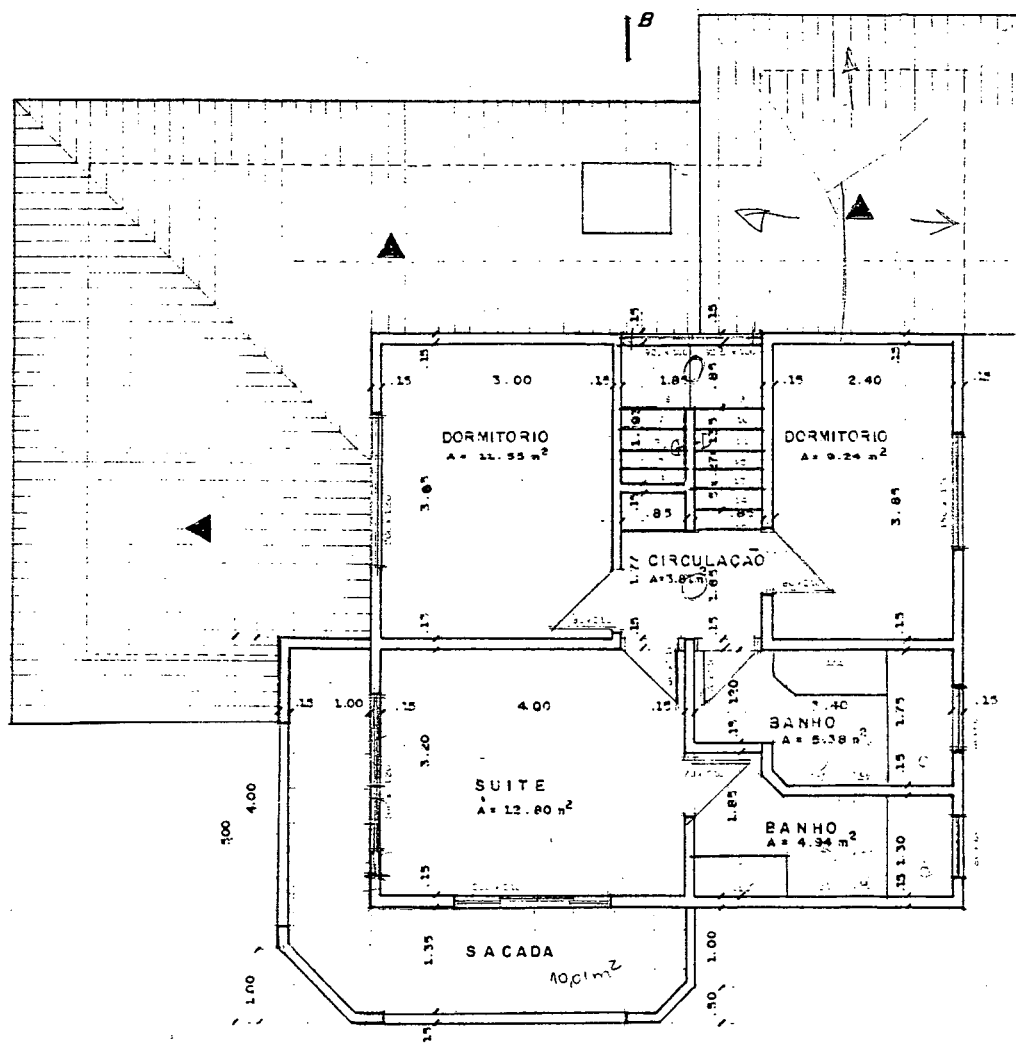
PAVIMENTO SUPERIOR - PLANTA BAIXA



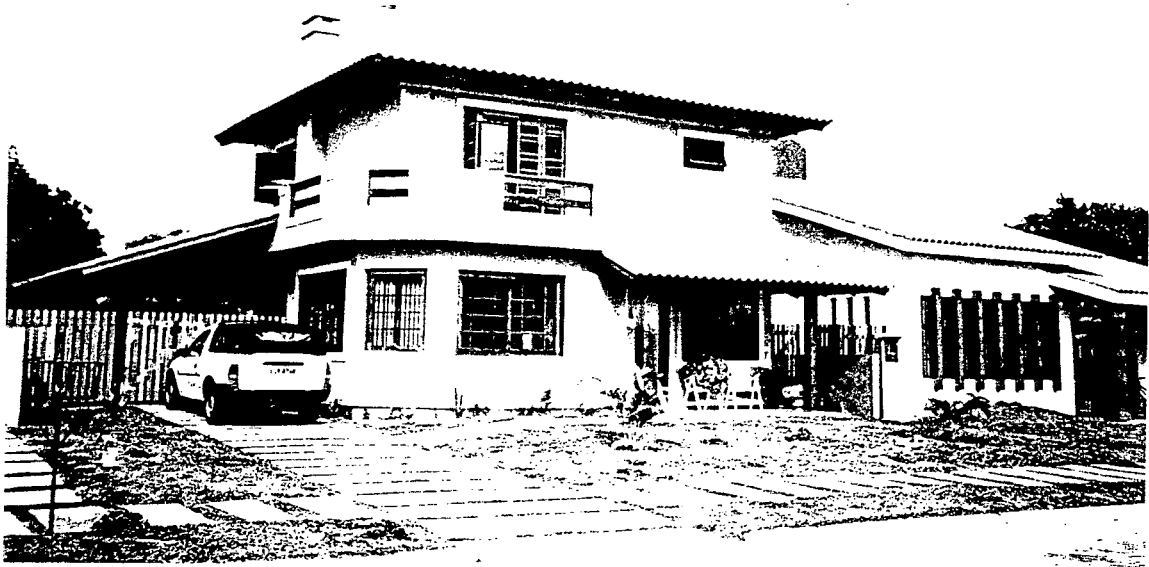
FACHADA FRONTAL



PAVIMENTO TÉRREO - PLANTA BAIXA



PAVIMENTO SUPERIOR - PLANTA BAIXA

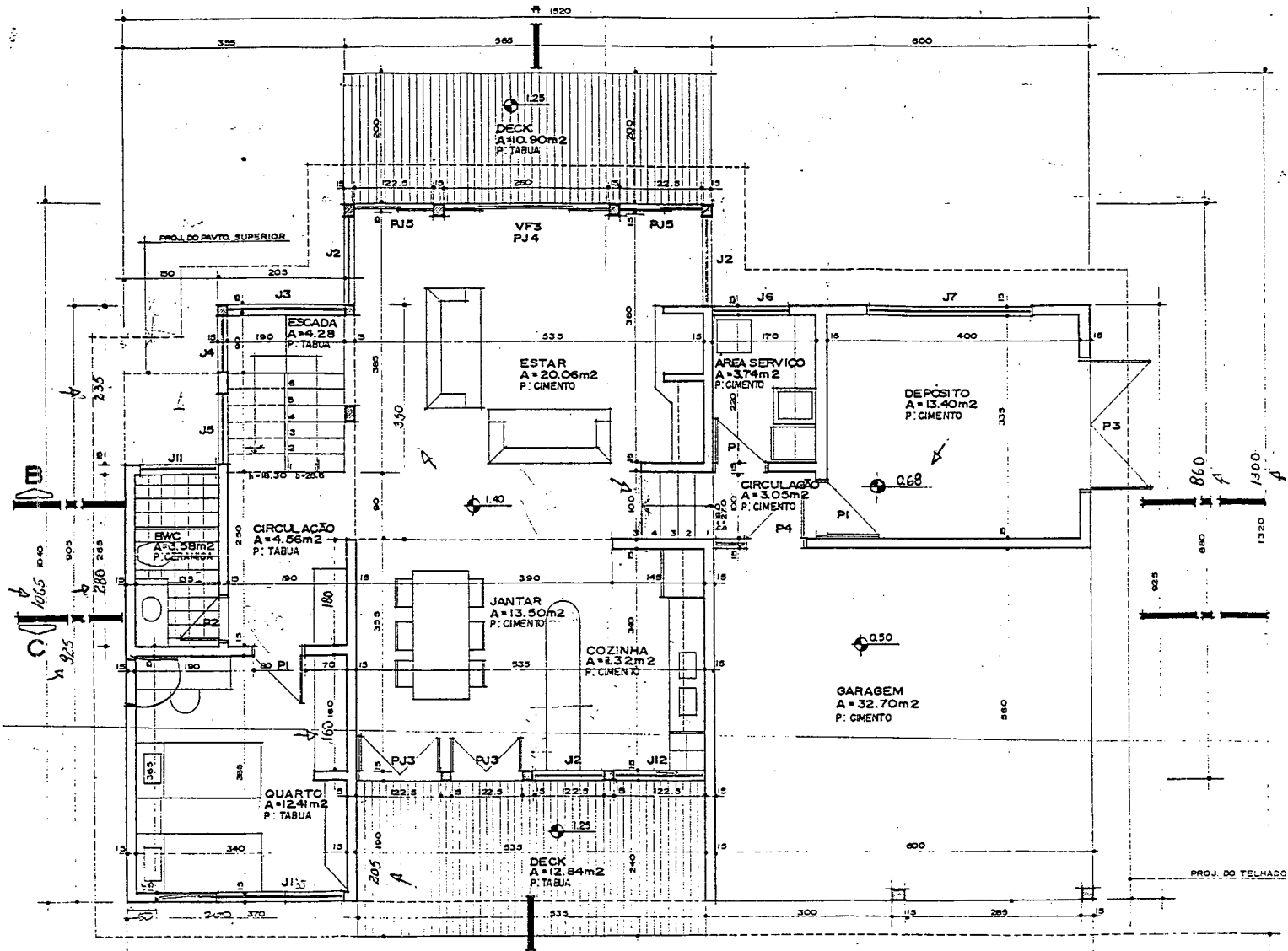


FACHADA FRONTAL - CASA 10

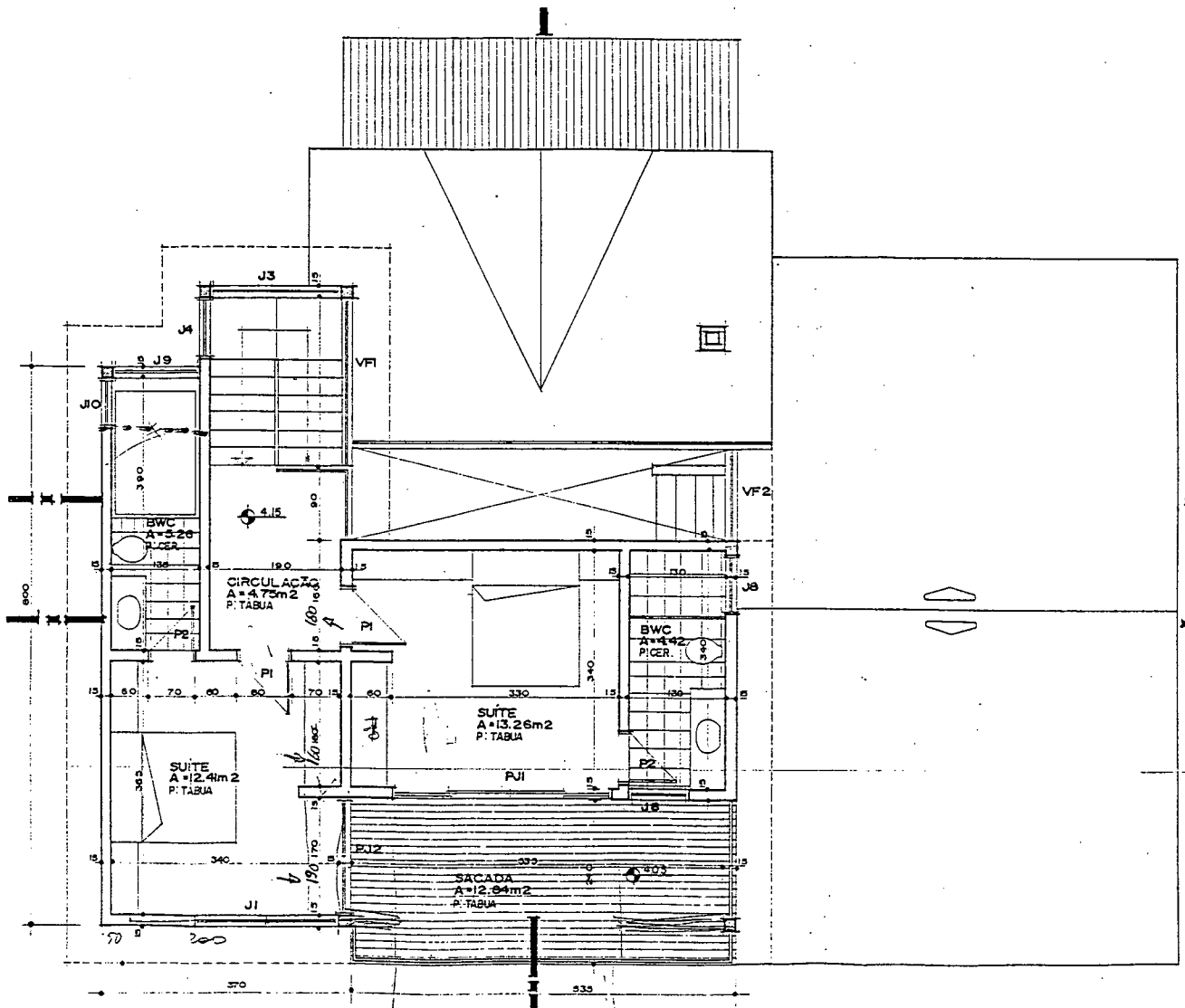


FACHADA FRONTAL - CASA 11 X

CASAS 10 E 11



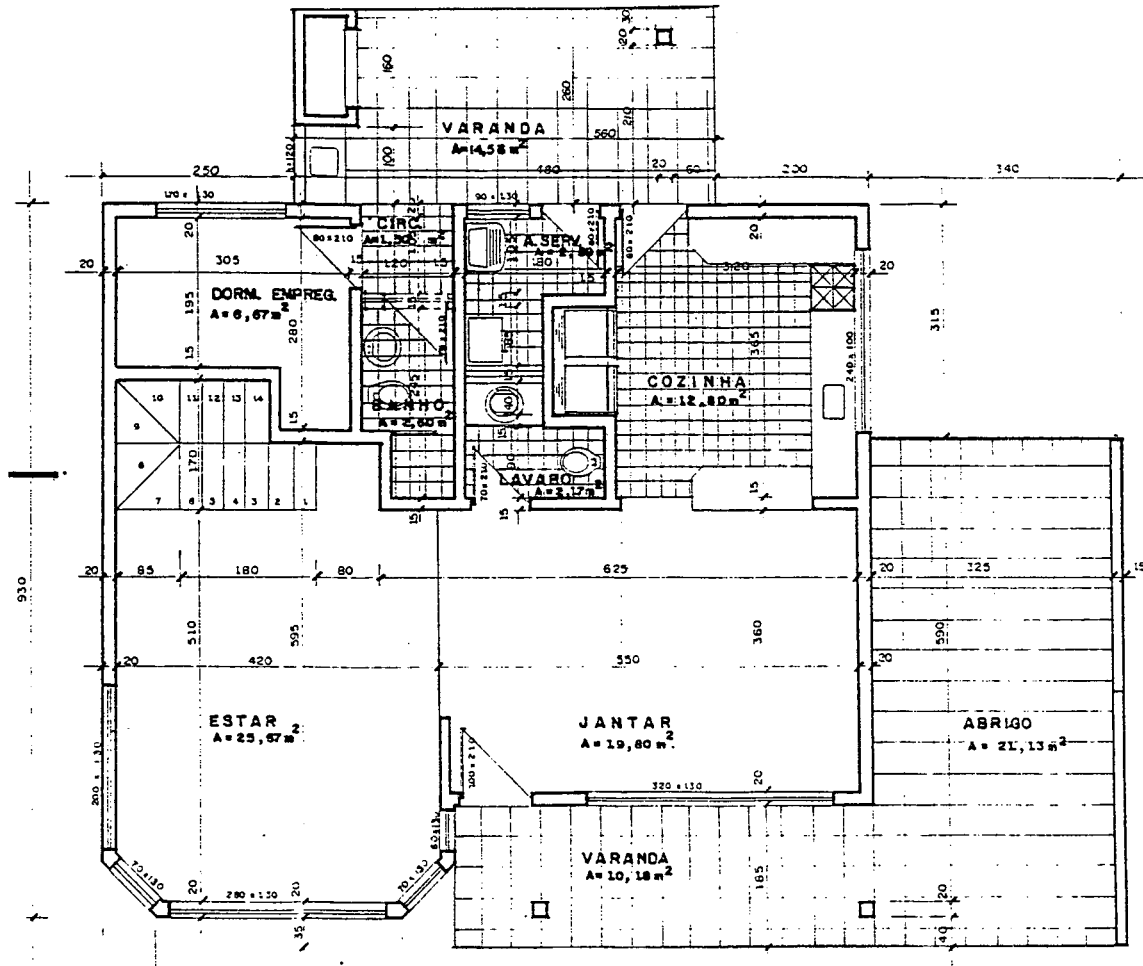
PAVIMENTO TERREO PLANTA BAIXA



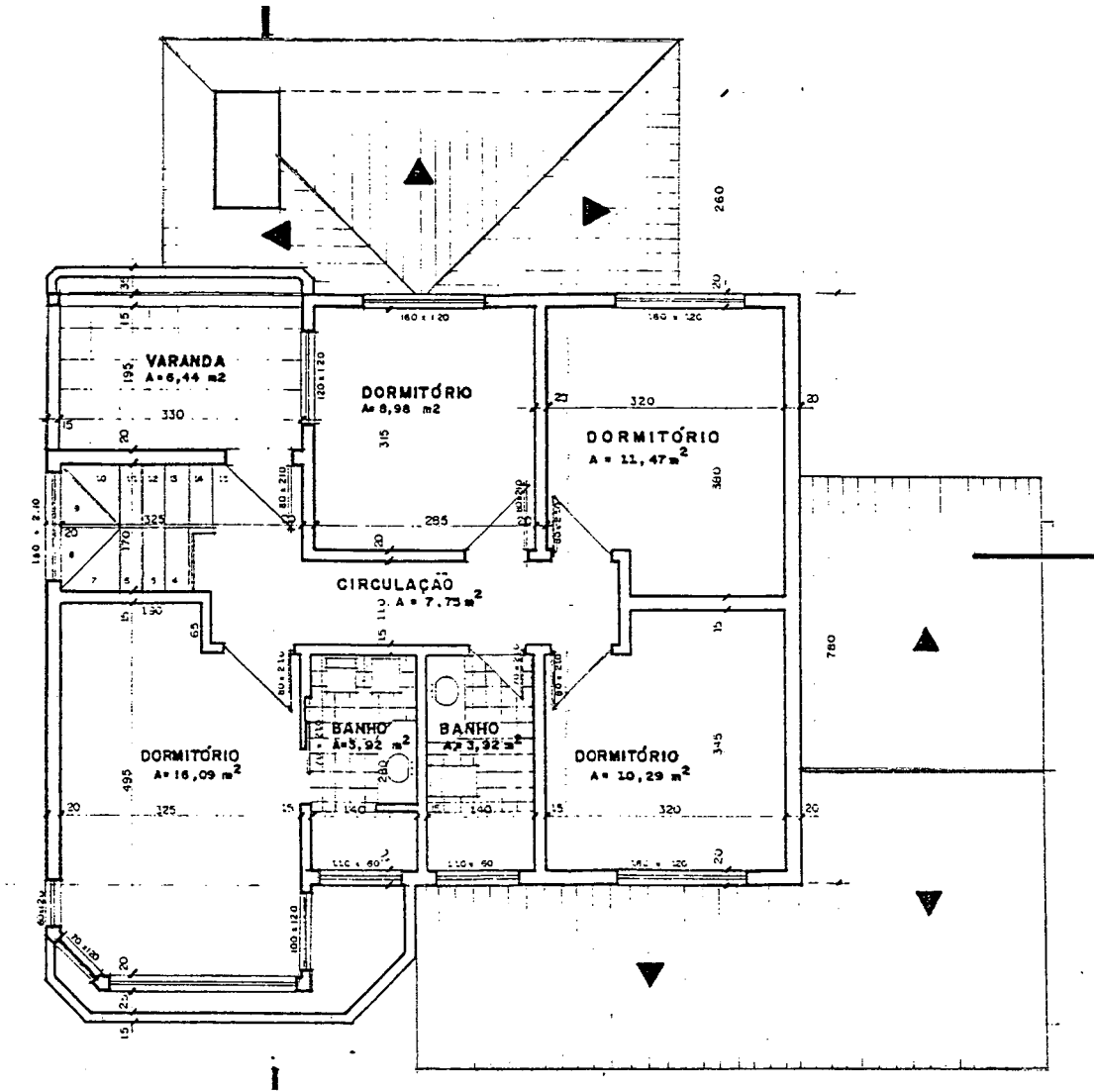
PAVIMENTO SUPERIOR - PLANTA BAIXA



FACHADA FRONTAL



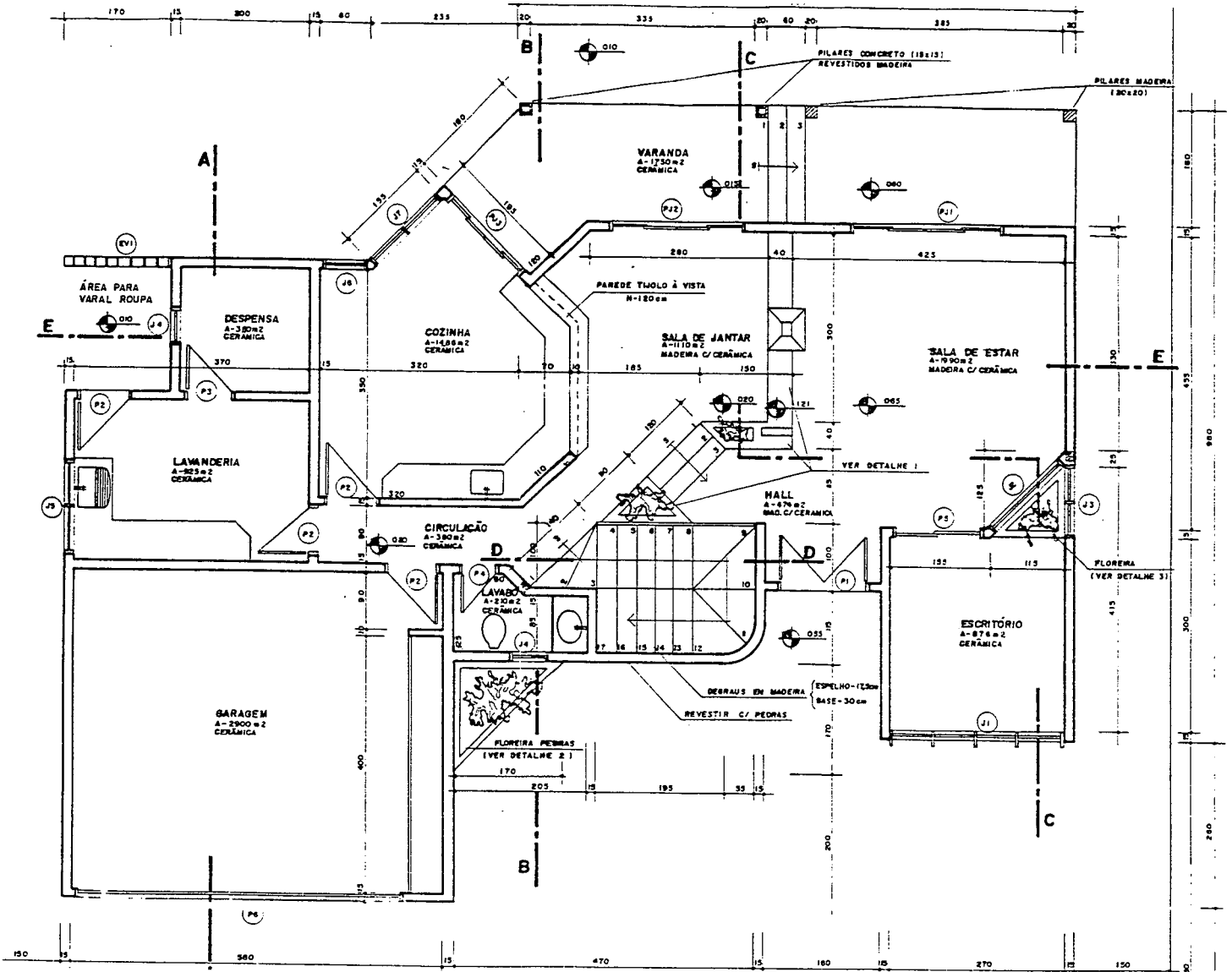
PAVIMENTO TERREO - PLANTA BAIXA



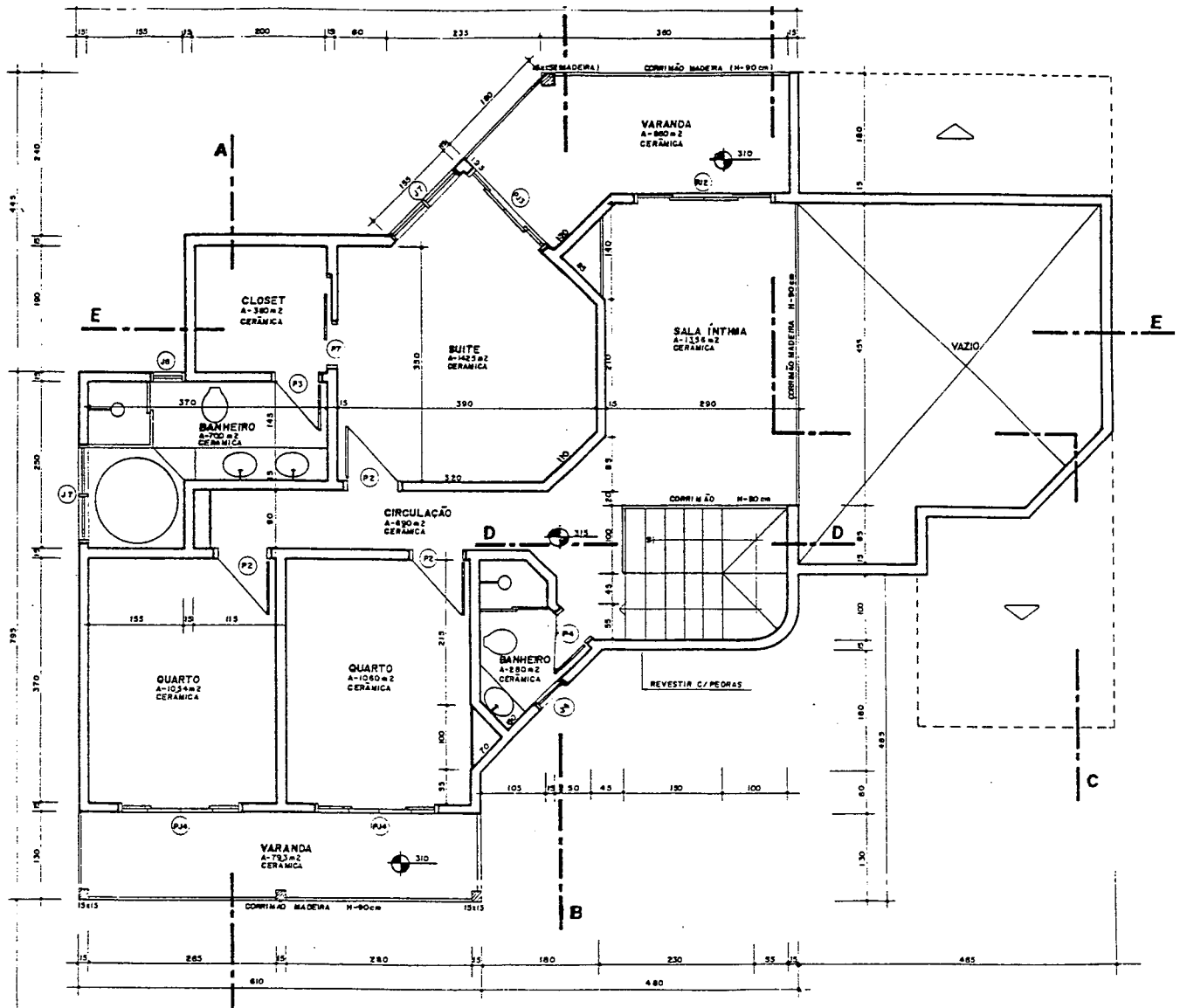
PAVIMENTO SUPERIOR - PLANTA BAIXA



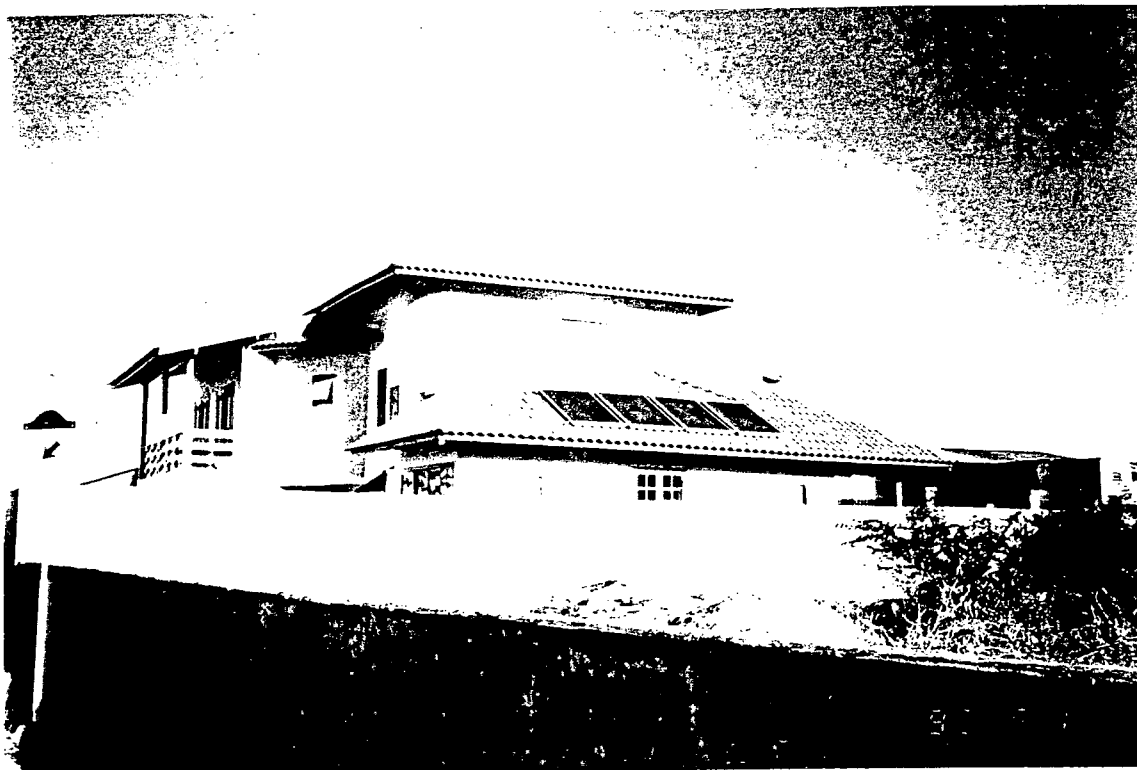
FACHADA FRONTAL X



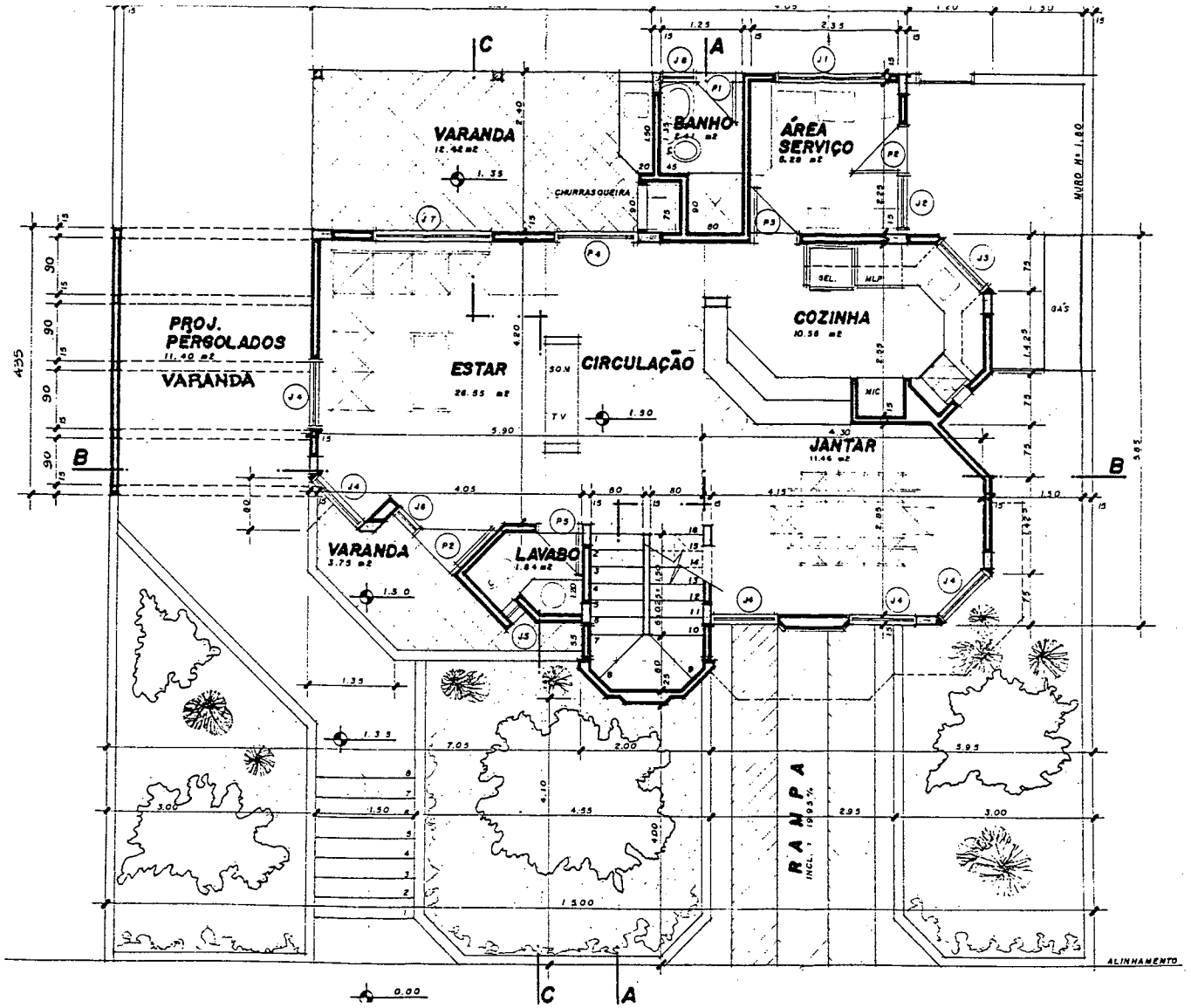
PAVIMENTO TÉRREO - PLANTA BAIXA



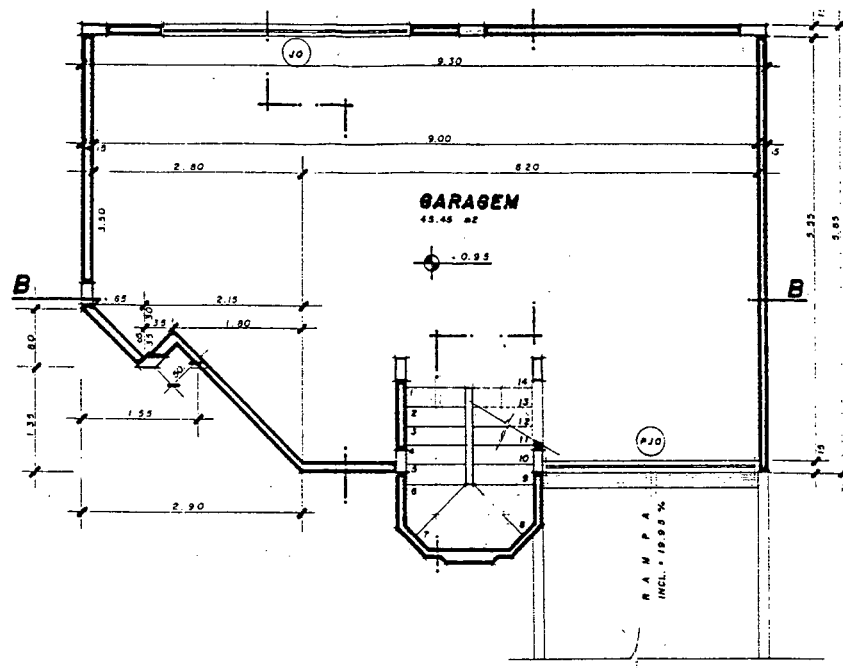
PAVIMENTO SUPERIOR - PLANTA BAIXA



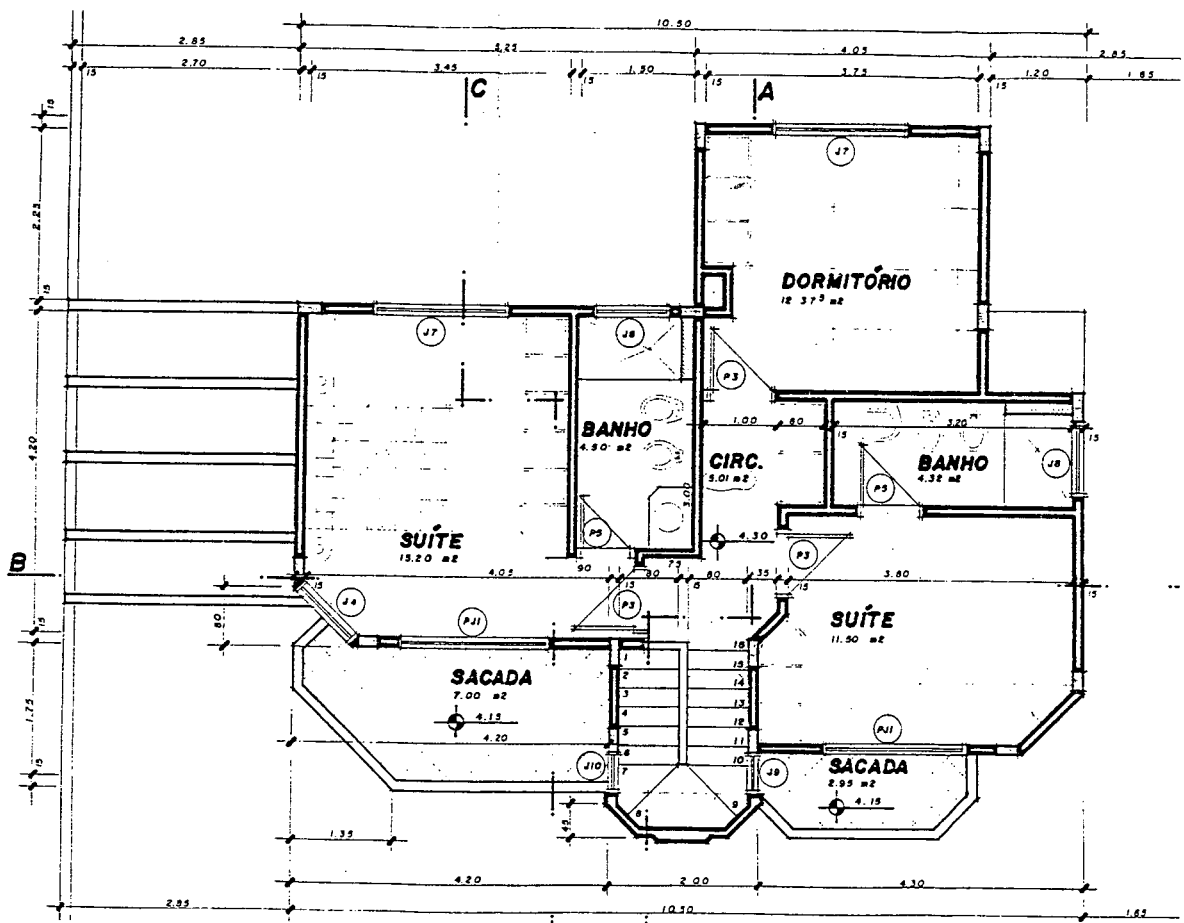
FACHADA FRONTAL



PAVIMENTO TÉRREO - PLANTA BAIXA



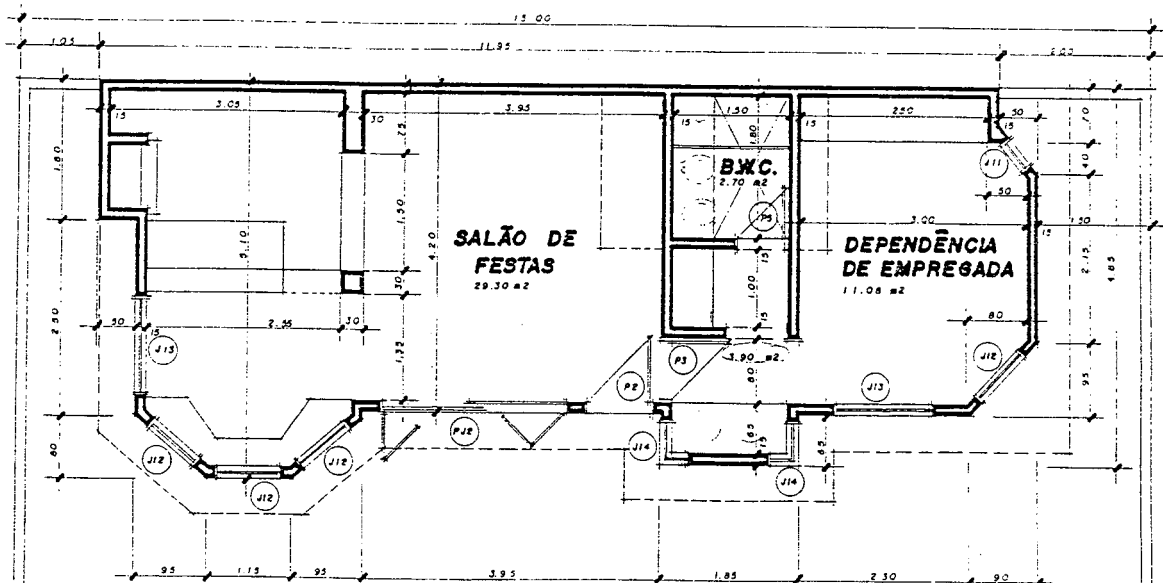
SUB-SOLO - PLANTA BAIXA



PAVIMENTO SUPERIOR - PLANTA BAIXA

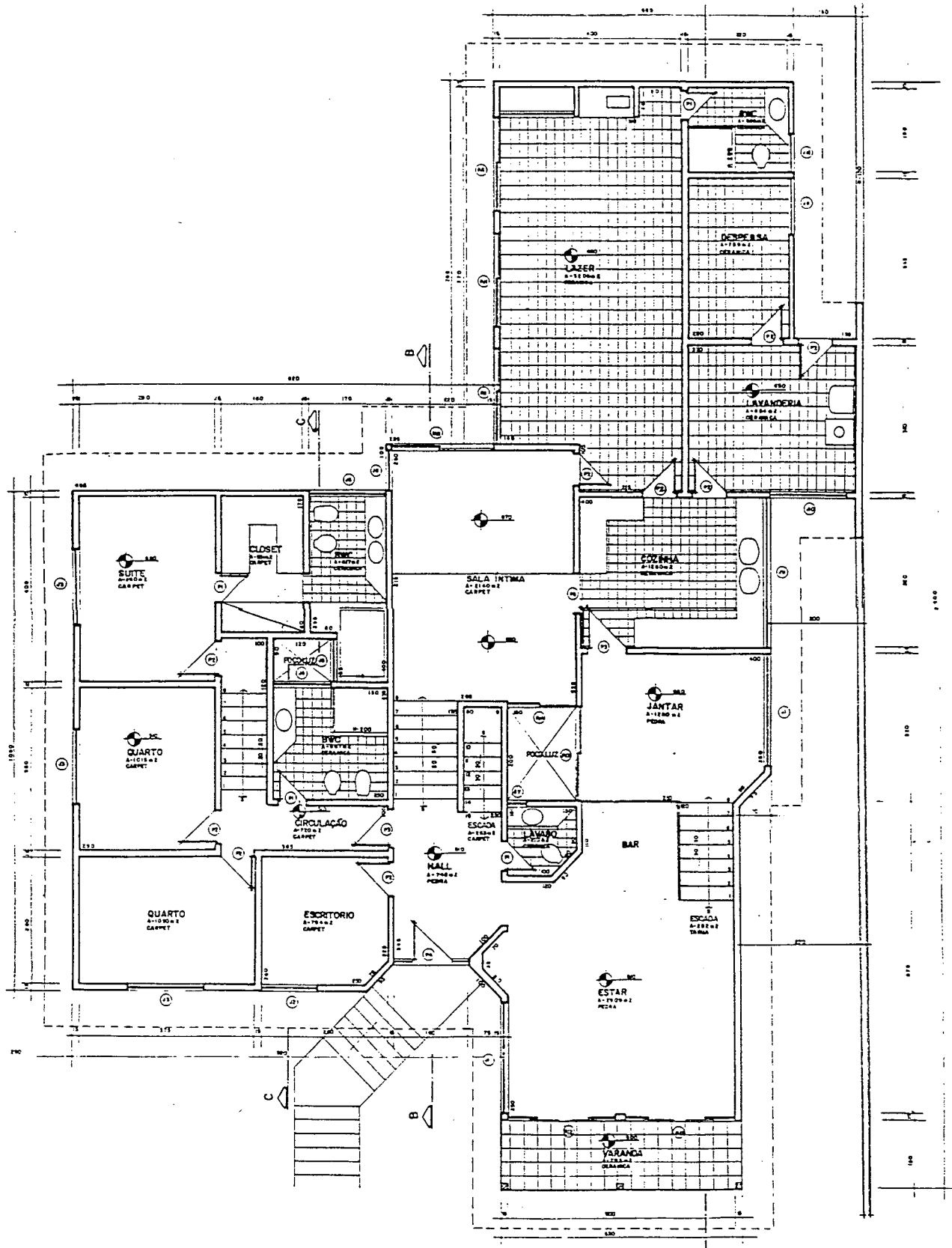


FACHADA FRONTAL X



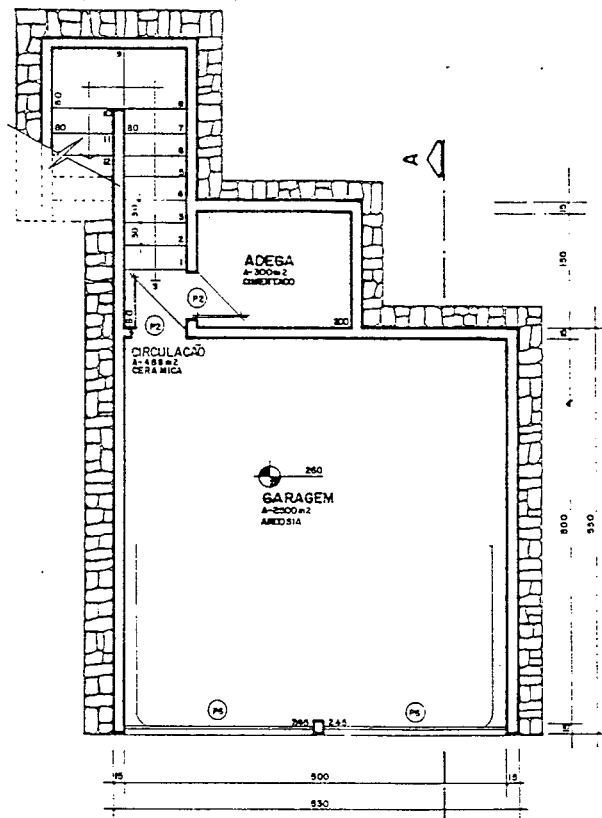
EDÍCULA - PLANTA BAIXA

CASA 15



PAVIMENTO TÉRREO - PLANTA BAIXA

CASA 16

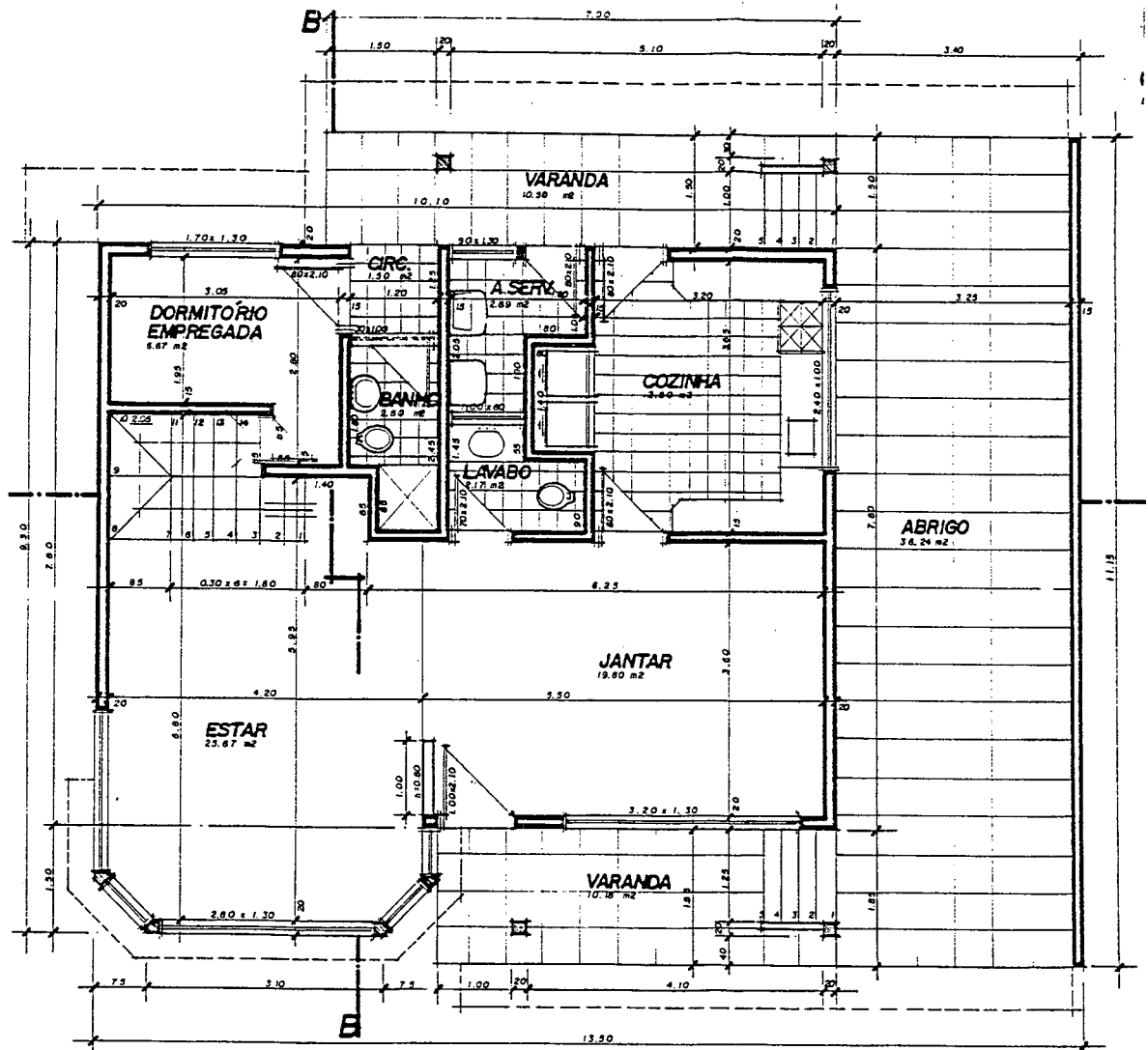


SUB-SOLO - PLANTA BAIXA

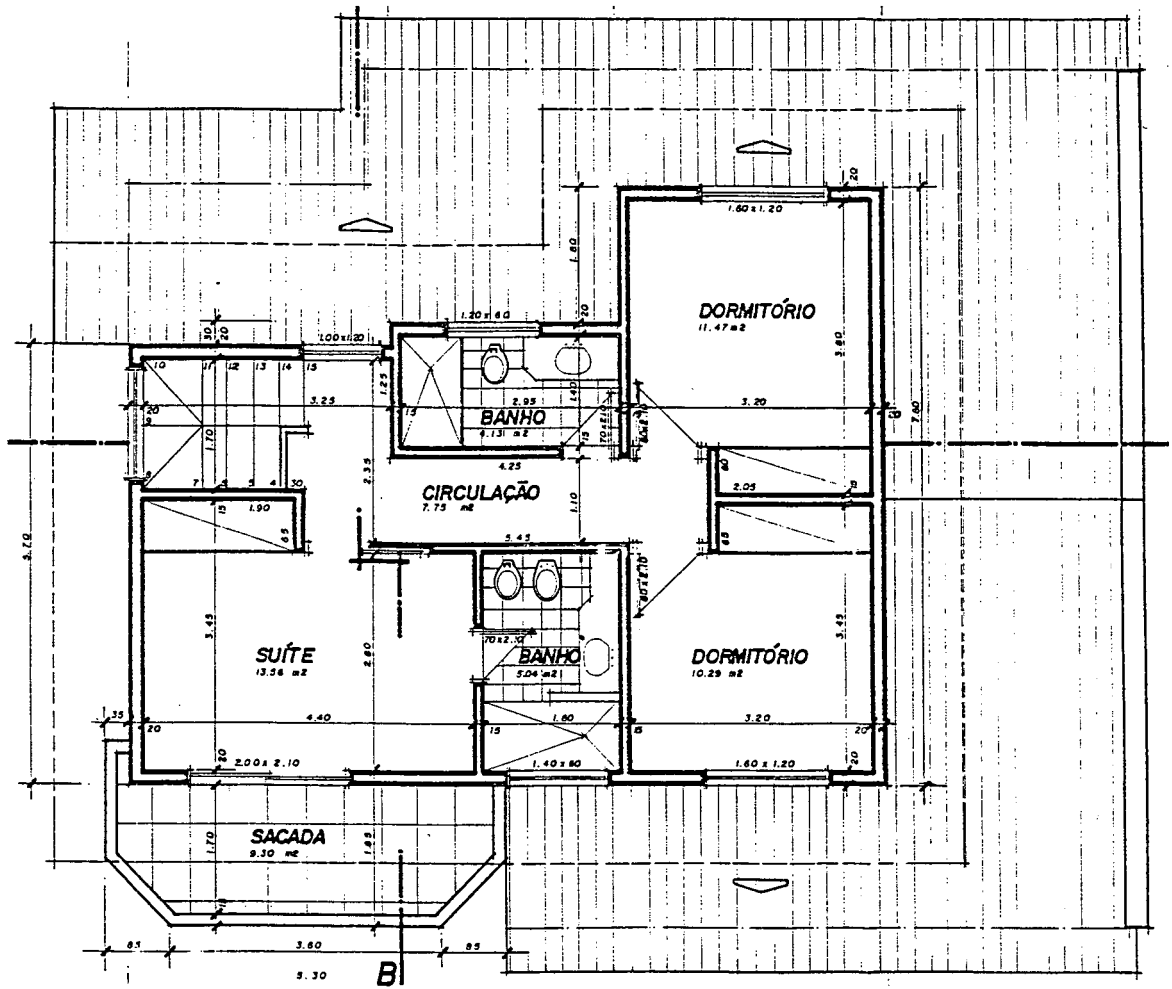


FACHADA FRONTAL

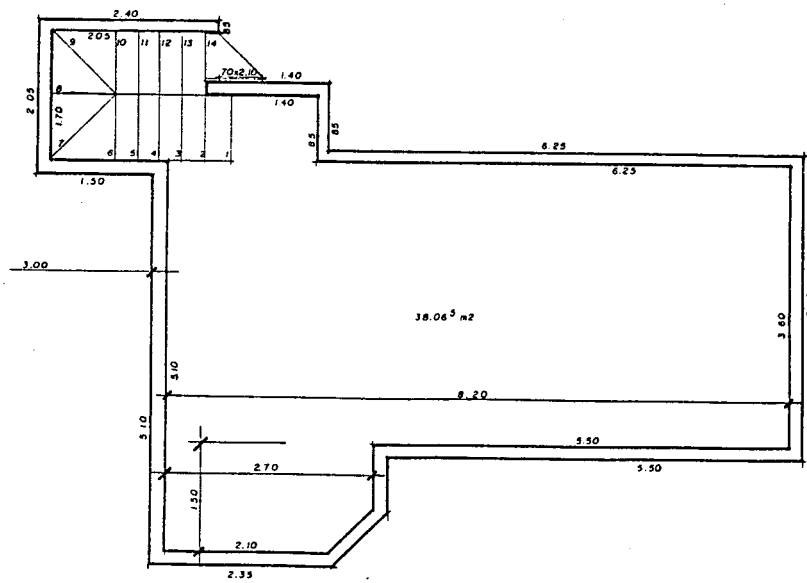
CASA 16



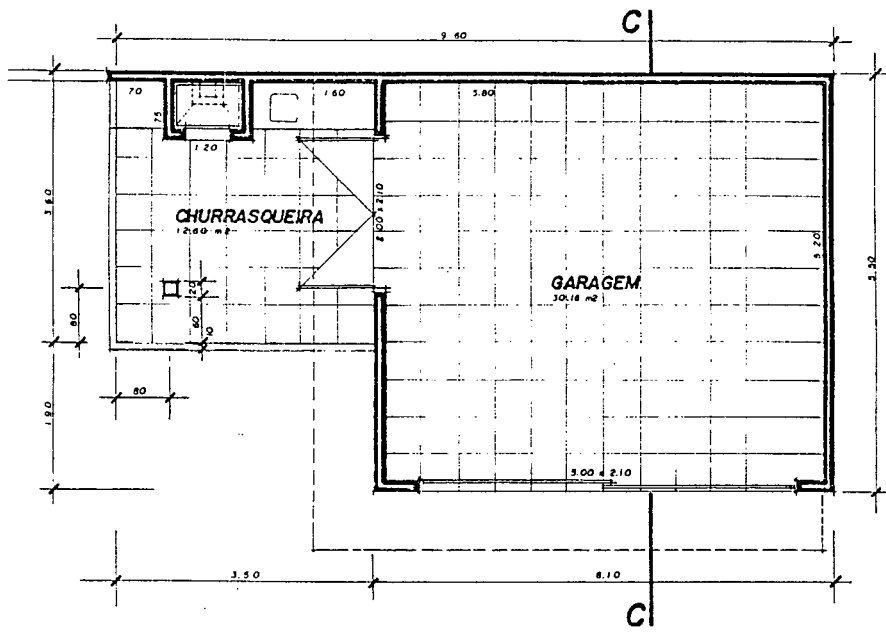
PAVIMENTO TÉRREO - PLANTA BAIXA



PAVIMENTO SUPERIOR - PLANTA BAIXA



SUB-SOLO - PLANTA BAIXA

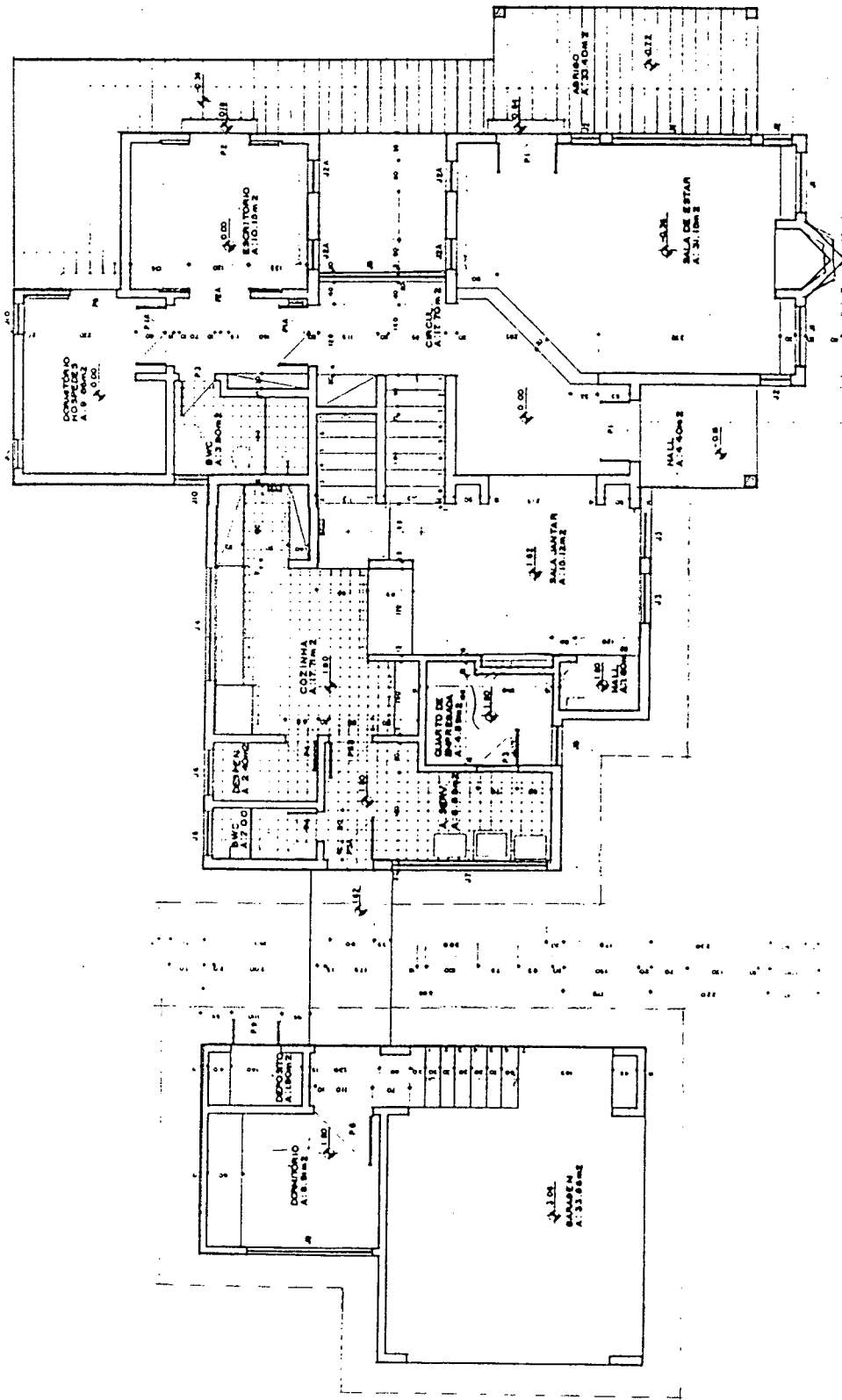


EDÍCULA - PLANTA BAIXA

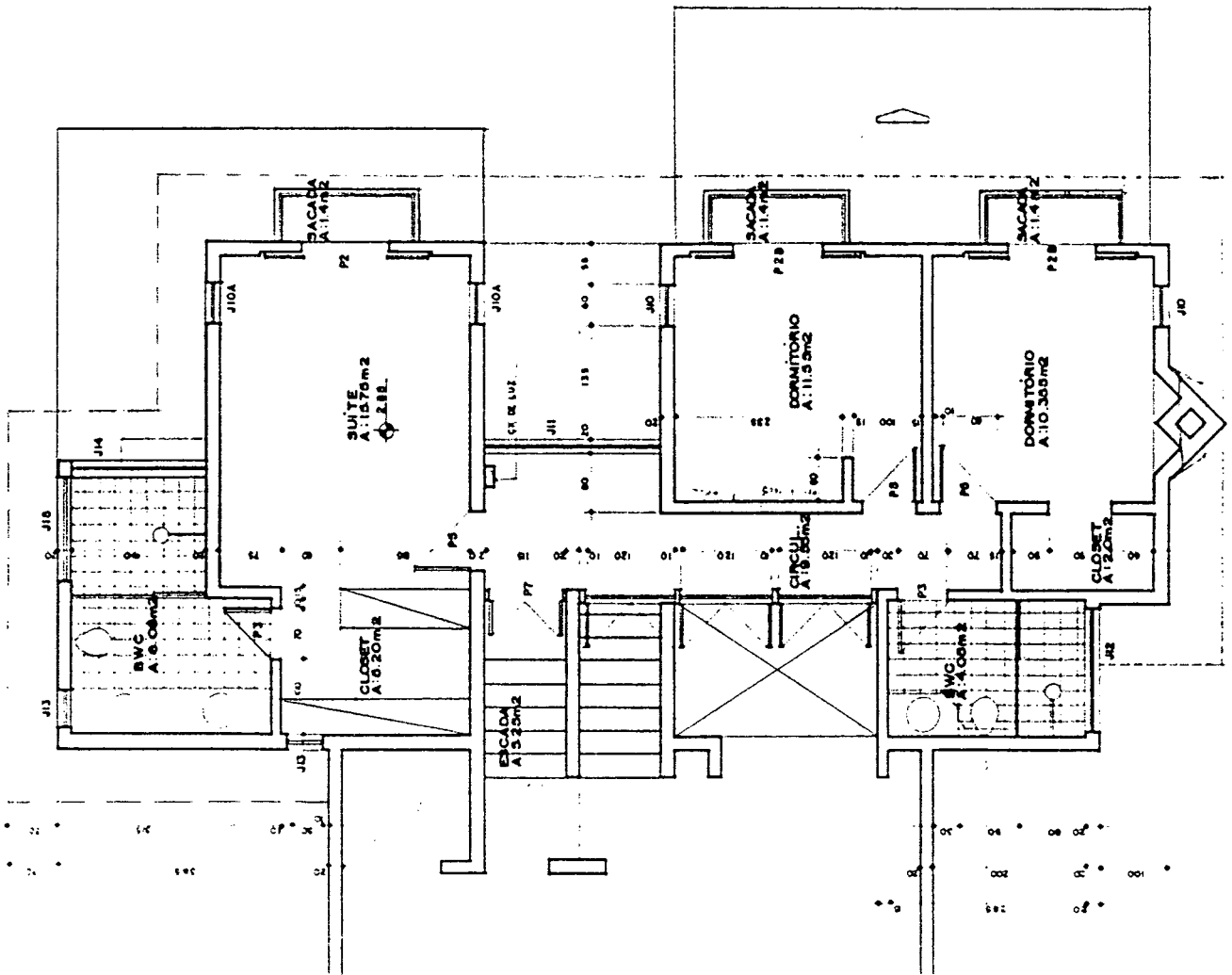


FACHADA FRONTAL X

CASA 17



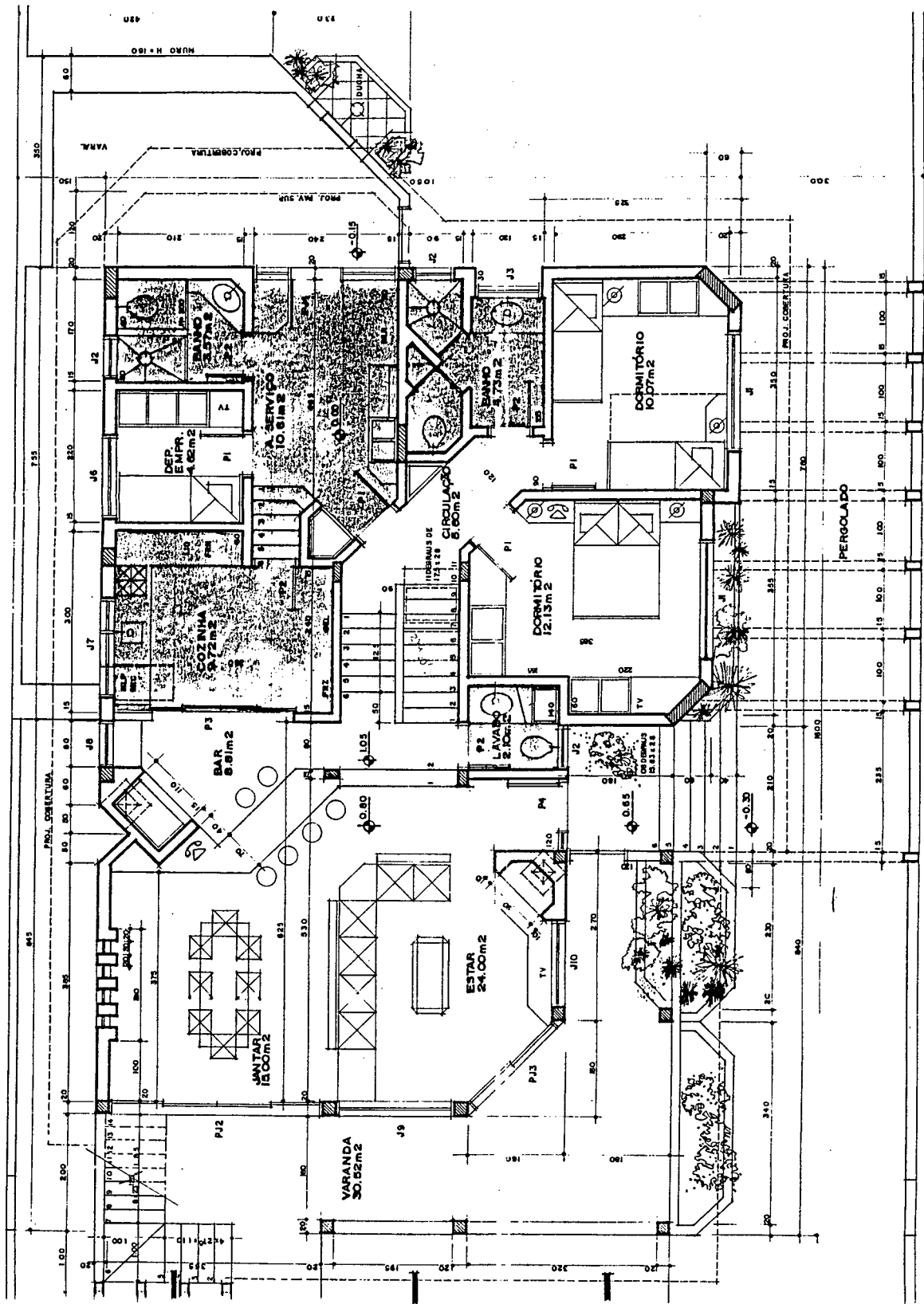
PAVIMENTO TERREO - PLANTA BAIXA



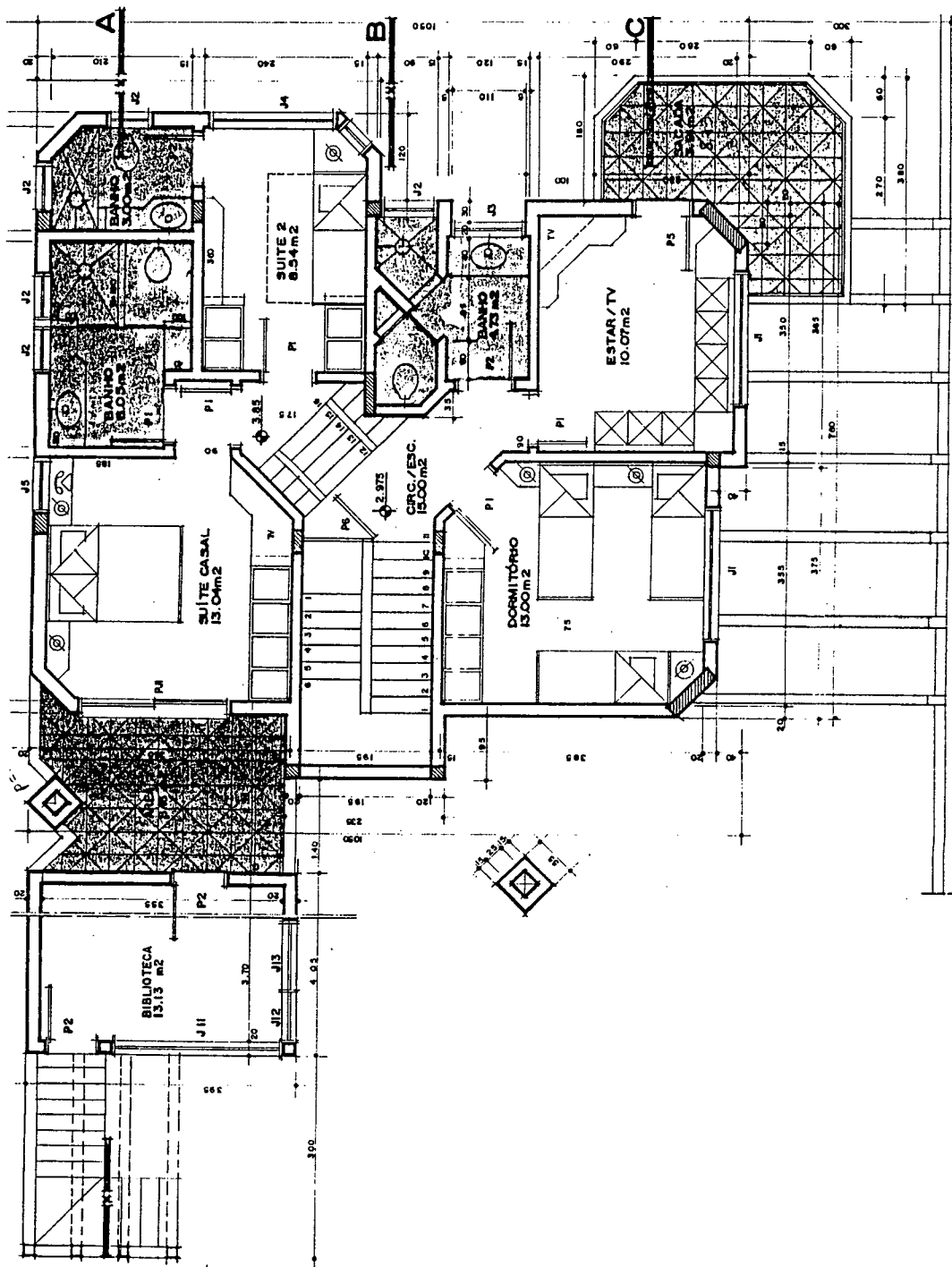
PAVIMENTO SUPERIOR - PLANTA BAIXA



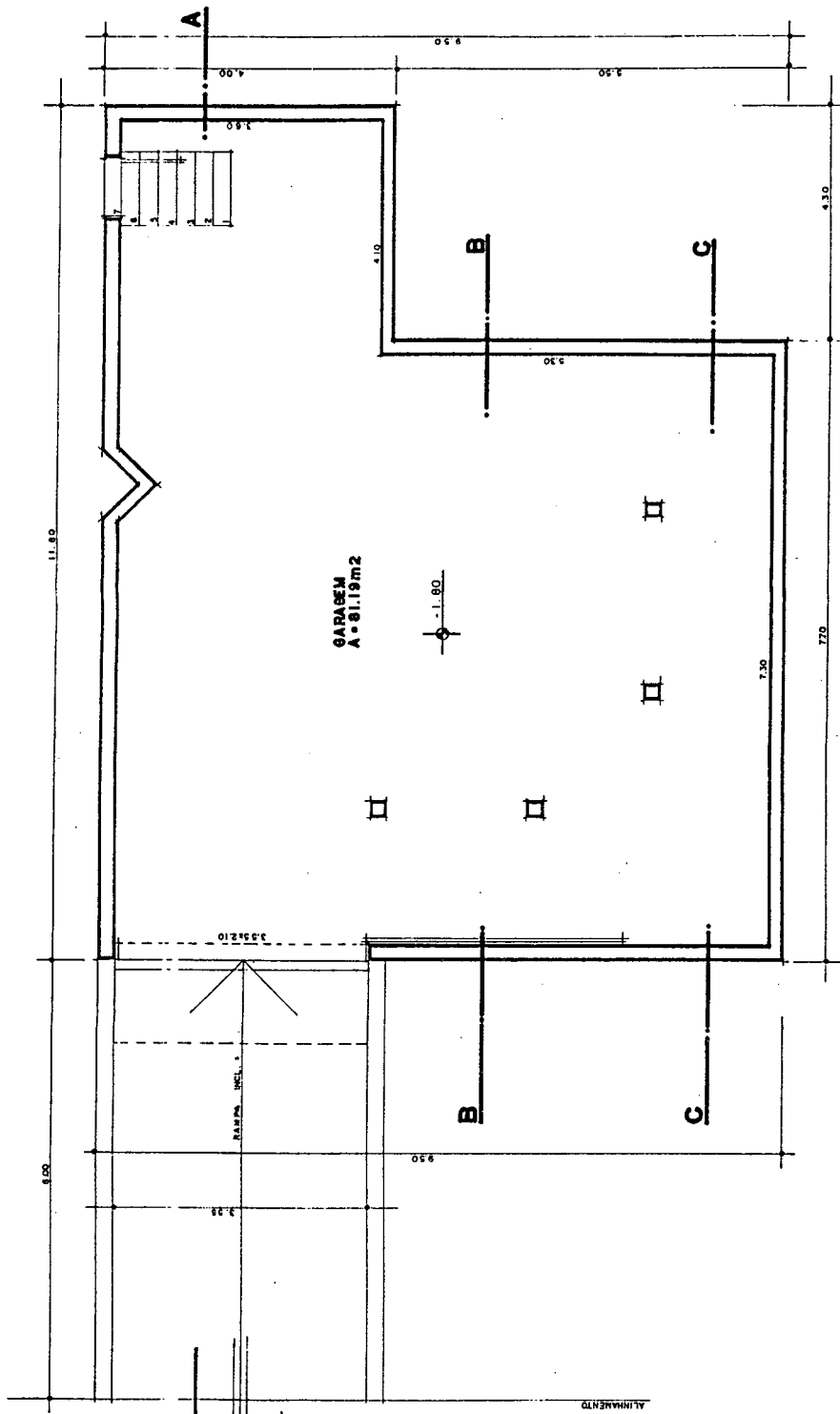
FACHADA FRONTAL



PAVIMENTO TÉRREO - PLANTA BAIXA



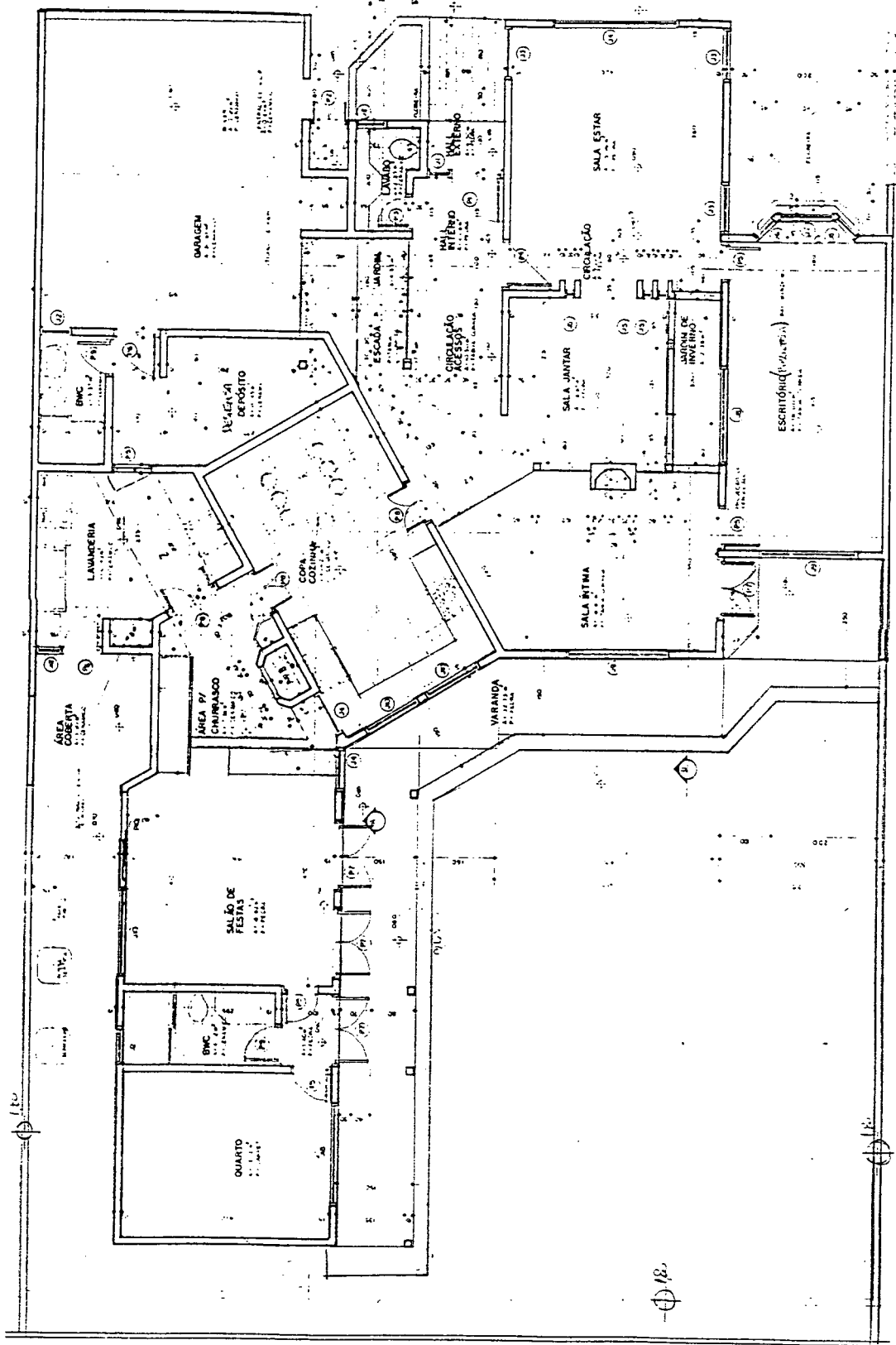
PAVIMENTO SUPERIOR - PLANTA BAIXA



SUB-SOLO - PLANTA BAIXA

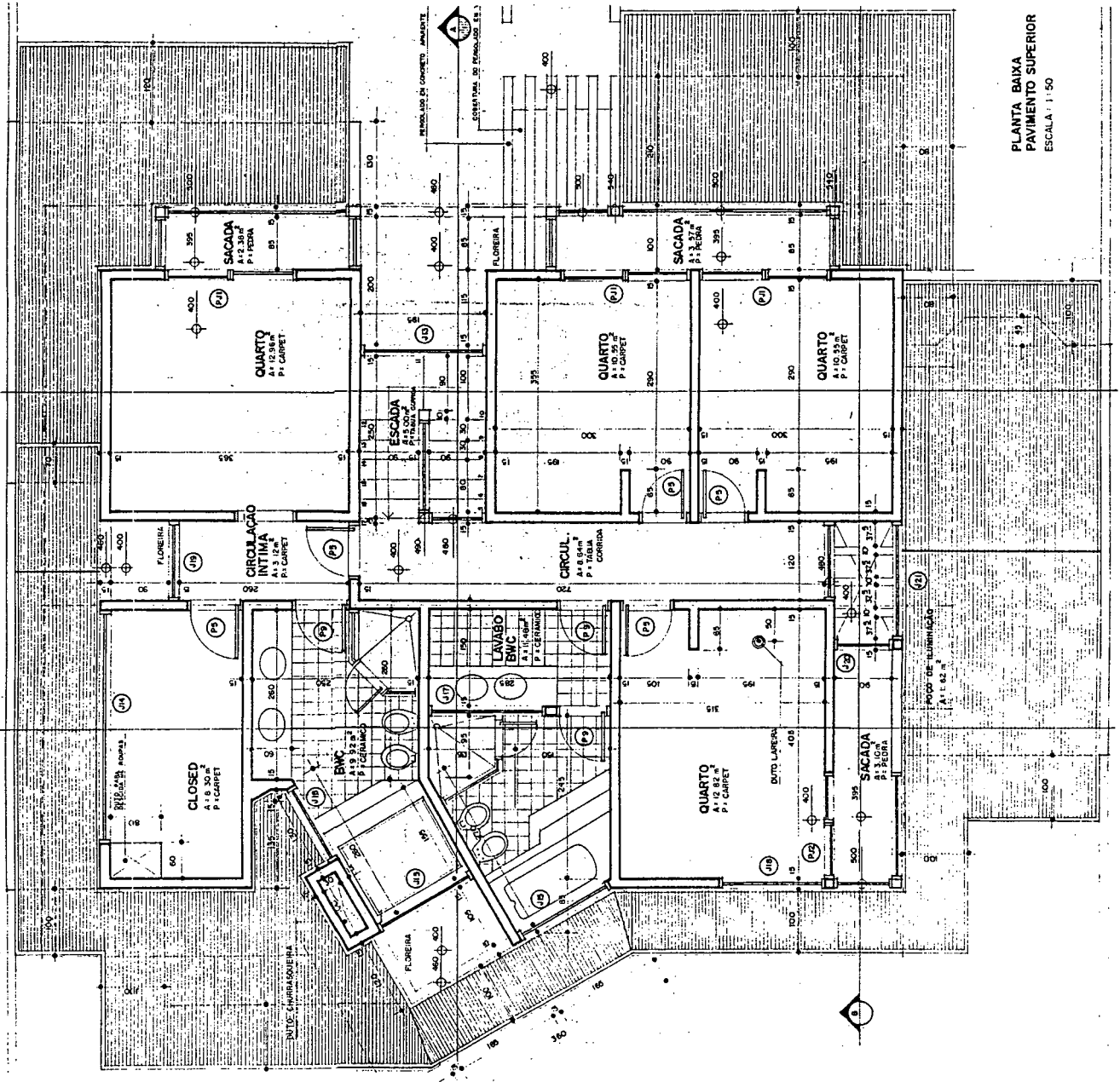


FACHADA FRONTAL ×



PAVIMENTO TÉRREO - PLANTA BAIXA

CASA 20



PLANTA BAIXA
PAVIMENTO SUPERIOR
ESCALA: 1:50

PAVIMENTO SUPERIOR - PLANTA BAIXA



FACHADA FRONTAL X