

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

**UTILIZAÇÃO DAS CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS DA
EDIFICAÇÃO NA ELABORAÇÃO DE ESTIMATIVAS
PRELIMINARES DE CUSTOS: ESTUDO DE CASO EM UMA
EMPRESA DE CONSTRUÇÃO**

ISEU REICHMANN LOSSO

Florianópolis, agosto de 1995.


UTILIZAÇÃO DAS CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS DA EDIFICAÇÃO NA
ELABORAÇÃO DE ESTIMATIVAS PRELIMINARES DE CUSTOS: ESTUDO DE
CASO EM UM EMPRESA DE CONSTRUÇÃO

ISEU REICHMANN LOSSO

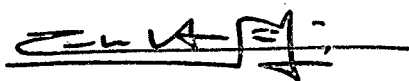
Esta dissertação foi julgada adequada para a obtenção do título de

MESTRE EM ENGENHARIA

Especialidade ENGENHARIA CIVIL, área de concentração CONSTRUÇÃO CIVIL, aprovada
em sua forma final pelo programa de PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL

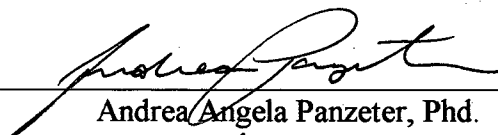


Prof. Luiz Fernando M. Heineck - Orientador

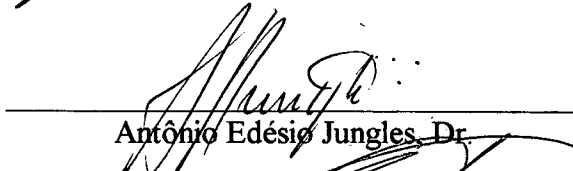


Prof. Carlos Alberto Szücs - Coordenador do Curso

COMISSÃO EXAMINADORA:



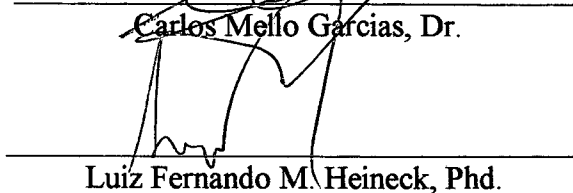
Andrea Angela Panzeter, Phd.



Antônio Edésio Jungles, Dr.



Carlos Mello Garcias, Dr.



Luiz Fernando M. Heineck, Phd.

**“Pois qual de vós, querendo edificar uma torre,
não se assenta primeiro a fazer as contas dos
gastos, para ver se tem com que a acabar?”**

Jesus Cristo (Lucas 14:28)

AGRADECIMENTOS

AGRADECIMENTOS

Agradeço...

- ... a Deus, pela sabedoria e força de vontade, necessárias ao longo deste trabalho;
- ... ao advogado Igo Iwant Losso e a economista Isolda Reichmann Losso, a quem devo minha existência, pelo esforço empregado em minha educação e apoio na concretização de meus sonhos;
- ... ao professor Luiz Fernando M. Heineck, pela orientação, incentivo e dedicação ao longo do desenvolvimento deste trabalho;
- ... ao grande amigo Hércules Nunes de Araújo, pela grande ajuda, amizade e muitas palavras de incentivo, imprescindíveis para conclusão deste trabalho;
- ... à Construtora Irmãos THÁ S.A., pela abertura de suas portas, possibilitado a execução deste trabalho;
- ... ao Eng. Gilberto Kaminski e sua equipe de trabalho, pelo incentivo, paciência e descontração no ambiente de trabalho na fase de levantamento de dados;
- ... a todas as pessoas que tive a oportunidade de conhecer durante a elaboração deste trabalho e hoje posso chamar de amigos;
- ... aos muitos colegas e professores que propiciaram um ambiente de estudo muito agradável;
- ... a CAPES, pela viabilização financeira desta pesquisa;
- ... a todos, que de alguma forma contribuíram, com pequenas ou grandes parcelas de colaboração, na elaboração desta dissertação.

SUMÁRIO

SUMÁRIO

LISTA DE QUADROS.....	IV
LISTA DE FIGURAS.....	VII
LISTA DE ABREVIATURAS	IX
LISTA DE FÓRMULAS.....	X
RESUMO.....	XI
ABSTRACT.....	XII
1. INTRODUÇÃO	1
1.1. JUSTIFICATIVA DA PESQUISA	1
1.2. OBJETIVOS GERAL E ESPECÍFICOS.....	9
1.2.1. OBJETIVO GERAL	9
1.2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	9
1.3. HIPÓTESES GERAL E DE TRABALHO.....	10
1.3.1. HIPÓTESE GERAL	10
1.3.2. HIPÓTESES DE TRABALHO.....	10
1.4. LIMITAÇÕES DO TRABALHO	10
1.5. ESTRUTURA DO TRABALHO	11
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	13
2.1. CONSIDERAÇÕES GERAIS	13
2.2. DEFINIÇÕES	15
2.2.1. ORÇAMENTO	15
2.2.2. ESTIMATIVA DE CUSTOS.....	17
2.2.3. CURVA ABC.....	17
2.2.4. FERRAMENTAS PARA ELABORAÇÃO DE ORÇAMENTOS.....	19
2.2.5. OUTRAS DEFINIÇÕES	19
2.3. TIPOS DE ESTIMATIVAS DE CUSTO.....	21
2.3.1. MÉTODO DE ESTIMATIVA DO CUSTO POR ÁREA.....	22
2.3.2. MÉTODO DA ESTIMATIVA DO CUSTO POR VOLUME.....	24
2.3.3. MÉTODO DA PARTICIPAÇÃO PERCENTUAL DAS ETAPAS DE CONSTRUÇÃO	25
2.3.4. MÉTODO DE ESTIMATIVA DO CUSTO POR UNIDADE.....	28
2.3.5. MÉTODO A.R.C.....	28
2.3.6. MÉTODO DAS QUANTIDADES APROXIMADAS.....	29
2.3.7. OUTROS MÉTODOS	30
2.4. TIPOS DE ORÇAMENTOS.....	30
2.4.1. CONVENCIONAL.....	30
2.4.2. OPERACIONAL.....	31
2.5. PROPOSTA DO MÉTODO PELAS CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS	32

3. METODOLOGIA	36
3.1. DESCRIÇÃO DA EMPRESA	36
3.2. PROJETOS ESTUDADOS	38
3.3. LEVANTAMENTO DE DADOS (MEDIÇÃO)	41
3.4. METODOLOGIA NO TRATAMENTO DOS DADOS	47
4. ANÁLISE DOS DADOS	50
4.1. CONSIDERAÇÕES GERAIS	50
4.2. CONSIDERAÇÕES SOBRE A QUANTIFICAÇÃO DE MATERIAIS	51
4.2.1. INDICADORES:	57
4.2.1.1. ÍNDICE DE COMPACIDADE (I_c)	58
4.2.1.2. ÁREA DE PAREDES EXTERNAS POR METRO QUADRADO (APE)	60
4.2.1.3. COMPRIMENTO DE PAREDES INTERNAS POR METRO QUADRADO (CPI)	62
4.2.1.4. ÁREA DE PAREDES INTERNAS POR METRO QUADRADO (API)	64
4.2.1.5. NÚMERO ABERTURAS INTERNAS POR ÁREA DO PAV. TIPO (NAI)	67
4.2.1.6. PERÍMETRO DE ABERTURAS EXTERNAS POR ÁREA DO PAVIMENTO TIPO (PAE)	69
4.2.1.7. ÁREA DE ABERTURAS EXTERNAS POR ÁREA ÚTIL DO PAV. TIPO (AAE)	71
4.2.1.8. ÁREA DE PISOS FRIOS POR ÁREA ÚTIL (APF)	73
4.2.1.9. NÚMERO DE BANHEIROS POR ÁREA ÚTIL (NB)	74
4.2.1.10. ÁREA DE SACADAS POR ÁREA ÚTIL (AS)	75
4.2.1.11. ÁREA MÉDIA DOS COMPARTIMENTOS (AMC)	77
4.2.1.12. PERÍMETRO MÉDIO DOS COMPARTIMENTOS (PMC)	78
4.2.1.13. ÁREA DO TÉRREO POR ÁREA TOTAL (AT)	80
4.2.1.14. NÚMERO DE GARAGENS POR UNIDADE RESIDENCIAL (NG)	82
4.2.1.15. NÚMERO DE UNIDADES RESIDENCIAIS POR NÚMERO DE ELEVADORES (NURE)	84
4.2.1.16. ÁREA DE CIRCULAÇÃO HORIZONTAL POR ÁREA DO PAVIMENTO TIPO (CIRCH)	86
4.2.1.17. ÁREA DE CIRCULAÇÃO VERTICAL POR ÁREA DO PAVIMENTO TIPO (CIRCV)	88
4.3. CONSIDERAÇÕES SOBRE A QUANTIFICAÇÃO DA MÃO DE OBRA	90
4.3.1. PESSOAL DE OBRA	91
4.3.1.1. ADMINISTRAÇÃO	93
4.3.1.2. MÃO DE OBRA	94
4.3.1.2.1. PEDREIRO	95
4.3.1.2.2. SERVENTE	96
4.3.1.2.3. CARPINTEIRO	98
4.3.1.2.4. ARMADOR	99
4.3.1.2.5. MARCENEIRO	101
4.3.1.2.6. SERRALHEIRO	102
4.4. CONSIDERAÇÕES SOBRE A QUANTIFICAÇÃO DE SERVIÇOS	107
4.5. APLICAÇÃO E UTILIZAÇÃO DOS ÍNDICES	108
4.6. CONSIDERAÇÕES SOBRE A CONSTÂNCIA DE FORMA DOS COMPARTIMENTOS - REGRESSÕES LINEARES	110

5. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES.....	117
5.1. VERIFICAÇÃO DAS HIPÓTESES	117
5.2. RESUMO RESULTADOS DOS INDICADORES PROPOSTOS	119
5.3. APLICABILIDADE DA METODOLOGIA PROPOSTA - ESTUDO DE CASO	121
5.4. CONCLUSÕES FINAIS	122
5.5. RECOMENDAÇÕES PARA FUTUROS TRABALHOS	123

LISTA DE QUADROS

LISTA DE QUADROS

QUADRO 01 - Licenças para construir, por área, segundo a utilização das edificações nos municípios das capitais dos estados do Brasil	1
QUADRO 02 - Precisão de acordo com o tipo de estimativa.....	14
QUADRO 03 - Participação das diferentes partes dos edifícios habitacionais de baixa renda, em seus custos totais.....	26
QUADRO 04 - Custo de cada elemento, em percentagem do total de despesas diretas, para diversos tipos de edifícios.....	26
QUADRO 05 - Tamanho da amostra para cada variável.....	39
QUADRO 06 - Habitações que compõem a amostra segundo área e número de quartos	40
QUADRO 07 - Planilha de levantamento de dados gerais da obra	42
QUADRO 08 - Planilha de levantamento de dados específicos dos compartimentos	43
QUADRO 09 - Itens que devem ser estimados para obtenção de 70 % do custo da edificação.....	49
QUADRO 10 - Participação média do grande grupo dos insumos no custo total da obra para a empresa em questão.....	51
QUADRO 11 - Materiais e componentes do edifício.....	53
QUADRO 12 - Composição do custo total do edifício, segundo planos horizontais, verticais e instalações.....	53
QUADRO 13 - Percentual discriminado do custo médio dos materiais no custo total da obra.....	56
QUADRO 14 - Valor médio, desvio padrão e coeficiente de variação para o I_c	59
QUADRO 15 - Referências sobre índices de compacidade	59
QUADRO 16 - Resultados do indicador índice de compacidade.....	60
QUADRO 17 - Valor médio, desvio padrão e coeficiente de variação para a APE.....	61
QUADRO 18 - Valor médio, desvio padrão e coeficiente de variação para o CPI.....	63
QUADRO 19 - Valor médio, desvio padrão e coeficiente de variação para a API.....	64
QUADRO 20 - Volume de alvenaria por área construída	66
QUADRO 21 - Referências sobre área de paredes.....	66
QUADRO 22 - Valor médio, desvio padrão e coeficiente de variação para o NAI.....	67
QUADRO 23 - Valor médio, desvio padrão e coeficiente de variação para o número de aberturas internas por comprimento de paredes internas.....	68
QUADRO 24 - Valor médio, desvio padrão e coeficiente de variação para o número de aberturas internas por número de compartimentos.....	69
QUADRO 25 - Valor médio, desvio padrão e coeficiente de variação para o PAE.....	70
QUADRO 26 - Valor médio, desvio padrão e coeficiente de variação para o perímetro de aberturas externas por perímetro de fachada.....	70
QUADRO 27 - Valor médio, desvio padrão e coeficiente de variação para o perímetro de aberturas externas por área útil.....	70
QUADRO 28 - Valor médio, desvio padrão e coeficiente de variação para a AAE.....	71
QUADRO 29 - Valor médio, desvio padrão e coeficiente de variação para área de aberturas externas por área de fachada.....	72
QUADRO 30 - Valor médio, desvio padrão e coeficiente de variação para o área de aberturas externas por área total do pavimento tipo.....	72

QUADRO 31 - Valor médio, desvio padrão e coeficiente de variação para a APF.....	73
QUADRO 32 - Valor médio, desvio padrão e coeficiente de variação para o NB.....	75
QUADRO 33 - Valor médio, desvio padrão e coeficiente de variação para o AS.....	76
QUADRO 34 - Valor médio, desvio padrão e coeficiente de variação para o AMC.....	77
QUADRO 35 - Variação do custo de construção por metro quadrado de planta, em função da variação da superfície.....	78
QUADRO 36 - Valor médio, desvio padrão e coeficiente de variação para o PMC.....	79
QUADRO 37 - Valor médio, desvio padrão e coeficiente de variação para a AT.....	80
QUADRO 38 - Valor médio, desvio padrão e coeficiente de variação para a AT, retirando-se da amostra o projeto 20.....	81
QUADRO 39 - Valor médio, desvio padrão e coeficiente de variação para o NG.....	82
QUADRO 40 - Valor médio, desvio padrão e coeficiente de variação para o NG retirando-se da amostra os projetos 11 e 16.....	83
QUADRO 41 - Valor médio, desvio padrão e coeficiente de variação para o NG relacionado com área total da edificação.....	84
QUADRO 42 - Valor médio, desvio padrão e coeficiente de variação para o NURE.....	85
QUADRO 43 - Valor médio, desvio padrão e coeficiente de variação para o NURE retirando-se da amostra os projetos 1, 13 e 19.....	85
QUADRO 44 - Valor médio, desvio padrão e coeficiente de variação para o CIRCH.....	87
QUADRO 45 - Valor médio, desvio padrão e coeficiente de variação para o CIRCH com a retirada dos projetos 01 e 19.....	87
QUADRO 46 - Valor médio, desvio padrão e coeficiente de variação para o CIRCVC.....	88
QUADRO 47 - Valor médio, desvio padrão e coeficiente de variação para o CIRCVC com a retirada do projeto 19.....	89
QUADRO 48 - Referências sobre áreas de circulação.....	89
QUADRO 49 - Resultados do indicador percentagem da área do pavimento tipo ocupada pela área de circulação.....	90
QUADRO 50 - Percentual discriminado do custo da mão de obra no custo total da obra.....	92
QUADRO 51 - Consumo de pessoal da administração do canteiro por mês de obra para a empresa em questão.....	93
QUADRO 52 - Consumo médio de hh/m ² de pedreiro.....	96
QUADRO 53 - Consumo médio de hh/m ² de servente.....	97
QUADRO 54 - Consumo médio de hh/m ² de carpinteiro.....	99
QUADRO 55 - Consumo médio de hh/m ² de armador.....	100
QUADRO 56 - Consumo médio de hh/m ² de marceneiro.....	102
QUADRO 57 - Consumo médio de hh/m ² de serralheiro.....	103
QUADRO 58 - Subdivisão em serviços e tarefas específicas.....	104
QUADRO 59 - Resumo dos consumos médios de mão de obra própria.....	106
QUADRO 60 - Consumos mínimos e máximos de mão de obra (hh/m ²) de acordo com o sistema construtivo adotado.....	106
QUADRO 61 - Percentual discriminado do custo dos serviços no custo total da obra.....	108
QUADRO 62 - I _{CS} médios, desvios padrão e coeficientes de variação para cada compartimento.....	111
QUADRO 63 - Áreas médias, perímetros médios e coeficientes de variação para cada compartimento.....	112
QUADRO 64 - Área e perímetro médios para cada compartimento, considerando a amostra total.....	113

QUADRO 65 - Porcentagem de ocupação média, desvios padrão e coeficientes de variação para cada compartimento.	113
QUADRO 66 - Resultados das regressões lineares para cada compartimento	116
QUADRO 67 - Comparativo do consumo de mão de obra da NBR 12721 e da empresa estudada.....	118
QUADRO 68 - Distribuição percentual das etapas dos projetos analisados.....	119
QUADRO 69 - Resumo dos resultados da mão de obra.	119
QUADRO 70 - Resumo dos resultados do consumo de materiais.....	120

LISTA DE FIGURAS

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 01 - Aumento da precisão com o aumento do número de informações.....	15
FIGURA 02 - Forma esquemática para obtenção do custo/m ²	22
FIGURA 03 - Evolução do custo/m ² da edificação set94 / jun95.....	24
FIGURA 04 - Distribuição percentual dos custos na edificação.....	27
FIGURA 05 - Diferenciação entre orçamento convencional e operacional.....	32
FIGURA 06 - Formas geométricas.....	33
FIGURA 07 - Distribuição dos compartimentos.....	33
FIGURA 08 - Variação do perímetro com o aumento da área.....	34
FIGURA 09 - Fluxograma das atividades no lançamento de novos empreendimentos.....	37
FIGURA 10 - Fluxograma do ciclo de ações em um projeto.....	38
FIGURA 11 - Definição dos índices através das curvas ABC.....	47
FIGURA 12 - Fluxograma do tratamento dos dados.....	48
FIGURA 13 - Índices de compacidade para os projetos estudados.....	59
FIGURA 14 - Área de paredes externas por m ² para os projetos estudados.....	61
FIGURA 15 - Comprimento de paredes internas por m ² para os projetos estudados.....	63
FIGURA 16 - Área de paredes internas por m ² para os projetos estudados.....	65
FIGURA 17 - Número de portas por m ² para os projetos estudados.....	68
FIGURA 18 - Perímetro de aberturas externas por m ² para os projetos estudados.....	70
FIGURA 19 - Áreas de aberturas externas por área útil para os projetos estudados.....	72
FIGURA 20 - Porcentagem de área de pisos frios para os projetos estudados.....	74
FIGURA 21 - Número de banheiros por área útil para os projetos estudados.....	75
FIGURA 22 - Área de sacada por área útil para os projetos estudados.....	76
FIGURA 23 - Área média dos compartimentos para os projetos estudados.....	78
FIGURA 24 - Perímetro médio dos compartimentos para os projetos estudados.....	79
FIGURA 25 - Porcentagem da área do térreo para os projetos estudados.....	81
FIGURA 26 - Número de garagens por apartamento para os projetos estudados.....	83
FIGURA 27 - Número de apartamentos por elevador para os projetos estudados.....	85
FIGURA 28 - Porcentagem de área de circulação horizontal no pavimento tipo para os projetos estudados.....	87
FIGURA 29 - Porcentagem de área de circulação vertical no pavimento tipo para os projetos estudados.....	89
FIGURA 30 - Exemplo da divisão do tempo de trabalho de um operário.....	94
FIGURA 31 - Divisão dos tempos do operário - pedreiro.....	95
FIGURA 32 - Consumo de hh/m ² pedreiro por obra.....	96
FIGURA 33 - Divisão dos tempos do operário - servente.....	97
FIGURA 34 - Consumo de hh/m ² servente por obra.....	97
FIGURA 35 - Divisão dos tempos do operário - carpinteiro.....	98
FIGURA 36 - Consumo de hh/m ² carpinteiro por obra.....	99
FIGURA 37 - Divisão dos tempos do operário - armador.....	100
FIGURA 38 - Consumo de hh/m ² armador por obra.....	100
FIGURA 39 - Divisão dos tempos do operário - marceneiro.....	101
FIGURA 40 - Consumo de hh/m ² marceneiro por obra.....	102
FIGURA 41 - Consumo de hh/m ² serralheiro por obra.....	103

FIGURA 42 - Indicador de perímetro de local isolado.....	112
FIGURA 43 - Porcentagem de ocupação por compartimentos nas unidades habitacionais.	114
FIGURA 44 - Regressão linear simples área x perímetro de cozinhas.	115

LISTA DE ABREVIATURAS

LISTA DE ABREVIATURAS

AAE	Área de aberturas externas por área útil do pavimento tipo
Aaet	Área total das aberturas externas do pavimento tipo
Ach	Área de circulação horizontal do pavimento tipo
Acv	Área de circulação vertical do pavimento tipo
AMC	Área média dos compartimentos
APE	Área de paredes externas por metro quadrado
Apet	Área total de paredes externas do pavimento tipo
APF	Área de pisos frios por área útil
API	Área de paredes internas por metro quadrado
Apit	Área total de paredes internas do pavimento tipo
Apt	Área total do pavimento tipo
AS	Área de sacadas por área útil
Aspt	Área total de sacada do pavimento tipo
AT	Área do térreo por área total
Ate	Área total da edificação
Att	Área total do térreo
Aupt	Área útil total do pavimento tipo
CIRCH	Área de circulação horizontal por área do pavimento tipo
CIRCV	Área de circulação vertical por área do pavimento tipo
CPI	Comprimento de paredes internas por metro quadrado
Cpit	Comprimento total das paredes internas do pavimento tipo
I _c	Índice de compacidade
NAI	Número de aberturas internas por área do pavimento tipo
NB	Número de banheiros por área útil
Nbpt	Número total de banheiros do pavimento tipo
Ncpt	Número total de compartimentos do pavimento tipo
Nept	Número de elevadores do pavimento tipo
NG	Número de garagens por unidade residencial
Ntg	Número total de garagens
Ntur	Número total de unidades residenciais
NURE	Número de unidades residenciais por número de elevadores
Pae	Perímetro total das aberturas externas do pavimento tipo
PAE	Perímetro de aberturas externas por área do pavimento tipo
PMC	Perímetro médio dos compartimentos
Pppt	Perímetro total de paredes do pavimento tipo
Ppt	Perímetro do pavimento tipo

LISTA DE FÓRMULAS

LISTA DE FÓRMULAS

FÓRMULA 01 - Cálculo do I_c	58
FÓRMULA 02 - Cálculo do APE.....	60
FÓRMULA 03 - Cálculo do CPI.....	62
FÓRMULA 04 - Cálculo do comprimento total de paredes.....	63
FÓRMULA 05 - Cálculo do API.....	64
FÓRMULA 06 - Cálculo do NAI.....	67
FÓRMULA 07 - Cálculo do PAE.....	69
FÓRMULA 08 - Cálculo do AAE.....	71
FÓRMULA 09 - Cálculo do APF.....	73
FÓRMULA 10 - Cálculo do NB.....	74
FÓRMULA 11 - Cálculo do AS.....	75
FÓRMULA 12 - Cálculo do AMC.....	77
FÓRMULA 13 - Cálculo do PMC.....	79
FÓRMULA 14 - Cálculo do AT.....	80
FÓRMULA 15 - Cálculo do NG.....	82
FÓRMULA 16 - Cálculo do NURE.....	84
FÓRMULA 17 - Cálculo do CIRCH.....	86
FÓRMULA 18 - Cálculo do CIRCVC.....	88

RESUMO

RESUMO

Partindo-se da afirmativa de diversos autores de que é importante a existência de dados históricos característicos da própria empresa na elaboração de estimativas de custo, este trabalho apresenta um levantamento de características geométricas de edifícios residenciais e propõe indicadores para que estas possam ser utilizadas em estimativas de custo.

Analisa-se, sob o ponto de vista geométrico, vinte projetos arquitetônicos e sete orçamentos detalhados de edificações residenciais de uma grande empresa de construção civil, especializada em obras de alto padrão, com sede situada na cidade de Curitiba - Pr.

Relacionam-se os insumos de maior peso na curva ABC dos orçamentos detalhados com as variáveis geométricas características da edificação. São propostos índices que melhor representam os quantitativos de materiais e mão de obra necessários para execução da mesma podendo estes serem utilizados para balizar as comparações e análises de novos projetos.

Como resultado são apresentados os índices médios com seus respectivos coeficientes de variação e uma proposta de como estes podem ser utilizados na elaboração de estimativas de custo.

ABSTRACT

ABSTRACT

Based on the opinion of several authors in the cost estimation field, it is important to collect a company's historical characteristic data. This paper presents a research of the geometric characteristics of residential buildings and proposes indexes that can be used in cost estimation.

This study analyses, under the geometric perspective, twenty building drawings and seven detailed budget of residential buildings of a civil engineering company, specialized in high standard construction, located in the city of Curitiba - Pr.

The components of the ABC curve from the detailed budgets are related with the characteristic geometrical variables. Indexes which best represent material quantities and necessary labor for its execution are proposed. These indexes may also be used as a standard to compare contrast and to analyze new projects.

As a conclusion, average indexes with their respective change coefficients and a proposal of how they may be utilized in the elaboration of cost estimation are presented.

INTRODUÇÃO

1. INTRODUÇÃO

1.1. JUSTIFICATIVA DA PESQUISA

A construção civil é indubitavelmente um setor industrial de grande importância sócio-econômica, apesar de ser um setor com diversas particularidades e defasagem de alguns anos em relação aos setores industriais mais dinâmicos, no que diz respeito ao gerenciamento do processo produtivo. (GARCIA, 1991; HIROTA, 1987 e PICCHI, 1993)

A construção civil representa no Brasil aproximadamente 7% do Produto Interno Bruto, absorve 6,5% da População Economicamente Ativa, sendo que a construção de edifícios representa 30% do setor construção civil, exercendo um forte papel indutor da economia. (PICCHI, 1993)

Dentro ainda da construção de edifícios, se faz necessária uma subdivisão com relação à função dos edifícios. Observa-se no quadro 01 que cerca de 70% da área licenciada em capitais brasileiras refere-se a edificações com função residencial, ficando em segundo lugar as edificações com função comercial, com 15 a 20% nos últimos anos. (PICCHI, 1993)

QUADRO 01 - Licenças para construir, por área, segundo a utilização das edificações nos municípios das capitais dos estados do Brasil

ANOS	Residencial	Industrial	Comercial	Outras	Total (%)	Total (m ²)
1970	77,7	5,3	11,2	5,8	100,0	16.278.855
1975	66,2	8,9	17,3	6,6	100,0	16.473.925
1980	81,3	4,6	10,6	3,5	100,0	30.090.294
1985	77,0	2,8	14,8	5,4	100,0	14.924.414
1987	69,6	4,9	21,7	3,8	100,0	16.750.703

Fonte: 1970 - 1980, FUNDAÇÃO JOÃO PINHEIRO; 1981 - 1987, ANUÁRIO ESTATÍSTICO DO BRASIL - IBGE - PICCHI, 1993.

Existem, na construção de edifícios, duas características predominantes de seus produtos em relação a produtos de outras indústrias, sua HETEROGENEIDADE e sua IMOBILIDADE. Estas características fazem com que as unidades habitacionais sejam diferentes quanto à localização, padrão de acabamento, número de cômodos, equipamentos instalados, área

construída e tecnologia de construção. Para cada um desses elementos existe uma grande variedade de opções que faz com que a estrutura de custos destas unidades seja bastante diferenciada. (HIROTA, 1987)

Pode-se dizer que a construção de edifícios, sob o ponto de vista econômico, é a síntese das decisões adotadas sobre materiais, técnicas construtivas empregadas e expressões formais que os profissionais do setor adotam, principalmente em edificações de grande porte (habitações multifamiliares), com o objetivo de melhorar a qualidade e diminuir o custo. (MASCARÓ & MASCARÓ, 1981)

É preciso lembrar que a preocupação com a caracterização de edifícios no Brasil, com intenção de estimar seus custos, só se concretizou em um instrumento de aplicação prática quando da aprovação da norma brasileira NB-140 em 1965, pela Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT). Atualizada pela NBR 12721 — Avaliação de Custos Unitários e Preparo de Orçamentos de Construção para Incorporação de Edifícios em Condomínio, em 1992, este instrumento detém grande parte do conhecimento técnico no assunto.

O produto Edifício até pouco tempo atrás não possuía métodos sistematizados, genéricos ou não, de caracterização e qualificação, não sendo objeto de estudo de viabilidade e *marketing* como ocorre em outras áreas de produção, até mesmo por falta de informações que subsidiassem tais estudos. A ausência de informações, característica da fase inicial de um empreendimento, é inicialmente corrigida na fase do anteprojeto; contudo, nesta fase ainda não se chega a um nível de detalhamento necessário para obtenção de custos, devido às poucas ferramentas de análise e comparações de custos disponíveis hoje no país. (HIROTA, 1989 e MAFFEI, 1978)

O conhecimento do custo de um empreendimento é sem dúvida um dos pontos de partida para a tomada de decisão da realização ou não de um empreendimento, para determinação do montante a ser investido, para limitação do vulto da obra e até mesmo para definição das especificações da mesma. Torna-se óbvia então a necessidade de se conhecer o custo da construção antes da elaboração de seus projetos detalhados.

A primeira barreira que as estimativas de custo preliminares encontram é a falta ou, na melhor das alternativas, a limitação de dados característicos confiáveis para caracterizar o anteprojeto em questão. (TRAJANO, 1988)

Autores da área, como MASCARÓ, HIROTA e OLIVEIRA, dentre outros, mostram em seus trabalhos idéias que levam a uma nítida conclusão: o estudo das características geométricas e tipologias das edificações serve como base sólida para a tentativa de reprodução de seus custos.

Muitos são os que, desencorajados pela falta de conhecimento e despreocupados com os verdadeiros fatores influentes nos custos, contentam-se com o equívoco da redução da qualidade dos materiais ou da redução indiscriminada da área construída para atingir a redução de custos. Não sabem estes que esta redução na área não reflete numa redução proporcional de custos. Muito mais poderia se economizar com a melhor disposição dos compartimentos e com melhores formas para os ambientes.

Disso pode-se chegar a conclusão de que é preciso um grande cuidado na hora de estimar custos, pois cada variável pode sofrer uma variação diferente em relação a características distintas.

Mesmo sabendo-se da importância de uma estimativa de custos com um determinado nível de precisão que permita uma correta avaliação de investimento futuro, a grande maioria das empresas e profissionais da área estimam os custos de maneira grosseira na fase de anteprojeto. É comum, por exemplo, o uso de índices de consumo de materiais e mão de obra baseados em tabelas como a TCPO 8 (1986), que muitas vezes retratam uma realidade completamente diferente daquela vivida pela empresa. Por esse motivo podem aparecer grandes distorções entre valores estimados e valores realmente empregados na realização das tarefas. (HIROTA, 1989 e MAIA, 1994)

A grande maioria das empresas se utilizam de metodologias de estimativas já prontas, pela própria facilidade de obtenção dos custos, sem se importar com um ponto crucial: Este custo é próximo do real em seus projetos? Sem essa preocupação, que vem à tona com a

implantação de sistemas de qualidade, as empresas não levam em conta que seus dados orçamentários e sua experiência em outras obras podem ser de muito mais valia do que meros custos unitários multiplicados por áreas.

Deve-se lembrar que toda estimativa de custo é uma tentativa de traduzir os custos de execução de um projeto. Assim sendo, sua qualidade é medida em termos de precisão, ou seja, de sua aproximação do custo real incorrido em obra. (HEINECK *apud* FORMOSO *et al*, 1986).

Como já exposto, a grande maioria das empresas de construção civil não se preocupavam com a precisão dos custos na fase de anteprojeto. Atualmente com a ampla divulgação de programas para implantação de sistemas de qualidade, começa a surgir essa preocupação.

Um dos itens para a implantação do sistema de gestão da qualidade para empresas construtoras é a verificação da existência de procedimentos padronizados pela própria empresa para elaboração de orçamentos e estimativas de custos. Trabalhos, como o realizado recentemente em empresas de construção de São Paulo pelo SINDUSCON-SP (CTE, 1994), listam este como um dos itens no *check list* de requisitos necessários na qualidade do gerenciamento e execução de obras.

Por isso é importante que a empresa obtenha seus próprios índices para que possa ter controle sobre as variáveis que influenciam o custo. O custo das atividades deve ser baseado na experiência prática que a empresa tem e não em dados genéricos apresentados para estimativas com menores exigências de precisão. Portanto, para que uma empresa de construção possa apresentar estimativas com boa margem de segurança e mais próximas do real, esta deve conhecer bem os seus custos passados. (BITTENCOURT, [19--])

"O custo global de edifícios residenciais tem sido, tradicionalmente estimado a nível de estudo preliminar, somente através de correlação linear com a área de construção, obtendo-se resultados sem muita precisão. Entretanto o aumento da precisão, bem como de sua certeza é fundamental quando dos estudos de viabilidade." (TRAJANO, 1988).

Existem diversas metodologias para a estimativa de custos de um empreendimento, cada uma delas com suas características peculiares, como: quantidades e nível de agregação de informações necessárias, precisão, grau de complexidade e finalidade.

Segundo FORMOSO (1986), as estimativas de custo podem ser feitas basicamente em três níveis de agregação:

1. custo total;
2. custo por grandes serviços ou elementos construtivos;
3. custo por serviços constitutivos do processo de execução da obra: orçamento discriminado.

"O grau de detalhamento e o nível de precisão da estimativa de custo estão diretamente relacionados à quantidade e qualidade das informações disponíveis."
(FORMOSO, 1986).

Ao longo do desenvolvimento de um projeto, passando do anteprojeto ao projeto de execução completo, as informações aumentam, propiciando a elaboração de estimativas mais detalhadas e, possivelmente, de maior precisão, em função da qualidade dessas informações.

Na fase inicial de projeto, ou anteprojeto, da construção, os elementos componentes do custo não se encontram suficientemente detalhados, tornando-se difícil a elaboração de uma estimativa minuciosa do custo do empreendimento.

Na elaboração de uma estimativa de custos é freqüente a constatação de que esta deverá basear-se única e exclusivamente no projeto arquitetônico, encontrando aí um primeiro obstáculo para a utilização das composições unitárias para diversos serviços. Isso pode ser contornado através do conhecimento de dados de obras semelhantes executadas pela empresa e de uma sistemática de comparação entre as obras já executadas e a obra em questão.

"Em qualquer atividade do nosso universo, todas as previsões feitas com certa dose de seriedade, são baseadas em dados do passado, em dados históricos."

(BITTERCOURT, [19--])

Muitos trabalhos enfatizam a importância de um procedimento apurado nas estimativas de custo e orçamento de projetos, pois é através destes que serão realizadas as análises de viabilidade e qualificados os projetos.

Na análise de viabilidade de um empreendimento, ou pré-viabilidade, o custo global estimado de forma aproximada torna-se insuficiente, mas não existe ainda a necessidade de um orçamento totalmente detalhado. Mesmo porque segundo GALVÃO *et al.* (1990), em geral, de cada cinco obras orçadas, apenas uma é executada.

A melhor alternativa para estimativas de custo preliminares é uma comparação entre índices que representem uma parcela significativa de seus custos. A comparação de projetos alternativos por meio de orçamentos completos apresenta-se não só trabalhosa, mas também insuficiente. Para avaliar as decisões de projeto do ponto de vista econômico, devemos usar uma metodologia que nos permita analisá-las uma a uma, à medida que vão sendo adotadas. Para que se possa atuar desta forma, o melhor é dividir o edifício em elementos e partes funcionais de maior influência nos custos. Estudar de que maneira os custos destes elementos e partes variam comparando-os com projetos anteriores e só assim tomar decisões. (MASCARÓ, 1985)

Na utilização de índices de consumo com relação a grandezas como área construída, volume e comprimento de material empregado, torna-se imprescindível a avaliação das quantidades que não podem ser levantadas em projeto. Para tanto é preciso ter uma preocupação constante em armazenar dados quantitativos dos vários serviços em obras com as mesmas características e seus respectivos projetos.

Diversos trabalhos enfatizam que a economia na construção de edificações pode ser obtida na fase de sua concepção, ou seja, na fase de anteprojeto e projeto, através de procedimentos simples e racionais. A organização racional do espaço, o dimensionamento rigoroso de seus componentes, o estudo da disposição de seus compartimentos e a observância de simples regras geométricas podem ocasionar uma economia significativa na edificação. (HIROTA, 1989; MASCARÓ, 1985; OLIVEIRA, 1990 e ROSSO, 1978)

“O problema não é só o fator metros quadrados construídos, mas também, fundamentalmente, a forma como são desenhadas essas superfícies...”, esta afirmação de MASCARÓ (1985) vem reforçar a preocupação quanto à busca da economia e da qualidade dos projetos.

Metodologias mais utilizadas como atualmente o CUB¹ e antigamente o SINAPI² podem fornecer uma noção do custo de projetos semelhantes aos projetos padrão, nos quais se baseiam para a determinação do custo/m². Sabe-se que cada empreendimento possui características qualitativas distintas. Em consequência disto um custo/m² diferente de outros empreendimentos e, conseqüentemente, distinto do projeto padrão utilizado para a determinação do custo/m² nestas metodologias. Em outras palavras, quando o projeto não se assemelha ao projeto padrão, estas metodologias de estimativa podem apresentar grandes distorções de valores. Comparando-se apartamentos de diferentes níveis de acabamento ao projeto padrão, pode-se perguntar: Por que um apartamento que possui a quantidades de janelas diferentes deve possuir o mesmo custo que o que foi levado em conta para o cálculo do custo por m²?

Diversos autores apontam falhas em metodologias como o CUB (NB-140/65, atualizada pela NBR-12721/92). Dentre elas pode-se enfatizar a dificuldade de escolha de um projeto padrão representativo, ou seja, um projeto que possa representar os quantitativos de insumos por m² para uma grande variedade de projetos e empresas. É realmente possível determinar o custo de uma obra sabendo-se apenas a sua área?

Embora existam metodologias como o CUB o SINAPI e formas empíricas como a utilização da experiência do estimador, muitas delas sem fundamento científico para a determinação do custo de uma edificação, a maioria das pesquisas científicas enfatizam a utilização de dados históricos e característicos de um local para a obtenção do custo de um empreendimento.

Existem estudos sobre a variação dos custos com a variação das características dos projetos, dentre eles pode-se citar o livro de MASCARÓ e teses como a de OLIVEIRA e

¹ CUB - Custo Unitário Básico definido pela Norma Brasileira NBR 12721.

² SINAPI - Sistema Nacional de Preços e Insumos.

HIROTA. Entretanto, estas publicações não fazem referência a uma sistemática de utilização dos dados obtidos em estimativas de custo nem a que nível de precisão poder-se-ia chegar nesta estimativa.

Nas publicações citadas no parágrafo anterior existem conclusões que serão de grande valia para a definição das variáveis a serem estudadas, e muitas delas são confirmadas no decorrer desta pesquisa, enfatizando a apresentação de indicadores que podem ser empregados na prática (análise de projetos e estimativas de custo), sintetizando-se os conhecimentos adquiridos ao longo destas pesquisas.

Esta é uma área de pesquisa em que diversos autores têm se empenhado em diferentes países. Os aspectos de enfoque utilizados nas pesquisas podem possuir algumas variações, no entanto a maioria deles possui uma característica em comum: eles enfatizam o uso de dados de projetos existentes e próprios de um determinado local. (OLIVEIRA, 1990).

A verificação da existência de estereótipos nos projetos é de grande importância para os projetistas, pois isso pode ajudar na melhor definição dos espaços e em problemas de avaliação do custo de construção. Pesquisas, como a realizada por ATKIN (1993), revelam a importância da identificação das características predominantes nas edificações, ou seja, estudos que identifiquem quais são as formas e os materiais que tem maior emprego na construções em uma determinada época (moda).

Freqüentemente um número pequeno de itens acumula uma fração elevada dos custos totais, sendo de grande importância a identificação destes itens, pois conseqüentemente com um número pequeno de índices se poderá atingir uma elevada porcentagem do custo da obra. (LOPES, 1992).

Diante de tudo que foi exposto, este trabalho é um estudo exploratório em uma empresa de construção de edificações, na sua grande maioria residenciais, sobre a possibilidade de tipificação de seus projetos através de algumas variáveis de maior influência no custo.

É intrínseco à filosofia de alguns que a construção de edifícios possui problemas crônicos de difícil solução, como: a falta de metodologias para estimativas preliminares de custos, falta de precisão em orçamentos, dificuldades no planejamento e programação de obras, índices de desperdícios maiores do que outras indústrias, e muitos outros. São os esforços empregados em trabalhos como este e em pesquisas de desenvolvimento de novas metodologias na área que têm a difícil missão de suprir este quadro de carência de pesquisas.

1.2. OBJETIVOS GERAL E ESPECÍFICOS

1.2.1. OBJETIVO GERAL

- Contribuir para a evolução das metodologias de estimativas de custo na fase de anteprojeto, utilizadas pelas empresas de construção civil, visando sobretudo gerar elementos que possibilitem a melhoria da concepção de empreendimentos.

1.2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Divulgar as metodologias de estimativas de custos existentes e suas aplicações.
- Identificar as relações entre quantitativos e características de projeto que possuem maior correlação.
- Aumentar o número de informações disponíveis à estimativa de custos na fase de anteprojeto.
- Obtenção de índices médios que possam ser utilizados como balizadores na análise da qualidade e em estimativas de custos na fase de anteprojeto.
- Possibilitar o aumento da precisão na estimativas de custos na fase de anteprojeto, com a utilização de dados históricos característicos da empresa.

1.3. HIPÓTESES GERAL E DE TRABALHO

1.3.1. HIPÓTESE GERAL

- As variáveis de maior influência nos custos da edificação possuem relações constantes com variáveis geométricas características de projetos semelhantes.

1.3.2. HIPÓTESES DE TRABALHO

- É possível estimar quantitativos com uma melhor aproximação, utilizando-se relações existentes entre variáveis geométricas de projetos executados pela empresa em estudo.
- Estimativas que utilizam dados de projetos da própria empresa possuem maior aproximação do real que as estimativas que utilizam características genéricas como o CUB.
- As variáveis de maior influência nos custos são facilmente identificáveis e conseqüentemente de fácil relacionamento com as variáveis dos projetos.

1.4. LIMITAÇÕES DO TRABALHO

Como esta pesquisa é um estudo de caso realizado em uma empresa de construção civil, deve ser levado em consideração que os resultados obtidos para esta empresa não devem ser generalizados para a utilização em outras empresas, até que se prove a sua representatividade.

Existem poucas indicações na bibliografia sobre a quantidade necessária de projetos para se obter dados representativos, por isso buscou-se trabalhar com o número máximo possível de projetos, dos mais recentes para os mais antigos.

Espera-se que o horizonte de validade deste trabalho seja permanente, pois depois de indicados os dados de projeto que devem ser coletados e relacionados para a obtenção de

determinados índices médios, estes poderão ser recalculados, introduzindo-se os dados de cada nova obra realizada pela empresa.

Também é importante ressaltar que esta pesquisa, visto as limitações citadas acima, não possui a pretensão de apresentar uma metodologia completa de estimativa de custos, e sim um estudo das relações entre as variáveis que possuem maior correlação, podendo-se desta maneira, através destes números, obter-se quantitativos na fase de anteprojeto, sendo também indicadores da qualidade do projeto.

A idéia inicial era analisar os projetos sob todos os aspectos, inclusive o qualitativo; todavia, esta análise estaria extremamente submetida a critérios subjetivos e necessitaria de um número muito maior de projetos que o disponível para estas avaliações. Por este motivo esta pesquisa não se aprofundará em questões técnicas dos projetos (arquitetônicos, elétricos, hidráulicos, etc.), e sim na análise de dados dos orçamentos discriminados dos projetos já executados ou em execução. Para tanto, parte-se do pressuposto de que os orçamentos discriminados representam com fidelidade os quantitativos necessários para execução do empreendimento.

1.5. ESTRUTURA DO TRABALHO

Este trabalho encontra-se subdividido em cinco capítulos, que foram organizados de maneira a proporcionar uma linha de raciocínio lógica e objetiva, considerando-se a importância de situar a pesquisa dentro do vasto campo da construção de edificações.

Neste primeiro capítulo procura-se situar a pesquisa no contexto das necessidades das empresas, além de mostrar de uma maneira global a necessidade e a importância da implantação de novas metodologias de estimativas de custo. São expostos também neste capítulo os objetivos, as hipóteses e as limitações do trabalho.

A revisão bibliográfica é feita no segundo capítulo, onde através da exposição de idéias de diversos autores busca-se mostrar a viabilidade da utilização de características geométricas na

estimativa de custos. São apresentados também alguns conceitos básicos, no entanto necessários, e algumas metodologias de maior emprego em estimativas de custo.

No terceiro capítulo é realizada uma descrição da empresa onde foi realizada a pesquisa, bem como a apresentação dos projetos estudados. A metodologia empregada no levantamento de dados e o tratamento dos dados são também abordados neste capítulo.

O quarto capítulo trata da apresentação dos resultados obtidos, sendo cada um deles comentado e justificado. São tecidos comentários a respeito do consumo de mão de obra e de materiais, propondo-se índices médios para análise da qualidade de novos projetos e para determinação das quantidades totais já na fase de anteprojeto. Cada um dos índices é apresentado de forma objetiva e clara para que possa ser reproduzido com maior aproximação dos valores reais. Apresentam-se algumas considerações a respeito da constância de forma dos compartimentos com a realização de regressões lineares.

A dissertação é concluída no quinto capítulo, onde é realizada a verificação das hipóteses. São apresentadas uma série de considerações a respeito da possibilidade de estimativa de custo pelo método proposto. Relata-se, também nesse capítulo, recomendações para futuras pesquisas nesta linha de estudo.

E, finalmente, estão reunidos nos anexos algumas informações adicionais como: relação dos projetos estudados, tabelas resumo de resultados e regressões lineares realizadas na análise da constância de forma dos compartimentos.

REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1. CONSIDERAÇÕES GERAIS

As estimativas e orçamentos cumprem um importante papel na construção civil, pois estes podem ser considerados como ferramentas básicas e necessárias para o gerenciamento da construção, sendo peças imprescindíveis para o estudo de viabilidade, planejamento e programação de um empreendimento. GALVÃO *et al.* (1990) afirmam que o orçamento é a peça central no gerenciamento da construção.

O orçamento facilita a seleção dos processos a serem padronizados, estabelece a nível de custos os serviços que merecem uma atenção maior, ou seja, permite montar uma curva ABC que hierarquiza os serviços de acordo com critério estabelecido que pode ser de custo, consumo de mão de obra, dentre outros. (MAIA, 1994)

O conceito e a precisão de orçamentos é um assunto que vem sendo tratado por muitas publicações ao longo dos anos. Por ser o orçamento um cálculo minucioso e que segue critérios bem definidos, dois orçamentos feitos por diversos profissionais da mesma categoria e competência e baseados sobre os mesmos dados não podem divergir 5% se ambos pretendem os mesmos lucros. (KRUG, 1928)

"Na fase inicial de projeto, ou anteprojeto da construção, os elementos componentes do custo não se encontram suficientemente detalhados, tornando-se difícil a elaboração de uma estimativa minuciosa do custo do empreendimento." (LOPES, 1992).

É nesta fase, no entanto, que se justifica a utilização de estimativas de custos, pois aqui não se busca um custo determinístico preciso e sim um custo com boa aproximação.

Estimativas de custo são geralmente realizadas antes da execução dos projetos e especificações definitivas. Este tipo de estimativa serve de subsídio para a tomada de decisões de

todas as pessoas envolvidas no processo da construção, quer seja em estudos de viabilidade, ou para os projetistas avaliarem as possíveis alternativas do projeto, e ainda servem de balizadores para licitações e previsões de custos para empreiteiras. (KARSHENAS, 1984)

“O processo de estimativa de custos na construção pode ser entendido como um mecanismo de obter e organizar informações dentro da empresa, informações estas a nível do mercado de obras e de insumos, da capacidade da própria empresa e do projeto em si.” (HEINECK, 1986)

“A estimativa do custo da edificação tem sido utilizada como um dos requisitos do usuário na elaboração do projeto. Com o intuito de modelar o custo da construção os autores buscam uma maneira de caracterizar o produto, através de seus componentes, índices ou forma do prédio.” (OLIVEIRA, 1990)

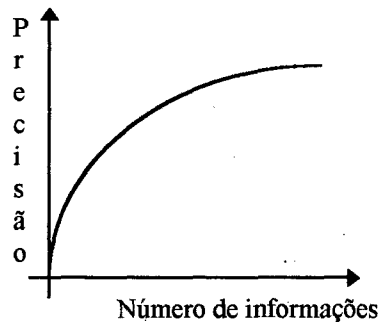
A estimativa de custo total de uma obra civil é usualmente feita compondo-se os custos unitários das atividades, multiplicando-se estes custos unitários das atividades, pelas quantidades aproximadas e posteriormente, somando-se os resultados. É bastante intuitivo que com o aumento do número de atividades haverá um aumento da precisão da estimativa do custo total. No quadro 02 pode-se observar este aumento de precisão. (TAYLOR & WESTON, 1977)

QUADRO 02 - Precisão de acordo com o tipo de estimativa.

TIPO DE ESTIMATIVA	PROVÁVEL PRECISÃO
Estimativa por ordem de grandeza	+ ou - 40%
Estimativa por fatores	+ ou - 25%
Estimativa preliminar	+ ou - 12%
Estimativa definitiva	+ ou - 6%
Estimativa detalhada	+ ou - 3%

FONTE: TAYLOR & WESTON - AACE BULLETIN (1977)

Precisão de uma estimativa de custos pode ser entendida como o grau de aproximação que esta atinge do custo real da edificação. O nível de precisão da estimativa de custo está relacionado à quantidade e qualidade das informações disponíveis. (figura 01)



FONTE: GRAÇA & GONÇALVES, 1978

FIGURA 01 - Aumento da precisão com o aumento do número de informações

Existe um número ótimo de atividades a serem analisadas, que é função do tipo de estimativa, obtido quando se equilibram custos adicionais devido ao aumento de detalhamento e os benefícios advindos da maior precisão da estimativa obtida com este detalhamento. (GRAÇA & GONÇALVES, 1978)

O problema do estabelecimento da margem de erro das estimativas não tem sido normalmente objeto de análise nos textos relativos à orçamentação, limitando-se muitas vezes a algumas observações sobre os cuidados a tomar quando da elaboração do orçamento, a fim de reduzir a margem de erro.

2.2. DEFINIÇÕES

Para iniciar este item deve-se diferenciar duas palavras que para muitos têm o mesmo significado, no entanto estas palavras indicam conceitos diferentes, o ORÇAMENTO e a ESTIMATIVA.

2.2.1. ORÇAMENTO

Na língua portuguesa orçamento é definido como sendo a previsão da receita e despesa de um indivíduo, de uma empresa, de um organismo. É a descrição pormenorizada dos materiais e das operações necessárias para realizar uma obra, com a estimativa de preços.

Em poucas palavras, SAMPAIO ([19--]) define orçamento como sendo o cálculo dos custos para executar uma obra ou um empreendimento.

O conceito de orçamento se mostra imutável ao longo do tempo, **“Orçamento é o conjunto de cálculos sobre materiais, mão de obra e do lucro, etc., estabelecido pelo profissional, que nos indica ou, pelo menos, que nos deveria indicar, com uma certeza quase que matemática, qual o custo total de uma certa e determinada construção”**.

(KRUG, 1928)

Verifica-se que o orçamento deve ser o mais preciso possível, quem o solicita necessita de um certo grau de precisão, pois trata-se de um ponto muito sensível de qualquer empreendedor que é o aspecto financeiro.

Fazendo-se uma revisão sobre a definição de orçamento nas diversas publicações da área, verifica-se que todos os autores deixam claro que para fazer um orçamento de uma obra, o orçamentista deve entrar em todos os detalhes possíveis que implicarão em custos durante a execução da obra.

GIAMMUSSO (1991) em sua definição deixa claro que o orçamento deve ser determinado antes do início de execução do empreendimento, o que muitas vezes não se verifica em empresas de construção, pois muitas destas, após obterem os projetos de locação e fundações, iniciam a execução da obra e paralelamente ou até mesmo posteriormente é que iniciam o orçamento.

Deve ficar claro, portanto, que para obtenção do orçamento discriminado de uma obra deve-se ter todos os subsídios necessários relativos ao projeto, no que diz respeito ao conjunto de todas as plantas (arquitetônicas, estruturais e instalações), as especificações relativas à obra, prazo de execução, disponibilidade de recursos como pessoal, equipamentos e ferramentas, todos estes limitados pelos recursos financeiros disponíveis.

2.2.2. ESTIMATIVA DE CUSTOS

Muitas vezes, em casos de estudo de viabilidade de um determinado empreendimento necessita-se de uma previsão de custos para implantação, ou não, de um determinado projeto, assim surge a importância das estimativas de custos, que devem fornecer um bom grau de precisão no custo do empreendimento.

Portanto a estimativa de custo nada mais é do que uma avaliação de custo obtida através de estimativa de quantidades de materiais e serviços, pesquisa de preços médios e aplicação de percentagens estimativas ou coeficientes de correção, efetuada na etapa de estudo preliminar do projeto. (SAMPAIO, [19--])

“A estimativa de custo é um processo alimentado por um conjunto de informações e fornece um resultado não determinístico. No entanto, a estimativa de custo de execução de uma obra não implica necessariamente a elaboração de um orçamento.” (PAULSON e BARRIE *apud* FORMOSO *et al.*, 1986).

Deve ficar claro que a estimativa de custos não tem a pretensão nem mesmo o objetivo de precisar o valor de uma determinada obra, e sim apresentar um intervalo no qual, dependendo das considerações tomadas como parâmetros, o custo do empreendimento esteja compreendido.

2.2.3. CURVA ABC

A curva ABC representa os diversos serviços em ordem decrescente de custos, sendo um meio de ordenar itens pela sua importância relativa. Esta técnica baseia-se no princípio de Pareto, o qual afirma que um pequeno número de serviços é responsável por uma grande parcela no custo total.

“Curva ABC consiste na ordenação hierárquica dos insumos em relação a sua participação no custo total da obra. Nela podem ser definidas 3 classes: A, B e C, sendo que fazem parte da primeira aqueles insumos cuja participação no custo total é realmente significativa; C aquele grande número de itens que mesmo agrupados são responsáveis por

um baixo percentual do custo global. E a classe B engloba os insumos pertencentes à faixa intermediária.” BORGES (1989)

Segundo OLIVEIRA (1989), para edifícios residenciais, 30% dos insumos utilizados respondem a mais de 70% do custo total da obra (insumos classe A). Os itens restantes (70%) respondem a menos de 30% do custo total da obra, sendo que 40% consomem aproximadamente 20% dos recursos (insumos classe B) e os restantes 30% consomem menos de 10% dos recursos dispendidos em obra (insumos classe C).

De acordo com LOPES (1992), o conceito de curva ABC é importante para a elaboração de orçamentos expeditos e para a seleção preliminar de alternativas de projetos em construção civil.

A análise baseada nas curvas ABC permite verificar de imediato os itens que mais pesam no orçamento, para, a partir daí, concentrar mais atenção naqueles serviços que implicam num maior custo e que necessitam de um maior controle, pois uma falha nestes pode implicar em grandes prejuízos.

Dentre outras aplicações a curva ABC, segundo BORGES (1989), pode ser aplicada na construção civil para:

- cálculo de orçamento expedito;
- criação de índices históricos de custo para os insumos de baixa representatividade em relação ao custo global, possibilitando a adoção desse índices em obras de características semelhantes e detendo maior atenção aos índices de maior participação percentual;
- formulação de política de controle de estoque mais efetiva;
- controle de reajustamento de preços;
- construção de índices de acompanhamento inflacionários.

2.2.4. FERRAMENTAS PARA ELABORAÇÃO DE ORÇAMENTOS

Neste item são apresentadas algumas definições de ferramentas utilizadas quando da elaboração de uma estimativa ou orçamento de custos.

Crítérios de medição são regras utilizadas na medição ou levantamento de quantitativos de alguns serviços. Nos critérios de medição é importante que se considerem as unidades convenientes de execução dos serviços.

“A medição de serviços para fins orçamentários tem por objetivo quantificar os serviços a serem executados... e deverá ser efetuada de acordo com as informações necessárias ao tipo de estimativa que se está executando.” (FORMOSO *et al.*, 1986)

Composição unitária de custo é o conjunto das quantidades de insumos, materiais e mão de obra, necessários para execução de uma unidade do serviço em questão, relacionadas a seus custos.

Discriminação orçamentária, conforme SAMPAIO ([19--]), é uma seqüência dos diferentes serviços que entram na composição de um orçamento e que podem ocorrer na construção de uma edificação. Evidentemente, quanto mais detalhada for a discriminação, mais preciso será o orçamento.

2.2.5. OUTRAS DEFINIÇÕES

SAMPAIO ([19--]) define orçamento preliminar, analítico ou detalhado e sintético como sendo, respectivamente:

- **Orçamento preliminar** — avaliação de custo obtida através de levantamento e estimativa de quantidades de materiais e de serviços e pesquisa de preços médios, efetuada na etapa de anteprojeto.

- **Orçamento analítico ou detalhado** — avaliação de custo obtida através de levantamento de quantidades de materiais e de serviços e da composição de preços unitários, efetuada na etapa de projeto executivo.
- **Orçamento sintético** — é o mesmo que o orçamento resumido e corresponde a um quadro ou planilha, com os itens e a discriminação dos serviços principais, os valores correspondentes e o preço total.

GIAMMUSSO (1991), apresenta as definições de custo, preço e valor, como segue:

- **Custo** — significa a importância necessária para que se obtenha um certo bem ou serviço.
- **Preço** — é o valor a ser pago para se obter um bem ou serviço.
- **Valor** — tem um significado às vezes subjetivo, associado à utilidade ou ao benefício resultante de um bem ou serviço.

Cabe ressaltar que os custos de uma edificação apresentam-se em grupos diferentes, segundo critérios próprios da construção.

Custo direto é o somatório dos custos dos materiais e serviços empregados na execução do empreendimento. Estes são calculados a partir das quantidades e preços unitários dos serviços. Portanto deve-se salientar que o custo direto é proporcional à quantidade de serviços. (GIAMMUSSO, 1991)

Os custos diretos são especificamente suportados pelo produto e como tais exclusivamente imputáveis a esse produto. Estes apresentam-se segundo a seguinte natureza: custo direto de mão de obra, de equipamentos e custos de materiais. (BITTENCOURT, [19--])

Custo indireto é o somatório dos custos de materiais e serviços necessários mas não aplicados diretamente na realização do empreendimento. O custo indireto não é proporcional à quantidade de serviços. (GIAMMUSSO, 1991)

Por ser o processo orçamentário uma atividade que envolve diversos intervenientes e uma associação de conjuntos de operações de produto e soma constata-se sua vulnerabilidade a erros. Estes erros são menores quando se possui números para balizar a ordem de grandeza de cada medição.

TRAJANO define o erro do orçamento de uma obra como sendo a diferença entre o valor apropriado da obra, e o valor previsto para orçamento. O mesmo autor classifica os erros em grosseiros, sistemáticos e acidentais, como segue:

- **Grosseiros** — São erros originados por distração ou falta de acuidade, são omissões de medidas, dados ou algarismos, troca de algarismos por distração ou por “grafia defeituosa”, ou erro de posição de vírgula geralmente agravado pelo desconhecimento da ordem de grandeza do valor.
- **Sistemáticos** — São os que apresentam certa constância num sentido determinado. Por exemplo a utilização de escalas defeituosas nas medições em planta.
- **Acidentais** — São os que provêm de causas acidentais, aleatórias e imprevisíveis, devidas a uma série de causas desconhecidas e que se superpõem, não tendo predileção de sinal. Sua grandeza e seu sinal não são conhecidos sabendo-se apenas que, numa série de medidas ou avaliações, são inferiores a um certo limite, e que ocorrem em todas as medidas, com frequência variável, estudável com o apoio da teoria das probabilidades. São erros geralmente devidos a agentes da natureza sobre os quais não se tem controle como chuva e vento eventuais. Outros tipos de erros acidentais são os provenientes de acidentes de obra e mudanças econômicas e políticas ou de legislação que interfiram no projeto.

2.3. TIPOS DE ESTIMATIVAS DE CUSTO

“Uma estimativa de custo preliminar não pode ser precisa pois baseia-se em necessidades dos proprietários e nos anteprojetos. Entretanto, o método deve ter uma razoável precisão, facilidade de cálculo e um baixo custo.” (KARSHENAS, 1984)

Existem muitos tipos de estimativa de custos para edificações, existem também muitas classificações feitas por diversos autores. Mostra-se abaixo uma coletânea de métodos de estimativas preliminares de custos, obtidos na bibliografia estudada.

2.3.1. MÉTODO DE ESTIMATIVA DO CUSTO POR ÁREA

O custo total será calculado pela expressão:

$$\text{Custo total} = \text{custo/m}^2 \times \text{área equivalente.}$$

onde:

área equivalente = somatório das áreas equivalentes da edificação. (Conforme NBR 12721)

custo/m² = custo por metro quadrado da edificação padrão, calculado como mostrado na figura 02

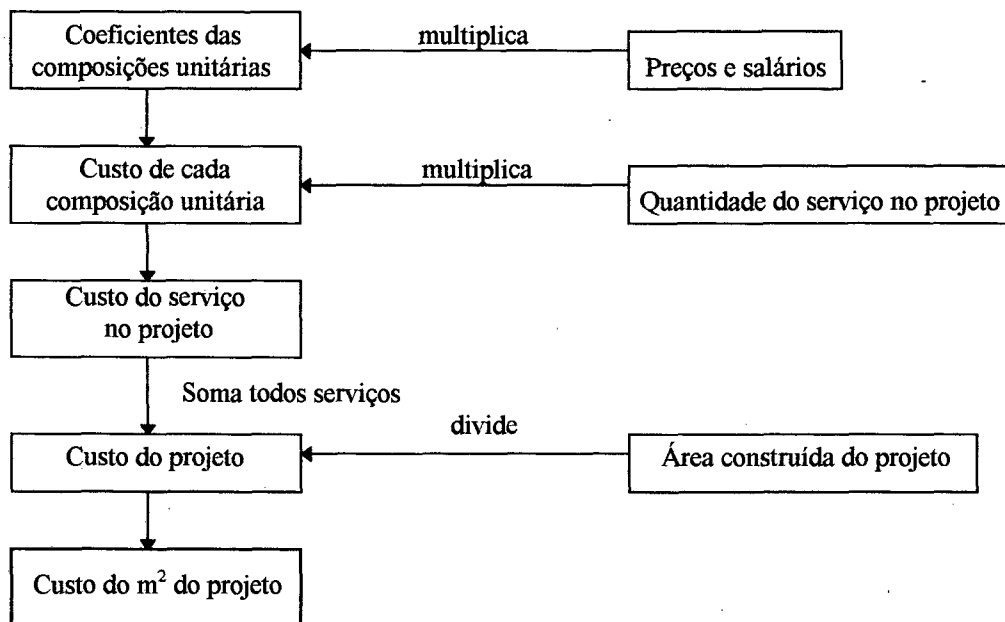


FIGURA 02 - Forma esquemática para obtenção do custo/m²

O método de estimativa de custo por área é o mais usado no Brasil e na grande maioria dos países, para efetuar estimativas aproximadas nas fases iniciais.

No Brasil existem critérios definidos pela norma brasileira (NBR 12721) para cálculo do CUB, que é o custo/m² da edificação.

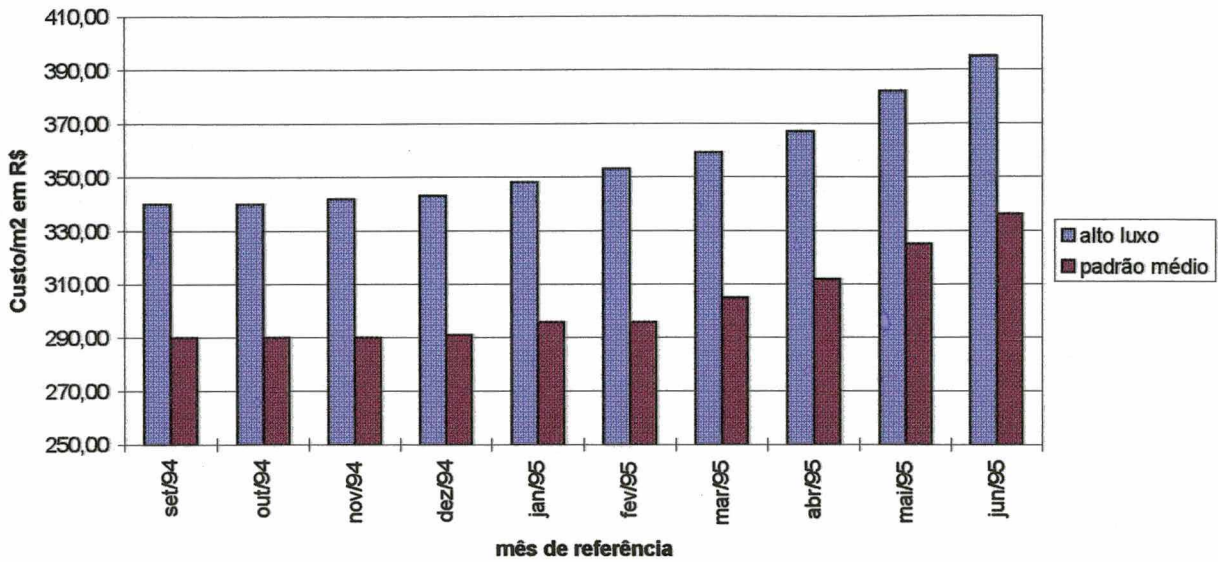
Este método possui vantagens em relação aos outros métodos, dentre elas pode-se salientar como uma das de maior importância o relacionamento do custo com o m², ou seja relaciona-se o custo com uma das variáveis geométricas que o usuário mais dá importância no momento da decisão da construção de um empreendimento.

Deve-se tomar cuidado entretanto com a generalização da aplicação deste método. Diversos autores apontam falhas e distorções que podem ocorrer na utilização do CUB. Para os leigos, existe um único valor de CUB (o CUB ponderado). Este valor representa, para estas pessoas, o custo por área construída de qualquer tipo de edificação, independente de suas características geométricas ou padrão de acabamento. (SCHMITT, 1992)

A própria norma NBR 12721 apresenta diversos problemas intrínsecos em sua metodologia. Entre eles pode-se citar os seguintes: o fato de não se levar em conta as variações geométricas das edificações; o conceito de área equivalente de construção não fica totalmente definido, criando assim aspectos subjetivos em seu cálculo; e a representatividade de seus projetos padrão.

Salienta-se também que o número de insumos utilizados em seu cálculo foi limitado à um lote básico de 46 insumos, para maior facilidade de pesquisa de salários e preços e conseqüentemente maior agilidade nos cálculos. **“Sabe-se que estes insumos devem ser os de maior influência na composição do custo (curva ABC) e além disto, estes insumos devem de alguma maneira agregar os custos dos insumos que não foram considerados.”** (LOSSO & ARAÚJO, 1994)

Algumas publicações periódicas mostram os custos por m² médios calculados entre diversos tipos de obras construídas a partir de materiais e projetos convencionais, como mostrado na figura 03.



FONTES: ARQUITETURA E CONSTRUÇÃO - SET 94 / JUL 95.

FIGURA 03 - Evolução do custo/m² da edificação set94 / jun95.

Em regra, nos métodos deste tipo, os custos correspondentes às fundações especiais, elevadores, instalações e equipamentos diversos, obras complementares, impostos, taxas e honorários de profissionais em geral são calculados separadamente, sob a forma de percentagens ou por quantidades aproximadas.

2.3.2. MÉTODO DA ESTIMATIVA DO CUSTO POR VOLUME

O custo total será calculado pela expressão:

$$\text{Custo total} = \text{custo/m}^3 \times \text{volume equivalente}$$

onde:

volume equivalente = somatório dos volumes equivalentes dos compartimentos da edificação.

custo/m³ = custo por metro cúbico da edificação padrão.

O método da estimativa do custo por volume é utilizado em alguns países, nos quais existem critérios de medição oficiais para determinação dos volumes, como é o caso da Inglaterra e da Suíça. (BEZELGA, 1981)

Este método pode ser considerado uma variante do método anterior onde é levado em consideração o pé direito das edificações. Seu emprego é justificável em países onde o isolamento térmico das paredes externas deve ser intenso e, por este motivo influenciando no custo, a questão paredes externas é função do volume, mais do que da área.

Neste método como no anterior, são muito importantes os critérios de cálculos dos volumes equivalentes e os critérios de avaliação do tipo de edificação, não sendo aconselhável também estimar-se edificações com características volumétricas muito diferentes da edificação considerada padrão.

Uma das dificuldades apresentadas por este método é o fato do mesmo não permitir uma fácil relação do custo total com a área de pavimento, que é basicamente a característica que o usuário melhor relaciona às edificações.

Deste método surge a validade dos cálculos dos índices de compacidades volumétricos (I_{CV})³ das edificações. Este índice será comentado no item 4.3.1.1.

Do mesmo modo que as estimativas por m^2 , os custos das fundações especiais, elevadores, instalações e equipamentos diversos, obras complementares, impostos, taxas e honorários de profissionais em geral são calculados separadamente, através de porcentagens ou quantidades aproximadas.

2.3.3. MÉTODO DA PARTICIPAÇÃO PERCENTUAL DAS ETAPAS DE CONSTRUÇÃO

Também é um método largamente empregado pois é de fácil utilização e cálculos rápidos. Esta rapidez e facilidade de emprego fazem com que este método perca em precisão para outros métodos, por isto só deve ser utilizado para conhecimento da ordem de grandeza dos custos.

³ I_{CV} - Índice de compacidade volumétrico é a relação entre a superfície que envolve a edificação e a superfície de uma semi-esfera (superfície mínima) de mesmo volume.

Neste método os custos são estimados por porcentagens que as grandes etapas da obra percorrem. O custo total será o somatório dos custos de todas as etapas consideradas.

Este método necessita do auxílio de algum outro que possa determinar o custo de uma das etapas, para que deste sejam calculados os custos das outras e assim seja obtido o custo total da obra.

Muitas são as publicações que apresentam distribuições percentuais dos custos de obras das mais diversas tipologias, entretanto muitas delas não indicam qual é o tipo de edificação que está se tratando. Uma de suas principais desvantagens é a necessidade da utilização de obras de mesma tipologia da que se quer estimar os custos, pois dependendo da tipologia pode-se ter uma variação grande na distribuição dos custos da edificação. (quadros 03 e 04)

QUADRO 03 - Participação das diferentes partes dos edifícios habitacionais de baixa renda, em seus custos totais

ITEM DA OBRA	Conj. Hab. Serra do Jaire - INOCOOP. 4 pav. s/ elevador	Conj. Hab. Sumaré - CECAP. 4 pav. s/ elevador	Conj.Hab. Cumbica - CECAP. 4 pav. s/ elevador	Média
Estrutura e fundações	42,49	36,31	47,19	41,94
Acabam. hor. e contrapisos	6,97	6,39	11,81	8,39
Acabam. vert. e alvenaria	32,28	21,72	18,61	24,20
Carpintaria ext. e int.	7,18	15,47	6,64	9,76
Inst.hidr., eletr. e gás	11,28	20,11	15,75	15,71
TOTAL	100,00	100,00	100,00	100,00

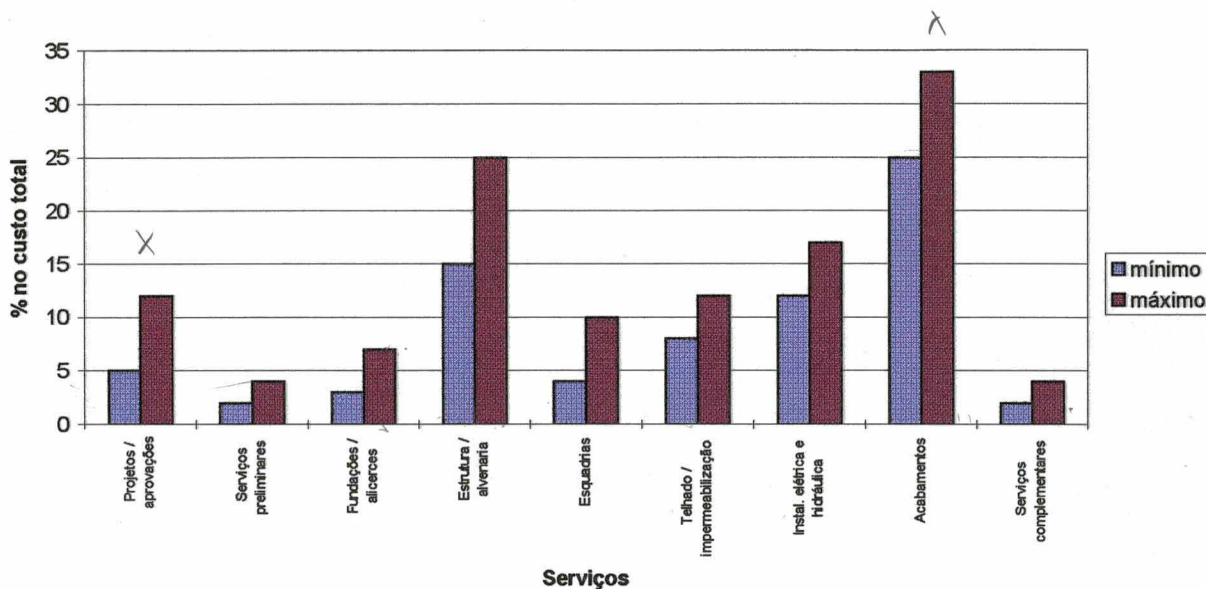
FONTE: MASCARÓ & MASCARÓ, 1981.

QUADRO 04 - Custo de cada elemento, em percentagem do total de despesas diretas, para diversos tipos de edifícios

ELEMENTOS	CASA PADRÃO POPULAR	EDIFÍCIO PADRÃO POPULAR S/ ELEVADOR	EDIFÍCIO PADRÃO POPULAR C/ ELEVADOR
Fundações	10,4	10,1	5,3
Estruturas	9,3	13,1	19,5
Alvenaria	15,0	17,3	4,2
Esquadrias	12,8	10,2	16,0
Cobertura	11,3	2,4	0,2
Impermeabilização	-	0,8	0,4
Revestimentos	2,1	7,1	7,1
Pintura	16,0	10,4	10,2
Pisos	3,6	8,1	5,3
Inst. hidráulicas	9,7	8,0	9,1
Inst. elétricas	9,8	12,5	7,6
Elevadores	-	-	15,1
TOTAL	100,0	100,0	100,0

FONTE: INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS (1987) apud. PICCHI, 1993.

Alguns periódicos publicam mensalmente percentuais mínimos e máximos do custo para as diferentes etapas da construção de uma edificação. Na figura 04 são mostrados os percentuais encontrados em um periódico de edição mensal.



FONTE: ARQUITETURA E CONSTRUÇÃO - SET 94 / JUL 95.

FIGURA 04 - Distribuição percentual dos custos na edificação.

A distribuição percentual dos custos de uma obra, pressupõe a condição preliminar de que a soma das porcentagens feche em 100 %. Se as porcentagens de um item sobem, todas as outras diminuem, mesmo que não tenham correlação direta com aquela variação.

A falta de preocupação com a análise das razões que levam à imprecisão desta metodologia faz com que essas distribuições de percentuais de custos sejam pouco divulgadas e cada vez menos utilizadas como elemento de planejamento e estimativa de custos.

(TRAJANO, 1989)

2.3.4. MÉTODO DE ESTIMATIVA DO CUSTO POR UNIDADE

O custo total será calculado pela expressão:

$$\text{Custo total} = \text{custo/unidade} \times \text{número de unidades}$$

Poder-se-ão considerar diversas unidades dependendo do tipo de edificação:

- carteira ou sala de aulas – escolas;
- garagens — estacionamentos;
- lugar sentado — cinemas, teatros ou igrejas;
- quarto — hotéis e motéis;
- leitos — hospitais;
- compartimentos — habitação.

Este método também apresenta como uma de suas vantagens a rapidez e facilidade de cálculo, porém apresenta a desvantagem da precisão limitada.

Certamente o custo/unidade só merecerá confiança se for obtido a partir de dados relativos a um numeroso conjunto significativo de edifícios do mesmo tipo e considerar-se valores corretivos a mais ou a menos para atender a diferenças de época de construção, métodos de construção, grau de qualidade, etc.

2.3.5. MÉTODO A.R.C.

Este método foi desenvolvido na França no C.S.T.B. — *Centre Scientifique et Technique du Batiment*, não sendo apenas um método de estimativa de custos, mas também um instrumento de análise e controle do mesmo.

Este método baseia-se em dois aspectos fundamentais de cálculo:

- divisão do edifício em elementos de construção adequados ao projeto e
- medição e cálculo do custo de diferentes elementos de construção.

O custo total será calculado pela expressão:

$$CT = CC + CAP + CACC + CAC + COEC$$

onde:

CT = custo total do edifício/m² de área útil

CC = custo da célula habitacional/m² de área útil

CAP = custos dos anexos privativos/m² de área útil

CACC = custo dos acessos e circulações comuns/m² de área útil

CAC = custos dos anexos comuns/m² de área útil

COEC = custo das obras e equipamentos gerais/m² de área útil

E cada um destes itens são subdivididos em elementos de menor nível de agregação, como por exemplo em elementos horizontais que serão subdivididos em lajes, pisos e tetos.

A determinação dos custos dos elementos deste método é baseada em amostras estatísticas de projetos, para que se possa obter maior confiabilidade em seus resultados.

Por ser este um dos métodos de estimativa que utiliza um maior número de características da edificação na estimativa de seus custos e necessita dos cálculos de custos de muitos elementos das edificações para sua utilização, não foi muito difundido como cálculo de estimativa. Entretanto seus conceitos de compartimentalização e subdivisão da edificação em elementos vêm sendo disseminados e muito empregados em todo o mundo.

2.3.6. MÉTODO DAS QUANTIDADES APROXIMADAS

Este método pode ser visto como sendo um orçamento onde as medições são realizadas por aproximações.

A vantagem deste método é uma maior aproximação do valor encontrado no orçamento detalhado, porém é trabalhosa devido ao grande número de leituras em projeto e necessita que o projeto esteja em uma fase adiantada, depois que muitas decisões já foram tomadas.

2.3.7. OUTROS MÉTODOS

Existem ainda outros métodos de estimativas preliminares de custos como: método das estimativas comparadas, método da interpolação e outros. Porém são estes menos difundidos e empregados.

2.4. TIPOS DE ORÇAMENTOS

Como o intuito deste trabalho não é voltado à orçamentos e sim a estimativas de custos, é apresentada, apenas a título de informação nos itens subseqüentes, uma breve noção dos orçamentos de maior utilização.

2.4.1. CONVENCIONAL

É o orçamento utilizado pela grande maioria das empresas e profissionais da construção civil. Porém assumindo diversos níveis de agregação dos serviços, podendo ser tanto mais minucioso quanto o nível de precisão que se deseja alcançar.

“Orçamento detalhado ou analítico é a avaliação de custo obtida através do levantamento de materiais e de serviços, a partir do projeto e da composição dos seus respectivos preços unitários.” (SAMPAIO, [19--])

Resume-se na citação acima o princípio em que se baseam os orçamentos convencionais. Os componentes do projeto são divididos em serviços e estes quantificados em unidades convenientes. Estes quantitativos são multiplicados por composições unitárias de insumos para a execução destes serviços. O somatório do produtos de todos os quantitativos por suas devidas composições unitárias resulta no custo total do projeto.

É importante a utilização de critérios de medição apropriados e a utilização de composições unitárias de materiais e mão de obra realistas à empresa, sem os quais o orçamento, por mais detalhado que possa ser, apresentará distorções entre o custo orçado e o real da obra.

2.4.2. OPERACIONAL

O orçamento operacional difere do orçamento convencional por buscar informações para sua formulação na programação das atividades ocorridas em obra e não diretamente em seus projetos.

Os orçamentos operacionais abandonam o conceito de composições unitárias que englobam consumos de mão de obra e materiais. No cálculo dos consumos de materiais ainda são utilizados constantes de consumos por serviço, como sugerem as composições unitárias, entretanto a mão de obra é avaliada pela duração da permanência das equipes no canteiro de obras. A maioria dos outros custos também é avaliada em função de seu tempo de permanência na obra.

O orçamento operacional possui uma dificuldade intrínseca na sua aplicação que é a necessidade de um trabalho muito maior na sua execução e de padrões para a agregação das operações, o que dificulta ainda mais a sua utilização. (GALVÃO *et al.*, 1990)

A figura 05, proposta por GALVÃO *et al.* (1990), resume as distinções entre o orçamento operacional e o convencional.

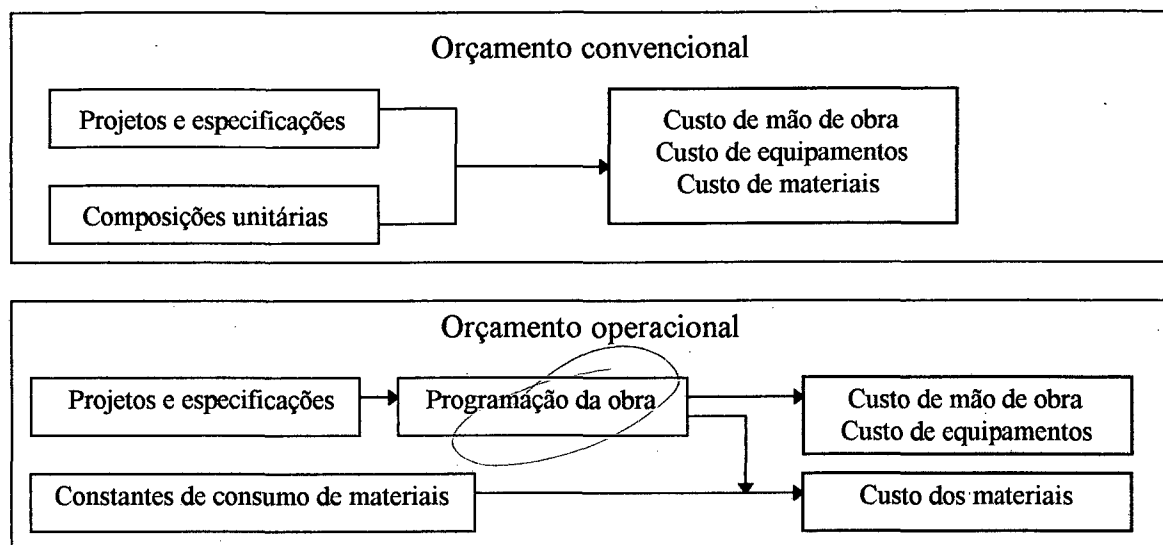


FIGURA 05 - Diferenciação entre orçamento convencional e operacional

2.5. PROPOSTA DO MÉTODO PELAS CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS

“Embora existam divergências entre os autores na forma de obtenção do custo da construção, a maioria das pesquisas enfatizam a utilização de dados históricos e característicos de um local.” (OLIVEIRA, 1990)

Métodos que estimam custos unicamente por área edificada nada mais são do que comparações simplistas entre áreas de uma edificação e outra, desprezando-se as características geométricas que têm grande influência nos custos e não variam em função da área. Surge então a necessidade de um método que considere estas variações em seus custos.

Não é difícil provar que uma edificação de mesma área, porém de formas diferentes, necessita de quantidades diferentes de materiais. Por exemplo, um compartimento que tenha 4 m^2 :

- se for circular terá um raio de aproximadamente 1,13 m e um perímetro de 7,10 m;
- se for quadrado terá um lado de 2 m e um perímetro de 8 m;
- se for retangular de lados 1 m e 4 m terá um perímetro de 10 m.

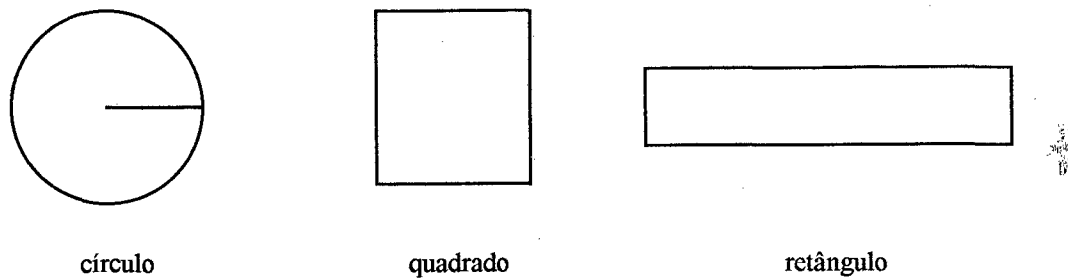


FIGURA 06 - Formas geométricas

Como exemplificado, mesmo que os compartimentos executados nas três formas geométricas acima sejam executados com os mesmos materiais, não terão o mesmo consumo destes, pois seus perímetros são diferentes, porque existe uma diferença de produtividade na execução de paredes curvas, e finalmente porque provavelmente estas três formas distintas terão aberturas e instalações também distintas.

Outro fator importante a se considerar em uma edificação é a disposição dos compartimentos que a compõem. Modificando-se suas disposições pode-se obter valores com grandes variações em se tratando de custos. Isto fica claro com o exemplo apresentado na figura 07.

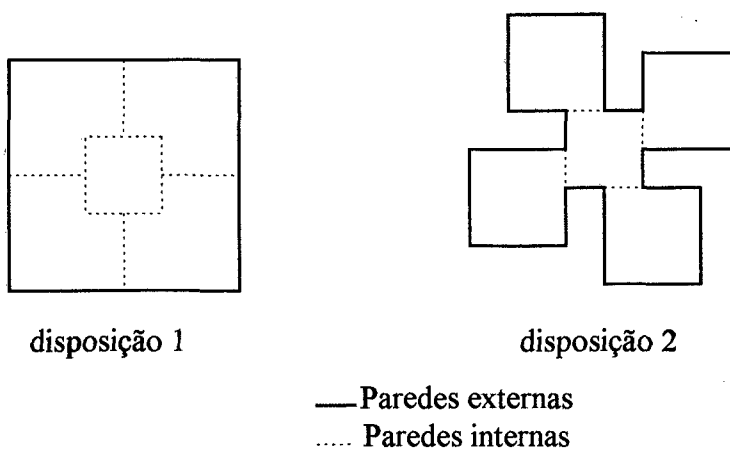


FIGURA 07 - Distribuição dos compartimentos.

A diferença de consumos de materiais é facilmente calculada por indicadores que podem determinar a forma de um compartimento ou de suas disposições, como o índice de compacidade, que é definido como sendo a relação entre o perímetro de um círculo de mesma área e o perímetro do compartimento considerado.

Deve-se também levar em consideração a variação do consumo de materiais de vedação com a variação da área dos compartimentos.

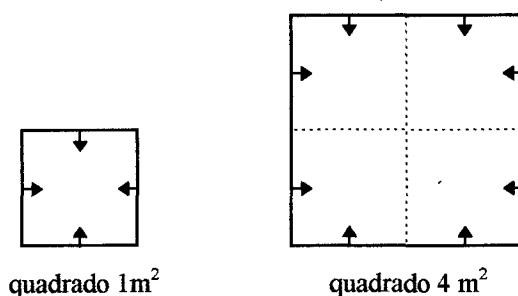


FIGURA 08 - Variação do perímetro com o aumento da área.

Como pode ser observado na figura 08, dois compartimentos com a mesma forma geométrica porém com áreas diferentes possuem consumos distintos de materiais para a mesma fração de área. O quadrado com área de um metro quadrado possui quatro metros de perímetro por metro quadrado de área, enquanto o de quatro metros quadrados possui dois metros de perímetro atribuídos a cada metro quadrado.

A diferença nos consumos de materiais neste caso pode ser calculada por indicadores como a **área média dos compartimentos**, que dão uma idéia do tamanho dos compartimentos da edificação.

O método proposto basea-se na utilização de análises de custos por elementos de construção de edifícios do mesmo tipo e com alguma semelhança relativa do elemento analisado no edifício em estudo. Visando a flexibilidade e facilidade de cálculo, a decomposição da edificação deve ser realizada em elementos de fácil identificação e possuir um bom nível de agregação. Os elementos de construção são subdivididos de maneira a possibilitar sua caracterização por índices que representam as quantidades de serviços necessários para execução

da obra. Pode-se considerar, por exemplo, a alvenaria externa do pavimento tipo como um elemento e a interna como outro, ambos facilmente calculáveis através das características geométricas da edificação.

O método consiste em fazer correções nos valores elementares da análise de custos de edifícios do mesmo tipo, levando-se em conta a variação dos índices que influenciam no custo. Ou seja, as variações das dimensões, das disposições e de outras eventuais modificações construtivas que os compartimentos possam sofrer são analisadas em termos quantitativos.

METODOLOGIA

3. METODOLOGIA

3.1. DESCRIÇÃO DA EMPRESA

A empresa em estudo é uma grande construtora de obras, situada na cidade de Curitiba, estado do Paraná. Fundada em 1895 por Maurício Thá, possui atualmente aproximadamente 1.000 funcionários, destes em torno de 10% trabalha nos escritórios da administração central e os 90% restantes trabalham diretamente nas obras. O número de funcionários que trabalha em obra ainda é complementado por serviços terceirizados com aproximadamente mais 450 funcionários.

A construtora em questão caracteriza-se por possuir a maior fatia do mercado em edificações de alto padrão de acabamento na cidade, em torno de 60%. Possuindo também edificações de médio padrão e edificações comerciais em construção.

A área total construída da empresa já ultrapassa a casa dos dois milhões de metros quadrados e atualmente possui duzentos e setenta mil metros quadrados em execução.⁴

É uma empresa dinâmica com grande interesse em desenvolvimentos na área de gerenciamento de construções, possibilitando que pesquisas como esta e como a de SCHALY (1994)⁵ sejam realizadas em suas obras e escritórios.

Parte-se do princípio de que a empresa que possui padrões próprios, tem imensa facilidade em produzir estimativas e orçamentos com a máxima eficiência e rapidez. A empresa modificou seu sistema orçamentário e passou a realizar orçamentos com um nível de detalhamento superior ao que vinha utilizando até dois anos atrás. Esta mudança no sistema orçamentário iniciou-se com a aquisição de um novo *software* que integra os diversos departamentos da construtora, tornando o fluxo de informações mais rápido e eficiente.

⁴ Dados fornecidos pela empresa.

⁵ Pesquisa referente à programação de obras repetitivas, ver referências bibliográficas.

Uma seqüência de atividades foi definida para cada novo empreendimento lançado, otimizando desta maneira a compatibilização e a qualidade dos projetos.

A aplicação prática desta pesquisa encontra-se inserida na concepção do empreendimento e na elaboração de um banco de dados de características dos projetos executados.⁶ (figura 09)



FIGURA 09 - Fluxograma das atividades no lançamento de novos empreendimentos

O ciclo completo de ações em um projeto pode ser visto na figura 10. Onde também pode-se observar que a empresa utiliza composições unitárias próprias possibilitando desta maneira que o orçamento tenha uma maior aproximação dos valores reais de materiais e mão de obra utilizados na obra. A obtenção de composições unitárias próprias requer, portanto, um esforço da empresa no sentido de colher, acumular e processar dados de obras semelhantes através de um sistema de apropriação de custos adequado à empresa.

⁶ O detalhamento das atividades de cada fase do novo empreendimento encontram-se em anexo.

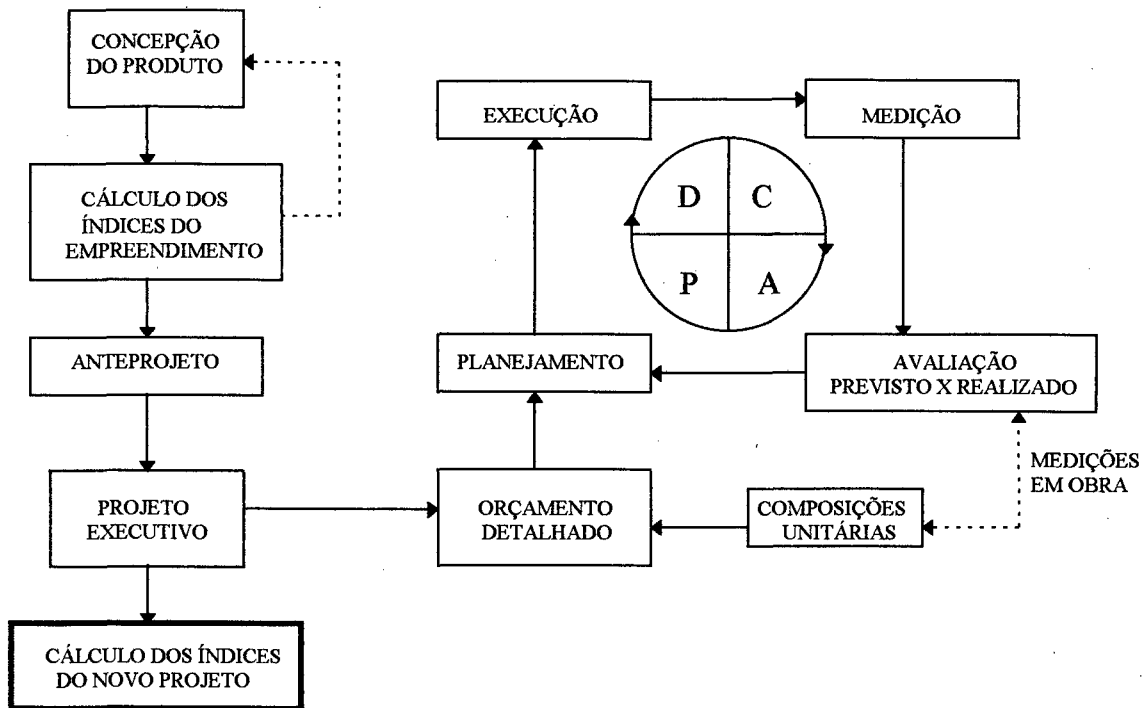


FIGURA 10 - Fluxograma do ciclo de ações em um projeto
CICLO PDCA segundo PICCHI (1993)

3.2. PROJETOS ESTUDADOS

A produção arquitetônica está fortemente ligada às condições locais, regionais e temporais. Optou-se então por projetos de uma mesma empresa construtora, para que não fossem embutidos nos dados, variações devido a diferenças de tipologias existentes nos projetos executados por empresas distintas. Segundo HIROTA (1987), existem características próprias de cada arquiteto ou construtor nos projetos.

Devido à limitação do número de projetos estudados, não foram realizados estudos estatísticos mais aprofundados, limitando-se a medida de tendência central (média aritmética), medidas de dispersão (desvio padrão e coeficiente de variação) e regressões lineares simples.

Foram levantadas as características geométricas de vinte edifícios residenciais, dentre eles sete possuíam orçamento detalhado no novo *software* implantado na empresa.

Todas as informações utilizadas neste estudo foram extraídas diretamente dos projetos arquitetônicos, considerando-se que as edificações por serem da mesma construtora são uniformes, em termos de qualidade de acabamento.

Devido às limitações impostas pelos projetos estudados, os resultados e conclusões deste trabalho são restritos às edificações residenciais construídos na cidade de Curitiba, pela empresa em estudo.

A determinação do tamanho da amostra não seguiu um rigorismo estatístico por dois motivos bastante simples: não foram encontrados subsídios em bibliografia nem em instituições ligadas ao ramo, para a determinação de um número representativo de projetos que atendesse a todos os índices propostos no estudo; e não se queria embutir nos resultados projetos que não estivessem enquadrados na filosofia atual de gerenciamento de projeto da empresa, pois os mesmos podem distorcer os dados.

HIROTA (1987) em seu trabalho define, para as variáveis por ela estudadas, os números mínimos de projetos que a amostra deve possuir; estes encontram-se listados do quadro 05.

QUADRO 05 - Tamanho da amostra para cada variável

VARIÁVEIS	NÚMERO MÍNIMO DE PROJETOS NA AMOSTRA
Área construída do pavimento tipo	59
Índice de compacidade	7
Área fechada do térreo	71
Área fechada do pavimento de cobertura	22
Área de circulação do pavimento tipo	29
Área de circulação horizontal no pavimento tipo	57
Coefficiente de paredes externas	22
Coefficientes da paredes internas	10
Aberturas na envoltória	41

FONTE: HIROTA, 1987.

No cálculo destes tamanhos de amostras foram considerados erros relativos de 10%.

Observa-se que o número de projetos analisados nesta pesquisa para alguns índices ultrapassa o valor mínimo de projetos sugerido por HIROTA (1987), como é o caso do índice de compacidade e do coeficiente de paredes internas; em outros chega-se muito próximo, como no

coeficiente de paredes externas e finalmente existem os que necessitam de um número muito maior de projetos para a amostra, como é o caso da área de circulação horizontal do pavimento tipo.

Com relação à segmentação da amostra em classificações quanto a áreas e números de dormitórios, que seriam as classificações mais lógicas segundo a bibliografia, não foi realizada neste trabalho. Com a limitação no número de projetos, a segmentação ocasionaria uma redução quantitativa de projetos em cada grupo e a consequência seria uma diminuição na representatividade dos valores encontrados, merecendo um estudo mais aprofundado das consequências desta redução. Como a hipótese do trabalho é de que existem relações constantes entre as variáveis das edificações, trata-se então da amostra como um todo, onde são encontradas habitações de um a quatro quartos, como pode ser visto no quadro 06. Se nesta amostra global que envolve tipologias diferentes, as relações (índices) forem constantes, serão ainda mais em edifícios de mesma tipologia.

QUADRO 06 - Habitações que compõem a amostra segundo área e número de quartos

ÁREA ÚTIL DA HABITAÇÃO	NÚMERO DE QUARTOS			
	01	02	03	04
< 100 m ²	3	2	2	-
100 a 200 m ²	-	4	3	1
200 a 300 m ²	-	-	2	8
300 a 400 m ²	-	-	-	2
> 400 m ²	-	-	-	1
TOTAL	28			

O motivo pelo qual o número de habitações segundo a classificação do quadro 06 é maior do que o número de projetos (20 projetos) é que em determinados projetos têm-se habitações com diferentes áreas e diferentes números de quartos.

3.3. LEVANTAMENTO DE DADOS (MEDIÇÃO)

O objetivo principal desta metodologia de levantamento de dados, ou de medição das características geométricas da edificação, é a obtenção de dados necessários à estimativa de custos de maneira rápida e simplificada. Para que este objetivo fosse atingido, surgiu a necessidade da elaboração de fichas para anotações destas características.

No levantamento realizado nesta pesquisa foram utilizadas dois tipos de planilhas de levantamento. A primeira delas para obtenção de características gerais sobre o projeto, assim como área do terreno, área total da obra, número de pavimentos da edificação e outros. Na segunda planilha anotam-se as características geométricas dos compartimentos que compõem as unidades residenciais e de suas aberturas (portas e janelas). Pode-se dizer que estas planilhas serviram para a análise gráfica dos projetos, mostrando todas as informações utilizadas neste estudo que foram extraídas dos projetos arquitetônicos completos de que se dispunha.

A planilha de levantamento de dados gerais do projeto é mostrada no quadro 07 e a de levantamento dos dados a respeito dos compartimentos é mostrada no quadro 08.

QUADRO 07 - Planilha de levantamento de dados gerais da obra

DADOS REFERENTES ÀS ÁREAS (m ²)	PROJETO
ÁREA DO TERRENO	
ÁREA TOTAL DA OBRA	
ÁREA TOTAL DO TÉRREO	
ÁREA DE PROJEÇÃO	
ÁREA DE SUBSOLO	
ÁREA TOTAL DO PAV. TIPO	
ÁREA COMPUTÁVEL DO PAV. TIPO	
ÁREA ÚTIL DA UNIDADE	
ÁREA DE ABERTURAS INTERNAS	0,00*
ÁREA DE ABERTURAS EXTERNAS	0,00
ÁREA DO SALÃO DE FESTAS	
ÁREA DO SALÃO DE JOGOS	
ÁREA DE FACHADA	0,00
ÁREA CIRCULAÇÃO COMUM	0,00
ÁREA DE ESCADAS	0,00
ÁREA DE ELEVADORES	0,00
ÁREA DO APTO DO ZELADOR	

DADOS REFERENTES ÀS QUANTIDADES (un)	PROJETO
N. DE BLOCOS	
N. DE BLOCOS IGUAIS	
N. DE PAVIMENTOS DE SUBSOLO	
N. DE GARAGENS	
N. TOTAL DE PAVIMENTOS	
N. DE PAVIMENTOS TIPO	
N. DE UNIDADES POR PAVIMENTO TIPO	
N. DE UNIDADES IGUAIS POR PAV. TIPO	
N. TOTAL DE UNIDADES	
N. TOTAL DE COMPARTIMENTOS POR APTO	
N. DE ELEVADORES (PAV. TIPO)	
N. DE PORTAS POR UNIDADE	
N. DE JANELAS POR UNIDADE	
N. DE BANHEIROS E LAVABOS POR UNIDADE	
N. DE SUÍTES POR UNIDADE	
N. DE QUARTOS POR UNIDADE	

DADOS REFERENTES À COMPRIMENTOS (m)	PROJETO
PERÍMETRO DE FACHADA	
PERÍMETRO DE PAREDES INTERNAS	0,00
PERÍMETRO DE ABERTURAS EXTERNAS	0,00
PÉ DIREITO PAVIMENTO TIPO (PISO/TETO)	
COMPRIMENTO MÁXIMO DO PAVIMENTO TIPO	
LARGURA DO PAVIMENTO TIPO	
TESTADA DO TERRENO	

DADOS COMPLEMENTARES	PROJETO
ESPESSURA MÉDIA DAS LAJES	
TEMPO DE OBRA	

* Nos quadros preenchidos por 0,00 são valores calculados automaticamente pela planilha eletrônica.

QUADRO 08 - Planilha de levantamento de dados específicos dos compartimentos

SERVIÇO

CLASSIFICAÇÃO	COMPARTIMENTO	COMPONENTE	DADOS	PROJETO	
SERVIÇO	COZINHA	FORMA	PERÍMETRO		
			ÁREA		
		JANELA	ALTURA		
			COMPRIMENTO		
			ÁREA	0,00*	
			PERÍMETRO	0,00	
		PORTAS	NÚMERO		
			ÁREA		
		LAVANDERIA	FORMA	PERÍMETRO	
				ÁREA	
	JANELA		ALTURA		
			COMPRIMENTO		
			ÁREA	0,00	
			PERÍMETRO	0,00	
	PORTAS		NÚMERO		
			ÁREA		
	QUARTO EMPR.		FORMA	PERÍMETRO	
				ÁREA	
		JANELA	ALTURA		
			COMPRIMENTO		
			ÁREA	0,00	
			PERÍMETRO	0,00	
		PORTAS	NÚMERO		
			ÁREA		
		BWC EMPR.	FORMA	PERÍMETRO	
				ÁREA	
	JANELA		ALTURA		
			COMPRIMENTO		
			ÁREA	0,00	
			PERÍMETRO	0,00	
	PORTAS		NÚMERO		
			ÁREA		
	DEPÓSITO		FORMA	PERÍMETRO	
				ÁREA	
		JANELA	ALTURA		
			COMPRIMENTO		
			ÁREA	0,00	
			PERÍMETRO	0,00	
		PORTAS	NÚMERO		
			ÁREA		
		ROUPARIA	FORMA	PERÍMETRO	
				ÁREA	
JANELA	ALTURA				
	COMPRIMENTO				
	ÁREA		0,00		
	PERÍMETRO		0,00		
PORTAS	NÚMERO				
	ÁREA				
CRISTALEIRA	FORMA		PERÍMETRO		
			ÁREA		
	JANELA	ALTURA			
		COMPRIMENTO			
		ÁREA	0,00		
		PERÍMETRO	0,00		
	PORTAS	NÚMERO			
		ÁREA			

CIRCULAÇÃO

CLASSIFICAÇÃO	COMPARTIMENTO	COMPONENTE	DADOS	PROJETO
CIRCULAÇÃO	ESCADA	FORMA	PERÍMETRO	
			ÁREA	
	ELEVADOR	FORMA	PERÍMETRO	
			ÁREA	
	HALL 01 SOCIAL	FORMA	PERÍMETRO	
			ÁREA	
		JANELA	ALTURA	
			COMPRIMENTO	
			ÁREA	0,00
			PERÍMETRO	0,00
		PORTAS	NÚMERO	
			ÁREA	
	HALL 02 SERVIÇO	FORMA	PERÍMETRO	
			ÁREA	
		JANELA	ALTURA	
			COMPRIMENTO	
			ÁREA	0,00
			PERÍMETRO	0,00
		PORTAS	NÚMERO	
			ÁREA	
	PRIVATIVA 01	FORMA	PERÍMETRO	
			ÁREA	
		JANELA	ALTURA	
			COMPRIMENTO	
ÁREA			0,00	
PERÍMETRO			0,00	
PORTAS		NÚMERO		
		ÁREA		
PRIVATIVA 02	FORMA	PERÍMETRO		
		ÁREA		
	JANELA	ALTURA		
		COMPRIMENTO		
		ÁREA	0,00	
		PERÍMETRO	0,00	
	PORTAS	NÚMERO		
		ÁREA		

ÍNTIMO

CLASSIFICAÇÃO	COMPARTIMENTO	COMPONENTE	DADOS	PROJETO
ÍNTIMO	SUÍTE 1 / QUARTO 1	FORMA	PERÍMETRO	
			ÁREA	
		JANELA	ALTURA	
			COMPRIMENTO	
			ÁREA	0,00
			PERÍMETRO	0,00
	PORTAS	NÚMERO		
		ÁREA		
	BWC SUÍTE 1	FORMA	PERÍMETRO	
			ÁREA	
		JANELA	ALTURA	
			COMPRIMENTO	
			ÁREA	0,00
			PERÍMETRO	0,00
	PORTAS	NÚMERO		
		ÁREA		
	SUÍTE 2 / QUARTO 2	FORMA	PERÍMETRO	
			ÁREA	
JANELA		ALTURA		
		COMPRIMENTO		
		ÁREA	0,00	
		PERÍMETRO	0,00	
PORTAS	NÚMERO			
	ÁREA			

ÍNTIMO

CLASSIFICAÇÃO	COMPARTIMENTO	COMPONENTE	DADOS	PROJETO
ÍNTIMO	BWC SUÍTE 2	FORMA	PERÍMETRO	
			ÁREA	
		JANELA	ALTURA	
			COMPRIMENTO	
			ÁREA	0,00
			PERÍMETRO	0,00
	PORTAS	NÚMERO		
		ÁREA		
	SUÍTE 3 / QUARTO 3	FORMA	PERÍMETRO	
			ÁREA	
		JANELA	ALTURA	
			COMPRIMENTO	
			ÁREA	0,00
			PERÍMETRO	0,00
	PORTAS	NÚMERO		
		ÁREA		
	BWC SUÍTE 3	FORMA	PERÍMETRO	
			ÁREA	
		JANELA	ALTURA	
			COMPRIMENTO	
			ÁREA	0,00
			PERÍMETRO	0,00
	PORTAS	NÚMERO		
		ÁREA		
	SUÍTE 4 / QUARTO 4	FORMA	PERÍMETRO	
			ÁREA	
		JANELA	ALTURA	
			COMPRIMENTO	
			ÁREA	0,00
			PERÍMETRO	0,00
PORTAS	NÚMERO			
	ÁREA			
BWC SUÍTE 4	FORMA	PERÍMETRO		
		ÁREA		
	JANELA	ALTURA		
		COMPRIMENTO		
		ÁREA	0,00	
		PERÍMETRO	0,00	
PORTAS	NÚMERO			
	ÁREA			
SALA ÍNTIMA	FORMA	PERÍMETRO		
		ÁREA		
	JANELA	ALTURA		
		COMPRIMENTO		
		ÁREA	0,00	
		PERÍMETRO	0,00	
PORTAS	NÚMERO			
	ÁREA			
BWC	FORMA	PERÍMETRO		
		ÁREA		
	JANELA	ALTURA		
		COMPRIMENTO		
		ÁREA	0,00	
		PERÍMETRO	0,00	
PORTAS	NÚMERO			
	ÁREA			

SOCIAL

CLASSIFICAÇÃO	COMPARTIMENTO	COMPONENTE	DADOS	PROJETO
	SACADA	FORMA	PERÍMETRO	
			ÁREA	
		PORTA JANELA	NÚMERO	
			ÁREA	
	SALA ESTAR	FORMA	PERÍMETRO	
			ÁREA	
		JANELA	ALTURA	
			COMPRIMENTO	
			ÁREA	0,00
			PERÍMETRO	0,00
		PORTAS	NÚMERO	
			ÁREA	
	SALA JANTAR	FORMA	PERÍMETRO	
			ÁREA	
		JANELA	ALTURA	
			COMPRIMENTO	
			ÁREA	0,00
			PERÍMETRO	0,00
		PORTAS	NÚMERO	
			ÁREA	
	ESCRITÓRIO	FORMA	PERÍMETRO	
			ÁREA	
		JANELA	ALTURA	
			COMPRIMENTO	
ÁREA			0,00	
PERÍMETRO			0,00	
PORTAS		NÚMERO		
		ÁREA		
LAVABO	FORMA	PERÍMETRO		
		ÁREA		
	JANELA	ALTURA		
		COMPRIMENTO		
		ÁREA	0,00	
		PERÍMETRO	0,00	
	PORTAS	NÚMERO		
		ÁREA		
OUTROS	FORMA	PERÍMETRO		
		ÁREA		
	JANELA	ALTURA		
		COMPRIMENTO		
		ÁREA	0,00	
		PERÍMETRO	0,00	
	PORTAS	NÚMERO		
		ÁREA		

* Nos quadros preenchidos por 0,00 são valores calculados automaticamente pela planilha eletrônica.

A simplicidade nas medições (áreas e perímetros) no levantamento de dados faz com que sejam menores as possibilidades de erros no levantamento, facilitando a sua conferência.

3.4. METODOLOGIA NO TRATAMENTO DOS DADOS

Com os dados geométricos dos projetos levantados e com os orçamentos detalhados, inicia-se o tratamento dos dados.

Após o levantamento das características geométricas gerais dos projetos e específicas dos compartimentos em planilhas como descrito no item anterior, estes dados são digitados em uma planilha eletrônica (EXCEL) onde podem ser manipulados e tratados estatisticamente.

A definição dos índices seguiu o fluxograma apresentado na figura 11.

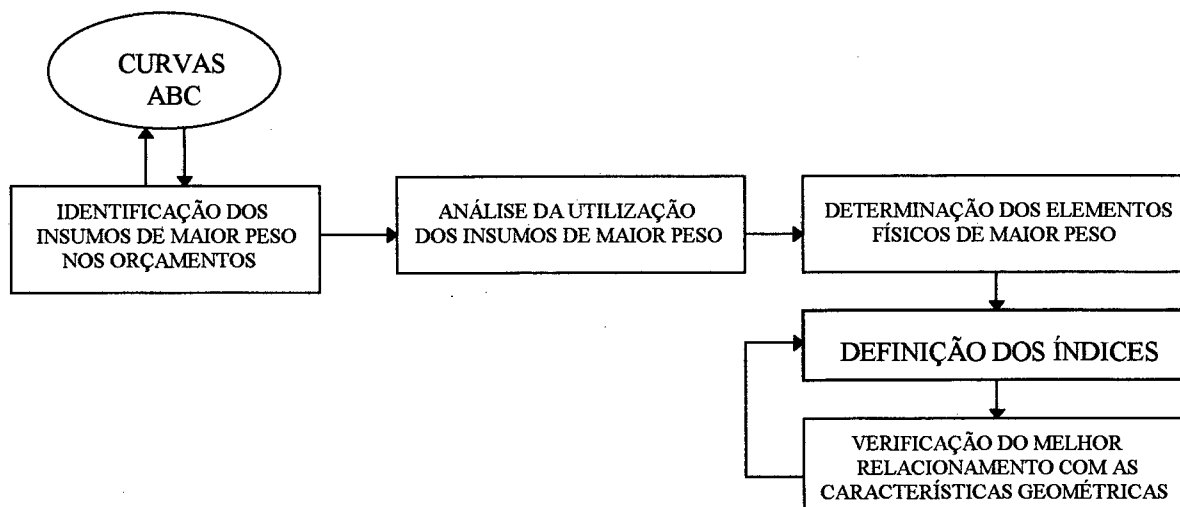


FIGURA 11 - Definição dos índices através das curvas ABC

Após definidos os índices e verificados os melhores relacionamentos encontrados⁷, estes são inseridos no fluxograma apresentado na figura 12. Neste fluxograma pode ser observado também como podem ser inseridos novos projetos e como os índices médios podem ser atualizados.

⁷ Melhores relacionamentos significa uma maior constância para o índice, quanto mais constante o índice for melhor será a sua utilização em estimativas de custos médios.

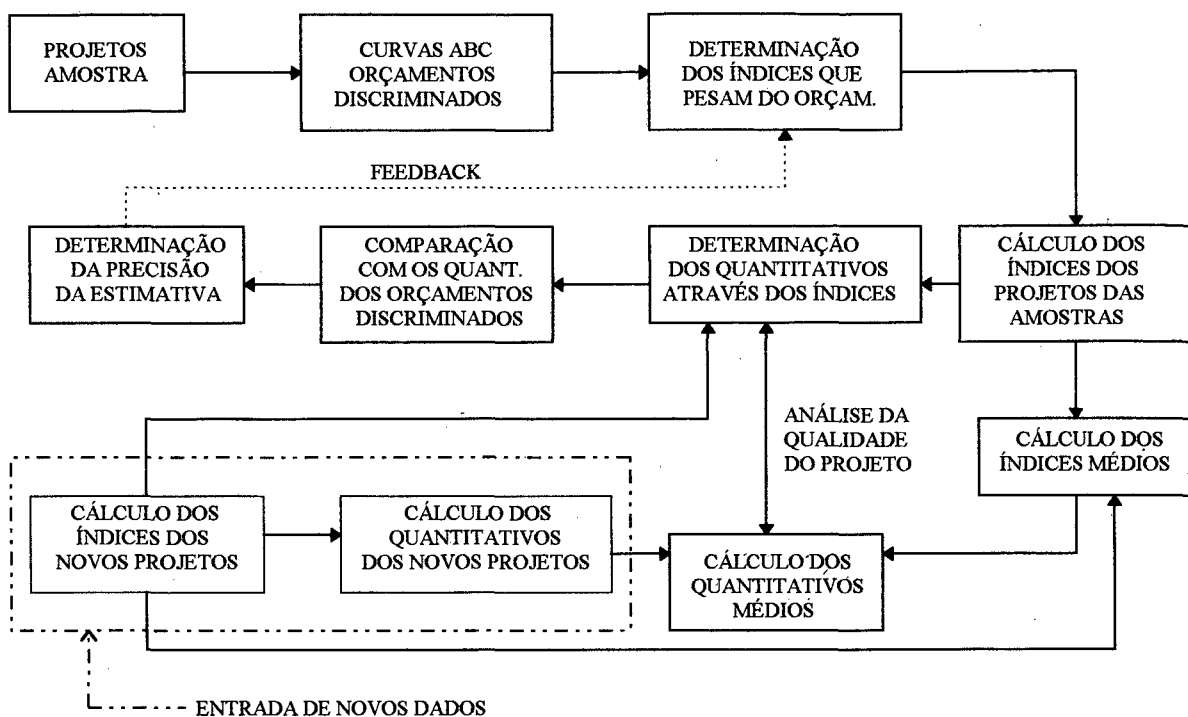


FIGURA 12 - Fluxograma do tratamento dos dados

Para todos os índices propostos se calcula a média aritmética, o desvio padrão e o respectivo coeficiente de variação, plotando-se ainda gráficos para uma melhor visualização e acompanhamento de como os valores se distribuem em torno da média.

Realiza-se também uma análise dos compartimentos isoladamente e da percentagem que os mesmos ocupam na habitação, para que se possa identificar qual é a influência no custo com a variação do tamanho dos compartimentos isoladamente. Regressões lineares simples entre a área e o perímetro dos compartimentos são mostradas no capítulo seguinte, na tentativa de estabelecer uma regra prática de determinação dos perímetros através das áreas.

Todo tratamento dos dados baseou-se em pesquisas que mostram que com poucos insumos ou índices que possam quantificar estes insumos, pode-se estimar uma grande parte do custo da edificação.

Na pesquisa de LOPES (1992) é mostrado que para se obter em torno de 70 % do custo de uma edificação é necessário que seja incluído nesta estimativa os itens mostrados no quadro 09.

QUADRO 09 - Itens que devem ser estimados para obtenção de 70 % do custo da edificação

1. Concreto Pré-misturado
2. Ferros
3. Cimento Portland
4. Tábuas Brutas
5. Tijolos
6. Revestimentos de Madeira
7. Janelas de Alumínio
8. Material para Pintura
9. Verba para Material (Esquadrias/Ferragens/Vidros)
10. Azulejos
11. Portas de Madeira
12. Verba para Material e Serviços
13. Janelas de Madeira
14. Vidro Temperado
15. Estrutura Metálica
16. Telhas de Fibrocimento
17. Ferragens para Esquadrias

FONTE: LOPES (1992)

Pode-se observar que estes itens, com pequenas exceções devido a mudanças de empregos de materiais (janelas de madeira, por exemplo), são os mesmos encontrados na curva ABC média mostrada no quadro 13.

ANÁLISE DOS DADOS

4. ANÁLISE DOS DADOS

4.1. CONSIDERAÇÕES GERAIS

Qualquer atividade de execução ou produção de um bem está sujeita principalmente a três custos, cujo conjunto forma o custo total: custos diretos, custos indiretos e custos eventuais.

Como já exposto no capítulo 2, os custos indiretos de administração e custos eventuais não fazem parte da análise de custos desenvolvida ao longo deste trabalho, por serem custos atribuídos a características gerenciais da empresa e não custos atribuídos a grandezas físicas de obra.

Os custos diretos de obra são, na grande maioria das vezes, os que tomam proporções de maior vulto em obras de edificações residenciais.

Na formação dos custos diretos da indústria da construção civil participam três elementos básicos:

- mão de obra;
- materiais de construção;
- equipamentos, em forma de depreciação.

Como pode ser observado no quadro 10, os materiais geralmente assumem porcentagens maiores nos custos das obras de edificações, ficando a mão de obra em segundo lugar e os equipamentos em último com pequena participação no custo. Porém esta é uma peculiaridade das edificações, pois em obras como estradas, barragens e de infra-estrutura, os equipamentos são intensamente utilizados e correspondem a uma considerável parcela do custo direto das mesmas.

Ao contrário do que se possa generalizar, o consumo destes insumos estão estreitamente ligados às características da obra, também sendo condicionado no âmbito da empresa por práticas adotadas em obras de mesma tipologia. Portanto, a preocupação com o registro correto, completo e ainda com o armazenamento de todas as despesas referentes à mão de obra, materiais

utilização de equipamentos e desperdícios é a maneira mais segura de ter elementos para fazer estimativas de custos para orçamentos. (BITTENCOURT, [19--] e FORMOSO *et al*, 1986)

“... o custo dos espaços construídos é função direta de suas medidas, sem exceção alguma.” (MASCARÓ, 1985)

Para concluir, pode-se dizer que o custo dos espaços dependerá, fundamentalmente, das resoluções dimensionais adotadas para o edifício: largura, comprimento, altura do pé direito, número de pavimentos, etc. Podendo-se realizar comparações entre índices que representam estas características, com os mesmos índices médios da empresa para a qualificação e previsão de custos do novo empreendimento. (MASCARÓ, 1985)

Na empresa em estudo, o orçamento detalhado é dividido em três grandes grupos de insumos: mão de obra, materiais e serviços. Cada um destes possui uma importância relativa ao custo total da obra do ponto de vista econômico. Foram obtidos os valores relativos médios de importância de cada um destes grupos para priorização do tratamento dos dados. (quadro 10)

QUADRO 10 - Participação média do grande grupo dos insumos no custo total da obra para a empresa em questão

INSUMO	PARTICIPAÇÃO (%)
Materiais	59
Mão de obra	24
Serviços	17
TOTAL	100

A partir daqui estrutura-se o trabalho discutindo-se os grandes grupos segundo sua ordem de participação percentual no custo total. Inicialmente, materiais, em seguida, mão de obra e por último, serviços.

4.2. CONSIDERAÇÕES SOBRE A QUANTIFICAÇÃO DE MATERIAIS

A construção civil é reconhecidamente um setor de utilização intensiva de mão de obra, entretanto, quando a análise é voltada aos custos dos insumos necessários à produção, o custo

dos materiais, na grande maioria das vezes, é responsável por uma grande parcela do custo total da construção. Como pode ser observado no quadro 10 os materiais são responsáveis em média por aproximadamente 60 % do custo total de uma edificação.

O custo dos materiais são obtidos a partir das quantidades e da natureza dos materiais utilizados.

“Um edifício é um volume com um lugar pré-estabelecido no espaço e que tem características geométricas precisas.” (LICHTENSTEIN, 1987)

“A organização e a qualificação do espaço numa edificação decorrem das funções desempenhadas pelos vedos horizontais e verticais.” (ROSSO, 1978)

É notório que uma edificação, do ponto de vista geométrico, pode ser considerada como um conjunto de diversos planos. Planos estes que podem ser divididos em planos horizontais e planos verticais. A interseção dos planos horizontais com os verticais definem os espaços. E o agrupamento destes espaços (compartimentos) formam a edificação. (MASCARÓ, 1985)

Para uma análise dos custos dos materiais, é necessário saber-se onde os materiais de maior peso no orçamento são empregados. Se nos planos horizontais ou verticais, e se todos os planos verticais possuem o mesmo custo. (quadros 11 e 12)

Pesquisas como a realizada por MASCARÓ (1985) nos mostram que nem todos os planos verticais e horizontais têm o mesmo custo: aqueles que envolvem o edifício normalmente são mais caros que seus equivalentes internos. Por isso, é conveniente obter o volume necessário com a mínima superfície exposta ao exterior, não só pela redução do custo de construção, mas também por menores custos de manutenção e uso.

QUADRO 11 - Materiais e componentes do edifício

SUBSISTEMAS		MATERIAIS E/OU COMPONENTES
Estrutura	Infra-estrutura Super estrutura	concreto barras de aço formas
Vedações	Vedações verticais Vedações horizontais	blocos e/ou tijolos argamassa (areia, cimento, cal e água) caixilhos vidros portas ferragens azulejos tinta telhas vigas de madeira ladrilhos cerâmicos placas de gesso tacos e tábuas corridas
Instalações	Instalações hidro-sanitárias Instalações elétricas Instalações complementares	tubos conexões registros louça sanitária eletrodutos quadros fios elevadores bombas

FONTE: LICHTENSTEIN, 1987.

QUADRO 12 - Composição do custo total do edifício, segundo planos horizontais, verticais e instalações

Classificação do Elemento	Composição	Porcentagem de Custo	Total Parcial
Elementos formando planos horizontais	- parte horizontal da estrutura resistente, fundações - contrapisos - acabamentos horizontais	20,58 2,22 6,99	29,79%
Elementos formando planos verticais	- parte vertical da estrutura resistente - alvenaria e isolamento - acabamentos verticais - esquadria interna e externa	4,03 8,72 14,49 14,14	41,37%
Instalações (cujos custos são semi-independentes das dimensões do edifício)	- instalação sanitária e contra incêndio - instalação de gás - instalação elétrica - elevadores - compactador de lixo	8,22 4,69 5,45 4,79 0,59	23,74%
Canteiro de Obra	---	---	5,09%

FONTE: MASCARÓ (1985).

Observando-se o quadro 12 é possível concluir que as vedações dos espaços são responsáveis por aproximadamente 70% do custo da construção do edifício, sendo que os equipamentos e o canteiro de obras representam os 30% restantes.

Não se deve esquecer que não se pode generalizar números como estes, pois os mesmos podem sofrer variações significativas de acordo com os materiais com que estes planos são acabados. Porém estes números servem para nos dar uma noção da ordem de grandeza com que se distribuem os custos das edificações.

Para uma maior eficiência na redução dos custos nas edificações é necessária uma redução dos custos ou de seus planos verticais (de maior peso) ou dos horizontais.

Por sua própria composição, formados pela estrutura resistente de concreto, os planos horizontais apresentam uma dificuldade muito grande de redução de custos.

Já os planos verticais apresentam inúmeras alternativas, tanto para o desenho quanto para o uso de materiais.

Segundo o que foi exposto, deve-se buscar os elementos da construção que absorvam os materiais de maior peso no orçamento. Pesquisa como a de HIROTA (1987) propõe que sejam estudadas as seguintes características da edificação:

1. paredes externas;
2. paredes internas;
3. circulação horizontal;
4. circulação vertical;
5. esquadrias.

Além destas características, existem parâmetros físicos que caracterizam a edificação como um todo:

1. área construída do pavimento-tipo;
2. área construída do pavimento térreo (circulação);
3. área construída do pavimento de cobertura;
4. número de pavimentos;
5. índice de compactidade.

Partiu-se da listagem de insumos exposta do quadro 13 (curva ABC média da empresa estudada) para análise e definição de quais são características que possuem maior peso e conseqüentemente são merecedoras de uma maior atenção quando da estimativa do custo da edificação.

QUADRO 13 - Percentual discriminado do custo médio dos materiais no custo total da obra

MATERIAL	% MÉDIA NO CUSTO	UTILIZAÇÃO
1 Concreto bombeado	6,15	Estrutura
2 Mármore (parede/piso)	3,93	Acabamento
3 Aço nervurado CA-50	3,44	Estrutura
4 Pastilha porc. esmal. 5X5	3,03	Revestimento externo
5 Granito piso	2,94	Acabamento
6 Elevador para edifício	2,46	Equipamento
7 Perfis de alumínio colorido	2,36	Esquadrias
8 Vidro fumê	2,32	Vedo aberturas externas
9 Cimento portland	1,73	Acabamento
10 Granito tampo	1,37	Acabamento
11 Revestimento Incepa	1,31	Acabamento
12 Carpet de nylon (6/10 mm)	1,11	Acabamento
13 Manta asfáltica	1,00	Impermeabilização
14 Caixilhos 210X(70/80) cm	0,96	Vedo aberturas internas
15 Tijolo cerâmico 6 F 10x15x20 cm	0,91	Alvenarias
16 Compensado plast. 2440x1220x18 mm	0,83	Estrutura
17 Portas	0,83	Vedo aberturas internas
18 Tinta látex PVA	0,78	Acabamento
19 Argamassa branca pré-usinada	0,73	Acabamento
20 Forro de gesso	0,53	Acabamento
21 Areia média	0,48	Acabamento
22 Cimento branco	0,38	Acabamento
23 Rodapé mogno	0,37	Acabamento
24 Vigote 3"x3"	0,29	Estrutura
25 Arame recozido	0,27	Estrutura
26 Massa PVA	0,26	Acabamento
27 Cimento colante	0,22	Acabamento
28 Outros	17,82	X
TOTAL	57,98	

É importante lembrar que, em face das porcentagens dos serviços não serem variáveis aleatórias independentes, a média da soma de vários serviços pode não ser a soma das médias. (TRAJANO, 1989)

A quantidade de materiais consumidos na execução de edificações com características geométricas distintas não respeitam a constância de quantidades para uma mesma fração ideal, o metro quadrado, por exemplo, como o pressuposto em alguns métodos de estimativa de custos. (MAFFEI, 1978)

A quantidade de materiais consumidos em uma edificação pode e deve ser determinada por suas características geométricas. É certo que o consumo de materiais não é diretamente proporcional apenas à área de uma edificação, como o método de estimativa por m² e outras formas de estimativa de custo sugerem, mas sim influenciado pela forma e construtibilidade das edificações.

4.2.1. INDICADORES:

Indicador é uma relação que explicita o atributo que permite indicar ou denotar qualidade ou característica especial, enquanto índice é o parâmetro que mede cada indicador, atribuindo-lhe valores numéricos.

Indicadores são relações entre variáveis, que tem a função de facilitar cálculos e servir de parâmetro para comparação de diferentes obras.

A existência de índices de consumo setoriais permite que as empresas comparem seu desempenho com outras empresas do setor e avaliem seus produtos, estabelecendo suas metas para melhoria contínua. (OLIVEIRA, LANTELME & FORMOSO, 1993)

Na definição dos indicadores, deve-se levar em consideração três aspectos básicos: sua representatividade, a facilidade de medições para sua obtenção e buscar um relacionamento entre variáveis que possuam uma relação de maior estabilidade possível. Por exemplo, não seria útil o emprego de índices que necessitam de medições trabalhosas e demoradas, isto viria a inviabilizar a primeira proposta dos índices que é de facilitar as estimativas de custos.

Na questão do relacionamento entre as variáveis, deve ser realizado de maneira que as variáveis possuam uma relação de vínculo direto, ou seja, a área de aberturas internas (portas) possui uma melhor relação com a área de pavimento tipo, do que com o comprimento de paredes internas.

Com relação aos indicadores tem-se:

4.2.1.1. ÍNDICE DE COMPACIDADE (I_c)

OBJETIVO

Sendo perímetro da edificação um aspecto puramente geométrico e independente dos materiais utilizados ou das técnicas construtivas adotadas, constatou-se através da análise de vários projetos de diferentes tipologias que, quanto maior o quociente paredes envoltórias/área da superfície inscrita, maior o custo da edificação. (MASCARÓ, 1985 e ROSSO, 1978)

Este índice é fundamental na determinação do custo da fachada de uma edificação, pois determina o quanto a forma do edifício se afasta da forma ideal para o menor consumo de material (círculo).

DEFINIÇÃO

Índice de Compacidade (I_c) é a relação percentual que existe entre o perímetro de um círculo de área igual ao da projeção do pavimento tipo e o perímetro das paredes externas deste pavimento tipo.

$$I_c = \frac{2 \times \sqrt{A_{pt} \times \pi}}{P_{pt}} \times 100 \quad (01)$$

CRITÉRIOS DE CÁLCULO

A área do pavimento tipo é a área total medida pelas faces externas das paredes.

O perímetro das paredes externas é o somatório do comprimento de todas as paredes que envolvem o pavimento tipo, medido em projeto arquitetônico pelo eixo das paredes.

UNIDADE

% - porcentagem do perímetro que corresponde ao perímetro mínimo

VALORES ENCONTRADOS

QUADRO 14 - Valor médio, desvio padrão e coeficiente de variação para o I_c

PROJETO	I_c
MÉDIA	66,10844
DESVIO PADRÃO	6,71258
COEF. VARIAÇÃO	10,15

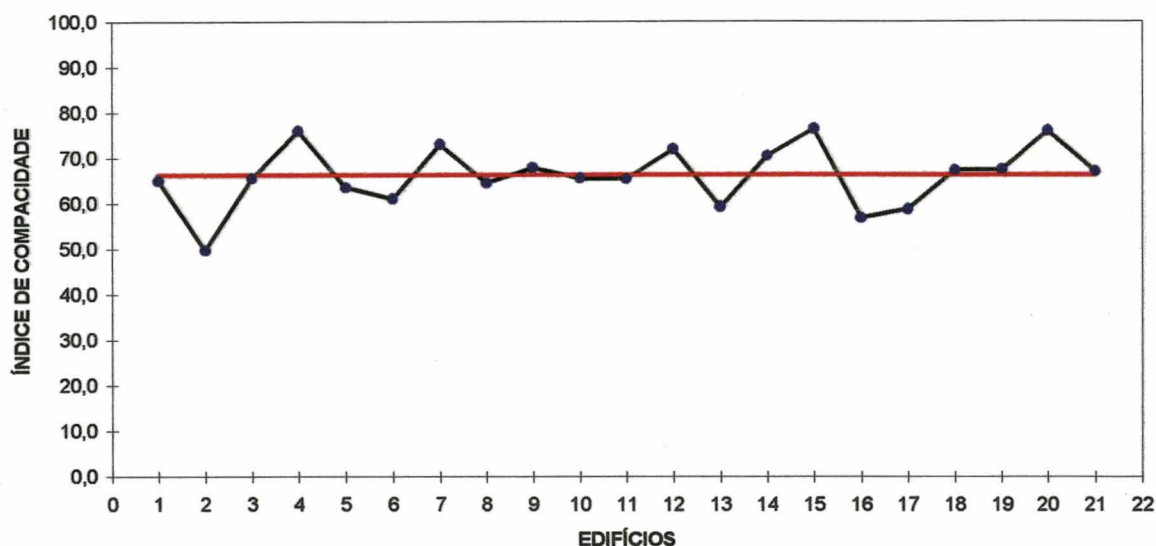


FIGURA 13 - Índice de compacidades para os projetos estudados

ROSSO (1978) mostra em seu trabalho que chegou a médias entre 46,9 e 64,0% para o índice de compacidade para edifícios residências. Aponta também a possibilidade do cálculo do índice de compacidade volumétrico, que seria a comparação da superfície exterior da edificação com a superfície de uma semi-esfera (superfície mínima).

QUADRO 15 - Referências sobre índices de compacidade

Faixas de área privativa (m ²)	I_c	I_c	I_c
	Ruim	Bom	Ótimo
70 a 100	até 65	65 a 75	acima de 75
100 a 140	até 60	60 a 75	acima de 75
140 a 180	até 60	60 a 75	acima de 75
180 a 250	até 60	60 a 75	acima de 75
250 a 400	até 60	60 a 75	acima de 70

FONTE: OLIVEIRA & LANTELME, 1993.

No quadro 16 são apresentados os valores médios de projetos relativos a três cidades distintas apresentados na pesquisa de LANTELME, OLIVEIRA E FORMOSO (1994).

QUADRO 16 - Resultados do indicador índice de compacidade

Valor mínimo	Valor máximo	Valor médio	Desvio padrão	Amostra
48,6 %	86,6 %	67,5 %	8,7 %	Total
48,6 %	86,6 %	66,0 %	7,7 %	Porto Alegre
56,8 %	84,7 %	70,4 %	9,0 %	Santa Maria
52,6 %	82,7 %	66,2 %	9,4 %	Cascavel

FONTE: LANTELME, OLIVEIRA E FORMOSO, 1994.

4.2.1.2. ÁREA DE PAREDES EXTERNAS POR METRO QUADRADO (APE)

OBJETIVO

MASCARÓ (1985) mostra em sua publicação que 40 % dos custos totais são constituídos pelas paredes e, dessa porcentagem, aproximadamente 40% representam as fachadas, podendo-se afirmar que as fachadas constituem, em média, 15% do custo total do edifício. Comenta também que o custo dos planos verticais externos pode ser de três a cinco vezes maior do que o dos planos verticais internos.

O desempenho simultâneo das funções encarece sobremaneira os vedos externos das edificações. As fachadas possuem custos elevados devido ao material utilizado no seu revestimento, sendo as pastilhas de revestimento, utilizadas sempre pela empresa em questão, um dos itens que mais pesam nas curvas ABC de insumos. Este indicador mostra a área de paredes externas existentes na edificação que deverão ser revestidas.

Este índice também é utilizado diretamente em quantificações de serviços como: chapisco, emboço, colocação de pastilhas, pintura, etc.

DEFINIÇÃO

É a relação entre a área vertical de paredes externas, descontadas as áreas das aberturas e a área do pavimento tipo.

$$APE = \frac{A_{pet}}{A_{pt}} \quad (02)$$

CRITÉRIOS DE CÁLCULO

A área vertical de paredes externas é o produto do perímetro da fachada pela soma do pé direito e uma vez a espessura da laje, disto se subtrai o somatório da área de aberturas externas.

A área do pavimento tipo é a área total medida pelas faces externas das paredes.

UNIDADE

m²/m² - metros quadrados de parede por metro quadrado de piso

VALORES ENCONTRADOS

QUADRO 17 - Valor médio, desvio padrão e coeficiente de variação para a APE

PROJETO	PROJETO	APE
Sem desconto das aberturas	MÉDIA	0,82816
	DESVIO PADRÃO	0,10996
	COEF. VARIAÇÃO	13,28
Com desconto das aberturas	MÉDIA	0,65338
	DESVIO PADRÃO	0,10981
	COEF. VARIAÇÃO	16,81

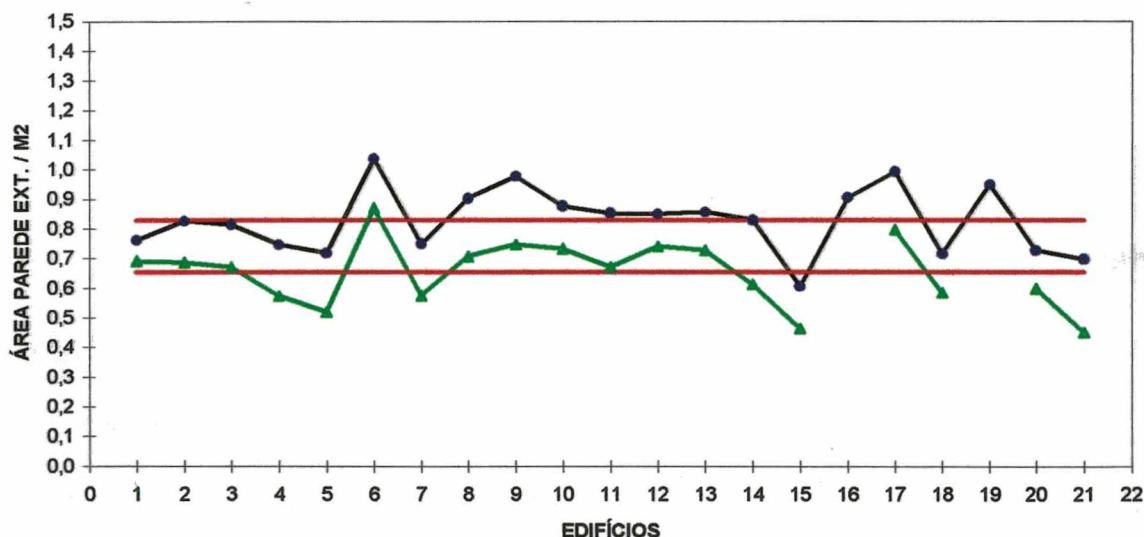


FIGURA 14 - Área de paredes externas por m² para os projetos estudados⁸

No quadro 17 na figura 14 podem ser observados os valores da área de paredes externas totais e os valores da mesma descontadas as áreas de aberturas.

⁸ Os trechos de descontinuidade nos gráficos são pontos em que os projetos ainda não possuíam definição das características necessárias para cálculo dos indicadores.

HIROTA (1987) apresenta em sua pesquisa resultados médios de 0,3 m de paredes externas para cada m² de área construída do pavimento tipo. Em consequência deste resultado considera como área média de fachada em torno de 0,90 m²/m² de área horizontal, por pavimento. Observa-se que são valores próximos dos encontrados neste trabalho com pequenas variações, porém deve-se levar em conta que as tipologias das edificações também sofrem variações.

4.2.1.3. COMPRIMENTO DE PAREDES INTERNAS POR METRO QUADRADO (CPI)

OBJETIVO

A importância dos planos verticais nos custos das edificações já foi exposta em itens anteriores a este. Os materiais empregados em sua execução como tijolos, argamassas e revestimentos sempre são itens que se sobressaem em relação aos outros na curva ABC.

Este indicador também é utilizado diretamente em quantificações de serviços como: marcação e encunhamento de alvenaria, rodapés, etc.

DEFINIÇÃO

É a relação entre o comprimento de paredes internas do pavimento tipo e a área do pavimento tipo.

$$CPI = \frac{C_{pit}}{A_{pt}} \quad (03)$$

CRITÉRIOS DE CÁLCULO

Comprimento de paredes internas é o somatório do perímetro interno de todos os compartimentos subtraído o perímetro de paredes externas dividido por dois.

A área do pavimento tipo é a área total medida pelas faces externas das paredes.

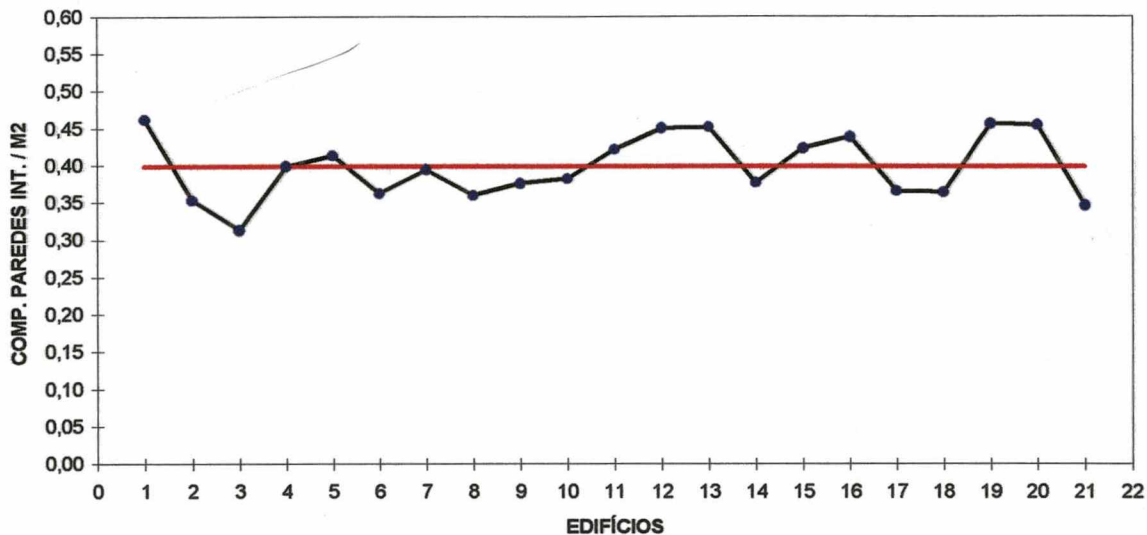
UNIDADE

m/m² - metros de parede por metros quadrados de piso

VALORES ENCONTRADOS

QUADRO 18 - Valor médio, desvio padrão e coeficiente de variação para o CPI

PROJETO	CPI
MÉDIA	0,39805
DESVIO PADRÃO	0,04315
COEF. VARIAÇÃO	10,84

FIGURA 15 - Comprimento de paredes internas por m² para os projetos estudados

TRAJANO (1988) mostra que, analisando a correlação do comprimento de parede com a área construída de apartamentos, chega-se à equação:

$$P = 14,29 + 0,659 * S \quad (04)$$

onde:

P = comprimento total de paredes em m

S = área bruta dos apartamentos em m²

Porém não mostra quais foram os coeficientes de correlação e de determinação a que chegou na regressão. Regressões que analisam o comprimento de parede por compartimentos isoladamente, com as apresentadas ao longo deste trabalho, chegam a correlações melhores.

Os resultados obtidos por HIROTA (1987) foram de 0,5 m de parede interna para cada m² de área construída, valores maiores do que os encontrados nesta pesquisa (0,40 m/m²),

provavelmente ocasionado pela diferença do grau de segmentação entre os projetos ou por diferenças nos critérios de cálculo.

4.2.1.4. ÁREA DE PAREDES INTERNAS POR METRO QUADRADO (API)

OBJETIVO

O objetivo deste indicador é o mesmo do anterior, determinar a quantidade de elementos verticais encontrados na edificação.

Este indicador também é utilizado diretamente em quantificações de serviços como: chapisco, emboço, reboco, pinturas, etc.

DEFINIÇÃO

É a relação entre a área vertical de paredes internas, descontadas as áreas das aberturas e a área do pavimento tipo.

$$API = \frac{A_{pit}}{A_{pt}} \quad (05)$$

CRITÉRIOS DE CÁLCULO

A área vertical de paredes internas é o produto do comprimento de paredes internas pelo pé direito, disto se subtrai o somatório das áreas de aberturas internas.

A área do pavimento tipo é a área total medida pelas faces externas das paredes.

UNIDADE

m²/m² - metros quadrados de parede por metro quadrado de piso

VALORES ENCONTRADOS

QUADRO 19 - Valor médio, desvio padrão e coeficiente de variação para a API

PROJETO	PROJETO	API
Sem desconto das aberturas	MÉDIA	1,08570
	DESVIO PADRÃO	0,12072
	COEF. VARIAÇÃO	11,12
Com desconto das aberturas	MÉDIA	0,90729
	DESVIO PADRÃO	0,14041
	COEF. VARIAÇÃO	15,47

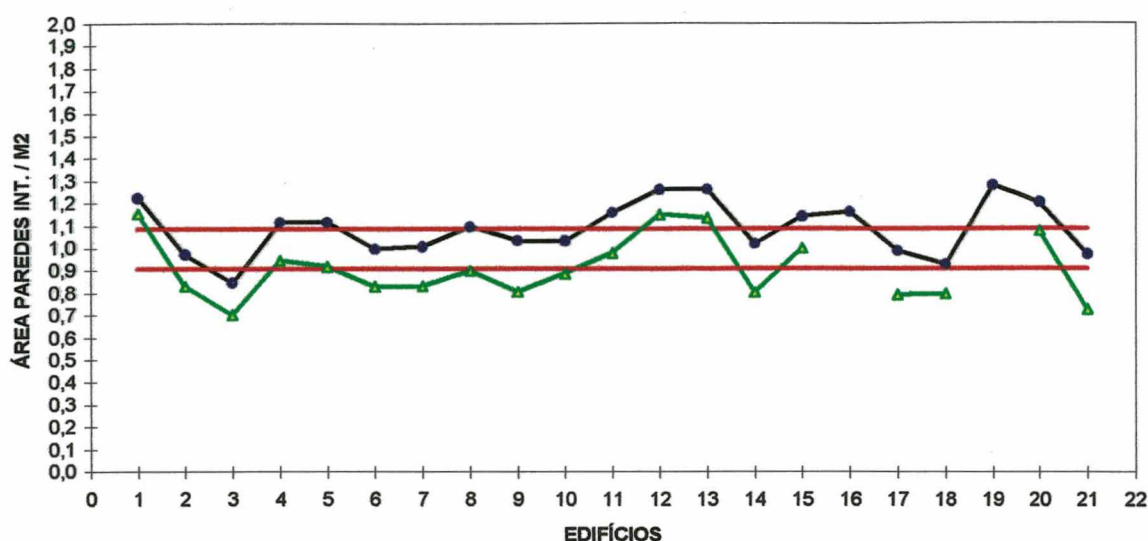


FIGURA 16- Área de paredes internas por m² para os projetos estudados

No quadro 19 e na figura 16 podem ser observados os valores da área de paredes internas totais e os valores da mesma descontadas as áreas de aberturas.

A pesquisa de HIROTA (1987) mostra o valor médio de 1,3 m²/m² para paredes internas e 0,9 m²/m² para paredes externas para as edificações de seu estudo. Significa dizer que, em média, para cada m² de área horizontal são levantados 2,2 m² de alvenaria (internas e externa). Nesta pesquisa obteve-se uma média de aproximadamente 2 m²/m², somando-se as paredes internas e externas.

Pesquisas como da tese de LICHTENSTEIN (1987) também mostram valores da mesma ordem de grandeza, como pode ser visto no quadro 20.

QUADRO 20 - Volume de alvenaria por área construída

OBRA	ÁREA TIPO (m ²)	ALVENARIA			ÁREA ALVEN. POR ÁREA CONSTR. (m ² / m ²)	VOLUME ALVEN. POR ÁREA CONSTR. (m ³ / m ²)
		espessura (cm)	área (m ²)	área total (m ²)		
1	305	10	285	405	1,33	0,15
		15	107			
		20	13			
2	171	10	154	247	1,44	0,19
		15	44			
		20	49			
3	316	10	330	474	1,50	0,17
		15	144			
4	276	10	288	382	1,38	0,17
		20	94			
5	343	10	377	571	1,66	0,22
		20	194			
6	326	10	265	468	1,44	0,21
		20	203			
7	265	10	167	286	1,08	0,15
		20	119			
8	300	10	215	367	1,22	0,17
		20	152			
9	251	10	331	331	1,32	0,13
10	240	15	265	355	1,48	0,24
		20	90			
11	296	10	323	512	1,73	0,24
		20	189			
12	200	10	218	349	1,75	0,24
		20	131			
13	408	10	429	619	1,52	0,20
		20	190			

FONTE: LICHTENSTEIN, 1987.

QUADRO 21 - Referências sobre área de paredes

Faixas de área privativa (m ²)	Densidade de paredes - Ótimo	Densidade de paredes - Bom	Densidade de paredes - Ruim
70 a 100	até 2,0	2,0 a 2,5	acima de 2,5
100 a 140	até 1,9	1,9 a 2,4	acima de 2,4
140 a 180	até 1,9	1,9 a 2,3	acima de 2,3
180 a 250	até 1,8	1,8 a 2,2	acima de 2,2
250 a 400	até 1,7	1,7 a 2,1	acima de 2,1

FONTE: OLIVEIRA & LANTELME, 1993.

MASCARÓ & MASCARÓ (1981) utilizam como cifra-base para estimativa da relação entre a superfície de parede e a área construída aproximadamente $3,5 \text{ m}^2/\text{m}^2$. Pode-se explicar este elevado valor por se tratar de construções populares e conseqüentemente de compartimentos com pequenas áreas.

4.2.1.5. NÚMERO ABERTURAS INTERNAS POR ÁREA DO PAV. TIPO (NAI)

OBJETIVO

As aberturas internas têm grande importância nos orçamentos devido ao custo dos materiais que são empregados na sua vedação, as portas. Este indicador tem como objetivo determinar o número de aberturas para que se determine o consumo de portas.

DEFINIÇÃO

É a relação entre o número de aberturas internas e a área do pavimento tipo.

$$NAI = \frac{N_{ai}}{A_{pt}} \quad (06)$$

CRITÉRIOS DE CÁLCULO

O número de aberturas internas é o somatório do número de portas do pavimento tipo, descontada a porta corta-fogo.

A área do pavimento tipo é a área total medida pelas faces externas das paredes.

UNIDADE

portas/m² - número de portas por área de pavimento tipo

VALORES ENCONTRADOS

QUADRO 22 - Valor médio, desvio padrão e coeficiente de variação para o NAI

PROJETO	NAI
MÉDIA	0,07216
DESVIO PADRÃO	0,00848
COEF. VARIAÇÃO	11,75

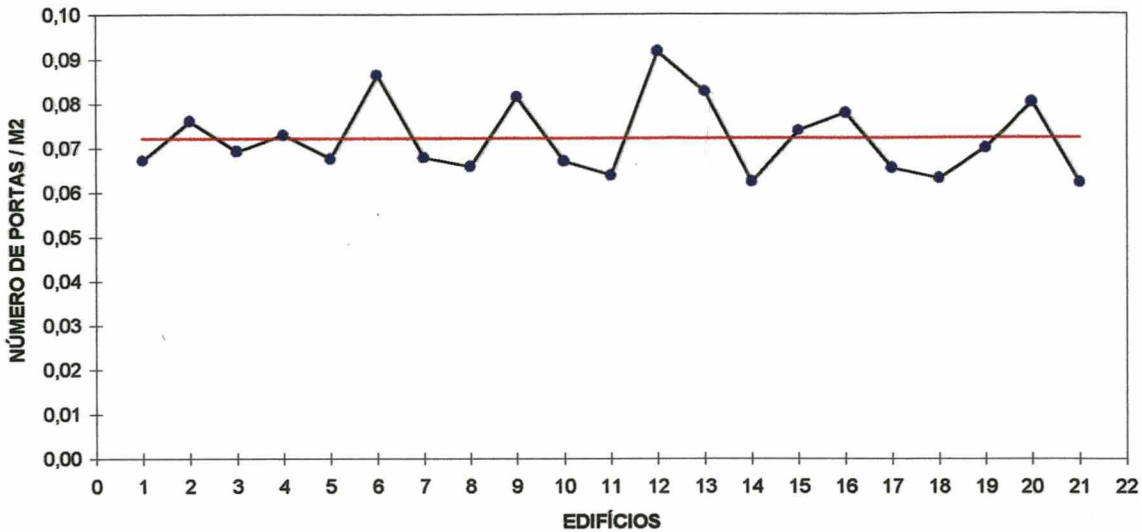


FIGURA 17 - Número de portas por m² para os projetos estudados

O resultado obtido indica que em média se tem uma porta a cada 13,86 m² de pavimento tipo, o que parece ser um valor bastante lógico se considerarmos que a área média dos compartimentos é de 10,32 m² como apresentado no item 4.2.1.11.

Não se verificou nesta pesquisa a afirmativa de TRAJANO (1989) que a área de portas é função do número de cômodos. O número de portas da edificação apresenta uma melhor relação com a área do pavimento tipo do que com o comprimento de paredes, e até mesmo do que com o número de compartimentos. (ver quadros 23 e 24). Isto pode ser explicado porque quando se aumenta a área de um compartimento, aumenta-se também a possibilidade deste possuir divisa com outros compartimentos, aumentando-se automaticamente o número de portas por compartimento.

QUADRO 23 - Valor médio, desvio padrão e coeficiente de variação para o número de aberturas internas por comprimento de paredes internas

PROJETO	NAI
MÉDIA	0,18263
DESVIO PADRÃO	0,02415
COEF. VARIAÇÃO	13,22

Do quadro 23 observa-se que a aproximadamente cada 5,5 m lineares de paredes internas tem-se uma porta.

QUADRO 24 - Valor médio, desvio padrão e coeficiente de variação para o número de aberturas internas por número de compartimentos

PROJETO	NAI
MÉDIA	0,99378
DESVIO PADRÃO	0,14919
COEF. VARIAÇÃO	15,01

Poder-se-ia ser simplista, considerando-se uma porta por compartimento, como, o número para estimativas rápidas. (quadro 24)

4.2.1.6. PERÍMETRO DE ABERTURAS EXTERNAS POR ÁREA DO PAVIMENTO TIPO (PAE)

OBJETIVO

As aberturas externas têm grande peso nos orçamentos devido ao custo dos materiais com que são fabricadas; perfis de alumínio colorido e vidros. Este indicador tem como objetivo determinar o perímetro das aberturas para que se determine o consumo de perfis de alumínio.

DEFINIÇÃO

É a relação entre o perímetro das aberturas externas e área do pavimento tipo.

$$PAE = \frac{P_{ae}}{A_{pt}} \quad (07)$$

CRITÉRIOS DE CÁLCULO

O perímetro das aberturas externas é o somatório do perímetro de todas as janelas e portas-janela do pavimento tipo.

A área do pavimento tipo é a área total medida pelas faces externas das paredes.

UNIDADE

m/m² - metro linear de abertura por metro quadrado do pavimento tipo

VALORES ENCONTRADOS

QUADRO 25 - Valor médio, desvio padrão e coeficiente de variação para o PAE

PROJETO	PAE
MÉDIA	0,39062
DESVIO PADRÃO	0,07249
COEF. VARIAÇÃO	18,56

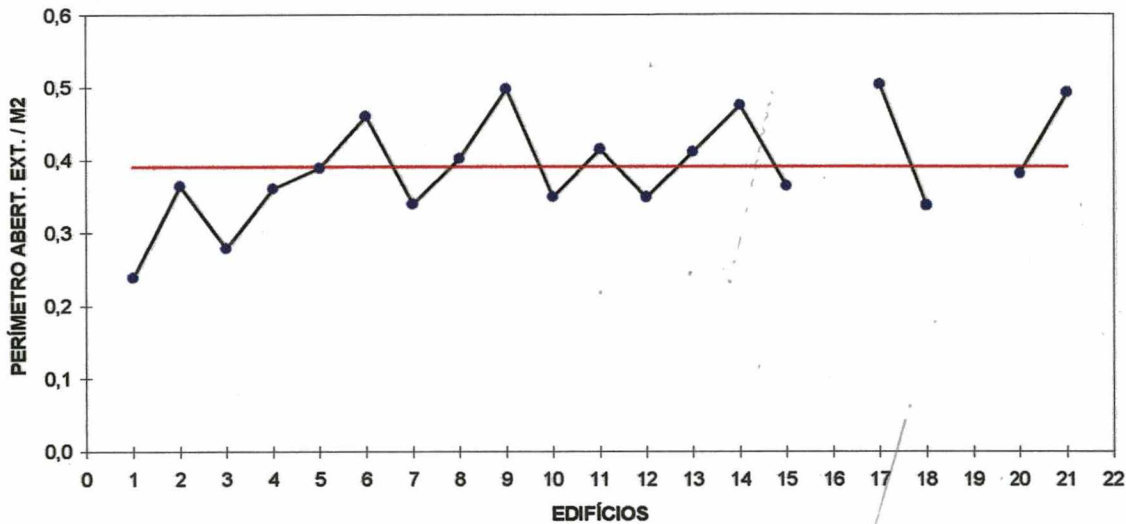


FIGURA 18 - Perímetro de aberturas externas por m² para os projetos estudados

Embora os valores obtidos para os coeficientes de variação tenham sido muito próximos, a relação com maior constância para o perímetro de aberturas externas foi com a área do pavimento tipo. (quadros 25, 26 e 27)

QUADRO 26 - Valor médio, desvio padrão e coeficiente de variação para o perímetro de aberturas externas por perímetro de fachada

PROJETO	PAE
MÉDIA	1,35156
DESVIO PADRÃO	0,26371
COEF. VARIAÇÃO	19,51

QUADRO 27 - Valor médio, desvio padrão e coeficiente de variação para o perímetro de aberturas externas por área útil

PROJETO	PAE
MÉDIA	0,52401
DESVIO PADRÃO	0,10140
COEF. VARIAÇÃO	19,35

4.2.1.7. ÁREA DE ABERTURAS EXTERNAS POR ÁREA ÚTIL DO PAV. TIPO (AAE)

OBJETIVO

As aberturas externas têm grande peso nos orçamentos devido ao custo dos materiais com que são fabricadas; perfis de alumínio colorido e vidros. Este indicador tem como objetivo determinar a área das aberturas para que se determine o consumo de vidros.

DEFINIÇÃO

É a relação entre a área das aberturas externas e a área útil do pavimento tipo.

$$AAE = \frac{A_{aet}}{A_{upt}} \quad (08)$$

CRITÉRIOS DE CÁLCULO

A área das aberturas externas é o somatório das áreas de todas as janelas e portas-janela do pavimento tipo.

Área útil do pavimento tipo é o somatório da área de todos os compartimentos, descontadas as áreas de circulação comum.

UNIDADE

m²/m² - metro quadrado de abertura por metro quadrado de área útil

VALORES ENCONTRADOS

QUADRO 28 - Valor médio, desvio padrão e coeficiente de variação para a AAE

PROJETO	AAE
MÉDIA	0,21630
DESVIO PADRÃO	0,05534
COEF. VARIAÇÃO	25,59

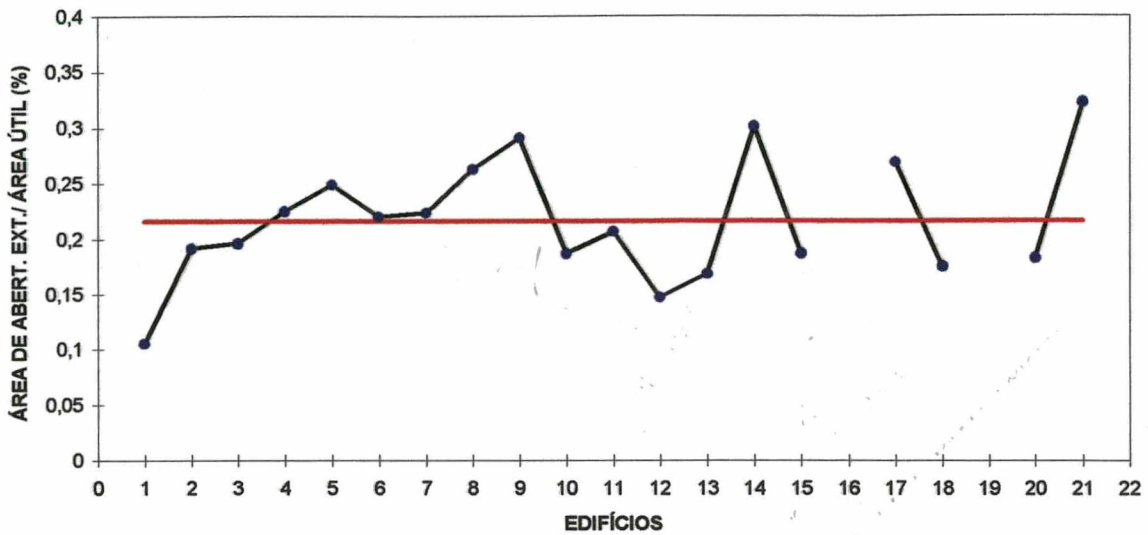


FIGURA 19 - Áreas de aberturas externas por área útil para os projetos estudados

A melhor relação encontrada para a área de aberturas externas foi com a área útil das unidades residenciais. Porém não seria lógico se relacionar a área das aberturas com uma característica e seu perímetro com outra característica, como os resultados propõem.

QUADRO 29 - Valor médio, desvio padrão e coeficiente de variação para área de aberturas externas por área de fachada

PROJETO	AAE
MÉDIA	0,19789
DESVIO PADRÃO	0,05752
COEF. VARIAÇÃO	29,07

QUADRO 30 - Valor médio, desvio padrão e coeficiente de variação para o área de aberturas externas por área total do pavimento tipo

PROJETO	AAE
MÉDIA	0,16433
DESVIO PADRÃO	0,04370
COEF. VARIAÇÃO	26,60

4.2.1.8. ÁREA DE PISOS FRIOS POR ÁREA ÚTIL (APF)

OBJETIVO

Áreas como cozinhas, banheiros, lavanderia e lavabos são áreas onde se utilizam revestimentos diferenciados dos outros cômodos. Estes revestimentos geralmente são de custo mais elevado (cerâmicas, granitos, mármore, etc). Este indicador tem como objetivo a determinação da porcentagem com que estes revestimentos de maior custo se encontram aplicados na edificação.

DEFINIÇÃO

É a relação entre as áreas que utilizam pisos frios e a área útil do pavimento tipo.

$$APF = \frac{A_{pf}}{A_{upt}} \times 100 \quad (09)$$

CRITÉRIOS DE CÁLCULO

A área de pisos frios é o somatório da área de todos os compartimentos que possuem instalações hidráulicas e conseqüentemente têm seus pisos revestidos com materiais de acabamento apropriados, como revestimentos cerâmicos, granito ou mármore.

Área útil do pavimento tipo é o somatório da área de todos os compartimentos, descontadas as áreas de circulação comum.

UNIDADE

% - porcentagem

VALORES ENCONTRADOS

QUADRO 31 - Valor médio, desvio padrão e coeficiente de variação para a APF

PROJETO	APF
MÉDIA	25,11236
DESVIO PADRÃO	2,67840
COEF. VARIAÇÃO	10,66

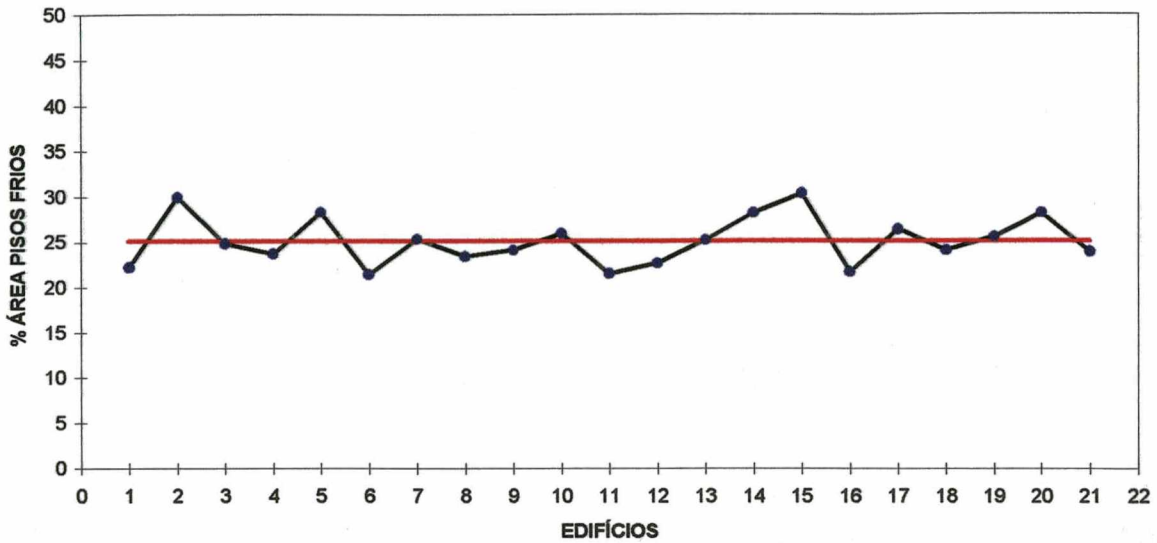


FIGURA 20 - Porcentagem de área de pisos frios para os projetos estudados

4.2.1.9. NÚMERO DE BANHEIROS POR ÁREA ÚTIL (NB)

OBJETIVO

Nos banheiros são utilizadas peças como as louças, metais e possuem instalações hidráulicas, que são itens de alto custo. Este indicador surge da necessidade de saber a quantidade destes itens para orçar.

DEFINIÇÃO

É a relação entre o número de banheiros existentes do pavimento tipo e sua área útil.

$$NB = \frac{Nbpt}{Aupt} \quad (10)$$

CRITÉRIOS DE CÁLCULO

Número de banheiros é o somatório de todos os banheiros existentes no pavimento tipo.

Área útil do pavimento tipo é o somatório da área de todos os compartimentos, descontadas as áreas de circulação comum.

UNIDADE

Banheiro/m² - número de banheiros por metro quadrado

VALORES ENCONTRADOS

QUADRO 32 - Valor médio, desvio padrão e coeficiente de variação para o NB

PROJETO	NB
MÉDIA	0,02576
DESVIO PADRÃO	0,00455
COEF. VARIAÇÃO	17,72

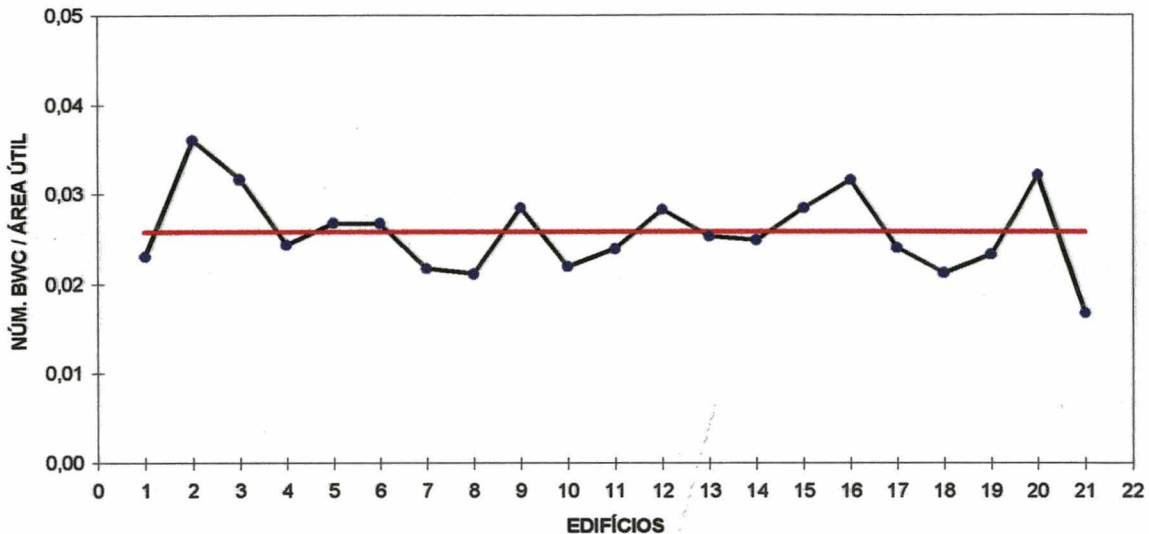


FIGURA 21 - Número de banheiros por área útil para os projetos estudados

A média encontrada de 0,02576 banheiros por m² de área do apartamento é equivalente a se dizer que aproximadamente a cada 38 m² tem-se um banheiro.

4.2.1.10. ÁREA DE SACADAS POR ÁREA ÚTIL (AS)

OBJETIVO

As áreas de sacadas geralmente acompanham o mesmo acabamento de revestimento das fachadas, com isso tornam-se importantes no custo. Este indicador tem como principal objetivo determinar a quantidade de sacadas que se têm por área útil.

DEFINIÇÃO

É a relação entre a área de sacadas do pavimento tipo e a área útil do pavimento tipo.

$$AS = \frac{Aspt}{Aupt} \quad (11)$$

CRITÉRIOS DE CÁLCULO

A área de sacadas é obtida através do somatório das áreas de todas as sacadas do pavimento tipo, medidas pela face interna das paredes das sacadas.

Área útil do pavimento tipo é o somatório da área de todos os compartimentos, descontadas as áreas de circulação comum.

UNIDADE

m^2/m^2 - metro quadrado de sacada por metro quadrado de área útil

VALORES ENCONTRADOS

QUADRO 33 - Valor médio, desvio padrão e coeficiente de variação para o AS

PROJETO	AS
MÉDIA	0,05958
DESVIO PADRÃO	0,03233
COEF. VARIAÇÃO	54,25

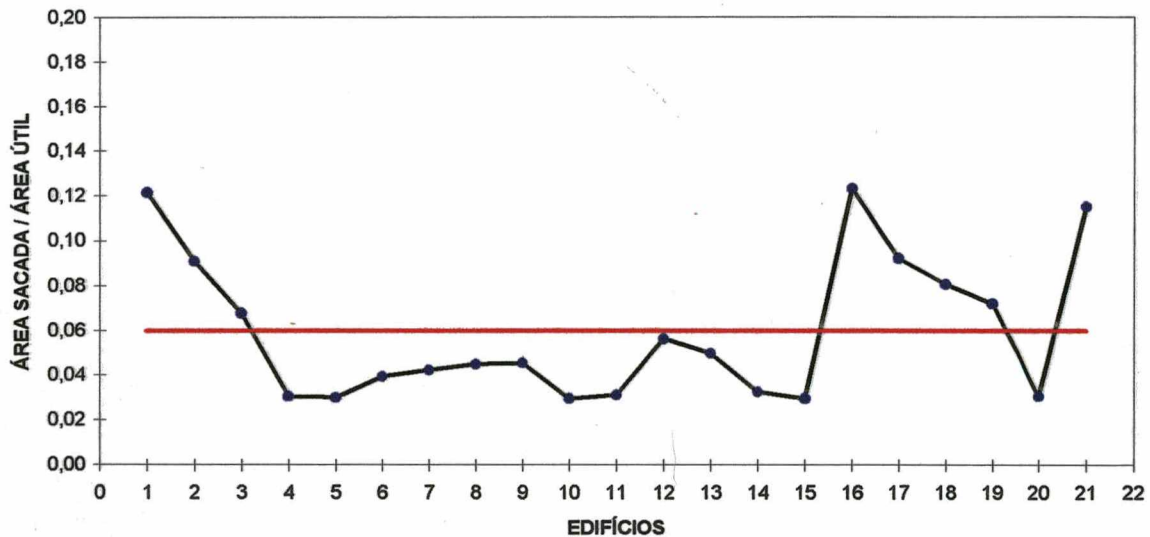


FIGURA 22 - Área de sacada por área útil para os projetos estudados

Com um indicador que possui uma variação desta ordem de grandeza, não é correto utilizar a média em estimativas e sim observar as reais características do projeto em questão.

4.2.1.11. ÁREA MÉDIA DOS COMPARTIMENTOS (AMC)

OBJETIVO

Conhecendo a área média dos compartimentos é possível identificar o grau de segmentação de uma edificação. Este indicador fornece o tamanho médio dos compartimentos de uma edificação.

DEFINIÇÃO

É a relação entre e o somatório das áreas dos compartimentos e seu número.

$$AMC = \frac{A_{upt}}{N_{cpt}} \quad (12)$$

CRITÉRIOS DE CÁLCULO

Área útil é o somatório da área de todos os compartimentos do pavimento tipo, subtraído as áreas de uso comum.

Número de compartimentos é o somatório de todos os compartimentos do pavimento tipo subtraídos os de uso comum.

UNIDADE

m²/compartimentos - área média dos compartimentos

VALORES ENCONTRADOS

QUADRO 34 - Valor médio, desvio padrão e coeficiente de variação para o AMC

PROJETO	AMC
MÉDIA	10,32481
DESVIO PADRÃO	2,17480
COEF. VARIAÇÃO	21,06

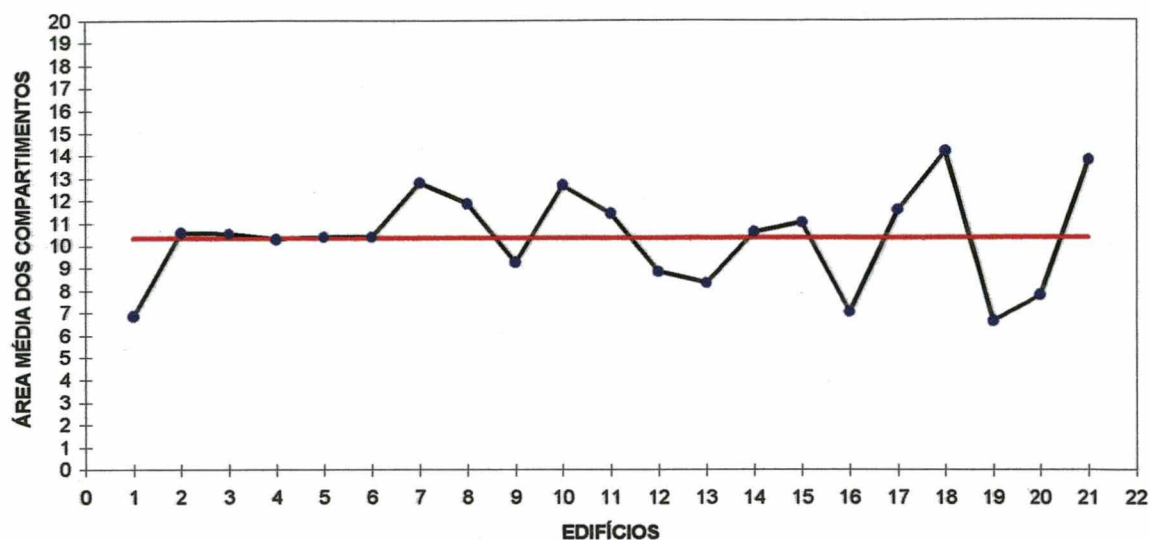


FIGURA 23 - Área média dos compartimentos para os projetos estudados

Segundo o quadro abaixo, reproduzido do trabalho de MASCARÓ (1985), o custo por m^2 da edificação, ou do compartimento, é reduzido aumentando-se sua área. Disto conclui-se que quanto maior for a área média dos compartimentos menor deverá ser seu custo por m^2 .

QUADRO 35 - Variação do custo de construção por metro quadrado de planta, em função da variação da superfície

Superfície da Habitação (m^2)	Custo do m^2 , tomando como base o correspondente a $60 m^2$ (%)
40	127
50	110
60	100
70	90
80	85
90	80

FONTE: MASCARÓ (1985)

4.2.1.12. PERÍMETRO MÉDIO DOS COMPARTIMENTOS (PMC)

OBJETIVO

Como já exposto, não basta se saber a área dos compartimentos, mas deve-se também saber sua forma, pois só desta maneira se saberá qual é a quantidade de materiais necessária para sua execução.

DEFINIÇÃO

É a relação entre o perímetro total de paredes internas das unidades residenciais e o número de compartimentos de cada unidade.

$$PMC = \frac{P_{ppt}}{N_{cpt}} \quad (13)$$

CRITÉRIOS DE CÁLCULO

Perímetro de paredes internas é o somatório do perímetro interno de todos os compartimentos das unidades residenciais.

Número de compartimentos é o somatório de todos os compartimentos das unidades residenciais.

UNIDADE

m/compartimento - metros lineares de parede por compartimentos

VALORES ENCONTRADOS

QUADRO 36 - Valor médio, desvio padrão e coeficiente de variação para o PMC

PROJETO	PMC
MÉDIA	13,03582
DESVIO PADRÃO	1,82518
COEF. VARIAÇÃO	14,00

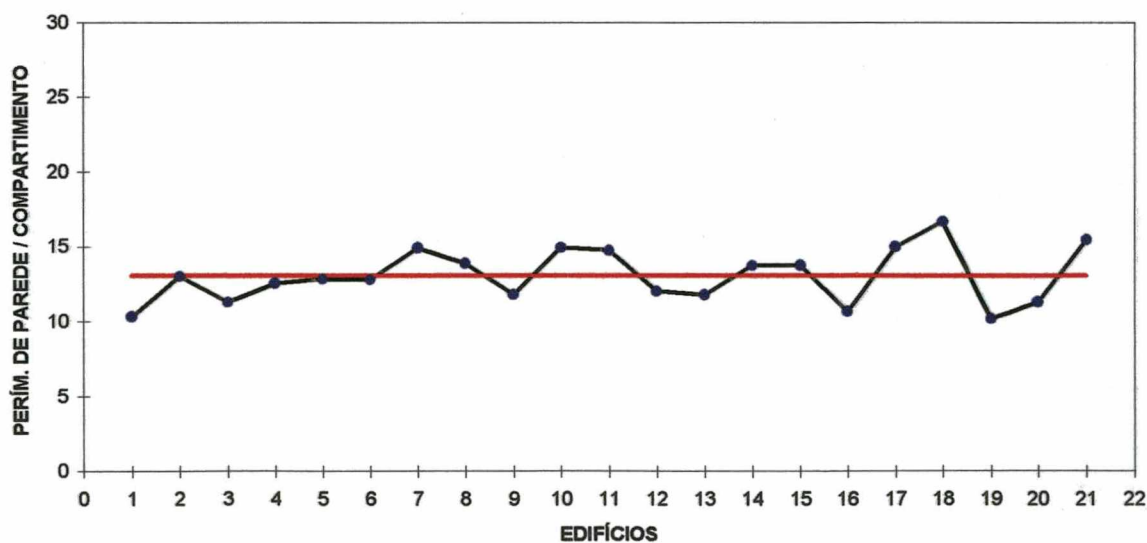


FIGURA 24 - Perímetro médio dos compartimentos para os projetos estudados

4.2.1.13. ÁREA DO TÉRREO POR ÁREA TOTAL (AT)

OBJETIVO

As áreas comuns, como o hall de entrada, circulação e escadas têm em sua execução o emprego de materiais de acabamento de alto custo, por isso acabam se tornando importantes no custo total da edificação.

Este indicador mostra a porcentagem de área ocupada pelo térreo (geralmente de uso comum) e a área total da edificação.

DEFINIÇÃO

É a relação entre a área do térreo e a área total da edificação.

$$AT = \frac{Att}{Ate} \times 100 \quad (14)$$

CRITÉRIOS DE CÁLCULO

Área do térreo é a área do pavimento de entrada da edificação, descontada a área de uso privado, se existir. Nesta são inclusas áreas de uso comum como salão de festas e jogos.

Área total da edificação é o somatório de todas as áreas da edificação.

UNIDADE

% - porcentagem de térreo por área total

VALORES ENCONTRADOS

QUADRO 37 - Valor médio, desvio padrão e coeficiente de variação para a AT

PROJETO	AT
MÉDIA	7,06677
DESVIO PADRÃO	4,19549
COEF. VARIAÇÃO	59,37

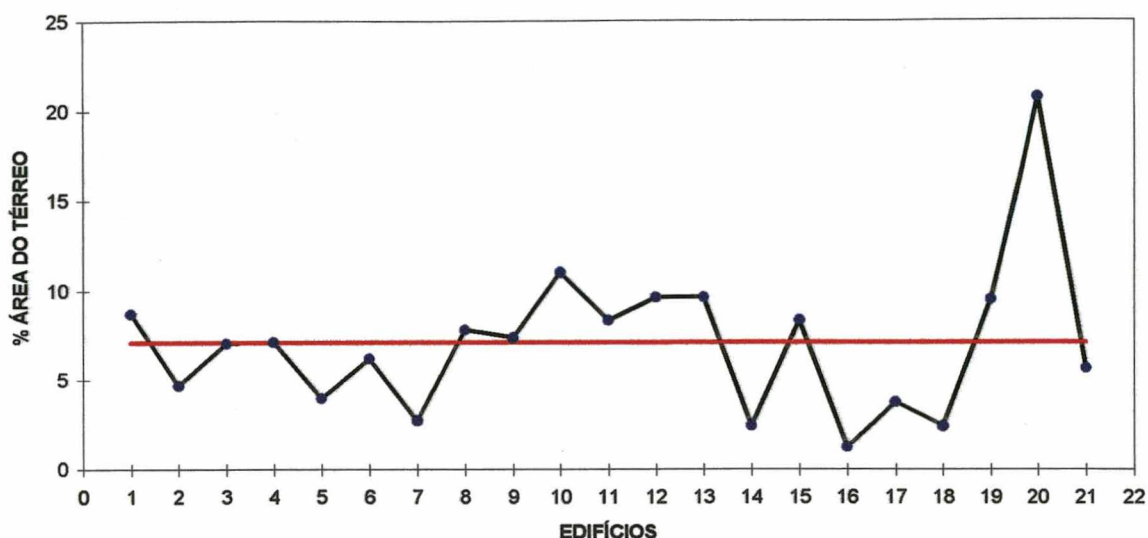


FIGURA 25- Porcentagem da área do terreno para os projetos estudados

Este indicador possui variações muito grandes de projeto para projeto, pois é influenciado pelo número de andares que a edificação possui, sendo o número de andares uma decisão legal (zoneamento urbano) ou de projeto.

Retirando-se o projeto que possui valor mais distante da média (projeto 20) da amostra, obtém-se um valor menor para a média com um coeficiente de variação também menor, porém ainda muito alto. (quadro 38)

QUADRO 38 - Valor médio, desvio padrão e coeficiente de variação para a AT, retirando-se da amostra o projeto 20

PROJETO	AT
MÉDIA	6,38316
DESVIO PADRÃO	2,86324
COEF. VARIAÇÃO	44,86

4.2.1.14. NÚMERO DE GARAGENS POR UNIDADE RESIDENCIAL (NG)

OBJETIVO

O número de vagas de garagem é um item importante na edificação, pois é ele que define o número de pavimentos necessários para estacionamento. Como estes pavimentos de estacionamento na grande maioria das edificações são subterrâneos, este indicador auxiliará da determinação de quantos pavimentos de subsolo serão necessários.

DEFINIÇÃO

É a relação entre o número de garagens e o número de unidades residenciais.

$$NG = \frac{N_{tg}}{N_{tur}} \quad (15)$$

CRITÉRIOS DE CÁLCULO

Número de garagens é o somatório total do número de vagas nos pavimentos de estacionamento.

Número de unidades residenciais é o somatório do número de unidades unifamiliares, descontada a residência para funcionários.

UNIDADE

Garagens/apto - número de garagens por apartamento

VALORES ENCONTRADOS

QUADRO 39 - Valor médio, desvio padrão e coeficiente de variação para o NG

PROJETO	NG
MÉDIA	3,62304
DESVIO PADRÃO	2,40141
COEF. VARIAÇÃO	66,28

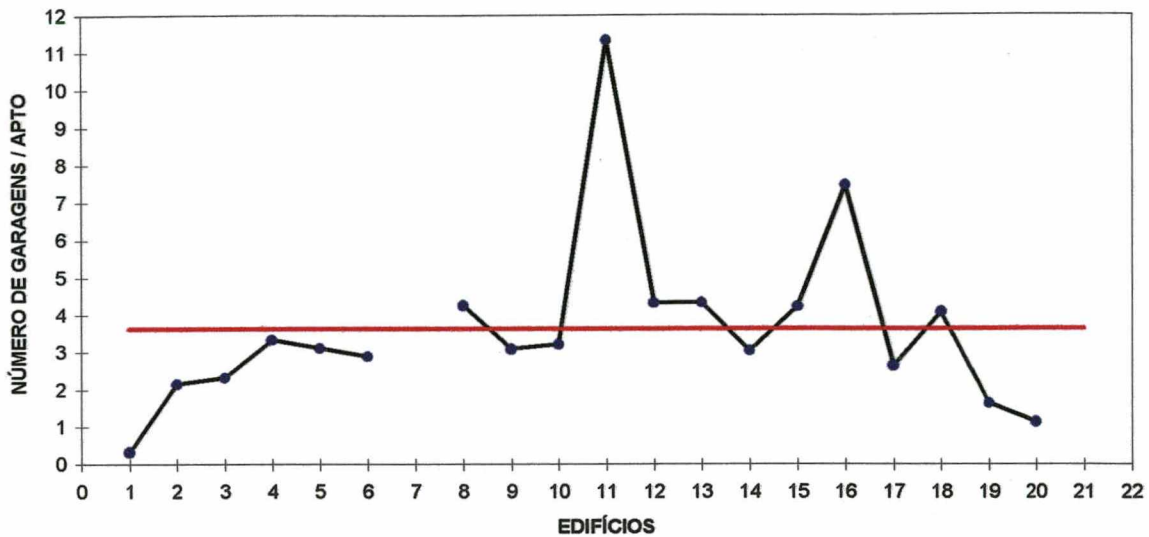


FIGURA 26 - Número de garagens por apartamento para os projetos estudados

Podem ser observadas variações de grande vulto nos valores deste índice, sendo explicadas por razões simples. Os projetos que possuem número de garagens muito acima do normal por apartamento (projetos 11 e 16) são projetos que possuem garagens disponíveis para o comércio implantado em seus térreos. Retirando-se estes projetos da amostra, é encontrada uma nova média com um coeficiente de variação menor, porém ainda muito alto. (quadro 40)

QUADRO 40 - Valor médio, desvio padrão e coeficiente de variação para o NG retirando-se da amostra os projetos 11 e 16

PROJETO	NG
MÉDIA	2,94337
DESVIO PADRÃO	1,16655
COEF. VARIAÇÃO	39,63

Verificou-se também a possibilidade de um relacionamento do número de garagens com outras variáveis da edificação. A que possui melhor relação é o número de garagens pela área total da edificação, onde foram encontrados os valores mostrados no quadro 41. O que mostra que se tem uma garagem a cada 125 m² de edificação.

QUADRO 41 - Valor médio, desvio padrão e coeficiente de variação para o NG relacionado com área total da edificação

PROJETO	NG
MÉDIA	0,00800
DESVIO PADRÃO	0,00168
COEF. VARIAÇÃO	20,98

O número de garagens é uma decisão típica de projeto e envolve análises do padrão de acabamento da edificação.

4.2.1.15. NÚMERO DE UNIDADES RESIDENCIAIS POR NÚMERO DE ELEVADORES (NURE)

OBJETIVO

“Um edifício com sistema de circulação vertical por elevadores pode chegar a custar de 3 a 10% a mais, por metro quadrado construído, que outro exatamente igual, cujo sistema de circulação vertical seja só por escadas.” (MASCARÓ, 1985)

O elevador é item que tem um custo muito elevado (segundo quadro 13, em média 2,46% do custo total da obra), quanto maior o número de apartamentos este elevador suprir, menor será seu custo em relação a esta unidade residencial. O inverso deste indicador fornece exatamente a porcentagem do custo do elevador que cada unidade residencial vai ter que arcar.

DEFINIÇÃO

É a relação entre o número total de unidades residenciais e o número de elevadores.

$$\text{NURE} = \frac{N_{tur}}{N_{ept}} \quad (16)$$

CRITÉRIOS DE CÁLCULO

Número de unidades residenciais é o somatório do número de unidades unifamiliares, descontada a residência para funcionários.

Número de elevadores é o somatório dos elevadores que suprem o pavimento tipo.

UNIDADE

Aptos/elevador - número de apartamentos que o elevador supre

VALORES ENCONTRADOS

QUADRO 42 - Valor médio, desvio padrão e coeficiente de variação para o NURE

PROJETO	NURE
MÉDIA	17,19048
DESVIO PADRÃO	14,67294
COEF. VARIAÇÃO	85,35

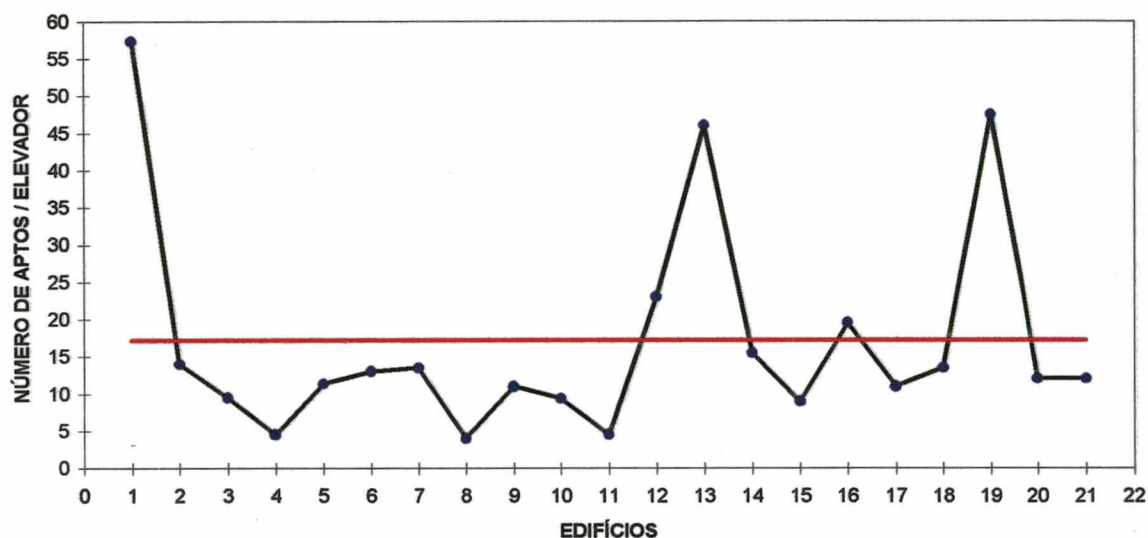


FIGURA 27 - Número de apartamentos por elevador para os projetos estudados

QUADRO 43 - Valor médio, desvio padrão e coeficiente de variação para o NURE retirando-se da amostra os projetos 1, 13 e 19

PROJETO	NURE
MÉDIA	11,67593
DESVIO PADRÃO	4,84109
COEF. VARIAÇÃO	41,46

Foram calculadas outras relações com características diferentes, entretanto sempre se obteve coeficientes de variação muito elevados (acima de 25%), isso faz com que este índice não seja viável para estimativas de custo.

A decisão da utilização de elevadores, ou não, para a circulação vertical em edificações, bem como a decisão da quantidade e características destes, são na grande maioria das vezes decisões dicotômicas, devendo ser tomadas para cada projeto. Decisão esta de grande importância, pois a instalação do elevador é um dos itens que individualmente tem maior peso no custo do edifício.

4.2.1.16. ÁREA DE CIRCULAÇÃO HORIZONTAL POR ÁREA DO PAVIMENTO TIPO (CIRCH)

OBJETIVO

Segundo MASCARÓ (1985) os acessos comuns e áreas de circulação privadas são responsáveis por entre 15 e 25% da superfície construída.

Estes espaços, na grande maioria dos projetos estudados, são locais onde se utilizam materiais de acabamento nobres (que tem grande peso nos orçamentos) e, por este motivo, torna-se importante o conhecimento de suas relações com as características do edifício.

DEFINIÇÃO

É a relação entre as áreas de circulação horizontal comum do pavimento tipo e sua área total.

$$\text{CIRCH} = \frac{A_{ch}}{A_{pt}} \times 100 \quad (17)$$

CRITÉRIOS DE CÁLCULO

Área de circulação horizontal comum do pavimento tipo é o somatório das áreas dos ambientes intermediários entre as escadas e o elevador e as unidades residenciais.

A área do pavimento tipo é a área total medida pelas faces externas das paredes.

UNIDADE

% - porcentagem

VALORES ENCONTRADOS

QUADRO 44 - Valor médio, desvio padrão e coeficiente de variação para o CIRCH

PROJETO	CIRCH
MÉDIA	3,04256
DESVIO PADRÃO	1,22839
COEF. VARIAÇÃO	40,37

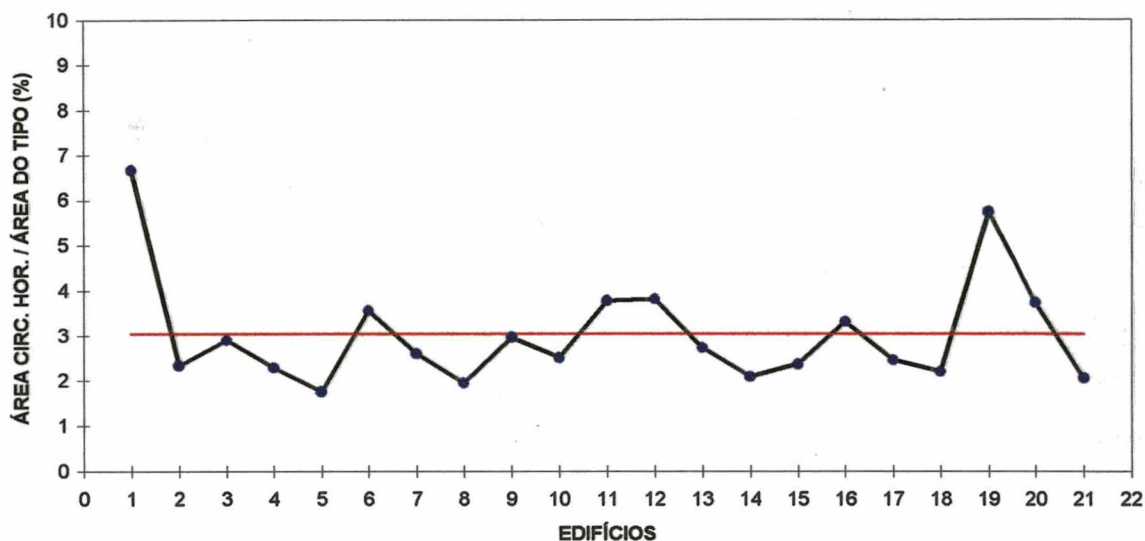


FIGURA 28 - Porcentagem de área de circulação horizontal no pavimento tipo para os projetos estudados

Existem edificações que possuem relações muito afastadas do valor médio. Retirando-as da amostra se obtém uma média com um menor coeficiente de variação. (quadro 45)

QUADRO 45 - Valor médio, desvio padrão e coeficiente de variação para o CIRCH com a retirada dos projetos 01 e 19

PROJETO	CIRCH
MÉDIA	2,70956
DESVIO PADRÃO	0,65112
COEF. VARIAÇÃO	24,03

4.2.1.17. ÁREA DE CIRCULAÇÃO VERTICAL POR ÁREA DO PAVIMENTO TIPO (CIRCV)

Este indicador complementa o anterior, pois é o seu somatório que nos mostra a quantidade de área comum que terá que ser diluída nos custos das unidades residenciais, por este motivo se torna importante o conhecimento de suas relações com as características do edifício.

DEFINIÇÃO

É a relação entre as áreas de circulação vertical do pavimento tipo e sua área total.

$$\text{CIRCV} = \frac{A_{cv}}{A_{pt}} \times 100 \quad (18)$$

CRITÉRIOS DE CÁLCULO

Área de circulação vertical do pavimento tipo é o somatório das áreas dos elevadores e escadas.

A área do pavimento tipo é a área total medida pelas faces externas das paredes.

UNIDADE

% - porcentagem

VALORES ENCONTRADOS

QUADRO 46 - Valor médio, desvio padrão e coeficiente de variação para o CIRCV

PROJETO	CIRCV
MÉDIA	5,55374
DESVIO PADRÃO	1,10771
COEF. VARIAÇÃO	19,94

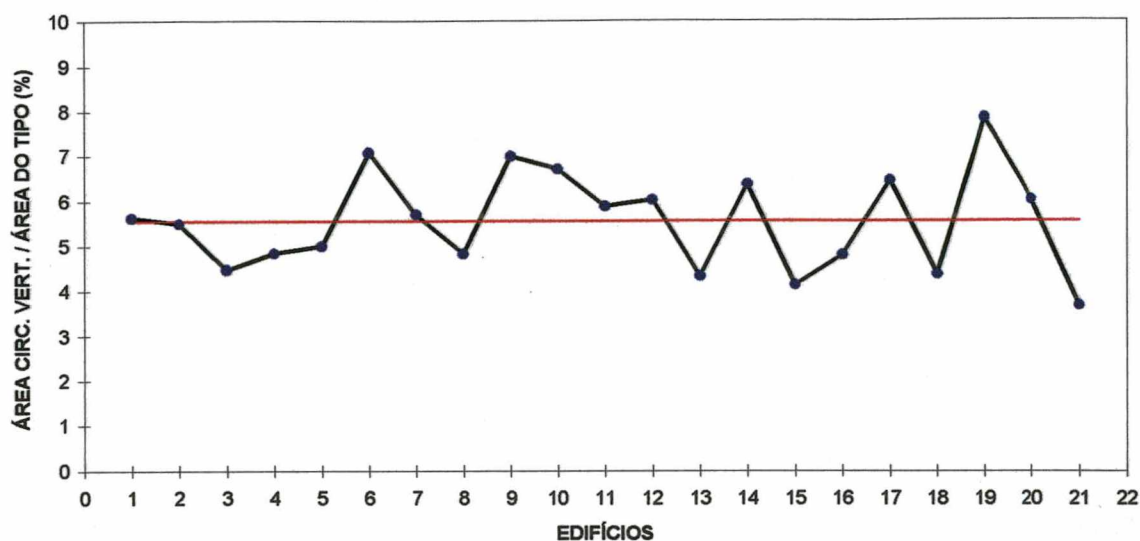


FIGURA 29 - Porcentagem de área de circulação vertical no pavimento tipo para os projetos estudados

QUADRO 47 - Valor médio, desvio padrão e coeficiente de variação para o CIRC CV com a retirada do projeto 19

PROJETO	CIRC CV
MÉDIA	5,43948
DESVIO PADRÃO	1,00149
COEF. VARIAÇÃO	18,41

Com o somatório das áreas de circulação horizontal e vertical médias se obtém uma média de 8,6% de ocupação no pavimento tipo.

QUADRO 48 - Referências sobre áreas de circulação

Nº. de apart. por andar	Acirc/Apavt (%)		
	Ótimo	Bom	Ruim
1	até 22	22 a 32	acima de 32
2	até 16	16 a 22	acima de 22
4	até 08	08 a 12	acima de 12
6	até 07	07 a 11	acima de 11
8	até 06	06 a 10	acima de 10

FONTE: OLIVEIRA & LANTELME, 1993.

São apresentados, no quadro 49, os resultados das porcentagens da área de circulação da pesquisa de LANTELME, OLIVEIRA & FORMOSO (1994), realizada com edificações de três cidades diferentes.

QUADRO 49 - Resultados do indicador porcentagem da área do pavimento tipo ocupada pela área de circulação

Valor mínimo	Valor máximo	Valor médio	Desvio padrão	Amostra
3,5 %	17,5 %	9,0 %	3,0 %	Total
4,1 %	17,5 %	10,0 %	2,9 %	Porto Alegre
4,9 %	11,2 %	6,9 %	1,7 %	Santa Maria
3,5 %	14,0 %	9,7 %	3,3 %	Cascavel

FONTE: LANTELME, OLIVEIRA E FORMOSO, 1994.

4.3. CONSIDERAÇÕES SOBRE A QUANTIFICAÇÃO DA MÃO DE OBRA

Na bibliografia pertinente ao assunto são encontradas referências de que a mão de obra contribui com um percentual de 35 a 40% do custo total em obras de edificação. Percebe-se que no caso em estudo, este percentual médio de participação é de aproximadamente 25% (quadro 10), por possuir alguns serviços terceirizados onde fica embutida a mão de obra para sua execução.

Parte-se da afirmação de HEINECK & PANZETER (1989) de que os grandes serviços que consomem elevadas quantidades de mão de obra possuem um maior poder de diluição dos tempos de mobilização e desmobilização para a execução das tarefas, e ainda que os serviços apresentam uma tendência de aumento de precisão com o crescimento do tamanho das atividades. Observa-se que é possível estimar o consumo de mão de obra a partir de índices de consumo por grandes elementos da obra.

A incidência da mão de obra sobre os custos é calculada a partir do número de horas necessárias para a execução dos diversos serviços. Reforça-se aqui a necessidade de consumos de mão de obra referentes à própria empresa por fatores bastante influentes na produtividade do operário de localidade para outra, ou mesmo de uma firma para outra, dependendo de fatores como hábitos ou cultura locais, preparo da mão de obra (treinamento), supervisão e motivação pessoal. (GIAMMUSSO, 1991)

É importante ressaltar que a produtividade dos operários de empresas distintas são diferentes. Trabalhos na área mostram que o treinamento adequado da mão de obra pode dobrar a

produtividade do operário, diminuir desperdícios de materiais, além de evitar erros, minimizando o número de re-trabalhos. É evidente que com um maior conhecimento do processo executivo o operário obtenha melhores resultados na execução desta atividade. (FORMOSO *et al.*, 1986)

A execução de obras com mesmas características, ou da mesma tipologia, pode também influenciar na produtividade. Fenômeno bastante conhecido na realidade industrial, o efeito aprendido mostra que o consumo de mão de obra e a duração das tarefas tendem a diminuir a medida que se aumentam o número de repetições realizadas, ou à medida que lotes cada vez maiores são produzidos.

Para análise do consumo de mão de obra foram analisados dados orçamentários referentes a sete edifícios residenciais.

4.3.1. PESSOAL DE OBRA

Segundo a metodologia desta pesquisa, busca-se identificar quais são as funções do pessoal de obra que pesam mais no orçamento. Das curvas ABC das várias obras extraem-se valores que permitem organizar o quadro 49, facilitando a identificação das funções que mais contribuem para o custo.

QUADRO 50 - Percentual discriminado do custo da mão de obra no custo total da obra

FUNÇÃO	% MÉDIA NO CUSTO	QUANTIFICAÇÃO
1 Pedreiro	6,62	Quantidade de serviços
2 Servente	5,72	Quantidade de serviços
3 Carpinteiro	3,03	Quantidade de serviços
4 Armador	1,59	Quantidade de serviços
5 Mestre de obra	1,30	Tempo de obra
6 Guardião	1,18	Tempo de obra
7 Contra-mestre	0,88	Tempo de obra
8 Engenheiro	0,71	Tempo de obra
9 Fiscal	0,64	Tempo de obra
10 Marceneiro	0,58	Quantidade de serviços
11 Almojarife	0,55	Tempo de obra
12 Estagiário	0,40	Tempo de obra
13 Guincheiro	0,35	Tempo de obra
14 Auxiliar de almojarife	0,18	Tempo de obra
TOTAL	23,72	

O pessoal de obra foi dividido em dois grande grupos: os que variam diretamente em função do tempo de obra (administração) e os que variam em função do porte da obra (mão de obra).

Os que variam em função do tempo de obra são:

- engenheiro gerente de obra;
- mestre de obras;
- técnico em edificações;
- contra-mestre;
- almojarife;
- auxiliar de Almojarife;
- guincheiro;
- guardião;
- fiscal.

Estes têm o seu custo facilmente determinado simplesmente sabendo-se qual é o prazo de execução da obra.

Os que variam em função do porte e características da obra são:

- pedreiro;
- servente;
- carpinteiro;
- armador;
- marceneiro;
- serralheiro.

Estes têm seu custo variando em função do porte e do tipo da obra, por isso seu custo só poderá ser determinado através de índices de consumo de mão de obra em edificações semelhantes.

4.3.1.1. ADMINISTRAÇÃO

O pessoal da administração tem um consumo em função do número de pessoas que exercem a função, como mostrado no quadro 51.

QUADRO 51 - Consumo de pessoal da administração do canteiro por mês de obra para a empresa em questão

FUNÇÃO	PROFISSIONAL PARA CADA MÊS DE OBRA
Engenheiro gerente de obra	0,5
Mestre de obra	1,3
Técnico	1,0
Contra-mestre	1,5
Almoxarife	1,0
Auxiliar de Almoxarife	1,0
Guincheiro *	1,0
Vigia	3,0
Fiscal **	1,0

* descontados do tempo de execução, os dois primeiros e o último meses.

** descontados do tempo de execução, os dois primeiros meses.

Com isso torna-se muito simples a estimativa de consumo do pessoal da administração, basta se saber qual será o tempo de obra.

4.3.1.2. MÃO DE OBRA

PICCHI (1993) afirma que, “Na construção de edifícios é corrente a avaliação da produtividade da mão de obra pelo índice de homens hora/metro quadrado - hh/m², obtido pela divisão de toda a mão de obra utilizada na construção do edifício, do início ao término da obra, pela área do mesmo.”

Como se busca o custo total da mão de obra, o caminho será inverso, os índices - hh/m² de cada operário com diferentes funções serão multiplicados pela área total da obra para a obtenção do total de horas trabalhadas e estas multiplicadas pelo seu custo para obtenção do custo total.

Para uma melhor locação do tempo de serviço de cada operário, cada função foi dividida em grandes grupos de atuação, que por sua vez dividem-se em tarefas (quadro 58). Por exemplo: o operário que ocupa a função de pedreiro atua em serviços relativos a paredes, piso e tetos, impermeabilização, esquadrias e diversos (figura 30). O grupo das paredes, pisos e tetos por sua vez divide-se em pequenas tarefas como; marcação de parede, alvenaria interna, alvenaria externa, execução de vergas e contra-vergas, encunhamento de parede, chapisco, emboço, reboco, etc. Assim sendo pode-se determinar quanto tempo este operário irá gastar em cada tarefa e conseqüentemente em cada grupo de atuação.

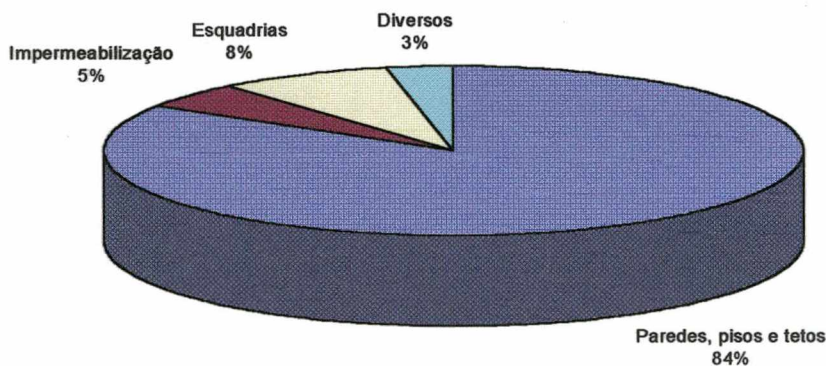


FIGURA 30 - Exemplo da divisão do tempo de trabalho de um operário

4.3.1.2.1. PEDREIRO

Como pode ser observado na distribuição dos tempos na figura 31, os operários com a função de pedreiro passam uma grande parte do seu tempo (84% do tempo de trabalho) desenvolvendo tarefas relativas ao grupo “Paredes, pisos e tetos”, ou seja, para que aconteça uma variação no consumo de mão de obra de pedreiro por m^2 de obra, é preciso que as quantidades de tarefas que compõem o grupo “Paredes, pisos e tetos” variem. Isto quer dizer que a quantidade de mão de obra (pedreiro) por m^2 será praticamente constante, caso se tenha obras com mesmas quantidades de tarefas do grupo “Paredes, pisos e tetos”.

No quadro 52 pode-se observar as tarefas que compõem o grupo “Paredes, pisos e tetos”. Pode-se concluir que para uma edificação que possua valores maiores do que a média para indicadores como “comprimento de paredes/ m^2 ”, “número de aberturas/ m^2 de parede” e “perímetro de fachada/ m^2 ”, certamente terão um maior consumo de mão de obra de pedreiros, e vice-versa. Deve-se lembrar que existem indicadores que variam inversamente à quantidade de mão de obra, como é o caso do “área de aberturas/ m^2 de parede”, que quanto maior, menor será o consumo de mão de obra para execução da alvenaria.

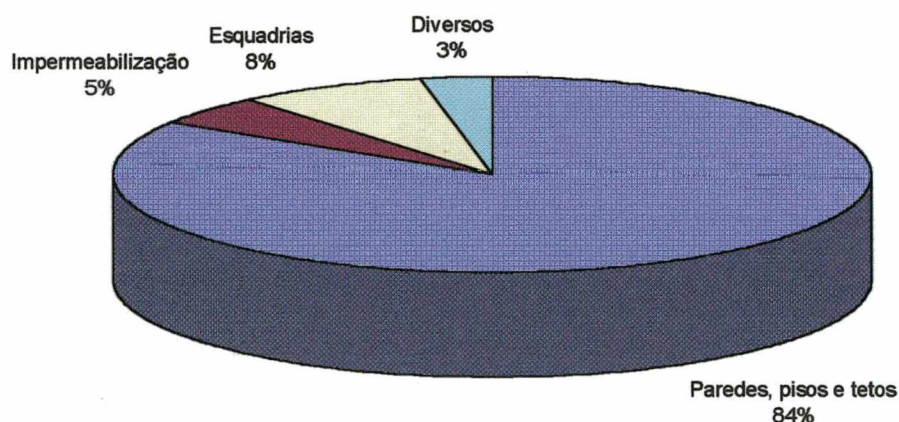


FIGURA 31 - Divisão dos tempos do operário - pedreiro

Na figura 32 podem ser observadas as variações de consumo de pedreiro nas edificações estudadas.

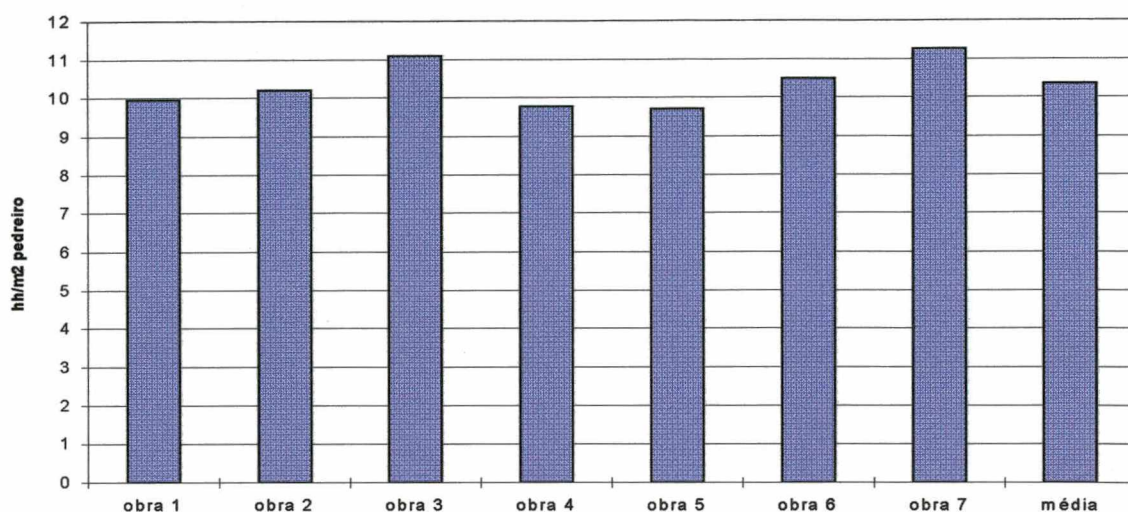


FIGURA 32 - Consumo de hh/m² pedreiro por obra

QUADRO 52 - Consumo médio de hh/m² de pedreiro

CONSUMO hh/m ² PEDREIRO	
MÉDIA	10,3564
DESVIO PADRÃO	0,62286
COEF. VARIAÇÃO	6,01

Obteve-se uma média para mão de obra de pedreiro de 10,3564 hh/m², sendo este valor recomendado para a utilização em estimativas de custo na empresa estudada. Para obtenção do custo total de mão de obra de pedreiro em uma edificação que possua índices que não difiram muito dos índices médios da empresa, basta multiplicar este valor pela metragem quadrada total da obra e pelo custo da hora de trabalho do pedreiro.

4.3.1.2.2. SERVENTE

O servente, como pode ser observado na figura 33, é o operário que possui a maior variedade de tarefas, pois este auxilia todos os oficiais (pedreiro, carpinteiro, armador, marceneiro e serralheiro), por isso, o consumo de mão de obra de serventes varia diretamente proporcional ao consumo de mão de obra dos oficiais.

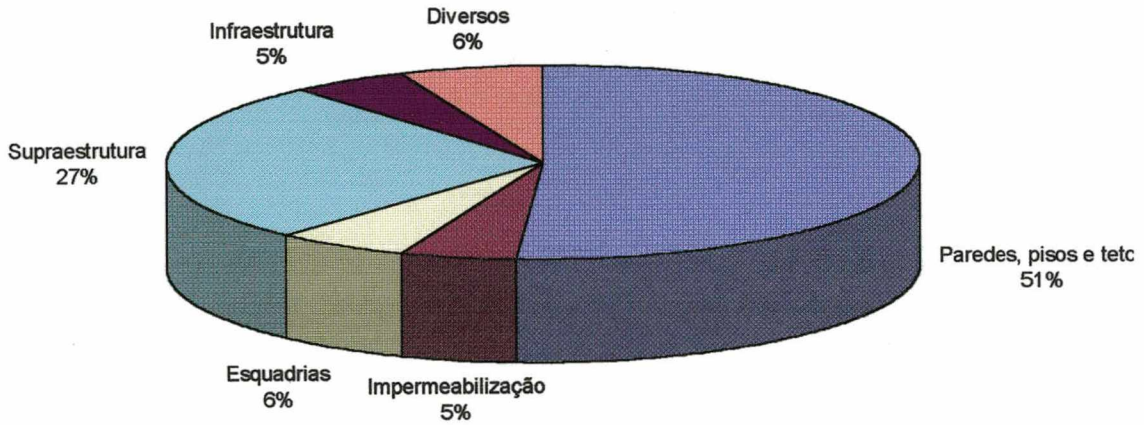


FIGURA 33 - Divisão dos tempos do operário - servente

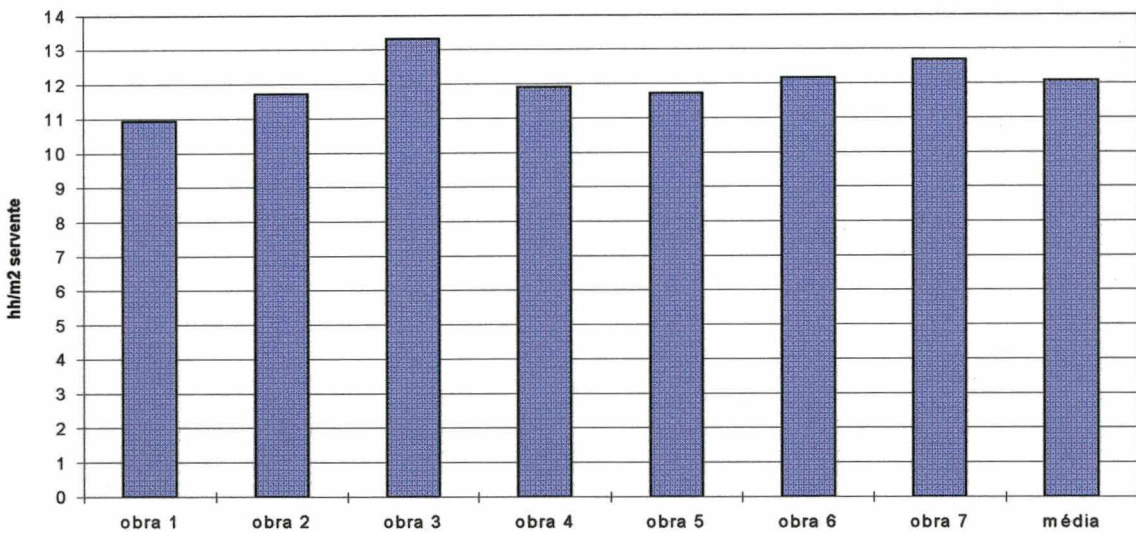


FIGURA 34 - Consumo de hh/m² servente por obra

QUADRO 53 - Consumo médio de hh/m² de servente

CONSUMO hh/m ² SERVENTE	
MÉDIA	12,0775
DESVIO PADRÃO	0,76564
COEF. VARIAÇÃO	6,34

Obteve-se um consumo médio de 12,0775 hh/m² de mão de obra auxiliar (servente), ou pode-se também dizer que se tem 0,6486 horas de servente para cada hora de oficial. Isto significa que se tem aproximadamente um servente auxiliando dois oficiais, como pode ser observado no quadro 59.

Observa-se que mesmo com um maior consumo de horas de servente por m², o custo total destes operários ainda é menor do que o total dos pedreiros, pois o custo por hora de serviço do pedreiro é maior. (quadro 50)

4.3.1.2.3. CARPINTEIRO

Como mostrado na figura 35, o carpinteiro utiliza quase a totalidade de seu tempo em tarefas relacionadas à supra-estrutura (formas). Isto significa que quanto maior for a estrutura de concreto armado, ou mais difícil for a execução de suas formas, maior será o consumo de mão de obra de carpinteiros.

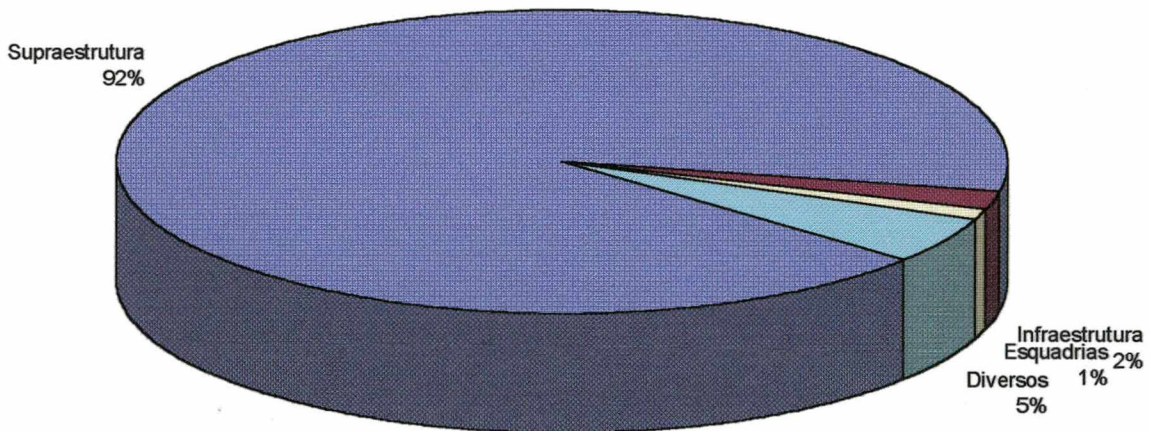


FIGURA 35 - Divisão dos tempos do operário - carpinteiro

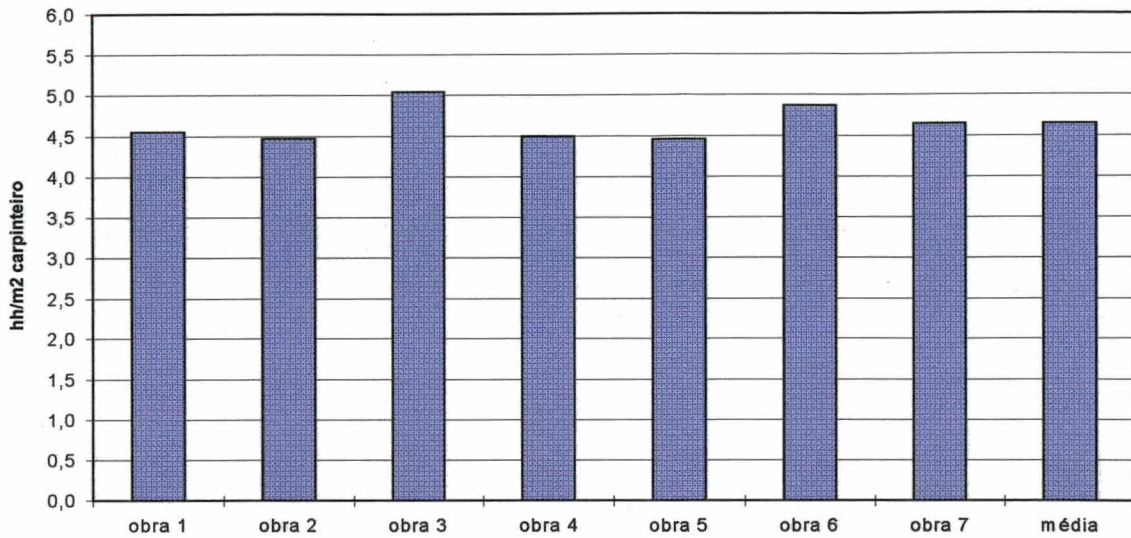


FIGURA 36 - Consumo de hh/m² carpinteiro por obra

QUADRO 54 - Consumo médio de hh/m² de carpinteiro

CONSUMO hh/m ² CARPINTEIRO	
MÉDIA	4,6503
DESVIO PADRÃO	0,22382
COEF. VARIAÇÃO	4,81

A média de consumo de carpinteiros para os edificios estudados é de 4,6503 hh/m², com um coeficiente de variação baixo (quadro 54), sendo visível a sua constância na figura 36.

4.3.1.2.4. ARMADOR

Semelhante ao carpinteiro, o armador possui a totalidade de seu trabalho relacionado a execução de armaduras para a infra e supra-estrutura. Observa-se também no gráfico abaixo que em média 93% de seu trabalho é realizado na supra-estrutura, significando que para que se tenha uma variação no consumo de mão de obra de armadores, é necessária uma variação na supra-estrutura.

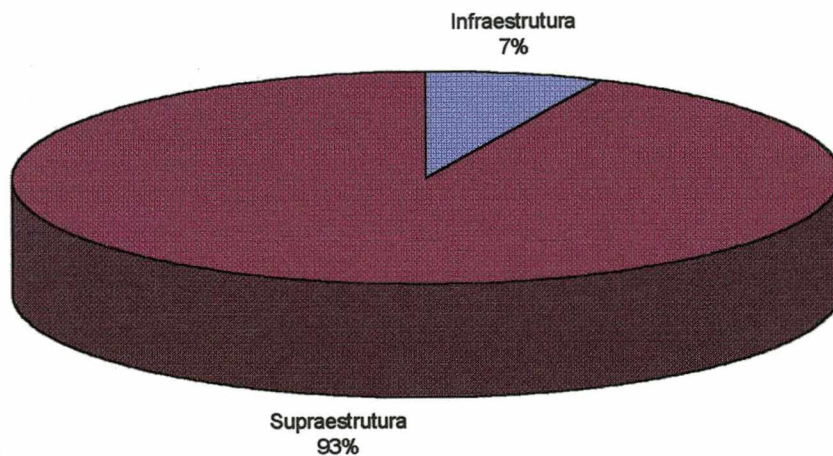


FIGURA 37 - Divisão dos tempos do operário - armador

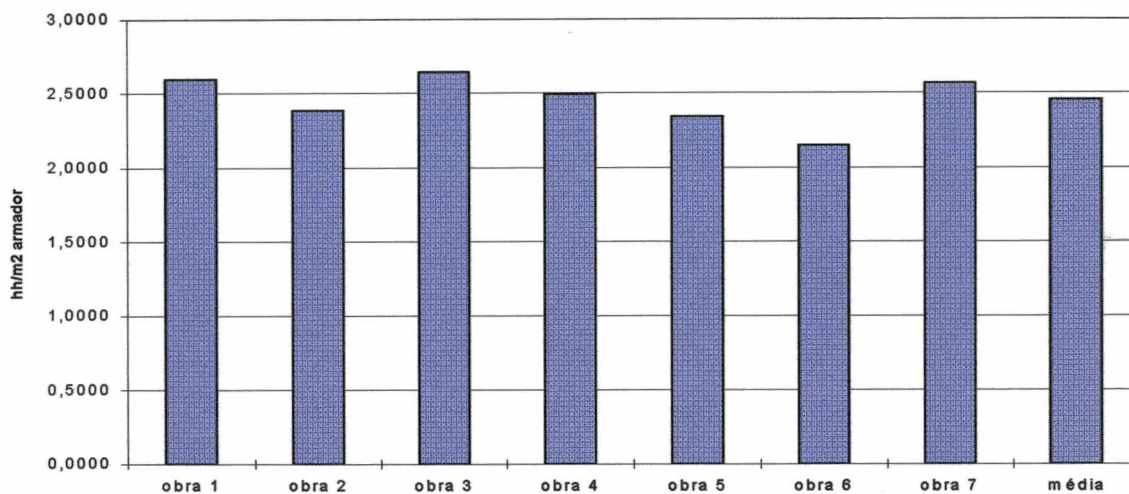


FIGURA 38 - Consumo de hh/m² armador por obra

QUADRO 55 - Consumo médio de hh/m² de armador

CONSUMO hh/m ² ARMADOR	
MÉDIA	2,4547
DESVIO PADRÃO	0,17429
COEF. VARIAÇÃO	7,10

O valor médio para consumo de mão de obra de armadores é de 2,4547 hh/m². Como já comentado anteriormente, pode ser observado um aumento deste valor para edifícios residenciais, que possuem um maior consumo de armadura por m³ de concreto.

4.3.1.2.5. MARCENEIRO

O marceneiro ocupa parte do seu tempo na preparação e instalação das vedações das aberturas, tarefas estas relacionadas ao grupo das esquadrias, a outra parte gasta na instalação de dispositivos de acabamento como forros, rodapés, assoalhos, etc, que são tarefas relacionadas aos revestimentos. O que quer dizer que o consumo de mão de obra de marceneiros está diretamente ligado à utilização de madeira nos acabamentos e aos indicadores: número de portas/m², número de portas/comprimento de paredes, etc.

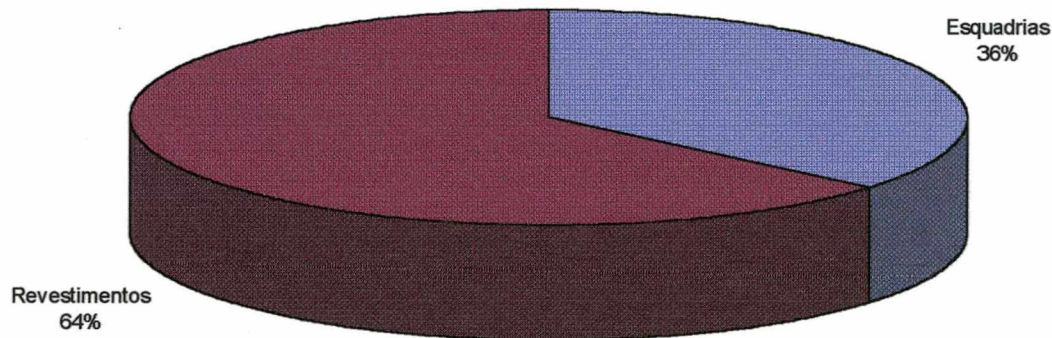
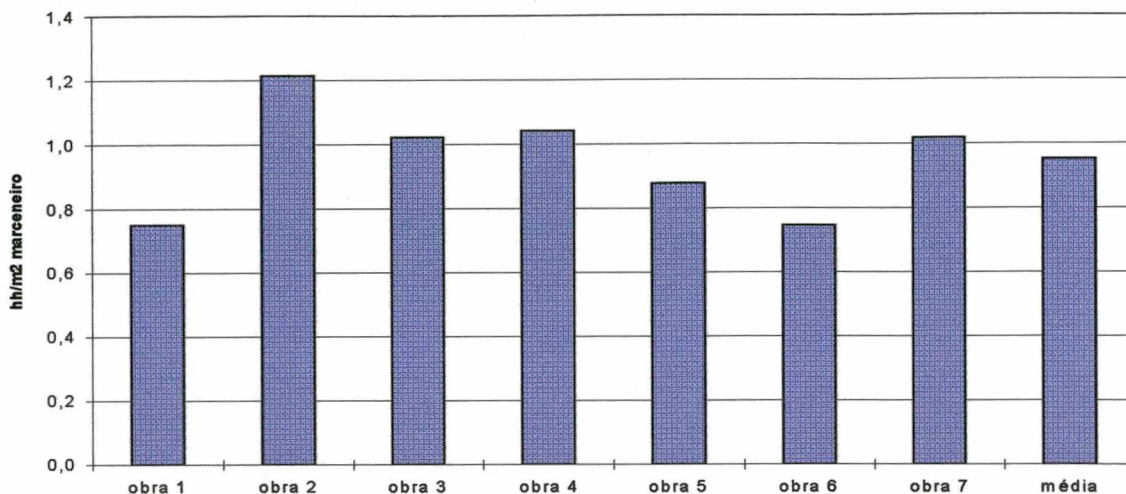


FIGURA 39 - Divisão dos tempos do operário - marceneiro

FIGURA 40 - Consumo de hh/m² marceneiro por obra

A média de consumo é de 0,9531 hh/m² de marceneiro para edifícios residenciais. Pode-se observar no quadro 56 que o marceneiro apresenta uma variação maior do que as outras funções em seu consumo de mão de obra, apresentando um coeficiente de variação elevado.

QUADRO 56 - Consumo médio de hh/m² de marceneiro

CONSUMO hh/m ²	MARCENEIRO
MÉDIA	0,9531
DESVIO PADRÃO	0,17071
COEF. VARIAÇÃO	17,91

4.3.1.2.6. SERRALHEIRO

O serralheiro atua cem por cento de seu tempo em montagens de esquadrias. Por isso o que pode causar variação no consumo de mão de obra de serralheiros são os indicadores: área de aberturas/m², área de aberturas/m² de parede, perímetro de aberturas/comprimento de paredes e perímetro de aberturas/área de aberturas.

Como pode ser observado na figura 41, existe uma variação de aproximadamente 100% no consumo de mão de obra de serralheiro entre a obra 1 e a obra 4, o que vem reforçar a variação do consumo de mão de obra com a variação dos indicadores.

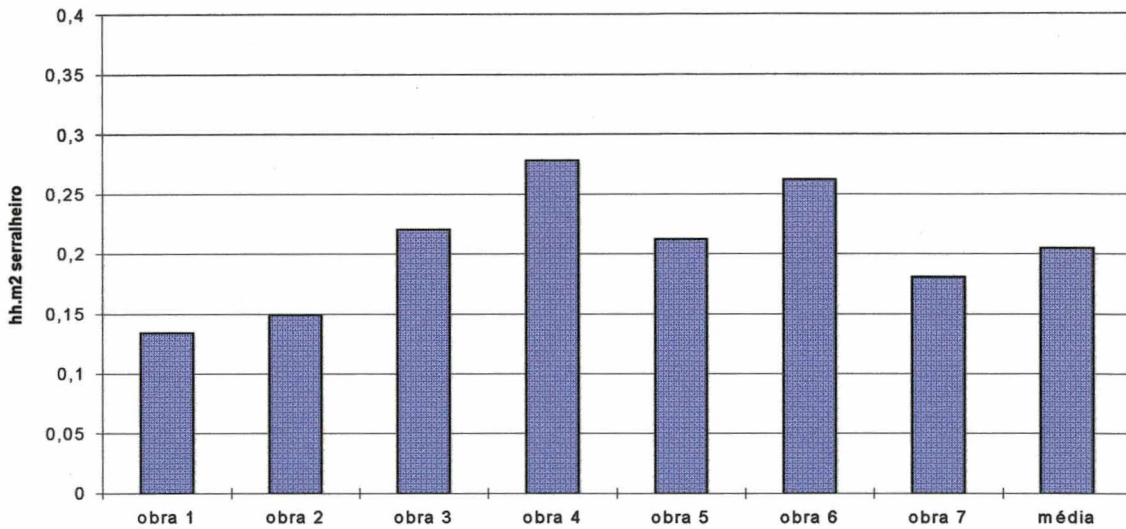


FIGURA 41 - Consumo de hh/m² serralheiro por obra

A média de consumo de serralheiro em edifícios residenciais é de 0,2052 hh/m², possuindo uma coeficiente de variação de 26,42%. (quadro 57)

QUADRO 57 - Consumo médio de hh/m² de serralheiro

CONSUMO hh/m ²	SERRALHEIRO
MÉDIA	0,2052
DESVIO PADRÃO	0,05422
COEF. VARIAÇÃO	26,42

No quadro 58 podem ser observadas as subdivisões em serviços das tarefas específicas para os operários em estudo.

QUADRO 58 - Subdivisão em serviços e tarefas específicas.

MÃO DE OBRA	GRUPO SERVIÇO	SUBGRUPO TAREFA
PEDREIRO	Paredes, pisos e tetos	marcação de parede alvenaria externa alvenaria interna execução verga/contra verga encunhamento de parede chapisco execução de emboço execução de reboco revestimento em azulejos colocação de pastilha em fachadas colocação de cantoneira de alumínio pisos
	Impermeabilização	colocação papelão alcatroado regularização de superfície proteção mecânica
	Esquadrias	fixação chumbadores portas corta-fogo colocação alçapão portas de enrolar requadros
	Diversos	barracão de obra/escritório escoramento divisas regularização lajes corrimão em escadas armário de embutir instalação aparelhos recreação instalação piscinas etc.
CARPINTEIRO	Supra-estrutura	montagem de formas desmontagem de formas
	Infra-estrutura	montagem formas de fundação desmontagem formas de fundação lastro de concreto magro
	Esquadrias	execução verga execução contra verga
	Diversos	tapumes de obra placas de obra barracão depósito/escritório locação da obra bandejão de segurança estrutura para cobertura colocação telhas onduladas piso cimentado acostelado
MARCENEIRO	Esquadrias	montagem de caixilhos colocação de caixilhos colocação de porta chapeada colocação de garnições ferragens
	Revestimentos	entargamento de forro colocação de forro colocação de meia cana execução de barroteamento colocação de assoalho colocação de rodapé
ARMADOR	Infra-estrutura	corte e dobragem armadura montagem e colocação de armadura
	Supra-estrutura	corte e dobragem armadura montagem e colocação de armadura

SERRALHEIRO	Esquadrias	montagem de portas montagem de porta-janela montagem de veneziana
SERVENTE	Paredes, pisos e tetos	marcação de parede alvenaria externa alvenaria interna execução verga/contra verga encunhamento de parede chapisco execução de emboço execução de reboco revestimento em azulejos colocação de pastilha em fachadas colocação de cantoneira de alumínio pisos entrugamento de forro de madeira colocação de forro de madeira colocação de meia cana
	Impermeabilização	colocação papelão alcatroado regularização de superfície proteção mecânica
	Esquadrias	montagem de caixilhos colocação de caixilhos colocação de porta chapeada colocação de guarnições ferragens fixação de chumbadores montagem de portas montagem de porta-janelas montagem de venezianas colocação de porta corta-fogo colocação de alçapão requadros
	Supra-estrutura	montagem de formas desmontagem de formas corte e dobragem armadura montagem e colocação de armadura
	Infra-estrutura	escoramento das divisas escavação de valas apiloamento de valas reaterro de valas montagem de formas desmontagem de formas corte e dobragem armadura montagem e colocação de armadura lastro de brita lastro de concreto magro
	Diversos	limpeza permanente da obra estrutura de madeira para cobertura colocação de telhas onduladas corrimão de escadas instalação aparelhos recreação instalação piscinas tapumes de obra barracão depósito/escritório locação da obra

Como pode ser observado no quadro 59, obteve-se uma média de 30,6972 hh/m² para as obras estudadas. Conclui-se que este valor encontrado é um valor compatível com a realidade da empresa, pelo grau de organização de seus canteiros e pelo conhecimento das atividades por seus operários. Vale ressaltar que algumas das atividades que também envolvem consumo de mão de obra não são consideradas no cálculo do total de hh/m², assim como: mão de obra para aplicação de granito, para aplicação de mármore, para pintura, etc. Sendo estes considerados como serviços pois esta mão de obra é terceirizada. Como o número de funcionários que trabalham em serviços terceirizados é de aproximadamente 50% do número de funcionários da própria empresa chega-se a um consumo total médio de 45 hh/m². Como mostrado por MASCARÓ no quadro 60, este número é compatível com a realidade da construção civil, embora PICCHI afirme que números desta ordem são bastante otimistas para a realidade brasileira, devido ao alto índice de re-trabalho, citando índices de 70 a 80 hh/m².

QUADRO 59 - Resumo dos consumos médios de mão de obra própria

FUNÇÃO	CONSUMO hh/m ²
Servente	12,0775
Pedreiro	10,3564
Carpinteiro	4,6503
Armador	2,4547
Marceneiro	0,9531
Serralheiro	0,2052
TOTAL	30,6972

QUADRO 60 - Consumos mínimos e máximos de mão de obra (hh/m²) de acordo com o sistema construtivos adotado

Sistema Construtivo	consumo de hh/m ²	
	mínimo	máximo
Tradicional	35	45
Concreto in situ com formas modulares	25	40
Tradicional racionalizada	20	35
Com estrutura e vedação de aço	19	30
Em madeira industrializada	18	28
Pré-fabricação com grandes painéis de concreto	14	18
Pré-fabricação com módulos tridimensionais de concreto	8	12

Fonte: MASCARÓ (1981)

Sabe-se que na maioria das construtoras são adotados índices de produtividade de mão de obra baixos devido a falhas gerenciais como: falta de planejamento das atividades auxiliares, falta de equipamentos e ferramentas adequados para execução dos serviços, falta de qualidade dos materiais e movimentação excessiva de materiais dentro do canteiro.

4.4. CONSIDERAÇÕES SOBRE A QUANTIFICAÇÃO DE SERVIÇOS

Observa-se que a percentagem que os serviços terceirizados representam é de pequeno montante. Muitos destes serviços já possuem como maneira de quantificação a utilização de índices médios históricos da empresa como é o caso do item transportes, que no seu cálculo são considerados 500 km de transporte por mês de obra. Esta média de distância de transporte é um dado que foi calculado e armazenado ao longo do tempo pela apropriação em muitas obras.

Como pode ser observado no quadro 61, existem serviços como mão de obra para colocação de granito e mármore, que são influenciados pelas características geométricas da edificação, porém estes consumos podem ser previstos pelos índices já propostos no item 4.2.

QUADRO 61 - Percentual discriminado do custo dos serviços no custo total da obra

SERVIÇO	% MÉDIA NO CUSTO	QUANTIFICAÇÃO
1 Instalações de automação	1,83	Equipamento
2 Projeto arquitetônico	0,90	Área do projeto
3 Consumo de energia	0,77	Verba
4 Equipamentos	0,77	Verba
5 M.O. Granito	0,63	Acabamento
6 M.O. Mármore	0,59	Acabamento
7 Transportes	0,49	Índice
8 M.O. Granitina	0,45	Acabamento
9 Projeto estrutural	0,45	Área do projeto
10 M.O. látex (parede-teto)	0,44	Acabamento
11 Aprovação de projetos e alvará	0,32	Verba
12 M.O. Massa corrida	0,25	Acabamento
13 Escavação aterro mecanizado	0,20	Subsolos
14 Projeto elétrico e telefônico	0,17	Área de projeto
15 Projeto hidráulico-sanitário	0,17	Área de projeto
16 Projeto de fundações	0,17	Área de projeto
17 Outros	8,02	X
TOTAL	16,63	

4.5. APLICAÇÃO E UTILIZAÇÃO DOS ÍNDICES

Inicialmente deve-se ressaltar que índices como estes propostos permitem que cada empresa compare seu desempenho com outras empresas do setor e avalie o seu nível de competitividade, estabelecendo suas metas para melhoria contínua. (LANTELME *et al.*, 1994)

Segundo OLIVEIRA (1990) “as quantidades médias obtidas para os materiais e para a mão de obra da edificação servem para estimar o custo de novas construções, verificar a racionalidade do projeto e conhecer a porcentagem que cada elemento representa no custo total.”

HEINECK (1994) enfatiza que na redução da carga de trabalho para o orçamentista, pode-se utilizar relações estatísticas médias entre variáveis características das obras.

Como mostrado por FORMOSO *et al.* (1986) é possível contornar problemas como a falta de dados com a utilização de índices de consumos médios da empresa. Porém alerta para o fato de que esta utilização de índices deva ser feita com racionalidade e critérios, para que se obtenham resultados mais próximos da realidade.

Os índices propostos tem três objetivos principais:

- eliminar erros grosseiros nos levantamentos de quantitativos.
- estabelecimento de médias históricas da empresa para quantitativos de mão de obra e materiais, sendo desta maneira balizadores para análise da qualidade de um anteprojeto;
- estabelecer os índices de maior importância nos custos, para que estes possam ser calculados para novos projetos e através deles obter-se os quantitativos dos materiais de maior peso nos orçamentos destes.

Estes índices por serem os que possuem maior peso nos custos, também podem ser utilizados em trabalhos futuros para determinação do custo preliminar do projeto.

Para exemplificar a aplicação destes índices são mostrados os cálculos para um projeto:

a) Primeiro objetivo

Supondo que no levantamento de quantitativos do serviços de alvenarias o resultado tenha sido de 3.000 m² de alvenarias. Se o somatório do índice de paredes internas e externas de áreas de paredes for 2,00 m² de área de alvenaria por m² de obra, e a obra tem 1.000 m² de área, no total serão 2.000 m² de alvenarias e não 3.000 m² como o levantado, supondo-se que tenha havido um erro grosseiro.

b) Segundo objetivo

Supondo que para o projeto 05 o valor encontrado para o indicador “comprimento de paredes internas (CPI)” foi 0,41296. Como a média para o CPI é de 0,39805, pode-se afirmar que neste projeto terá serviços como marcação e encunhamento de paredes aproximadamente 3,7 % superiores à média. Chega-se a conclusão de que este projeto possuirá um custo de materias e serviços que este indicador engloba, ligeiramente superior.

c) Terceiro objetivo

Para o mesmo projeto e mesmo índice, deseja-se agora saber qual será o comprimento total de paredes internas para este projeto.

Cálculos:

$\text{CPI} \times \text{área total do pav. tipo} \times \text{número total de pav.} = \text{compr. total de paredes internas}$

$$0,41296 \times 473,09 \times 18 = 3.516,61 \text{ m}$$

O projeto possuirá um total de 3.516,61 metros de serviços como marcação e encunhamento de paredes internas.

Para concluir, pode-se dizer que o conhecimento do comportamento destas variáveis, sob o ponto de vista estatístico, torna-se importante na medida em que subsidia a modelagem de custos e, principalmente, a sistematização da tipificação de projetos. (HIROTA, 1987)

4.6. CONSIDERAÇÕES SOBRE A CONSTÂNCIA DE FORMA DOS COMPARTIMENTOS - REGRESSÕES LINEARES

Sendo os compartimentos parcelas integrantes de um todo maior que é a edificação, merecem estes uma atenção quanto às suas características geométricas e disposições, pois são estes fatores que definirão os custos da mesma.

Como o critério de levantamento de dados desta pesquisa enfatiza a importância do compartimento num contexto da edificação, foi possível analisar cada compartimento categorizando-os por suas funções ou finalidades.

Neste item são mostradas em diversos quadros as relações entre as variáveis geométricas de maior importância dos compartimentos, a área e seu perímetro, e análises realizadas através de regressões lineares simples.

QUADRO 62 - I_Cs médios, desvios padrão e coeficientes de variação para cada compartimento

COMPARTIMENTO	TAMANHO DA AMOSTRA	IC MÉDIO (%)	DESV. PADRÃO (%)	COEF. VARIÇÃO (%)
COZINHA	28	85,1616	4,8865	5,74
LAVANDERIA	28	82,3197	8,1884	9,95
QUARTO EMPR.	17	84,8856	11,8164	13,92
BWC EMPR.	18	83,8578	3,1712	3,78
DEPÓSITO	10	86,2197	3,6200	4,20
ROUPARIA	5	87,3726	3,3278	3,81
CRISTALEIRA	4	86,1077	1,9305	2,24
CIRC. PRIVATIVA	39	76,8702	11,2094	14,58
QUARTOS / SUITES	84	81,0884	10,0481	12,39
BWC SUÍTES	50	81,5098	5,4233	6,65
SALA ÍNTIMA	13	78,9966	4,1563	5,26
BWC	20	81,2117	6,8848	8,48
SALA ESTAR	28	75,8575	7,2345	9,54
SALA JANTAR	9	87,3896	3,4079	3,90
ESCRITÓRIO	5	87,9593	1,3026	1,48
LAVABO	16	88,5301	5,2301	5,91
CHURRASQUEIRA	12	85,0358	7,8156	9,19

Torna-se importante o conhecimento da forma dos compartimentos isoladamente a partir do momento em que se considera que a soma destes compõem a edificação como um todo.

Para tornar mais clara a idéia de que a forma realmente determina o custo de um compartimento mostra-se na figura 42 a variação do perímetro (comprimento de paredes) com a variação da forma e da área destes.

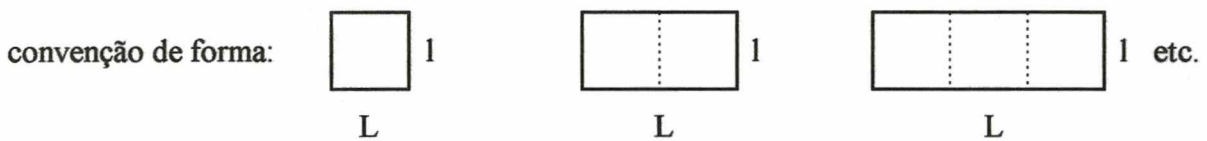
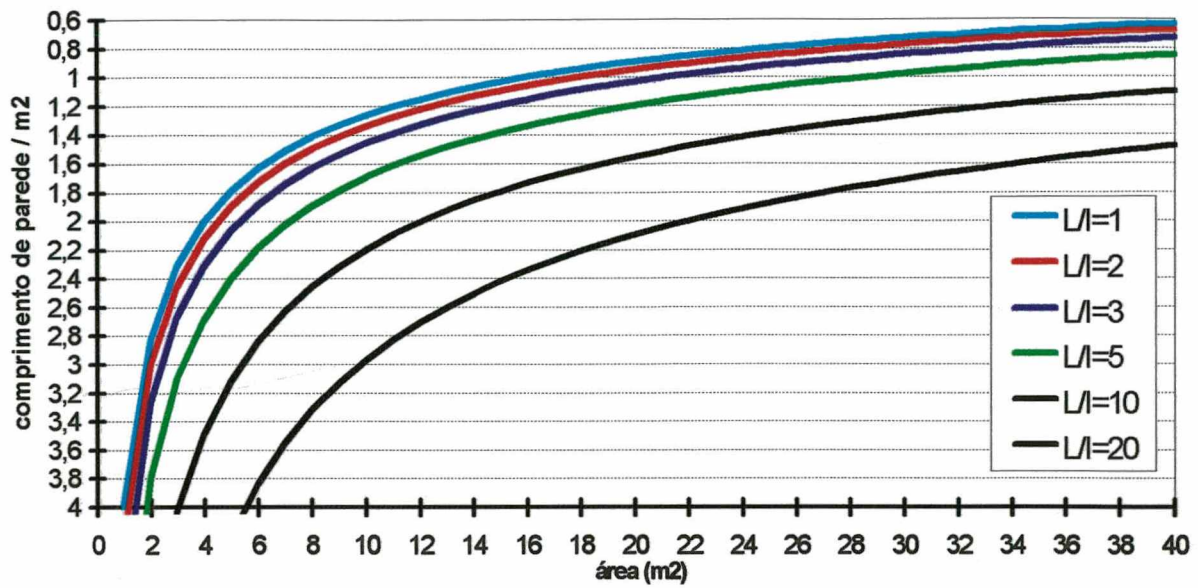


FIGURA 42 - Indicador de perímetro de local isolado

O quadro 63 caracteriza as áreas e os perímetros médios dos compartimentos.

QUADRO 63 - Áreas médias, perímetros médios e coeficientes de variação para cada compartimento

COMPARTIMENTO	TAMANHO DA AMOSTRA	ÁREA MÉDIA (m ²)	COEF. VARIÇÃO (%)	PERÍMETRO MÉDIO (m)	COEF. VARIÇÃO (%)
COZINHA	28	10,14	38,64	13,06	22,84
LAVANDERIA	28	7,07	61,26	11,26	42,00
QUARTO EMPR.	17	6,29	59,49	10,81	50,81
BWC EMPR.	18	2,32	12,17	6,45	8,48
DEPÓSITO	10	2,94	19,70	7,02	10,79
ROUPARIA	5	2,80	38,54	6,73	22,85
CRISTALEIRA	4	3,37	58,72	7,38	29,67
CIRC. PRIVATIVA	39	4,85	53,86	10,39	43,65
QUARTOS / SUITES	84	14,27	46,17	16,95	38,76
BWC SUÍTES	50	5,95	48,47	10,44	26,00
SALA INTIMA	13	25,59	28,21	22,63	17,84
BWC	20	4,20	43,96	9,00	31,56
SALA ESTAR	28	35,51	46,73	27,36	25,69
SALA JANTAR	9	16,09	16,14	16,27	10,66
ESCRITÓRIO	5	9,21	14,81	12,21	7,98
LAVABO	16	2,16	13,64	5,90	8,91
CHURRASQUEIRA	12	8,02	38,46	11,65	17,35
OUTROS	4	2,98	67,99	7,43	51,67

QUADRO 64 - Área e perímetro médios para cada compartimento, considerando a amostra total

COMPARTIMENTO	ÁREA (m ²)	C.V. (%)	PERÍMETRO (m)	C.V. (%)
Sala	18,08	42,87	17,66	21,57
Dormitório empregada	5,32	12,65	9,46	6,04
Banheiro empregada	1,81	24,75	5,45	12,93
Lavanderia	3,34	57,09	7,57	31,25
Cozinha	6,98	36,06	11,14	19,02
Circulação	2,42	57,16	6,58	39,24
Banheiro	3,59	26,05	8,03	13,81
Dormitório	11,43	23,05	14,14	22,56

FONTE: OLIVEIRA, 1990.

Além do conhecimento dos compartimentos isoladamente é importante, para uma melhor caracterização da edificação, se conhecer a porcentagem de ocupação média nas unidades residenciais, dos diferentes tipos de compartimentos que as compõem. (quadro 65 e figura 43)

QUADRO 65 - Porcentagem de ocupação média, desvios padrão e coeficientes de variação para cada compartimento

COMPARTIMENTO	TAMANHO DA AMOSTRA	OCUPAÇÃO MÉDIA (%)	DESV. PADRÃO (%)	COEF. VARIÇÃO (%)
COZINHA	28	8,3736	3,1124	37,17
LAVANDERIA	28	4,8460	0,7259	14,98
QUARTO EMPR.	17	3,0165	0,8960	29,70
BWC EMPR.	18	1,3550	0,5654	41,73
DEPÓSITO	10	1,4824	1,0008	67,51
ROUPARIA	5	1,1191	0,4685	41,86
CRISTALEIRA	4	1,1751	0,3895	33,15
CIRC. PRIVATIVA	39	4,6813	2,0876	44,59
QUARTOS / SUITES	84	30,8373	6,6991	21,72
BWC SUÍTES	50	6,7739	2,6052	38,46
SALA INTIMA	13	11,3383	3,5027	30,89
BWC	20	4,6840	2,5384	54,19
SALA ESTAR	28	28,4093	9,6898	34,11
SALA JANTAR	9	6,5888	0,9911	15,04
ESCRITÓRIO	5	3,2580	0,4317	13,25
LAVABO	16	1,1215	0,3550	31,66
CHURRASQUEIRA	12	3,4994	1,6952	48,44
OUTROS	4	1,1456	0,8245	71,48

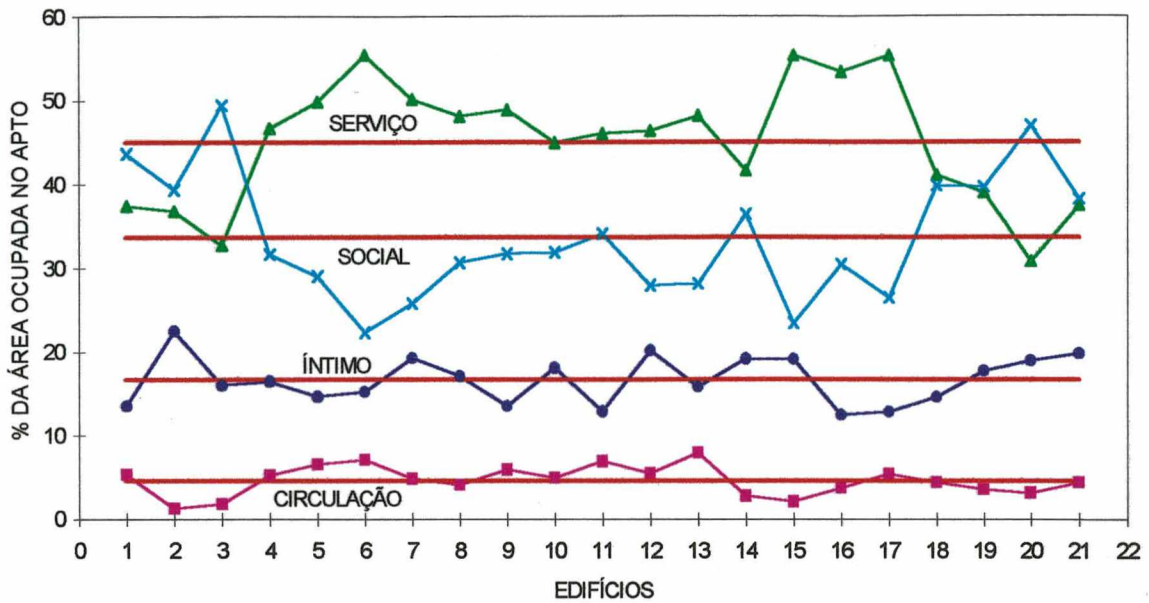


FIGURA 43 - Porcentagem de ocupação por compartimentos nas unidades habitacionais

A classificação dos compartimentos na figura 43 segue o mesmo critério da planilha de levantamento de dados. (quadro 08)

Foram realizadas regressões lineares simples para cada um dos compartimentos, na busca de uma expressão que pudesse definir as envoltórias destes compartimentos em função de sua área.

A área de cada compartimento foi considerada como variável independente e o perímetro como variável dependente.

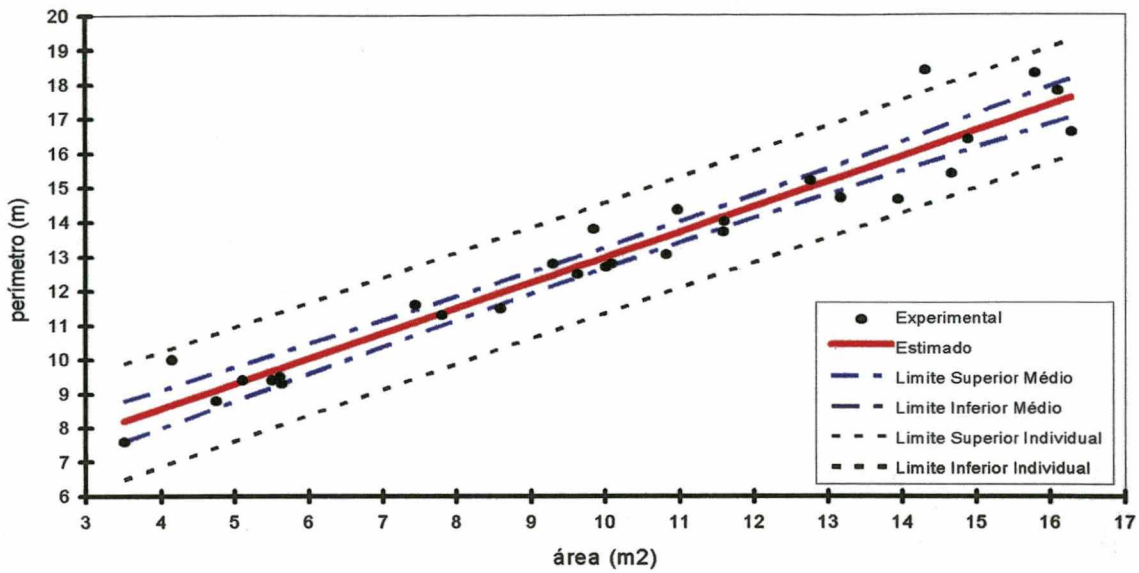


FIGURA 44 - Regressão linear simples área x perímetro de cozinhas

Os gráficos das regressões dos demais compartimentos se encontram em anexo, possibilitando uma melhor visualização dos pontos encontrados para cada um dos compartimentos.

Observa-se, pelos dados apresentados no quadro 65, que as relações existentes entre os perímetros e as áreas dos compartimentos podem ser estimadas com uma boa aproximação através de regressões lineares simples, apesar do fenômeno não ser linear.

QUADRO 66 - Resultados das regressões lineares para cada compartimento

COMPARTIMENTO	TAMANHO DA AMOSTRA	EQUAÇÃO	r	R ²	E _p
COZINHA	28	Y = 5,59 + 0,74 X	0,9674	0,9359	0,77
LAVANDERIA	28	Y = 3,82 + 1,05 X	0,9627	0,9267	1,30
QUARTO EMPR.	17	Y = 1,80 + 1,43 X	0,9754	0,8141	1,25
BWC EMPR.	18	Y = 2,39 + 1,75 X	0,9023	0,8141	0,24
DEPÓSITO	10	Y = 3,47 + 1,20 X	0,9228	0,8516	0,31
ROUPARIA	5	Y = 2,74 + 1,42 X	0,9987	0,9974	0,09
CRISTALEIRA	4	Y = 3,65 + 1,10 X	0,9987	0,9973	0,14
CIRC. PRIVATIVA	39	Y = 2,24 + 1,68 X	0,9680	0,9370	1,15
QUARTOS / SUITES	84	Y = 3,37 + 0,95 X	0,9539	0,9099	1,98
BWC SUÍTES	50	Y = 5,18 + 0,88 X	0,9393	0,8823	0,94
SALA INTIMA	13	Y = 8,68 + 0,54 X	0,9745	0,9497	0,94
BWC	20	Y = 2,62 + 1,52 X	0,9868	0,9739	0,47
SALA ESTAR	28	Y = 13,37 + 0,39 X	0,9304	0,8656	2,62
SALA JANTAR	9	Y = 6,15 + 0,62 X	0,9420	0,8873	0,62
ESCRITÓRIO	5	Y = 5,71 + 0,70 X	0,9872	0,8746	0,18
LAVABO	16	Y = 2,72 + 1,47 X	0,8239	0,6787	0,31
CHURRASQUEIRA	12	Y = 7,24 + 0,55 X	0,8378	0,7019	1,16

Y = perímetro; X = área; r = coeficiente de correlação; R² = coeficiente de determinação; E_p = erro padrão.

Com os dados resultantes do estudo dos compartimentos que formam a unidade habitacional é possível associar o custo às peças, idéia esta fundamentada no método ARC.

CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

5. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

5.1. VERIFICAÇÃO DAS HIPÓTESES

Neste item são verificadas uma a uma as hipóteses de trabalho que compõem a hipótese geral:

HIPÓTESES DE TRABALHO

É possível estimar quantitativos com uma melhor aproximação, utilizando-se relações existentes entre variáveis geométricas de projetos executados pela empresa em estudo.

Foram apresentados no capítulo anterior diversas relações entre variáveis que apresentaram constâncias relativamente altas (coeficientes de variação inferiores a 25%), podendo desta maneira serem utilizadas em estimativas de novos projetos onde ainda não se possui dados suficientes para sua medição. Verificou-se também que o consumo de insumos que pesam no orçamento são proporcionais aos índices propostos, mostrando que na fase de anteprojeto, onde são possíveis suas obtenções, pode-se comparar o novo projeto com um anterior já executado, aumentando desta maneira o volume de informações disponíveis com um aumento conseqüente no grau de certeza nos quantitativos.

Estimativas que utilizam dados de projetos da própria empresa possuem maior aproximação do real que as estimativas que utilizam características genéricas como o CUB.

Encontrou-se valores para os quantitativos de alguns insumos muito diferentes dos utilizados em métodos de estimativa como o CUB. Por exemplo, para a mão de obra, a norma NBR 12721 determina que sejam consumidos os valores reproduzidos no quadro 67, que compara os mesmos com os valores para a mão de obra encontrados nesta pesquisa.

QUADRO 67 - Comparativo do consumo de mão de obra da NBR 12721 e da empresa estudada

FUNÇÃO	QUANTIDADE hh/m ²	
	NBR 12721 (H12 - 3A) *	EMPRESA ESTUDADA
Pedreiro	17,64533	10,3564
Carpinteiro	8,65324	4,6503
Armador	1,73968	2,4547
Marceneiro	-	0,9531
Serralheiro	-	0,2052
Pintor	3,88604	-
Servente	22,09562	12,0775
TOTAL	54,01991	30,6972

* FONTE: NBR 12721, 1993.

Significa dizer que a empresa terá previsões de custo mais próximas de sua realidade utilizando dados referentes às suas próprias obras.

As variáveis de maior influência nos custos são facilmente identificáveis e conseqüentemente de fácil relacionamento com as variáveis dos projetos.

Os insumos de maior peso são facilmente identificados na curva ABC média, pois existe uma constância nos itens de maior influência nos orçamentos analisados. O destino final destes insumos pode ser identificado associando-se os materiais e a mão de obra aos serviços em que estes são empregados. Com o conhecimento dos serviços de maior influência nos custos, estes são relacionados com características da obra, para que assim possam ser comparados com relações de outras obras. Verificou-se que determinadas relações possuem uma maior constância quando relacionados com uma variável do que com outras.

HIPÓTESE GERAL

As variáveis de maior influência nos custos da edificação possuem relações constantes com variáveis geométricas características de projetos semelhantes.

Observa-se que para diversos índices propostos foram obtidas médias com coeficientes de variação baixos (inferiores a 25%), possibilitando desta maneira a adoção da média, ou de seu intervalo de confiança, para representar o universo de projetos da empresa estudada.

5.2. RESUMO RESULTADOS DOS INDICADORES PROPOSTOS

A distribuição percentual média dos projetos analisados deste trabalho esta reproduzida no quadro 68.

QUADRO 68 - Distribuição percentual das etapas dos projetos analisados

ETAPA	% DO CUSTO TOTAL	DESVIO PADRÃO	C.V.
Serviços iniciais	12,25	1,59	12,96
Infra-estrutura	2,65	1,37	51,80
Supra-estrutura	17,09	2,09	12,24
Paredes, esquadrias e painéis	14,03	2,38	16,96
Coberturas, proteções e impermeabilizações	2,23	0,28	12,75
Revestimentos, marcenaria e serralheria	19,89	2,41	12,13
Pavimentações	9,76	0,73	7,51
Instalações e aparelhos	19,36	2,72	14,04
Complementação da obra	2,74	0,79	29,00
TOTAL	100	100	100

São apresentados no quadro 69 e 70 o resumo dos resultados encontrados para os índices propostos, para mão de obra e materiais, respectivamente.

QUADRO 69 - Resumo dos resultados da mão de obra

FUNÇÃO	QUANTIDADE hh/m ²
Pedreiro	10,3564
Carpinteiro	4,6503
Armador	2,4547
Marceneiro	0,9531
Serralheiro	0,2052
Servente	12,0775
TOTAL	30,6972

QUADRO 70 - Resumo dos resultados do consumo de materiais

ÍNDICE	UNIDADE	MÉDIA	DESVIO PADRÃO	COEFICIENTE DE VARIAÇÃO
I _c	%	65,59188	6,98773	10,65
APE	m ² /m ²	0,83701	0,12843	15,34
CPI	m/m ²	0,39805	0,04315	10,84
API	m ² /m ²	1,08570	0,12072	11,12
NAI	portas/m ²	0,07216	0,00848	11,75
PAE	m/m ²	0,39062	0,07249	18,56
AAE	%	21,63050	5,53467	25,59
APF	%	25,11236	2,67840	10,66
NB	banheiro/m ²	0,02576	0,00455	17,72
AS	m ² /m ²	0,05958	0,03233	54,25*
AMC	m ² /compart.	10,32481	2,17480	21,06
PMC	m/compart.	13,03582	1,82518	14,00
AT	%	7,06677	4,19549	59,37*
NG	garagens/apto	3,62304	2,40141	66,28*
NURE	aptos/elevador	17,19048	14,67294	85,35*
CIRCH	%	3,04256	1,22839	40,37*
CIRCV	%	5,55374	1,10771	19,94

* coeficientes de variação elevados

Observando o quadro 70 pode-se perceber nitidamente que alguns índices possuem coeficientes de variação muito elevados, o que indica que estes índices podem assumir valores com uma amplitude muito grande, não sendo aconselhável a utilização dos mesmos em estimativas de custo. Porém nota-se também que estes índices que possuem coeficientes de variação elevados são os que tentam relacionar variáveis que são tipicamente decisões de projeto. Por exemplo, o NURE depende exclusivamente das decisões de quantas unidades residenciais e quantos elevadores o edifício irá possuir.

Observou-se que, agrupando os compartimentos em áreas de Serviço, Íntima, Social e de Circulação, as constâncias de ocupação na área total do edifício são maiores do que se analisando compartimento por compartimento, explicável pela inexistência de compartimento com algumas funções em determinadas edificações e também pela agregação dos dados que, quanto maior, mais estável serão.

Os compartimentos podem ser divididos em grupos: aqueles que possuem a área constante (banheiro de empregada, depósito, sala de jantar, etc) e aqueles que possuem a área como função da área útil da unidade (lavanderia, quarto de empregada, banheiro das suites e sala de estar, etc).

Analisando-se os compartimentos isoladamente, observou-se que muitos deles obtêm um bom coeficiente de correlação nas regressões lineares entre suas áreas e seus perímetros.

5.3. APLICABILIDADE DA METODOLOGIA PROPOSTA - ESTUDO DE CASO

Um dos métodos de estimativa de custo preliminar mais comuns é o método da estimativa por metro quadrado. Neste método, utilizam-se dados históricos ou dados obtidos em livros de custos para obtenção de um custo por metro quadrado de construção de mesmo tipo da construção considerada. O custo unitário estimado é então multiplicado pela área bruta da construção proposta, depois disso são ajustados por fatores como localização, tamanho e nível de acabamento desejado para a edificação. (KARSHENAS, 1984)

Verificou-se ao longo do trabalho que realmente muitas variáveis possuem um bom relacionamento com a área da edificação, o que vem a reforçar a utilização da área como característica dominante na estimação dos quantitativos, pressuposto básico nos métodos de estimativa por área. Porém não se deve utilizar dados referentes à edificações de diferentes características na estimativa de custos das edificações.

As médias obtidas na análise da amostra dos projetos podem ser utilizadas para cálculos de quantitativos médios da empresa que podem ser utilizados em estimativas onde ainda não se tem dados suficientes para cálculos detalhados, podem também ser utilizados para verificar os quantitativos obtidos pelo somatório detalhado de medições, e finalmente, porém não menos importante, para comparar se novos projetos estão acima ou abaixo da média usual da empresa.

Na busca de informações para estimativas de custo são muito importantes as planilhas de medição utilizadas, pois são estas os instrumentos que auxiliam a organizar e definir os dados levantados. Esta definição permite que se associe custos com elementos físicos da obra.

A obtenção dos valores de consumo próprios de empresa elimina o entrave imposto pelas diferenças regionais observadas na produtividade da mão de obra da construção civil proveniente

das diferenças na técnica empregada, pela tipologia construída e por diferenças em materiais utilizados.

É importante lembrar que, na utilização de custos unitários de um serviço, é fundamental que haja semelhança entre o serviço que está sendo orçado e o que serviu de base para o levantamento dos coeficientes técnicos de consumo e de produtividade da composição utilizada. Torna-se então necessário para estimativas de custos através dos índices propostos a determinação de composições da própria empresa que englobem os insumos necessários à sua execução.

5.4. CONCLUSÕES FINAIS

O melhor conhecimento sobre as características dos projetos leva à diminuição da variabilidade de resultados em relação ao inicialmente esperado, principalmente em termos de custos. A busca de informações tem o poder de tornar o processo mais determinístico mais palpável, sendo possível desta maneira balizar as decisões tomadas na fase de anteprojeto.

Embora as edificações tenham como uma de suas características a heterogeneidade, a bibliografia aponta a possibilidade de tipificação, ou melhor, caracterização da mesma por índices que representem suas características geométricas ou elementos funcionais, viabilizando desta maneira estimativas de custos que utilizam este artifício.

Quanto à utilização dos índices propostos neste trabalho, verificou-se que, segundo a bibliografia existente, são os que melhor caracterizam a edificação segundo aspectos geométricos e de custos.

O objetivo maior das análises realizadas não é o de encontrar um valor numérico determinístico para as variáveis estudadas, mas de verificar o grau de variação a que os mesmos podem estar sujeitos, mostrando-se assim o cuidado que deve ser tomado na utilização das médias dos índices propostos.

As dificuldades em estimar custos de projetos em que as informações disponíveis são insuficientes e a necessidade de monitorar estas informações ao longo de sua utilização, colocam como fator preponderante na busca de maior precisão o armazenamento de dados de obras executadas pela empresa como fonte mais adequada de alimentação de processo.

Uma edificação não pode ser vista como um simples somatório de insumos, o qual deve ser determinado apenas após a conclusão dos projetos, mas sim um complexo sistema onde pode-se, com pequenas alterações em sua concepção, definir as quantidades necessárias destes insumos.

Evidencia-se, desta maneira, que o orçamento não deve ser considerado como uma seqüência de operações mecânicas de somar e multiplicar composições, quantidades e preços, e sim como um processo que precisa estar embasado em informações que tenham sido definidas, levantadas, tratadas e analisadas pelo orçamentista.

De maneira resumida pode-se dizer que o pensamento do estimador de custos deve seguir o seguinte critério: melhor utilizar dados próprios, e por este motivo mais confiáveis, do que utilizar dados genéricos ou de outras empresas; e na falta de dados próprios, melhor a utilização de dados genéricos, ou de outras empresas semelhantes do que não utilizar dado nenhum.

5.5. RECOMENDAÇÕES PARA FUTUROS TRABALHOS

Ao longo do desenvolvimento deste trabalho, algumas necessidades foram detectadas, surgindo assim sugestões para trabalhos futuros na área de gerenciamento da construção civil:

- estudo estatístico da diferença entre quantidades de mão de obra e materiais calculadas no orçamento detalhado e das realmente empregadas em obra;
- desenvolvimento de uma metodologia sistematizada de cálculo para estimativas de custo utilizando os indicadores propostos;

-
- análise dos projetos deste trabalho separando-os por índice proposto, obtendo-se grupos de projetos com coeficientes de variações muito menores em seus índices. Sugere-se também a obtenção de médias por grupos de projetos semelhantes;
 - verificação da variabilidade dos índices propostos ao longo do tempo, visando uma análise da real aplicabilidade destes índices;
 - estudo que relacione as variáveis de cada compartimento com o padrão de edifício, utilizando o padrão, número de quartos ou outras macro variáveis como explicação para as variáveis geométricas.

ANEXOS

ANEXO 01 - PLANEJAMENTO DE NOVOS PROJETOS

ETAPA I - ESTUDO CONCEPÇÃO ARQUIT. 20 D.U

Pré Requisito	<ul style="list-style-type: none">- Levantamento Plani - Altimétrico- Locação Árvores, Postos, Nível de Esgoto e A. Pluviais- Sondagens e Consultoria- Projetista Estrutural- Projetista de Instalações
Produto	<ul style="list-style-type: none">- Implantação Geral (1:500/1:200)- Planta Tipo (1:50)- Corte Esquemático (1:500/1:200)- Quadro de Área Bruta/Pavimento- Solução Garagens- Cálculo de Indicadores de Projeto- Esquema de Esquadrias- Estudo Stand de Vendas- Aceitação (Arq/Proj. Estrut.)

ETAPA II - ESTUDO PRELIMINAR 45 D.U.

Pré Requisito	<ul style="list-style-type: none"> - Designação Engenheiro de Obra - Projetista Impermeabilização - Projetista Ar Condicionado - Projetista Automação - Projetista Lareira/Churrasqueira - Memorial Descritivo Preliminar - Decorador Coz./A. Serviço
Produto	<p align="center">Projeto Arquitetônico</p> <ul style="list-style-type: none"> - Localização - Implantação Geral (1:500/1:200) - Plantas de Garagem - Vagas (1:50) - Pav. Acesso (1:50) - PUC (1:50) - Pav. Tipo c/ Layout (1:50) - Pav. Ático c/Layout (1:50) - Corte Esquem. (1:200/1:100 - seccion) - Perspectiva - Tratam. Paisagístico - Dimens. Churrasqueira/Lareira - Pré - Dimens. Elevadores - Quadro de Áreas - Impermeabilização - (Área/Tipo) <p align="center">Projeto Estrutural</p> <ul style="list-style-type: none"> - Pré - Formas Pavimento - Cargas Pilares <p align="center">Projeto Instalações Hidráulicas</p> <ul style="list-style-type: none"> - Prumadas - Entradas/Medições - Dimens. Reservatórios - Posicion. Hidrantes - Posicion. Dimens. Central de Gás - Barrilete e Áreas Técnicas - Equipamentos - Válvulas Redutoras - Drenagem <p align="center">Proj. Instal. Elétr./Telef./T.Tv/Autom./Ar</p> <ul style="list-style-type: none"> - Demanda - Entrada/Medições - Prumadas - Posicion. Quadros/Caixa de Passagem - Iluminotécnica - Luz de Emergência - Pontos de Utilização - Pára-raio - Antena - Dutos Horizontais e Verticais (Ar) - Sistema de Trat. Ar. - Equipamentos
1ª Compatibilização	

ETAPA III - ANTE - PROJETO 30 D.U.

Pré Requisito	<ul style="list-style-type: none"> - Estudo Preliminar Aprovado - Memorial Descritivo - Ante - Projeto Esquadrias - Projeto Legal Aprovado - Detalhes Materiais de Acabamento - Orcamento Legal
Produto	<p align="center">Projeto Arquitetônico</p> <ul style="list-style-type: none"> - Plantas baixas c/ indicações eixo e cotas - Esquema de Esquadrias (Quant. vãos, alt, peitoris) - Plantas Ampliadas Área Molhada - Cortes e Fachadas (1:50) - Solução p/ Canteiro de Obra (2 fases) <p align="center">Projeto Estrutural</p> <ul style="list-style-type: none"> - Formas Definitivas (Cotas/Níveis) - Furações necessárias/instalações armações - Dimens. reservat./rampas e escadas <p align="center">Projeto de Instalações</p> <ul style="list-style-type: none"> - Desenho isométrico áreas molhadas - Marcação e cotas dos pontos prumadas e desvios - Dimens. quadros/cabines/medidores poços e locais técnicos - Furações na estrutura - Projeto
2ª Compatibilização	

ETAPA IV - PROJETO EXECUTIVO 30 D.U.

Pré Requisito	<ul style="list-style-type: none"> - Aprovação - Projetos Complementares - Detalhes Paizagimo - Aprov. Esquema Esquadrias - Projeto Decoração do Hall - Projeto Impermeabilização - Cronograma de Obra
Produto	<p align="center">Projeto Arquitetônico</p> <ul style="list-style-type: none"> - Implantação/locação/mv. terra (1:500/1:200) - Plantas de todos os pavimentos (1:50) - Cortes gerais e parciais (1:50) - Fachadas seccionadas (1:100;1:50) - Ampliação áreas molhadas (1:20) - Paginação de pisos e paredes (1:20) - Detalhes construtivos - Detalhes áreas externas - Mapeamento esquadrias - Projeto impermeabilização - Relação de folhas/desenhos - Decoração do Hall - Projeto canteiro de obras (2 fases)
3ª Compatibilização	

ANEXO 02 - RELAÇÃO DOS PROJETOS ESTUDADOS

IDENTIFICAÇÃO - NOME	ÁREA PAV. TIPO (m ²)	ÁREA TOTAL (m ²)
Edifício Green Tower	386,49	18.283,37
Edifício Green Village Residence	604,52	12.733,40
Edifício Rio Arkansas	346,14	4.855,57
Edifício Rio Mosel	328,80	4.245,40
Edifício Greenland Park	473,09	11.929,94
Edifício Rio Ródano	254,32	9.177,54
Edifício Rio Loire	294,72	10.418,11
Edifício Regent's Park Residences	379,55	4.468,77
Edifício Rio Elba	232,94	7.363,29
Edifício Rio Oregon	298,47	12.565,98
Edifício Lagos Andinos	328,94	12.777,35
Edifício Portal do Lago	283,60 / 411,01*	59.778,07
Edifício Green Valley	288,52	11.651,05
Edifício Victória Park Residence	460,06	11.479,85
Edifício Ilhas do Caribe	359,37	27.568,19
Edifício Green Peace	290,13	8.538,66
Edifício Rio Volga	380,20	14.230,51
Edifício New Port	257,30	20.358,26
Edifício Punta Arenas	311,70	3.756,54
Edifício Green Park	483,26	8.168,15

* O Edifício Portal do Lago possui quatro blocos, um com área do pavimento tipo igual a 283,60 m² e três com área do pavimento tipo igual a 411,01 m².

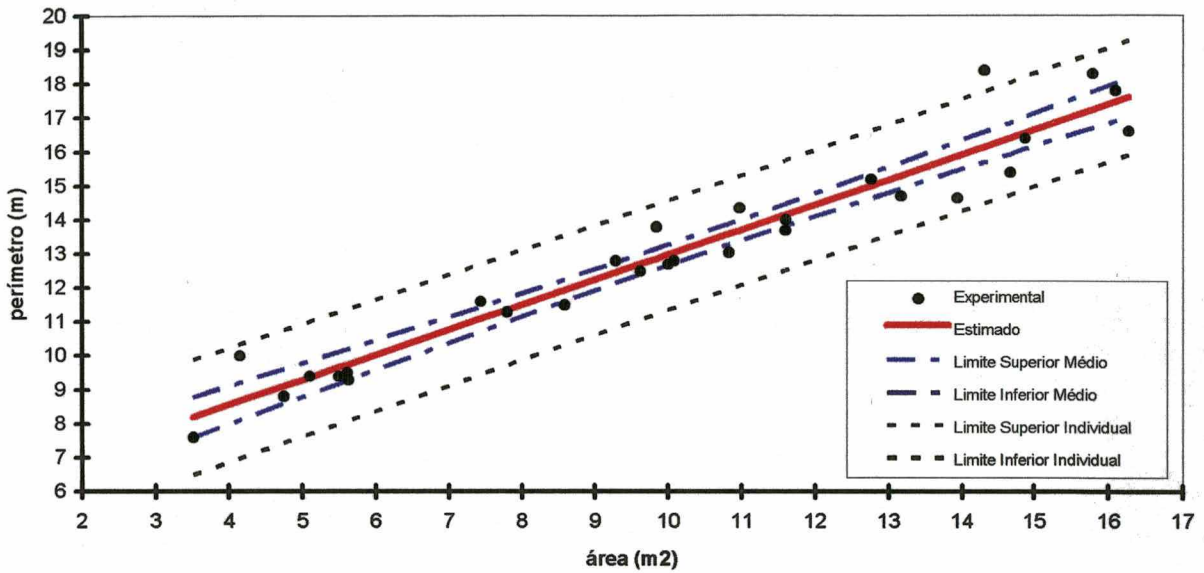
ANEXO 03 - TABELA RESUMO DOS RESULTADOS

PROJETO	Ic	APE 1	APE 2	CPI	API 1	API 2	NAI	PAE	AAE
01	65,07057	0,76205	0,69079	0,46181	1,22380	1,15254	0,06727	0,23959	0,10568
02	49,70834	0,82664	0,68598	0,35283	0,97027	0,82961	0,07609	0,36525	0,19158
03	65,57212	0,81361	0,67038	0,31305	0,84524	0,70200	0,06934	0,27966	0,19615
04	75,98021	0,74617	0,57398	0,39872	1,11642	0,94424	0,07299	0,36101	0,22484
05	63,50711	0,71857	0,52040	0,41296	1,11498	0,91681	0,06764	0,38952	0,24883
06	61,08938	1,03704	0,86948	0,36185	0,99508	0,82753	0,08651	0,46084	0,22005
07	73,01366	0,74945	0,57493	0,39419	1,00518	0,83066	0,06786	0,34066	0,22329
08	64,48370	0,90296	0,70603	0,35925	1,09573	0,89879	0,06587	0,40258	0,26262
09	67,79912	0,97635	0,74621	0,37563	1,03299	0,80286	0,08157	0,49841	0,29110
10	65,57049	0,87620	0,73149	0,38198	1,03135	0,88664	0,06701	0,34992	0,18680
11	65,34499	0,85247	0,67035	0,42149	1,15910	0,97698	0,06384	0,41546	0,20650
12 A	71,83846	0,84975	0,73956	0,44975	1,25931	1,14912	0,09168	0,34908	0,14712
12 B	59,19874	0,85657	0,72694	0,45121	1,26338	1,13374	0,08272	0,41167	0,16822
13	70,44971	0,82946	0,61313	0,37698	1,01783	0,80151	0,06239	0,47588	0,30108
14	76,33245	0,60624	0,46323	0,42251	1,14078	0,99777	0,07390	0,36500	0,18675
15	56,78159	0,90576	-	0,43806	1,16085	-	0,07791	-	-
16	58,69084	0,99288	0,79671	0,36582	0,98771	0,79154	0,06549	0,50481	0,26880
17	67,25811	0,71631	0,58419	0,36386	0,92785	0,79572	0,06312	0,33772	0,17515
18	67,53249	0,94901	-	0,45641	1,27796	-	0,06996	-	-
19	75,96243	0,72689	0,59917	0,45406	1,20325	1,07553	0,08021	0,38178	0,18280
20	67,09283	0,69701	0,45132	0,34663	0,97055	0,72487	0,06208	0,49290	0,32238
MÉDIA	66,10844	0,82816	0,65338	0,39805	1,08570	0,90729	0,07216	0,39062	0,21630
DESVIO PADRÃO	6,71258	0,10996	0,10982	0,04315	0,12072	0,14040	0,00848	0,07249	0,05534
COEF. VARIAÇÃO	10,15	13,28	16,81	10,84	11,12	15,47	11,75	18,56	25,59

PROJETO	APF	NB	AS	AMC	PMC	AT	NG	NURE	CIRCH	CIRCV
01	22,26181	0,02303	0,12257	6,85737	10,31444	8,70573	0,31977	57,33333	6,66770	5,61980
02	29,97097	0,03604	0,09078	10,57000	13,00364	4,70228	2,14286	14,00000	2,34566	5,50188
03	24,84570	0,03165	0,06726	10,53167	11,28417	7,04510	2,31579	9,50000	2,90344	4,47795
04	23,71055	0,02431	0,03039	10,28375	12,56250	7,11853	3,33333	4,50000	2,29318	4,84489
05	28,25657	0,02675	0,02969	10,38500	12,84278	3,96783	3,11765	11,33333	1,75653	5,00327
06	21,42170	0,02672	0,03928	10,39444	12,79667	6,20515	2,88462	13,00000	3,55457	7,07376
07	25,32778	0,02171	0,04207	12,79667	14,89167	2,72929	-	13,50000	2,60925	5,70032
08	23,41367	0,02108	0,04459	11,85917	13,87375	7,80438	4,25000	4,00000	1,95494	4,82149
09	24,11634	0,02846	0,04531	9,24684	11,79474	7,36600	3,09091	11,00000	2,96642	6,99751
10	25,98346	0,02188	0,02932	12,69611	14,95111	11,00559	3,21429	9,33333	2,51281	6,70754
11	21,54109	0,02387	0,03099	11,42636	14,74591	8,33177	11,33333	4,50000	3,77576	5,88253
12 A	22,67420	0,02825	0,05603	8,85000	12,03750	9,62559	4,32609	23,00000	3,81875	6,02256
12 B	25,24555	0,02526	0,04963	8,33474	11,78444	9,62559	4,32609	46,00000	2,73472	4,32106
13	28,22869	0,02484	0,03239	10,59579	13,73789	2,45738	3,03226	15,50000	2,09344	6,37390
14	30,34913	0,02838	0,02924	11,00938	13,74563	8,33338	4,22222	9,00000	2,37360	4,13207
15	21,71224	0,03157	0,12344	7,03889	10,66111	1,25844	7,46154	19,50000	3,31413	4,79450
16	26,41338	0,02396	0,09185	11,59556	15,01389	3,77799	2,63636	11,00000	2,47785	6,44883
17	24,12479	0,02117	0,08039	14,16800	16,71000	2,43308	4,07407	13,50000	2,20936	4,37401
18	25,60095	0,02323	0,07176	6,62269	10,19911	9,51083	1,63158	47,50000	5,74426	7,83909
19	28,23975	0,03214	0,03035	7,77786	11,32352	20,73903	1,25500	12,00000	3,72794	6,01860
20	23,92130	0,01675	0,11502	13,78077	15,47769	5,65930	-	12,00000	2,06279	3,67297
MÉDIA	25,11236	0,02576	0,05959	10,32481	13,03582	7,06677	3,62304	17,19048	3,04256	5,55374
DESV. PADRÃO	2,67840	0,00456	0,03233	2,17480	1,82518	4,19549	2,40141	14,67294	1,22839	1,10771
C. VARIAÇÃO	10,66	17,72	54,25	21,06	14,00	59,37	66,28	85,36	40,37	19,94

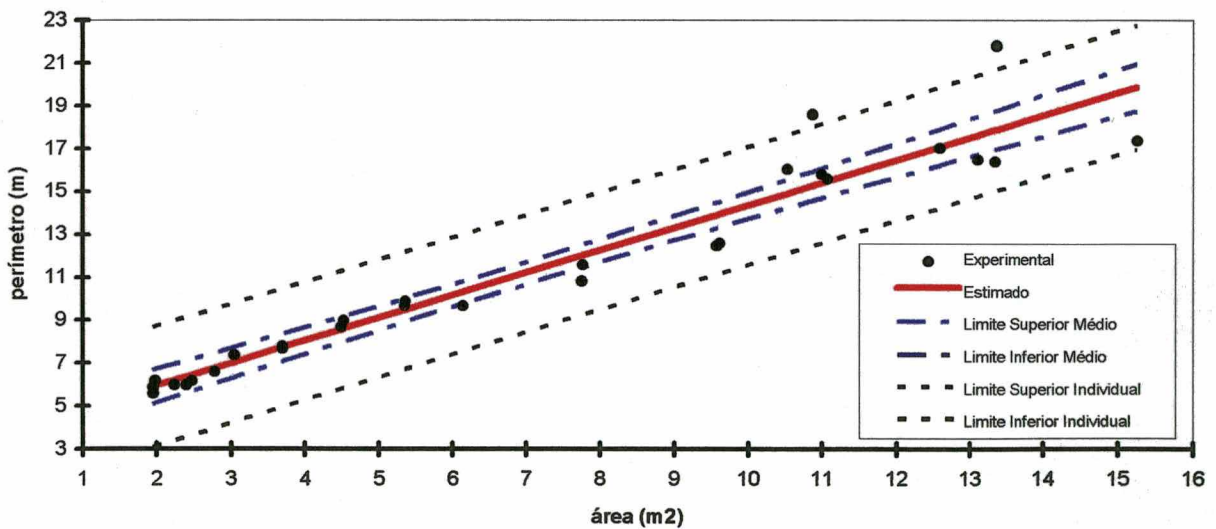
ANEXO 04 - REGRESSÕES LINEARES DOS COMPARTIMENTOS ISOLADOS

COZINHA



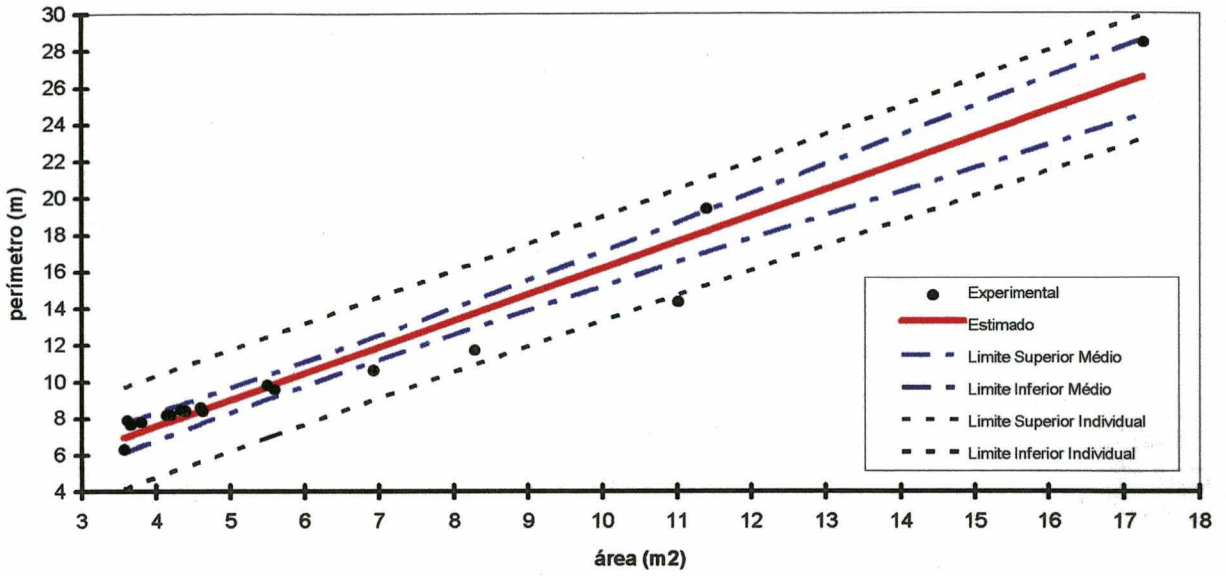
COMPARTIMENTO	N	EQUAÇÃO	r	R ²	E _p
COZINHA	28	$Y = 5,59 + 0,74 X$	0,9674	0,9359	0,77

LAVANDERIA



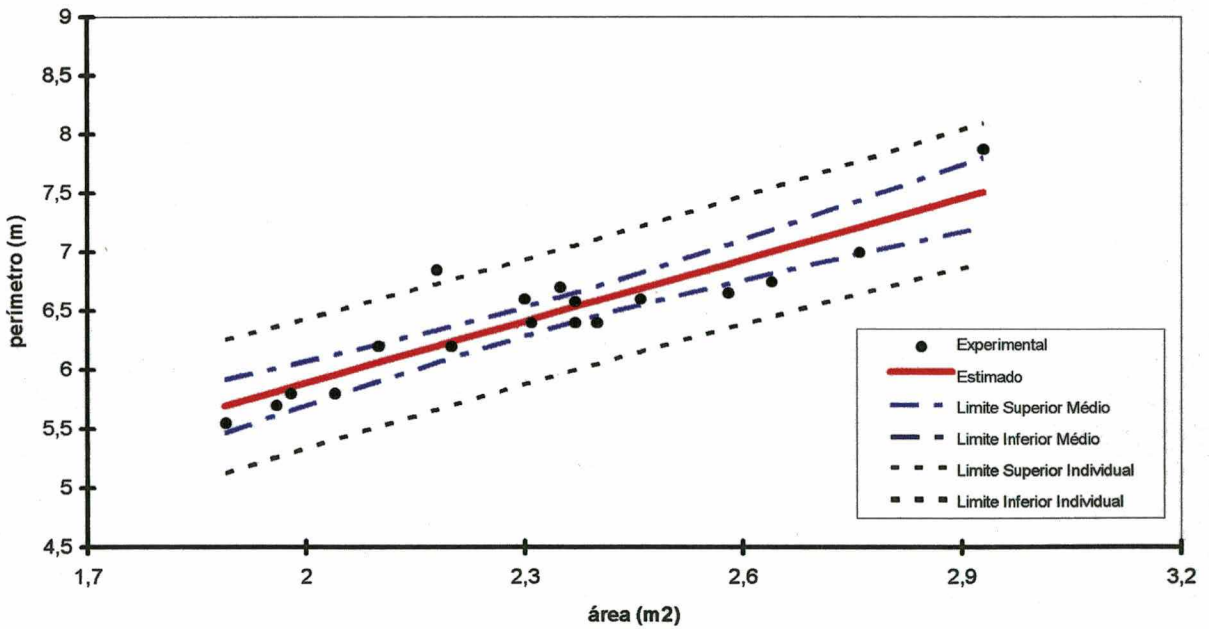
COMPARTIMENTO	N	EQUAÇÃO	r	R ²	E _p
LAVANDERIA	28	$Y = 3,82 + 1,05 X$	0,9627	0,9267	1,30

QUARTO EMPREGADA



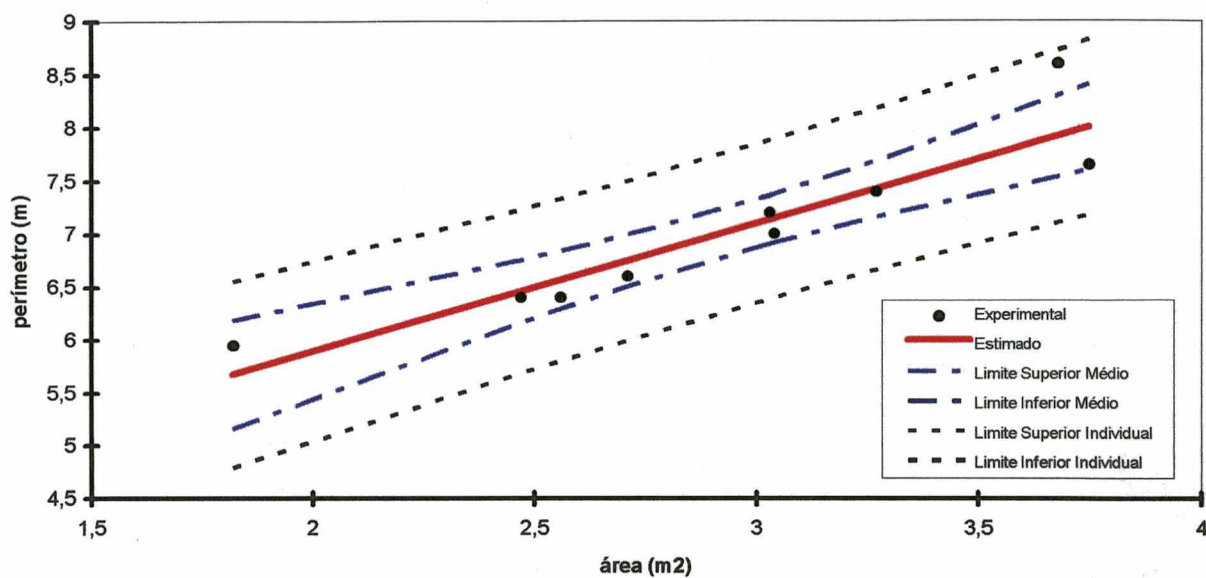
COMPARTIMENTO	N	EQUAÇÃO	r	R ²	E _p
QUARTO EMPR.	17	$Y = 1,80 + 1,43 X$	0,9754	0,8141	1,25

BWC EMPREGADA



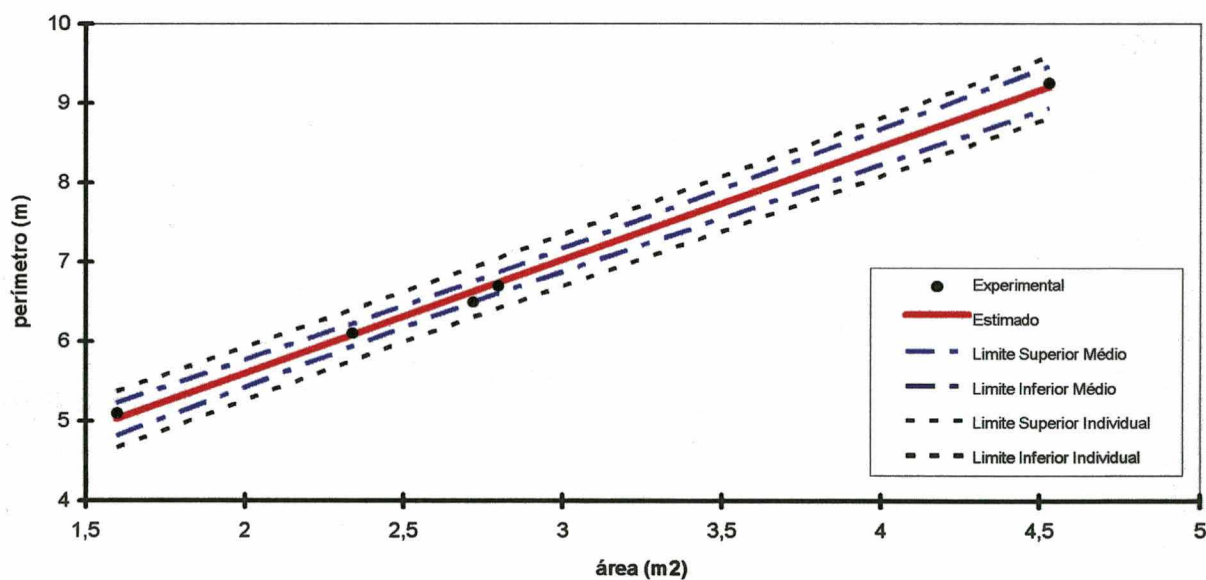
COMPARTIMENTO	N	EQUAÇÃO	r	R ²	E _p
BWC EMPR.	18	$Y = 2,39 + 1,75 X$	0,9023	0,8141	0,24

DEPÓSITO



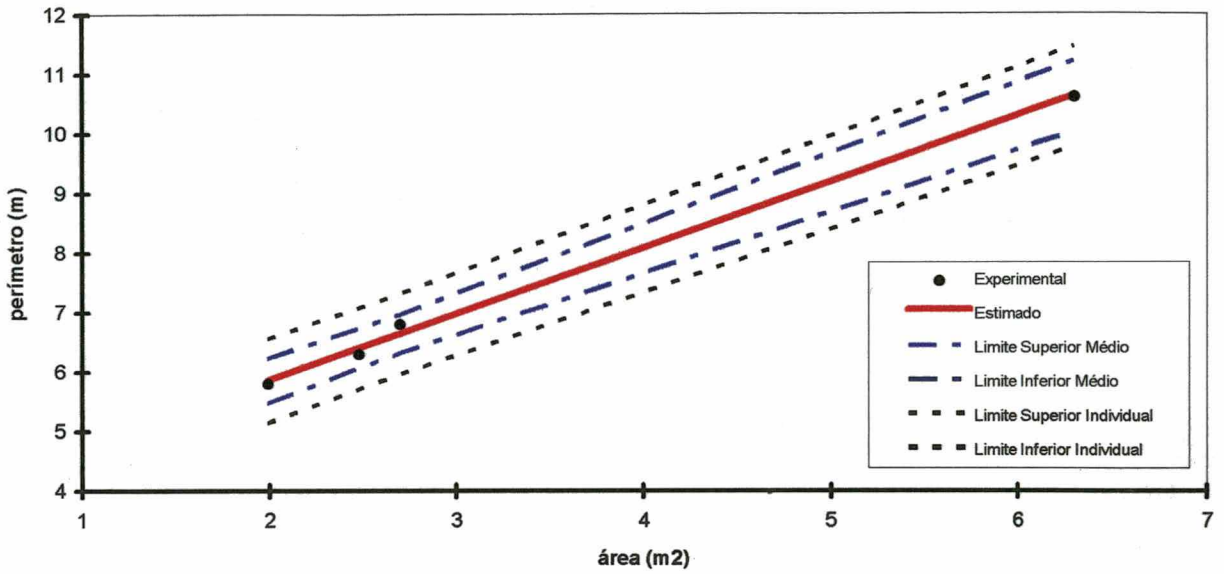
COMPARTIMENTO	N	EQUAÇÃO	r	R ²	E _p
DEPÓSITO	10	$Y = 3,47 + 1,20 X$	0,9228	0,8516	0,31

ROUPARIA



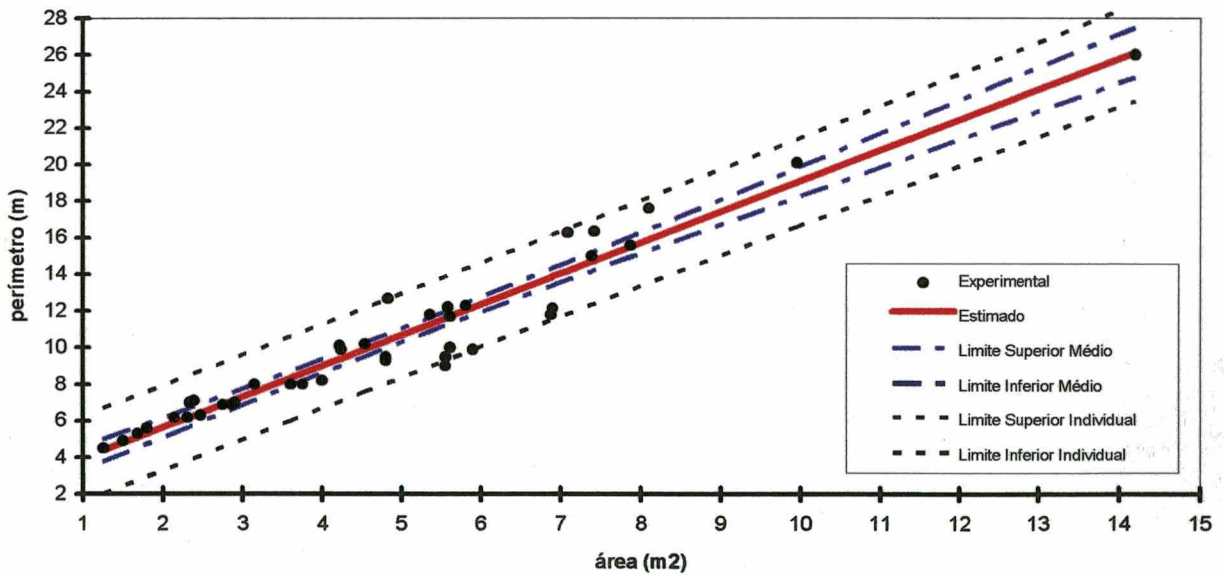
COMPARTIMENTO	N	EQUAÇÃO	r	R ²	E _p
ROUPARIA	5	$Y = 2,74 + 1,42 X$	0,9987	0,9974	0,09

CRISTALEIRA



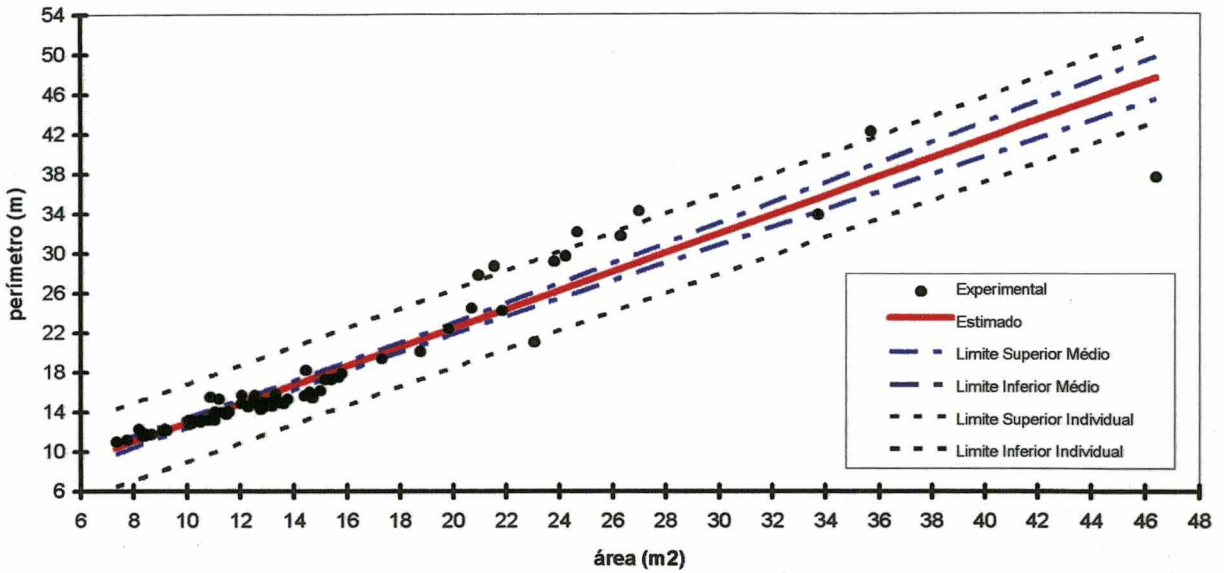
COMPARTIMENTO	N	EQUAÇÃO	r	R ²	E _p
CRISTALEIRA	4	$Y = 3,65 + 1,10 X$	0,9987	0,9973	0,14

CIRCULAÇÃO PRIVATIVA



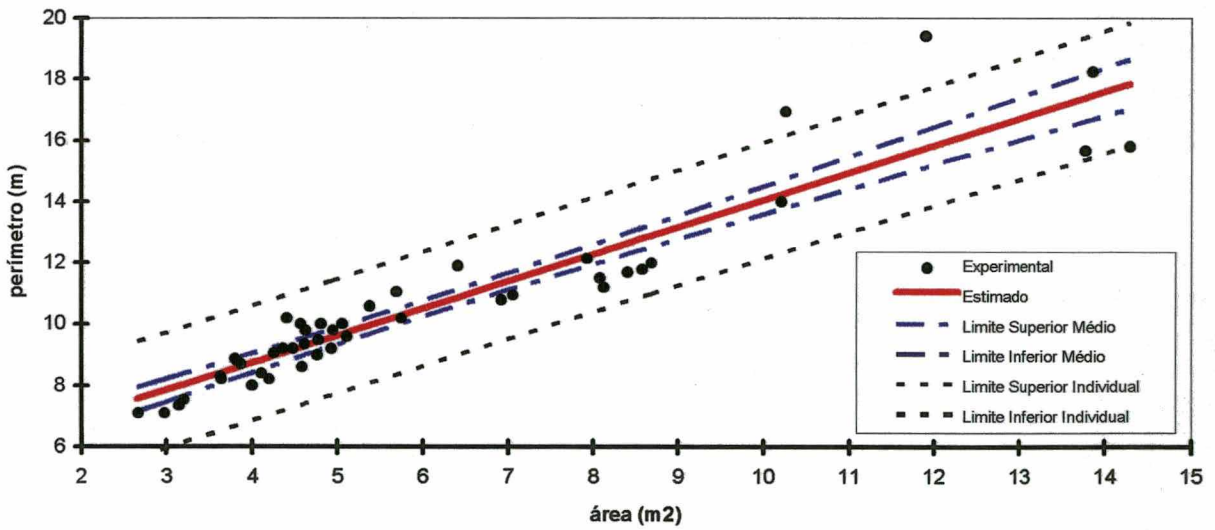
COMPARTIMENTO	N	EQUAÇÃO	r	R ²	E _p
CIRC. PRIVATIVA	39	$Y = 2,24 + 1,68 X$	0,9680	0,9370	1,15

QUARTOS / SUÍTES



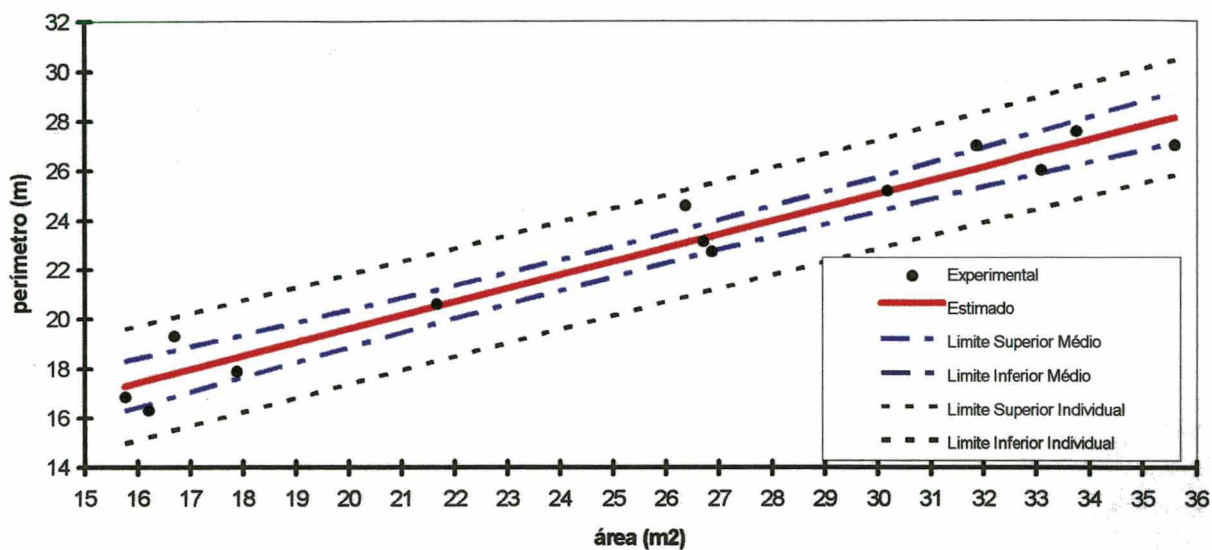
COMPARTIMENTO	N	EQUAÇÃO	r	R ²	E _p
QUARTOS / SUÍTES	84	Y = 3,37 + 0,95 X	0,9539	0,9099	1,98

BWC / SUÍTES



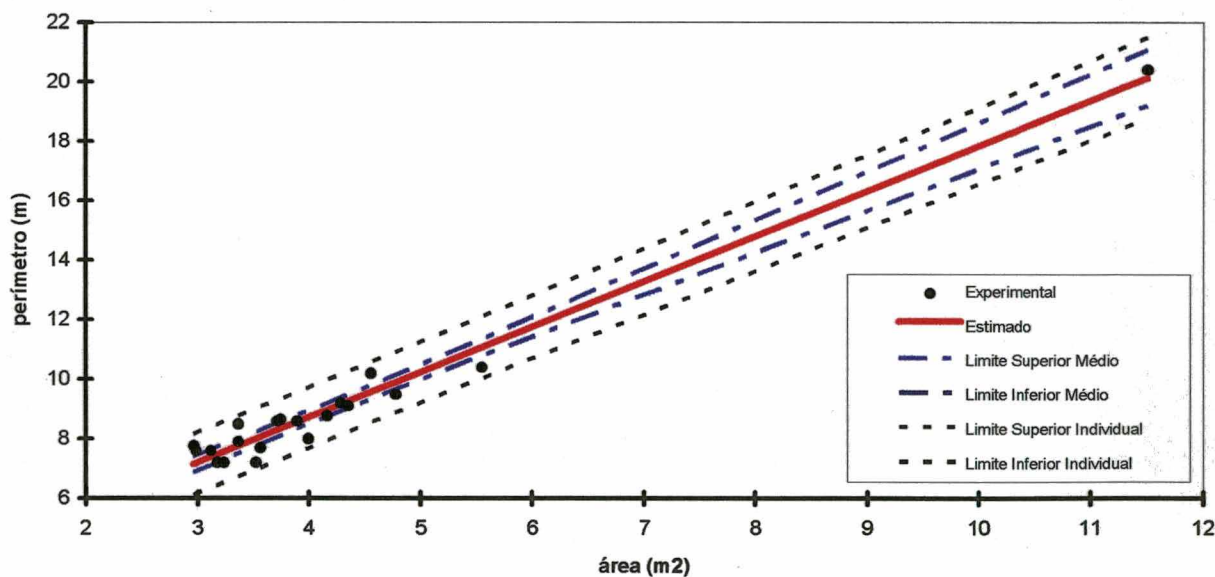
COMPARTIMENTO	N	EQUAÇÃO	r	R ²	E _p
BWC SUÍTES	50	Y = 5,18 + 0,88 X	0,9393	0,8823	0,94

SALA ÍNTIMA



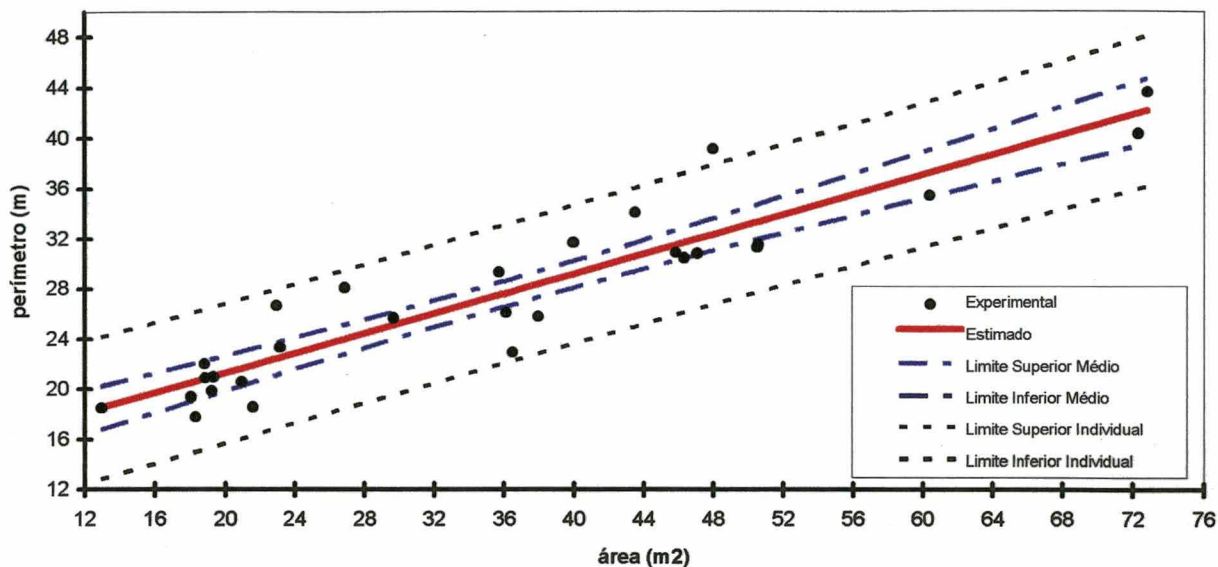
COMPARTIMENTO	N	EQUAÇÃO	r	R ²	E _P
SALA ÍNTIMA	13	$Y = 8,68 + 0,54 X$	0,9745	0,9497	0,94

BWC



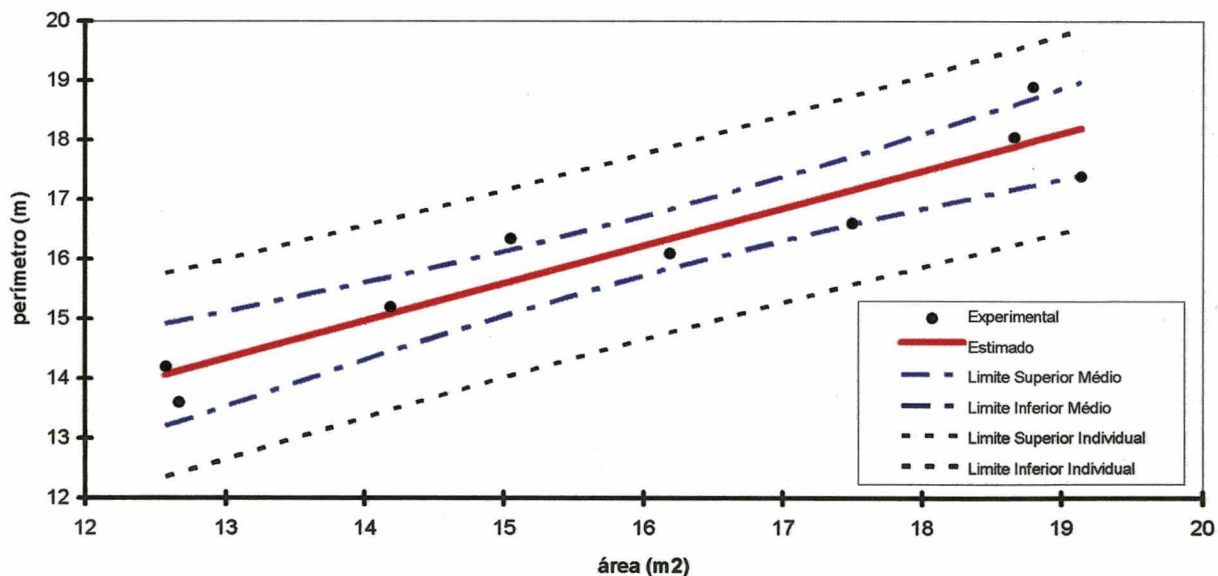
COMPARTIMENTO	N	EQUAÇÃO	r	R ²	E _P
BWC	20	$Y = 2,62 + 1,52 X$	0,9868	0,9739	0,47

SALA ESTAR



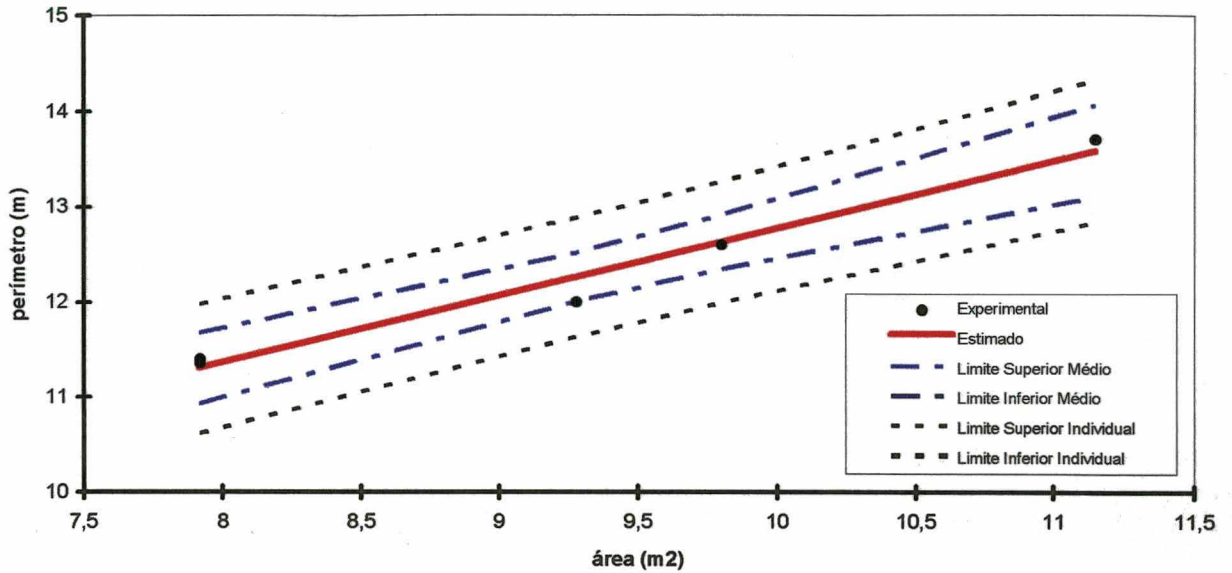
COMPARTIMENTO	N	EQUAÇÃO	r	R ²	E _P
SALA DE ESTAR	28	$Y = 13,37 + 0,39 X$	0,9304	0,8656	2,62

SALA JANTAR



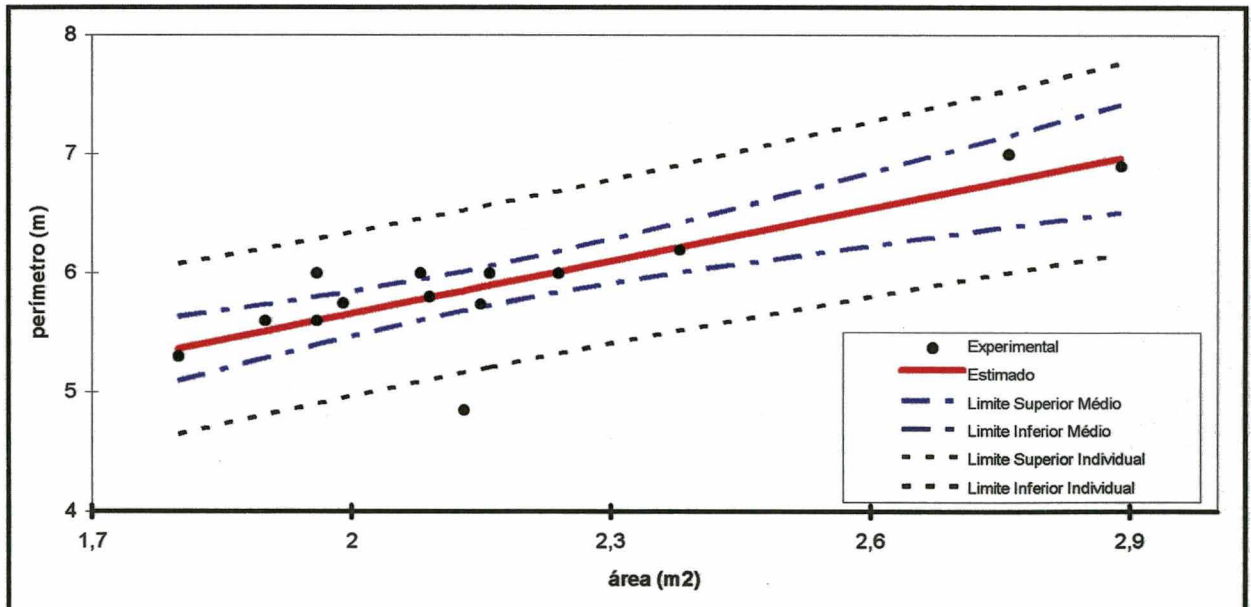
COMPARTIMENTO	N	EQUAÇÃO	r	R ²	E _P
SALA DE JANTAR	9	$Y = 6,15 + 0,62 X$	0,9420	0,8873	0,62

ESCRITÓRIO



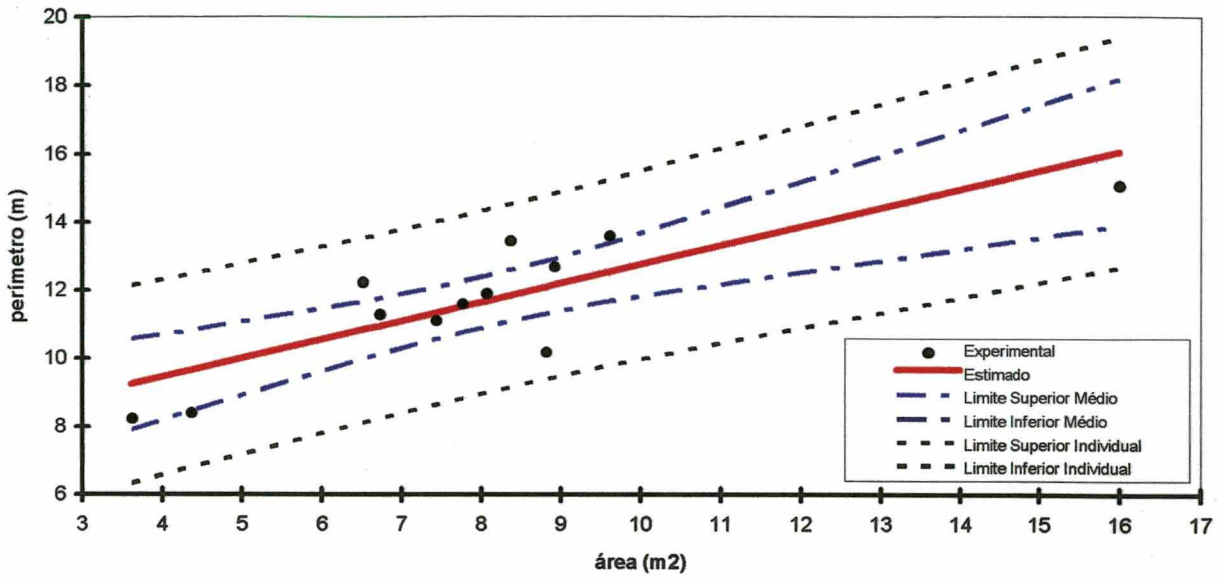
COMPARTIMENTO	N	EQUAÇÃO	r	R ²	E _P
ESCRITÓRIO	5	$Y = 5,71 + 0,70 X$	0,9872	0,8746	0,18

LAVABO



COMPARTIMENTO	N	EQUAÇÃO	r	R ²	E _P
LAVABO	16	$Y = 2,72 + 1,47 X$	0,8239	0,6787	0,31

CHURRASQUEIRA



COMPARTIMENTO	N	EQUAÇÃO	r	R ²	E _p
CHURRASQUEIRA	12	$Y = 7,24 + 0,55 X$	0,8378	0,7019	1,16

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABDEL-RAZEK, Refaat, McCAFFER, Ronald. The range of inaccuracy in the estimated all-in labour rate. *International Journal of Construction Management & Technology*. [S.l.] v. 1. n. 1. p. 54-63. [19--].
- ARQUITETURA & CONSTRUÇÃO, São Paulo. Ed. Abril. *Periódico*. edição mensal. Ano 10 (1994), n. 9, 10 11, 12. Ano 11 (1995), n. 1, 2, 3, 4 ,5 e 6.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. *Avaliação de custos unitários e preparo de orçamento de construção para incorporação de edifício em condomínio: NBR-12721*. Rio de Janeiro, RJ, ago. 1992. 46 p.
- . *Avaliação de custos unitários e preparo de orçamento de construção para incorporação de edifício em condomínio: NBR-140*. Rio de Janeiro, RJ, dez. 1964. 44 p.
- . *Referências bibliográficas: NB-66*. Rio de Janeiro, RJ, mai. 1989. 9 p.
- . *Apresentação de citações em documentos : NB-896*. Rio de Janeiro, RJ, mai. 1990. 2 p.
- ATKIN, Brian. Stereotypes and themes in building designs: Insights for model builders. *Construction Management and Economics*. n. 11. 119-130 p. 1993.
- BEZELGA, Artur Adriano Alves. *Economia no projeto de edifícios*. Laboratório Nacional de Engenharia Civil. v. 1 e 2. Lisboa. 1981. 415 p.
- . *Edifícios de habitação - Caracterização e estimativa técnico-econômica*. Universidade Técnica de Lisboa. Ed. Imprensa Nacional - Casa da Moeda. out. 1984.
- BITTENCOURT, A. E. *A estrutura do custo das empresas de construção*. Coleção "Custo Empresarial". Centro Internacional de Edições Profissionais Ltda. São Paulo. [19--]. 117 p.
- BORGES, Angela Cabral de Mello. Curvas ABC geradas por um software de orçamentação de obras: análise dos dados obtidos e suas repercussões nas decisões quanto ao custo e gerência dos canteiros. In: IX ENEGEP - Encontro Nacional de Engenharia de Produção, 1989, Porto Alegre, RS. *Anais...* Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul e Universidade Federal de Santa Maria, set. 1989. v. 2. 355 p. p. 38-48.
- BRADLEY, Robert M., POWELL, Michael G., SOULSBY, Michael R. Quantifying variations in project-cost estimates. *Journal of Management in Engineering*. v. 6. n. 1. p. 99-106. Jan. 1990.
- CABRAL, Eduardo Cesar Chaves. *Proposta de metodologia de orçamento operacional para obras de edificação*. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, SC. set. 1988.
- CADERNO GERAL DE ENCARGOS. Banco do Brasil - Departamento de Engenharia. 1984.

- CARTILHA PARA ORÇAMENTO EXECUTIVO. Construtora Irmão Thá S.A. Utilização Interna. Curitiba, PR. 1993.
- CARR, Robert I. Cost-estimating principles. *Journal of Management in Engineering*. v. 115. n. 4. p. 545-551. Dec. 1989.
- CENTRO DE TECNOLOGIA DE EDIFICAÇÕES - CTE. *Sistema de gestão da qualidade para empresas construtoras*. SINDUSCON-SP; SEBRAE-SP. São Paulo, SP. set. 1994. 247 p.
- CHRISTIAN, John et al. Pre architectural/engineering cost information using historical data and expert system. *The International Journal of Construction Information Technology*. v. 1. n. 1. p. 29-41. 1992.
- DOYLE, Robert C. How good is your estimate? or constructing a risk analysis program to evaluate construction project estimates. *AACE Bulletin*. v. 19. n. 3. May/June. p. 93-97. 1977.
- DURÁN, J. I. de Llorens. BONDÍA, J. M. Albero. Aplicacion practica del metodo ARC al predimensionado de costos en la vivienda. In: Seccion de Estudios de la Vivienda del Colegio Oficial de Arquitectos de Cataluña y Baleares. Ed. La Gaya Ciencia. Barcelona, Espanha. 1974. 152 p.
- FORMOSO, Carlos Torres et al. *Estimativa de custos de obras de edificação*. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Caderno Técnico do Curso de Pós-graduação em Engenharia Civil. abr. 1986. 108 p.
- FORTUNE, Chris, SKITMORE, Martin. Quantification skills in the constructon industry. *Construction Management and Economics*. n. 12. p. 79-88. 1994.
- FRICS, R. M. S. *Accuracy in estimating*. The Chartered Institute of Building. Occasional Paper n. 27. 1983. 14 p.
- GALVÃO, Maria Alcélia de S. et al. Orçamentos operacionais e sua aplicação na gerência de construção civil. In: X ENEGEP - Encontro Nacional de Engenharia de Produção, 1990, Belo horizonte, MG. *Anais...* Belo Horizonte: Universidade Federal de Minas Gerais e Escola Federal de Engenharia de Itajubá, set. 1990. v. 2. 485-878 p. p. 686-691.
- GARCIA MESEGUER, Álvaro. *Controle e garantia da qualidade na construção*. Tradução por Roberto José Falcão Bauer, Antônio Carmina Filho, Paulo Roberto do Lago Helene. São Paulo: SINDUSCON - SP. Projeto, PW, 1991.
- GIAMMUSSO, Salvador Eugênio. *Orçamento e custos na construção civil*. 2 ed. rev. São Paulo, SP, PINI. 1991. 181 p.
- GRAÇA, Moacyr E. A., GONÇALVES, Orestes M. *Estimação probabilística de custos - Método simplificado*. Simpósio sobre Barateamento da Construção Habitacional. Tabalho n. 50. Salvador, BA. Mar. 1978.

- HEINECK, Luiz Fernando M. Orçamentos na construção civil - afinal o que ainda não se sabe? In: X ENEGEP - Encontro Nacional de Engenharia de Produção, 1990, Belo Horizonte, MG. *Anais...* Belo Horizonte: Universidade Federal de Minas Gerais e Escola Federal de Engenharia de Itajubá, set. 1990. v. 2. 485-878 p. p. 692-697.
- Evolução de preços na edificação com preços deflacionados. In: IX ENEGEP - Encontro Nacional de Engenharia de Produção, 1989, Porto Alegre, RS. *Anais...* Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul e Universidade Federal de Santa Maria, set. 1989. v. 2. 355 p. p. 90-109.
- Agilidade nos critérios de medição dentro de práticas orçamentárias - os vários usos da informação obtida a partir do orçamento de obra para serviços relativos a colocação de esquadrias. In: XIV ENEGEP - Encontro Nacional de Engenharia de Produção, 1994, João Pessoa, PB. *Anais...* Ed. Universitária UFPB, out. 1994. v. 2. 710 p. p. 870-875.
- *Obtenção de informações no processo de estimativa de custos*. Notas de aula. Curso de Extensão. Departamento de Engenharia Civil, UFRGS. set-nov. 1986.
- HEINECK, Luiz Fernando M., OLIVEIRA, Mirian. 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. *Anais...* Ed. Universitária UFPB, out. 1994. v. 2. 710 p. p. 848-852.
- HEINECK, Luiz Fernando Mählmann, PANZETER, Andrea Angela. Estimativa de custos na construção civil: um estudo de caso... In: IX ENEGEP - Encontro Nacional de Engenharia de Produção, 1989, Porto Alegre, RS. *Anais...* Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul e Universidade Federal de Santa Maria, set. 1989. v. 2. 355 p. p. 128-150.
- HERBSMAN, Zohar. SERC - A model for estimating construction inputs. *Journal of Management in Engineering*. v. 112. n. 3. Sept. 1986.
- HIROTA, Ercília Hitomi. *Estudo exploratório sobre a tipificação de projetos de edificações, visando a reformulação da norma brasileira NB-140/65*. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, RS, abr. 1987. 153 p.
- HIROTA, Ercília H., HEINECK, Luiz F. M. *Origens, aplicações e distorções da atual norma brasileira de incorporações e condomínio NB 140/65*. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Caderno Técnico do Curso de Pós-graduação em Engenharia Civil. mar. 1990. 36 p.
- HOFFMANN, Rodolfo, VIEIRA, Sônia. *Análise de regressão - Uma introdução à econometria*. Ed. Hucitec. 2. ed. São Paulo, SP. 1983.
- KALLAS, Emílio Rached. *Método para gerenciamento de empreendimentos imobiliários*. Dissertação de Mestrado. Escola Politécnica da USP. vol 1 e 2. São Paulo, SP. 1988. 417 p.
- KARSHENAS, Saeed. Predesign cost estimating method for multistorey buildings. *Journal of Engineering and Management*. v. 110. n. 1, p. 79-86. Mar. 1984.

- KAZMIER, Leonard J. *Estatística aplicada a economia e administração*. Tradução por Carlos Augusto Crusius. Revisão por Jandyra M. Fachel. Ed. McGraw-Hill do Brasil (Coleção Schaum), São Paulo, SP. 1982. 376 p.
- KRUG, Edmundo. *Como se orça uma construção*. São Paulo, SP, Ed. Off Graph. Pudge Bastos, 1928. 117 p.
- LANTELME, Elvira, OLIVEIRA, Mírian, FORMOSO, Carlos Torres. Sistema de indicadores de qualidade e produtividade para construção civil: Primeiros resultados. in: Estratégias para modernização da construção civil: Qualidade na cadeia produtiva. *Anais...* São Paulo: Financiadora de Estudos e Projetos - FINEP. dez. 1994. 79 p. p. 37-59.
- —. in: Gestão da qualidade na construção civil: Uma abordagem para empresas de pequeno porte. Editado por Carlos Torres Formoso. Porto Alegre: Programa da qualidade e produtividade da construção civil no RS. out. 1994. 268 p. p. 223-252.
- LICHTENSTEIN, Norberto Blumenfeld. *Formulação de modelo para o dimensionamento do sistema de transporte em canteiro de obras de edifícios de múltiplos andares*. Escola Politécnica da USP. Tese de Doutorado. São Paulo, SP. 1987. 268 p.
- LOPES, Ana Lúcia Miranda. *Uma investigação sobre curvas ABC na construção civil*. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, SC. dez. 1992.
- LOSSO, Iseu Reichmann, ARAÚJO, Hércules Nunes. Comparação entre os componentes dos lotes básicos de edificações de diferentes números de pavimentos e padrão de acabamento, para composição do custo unitário básico (CUB). In: XIV ENEGEP - Encontro Nacional de Engenharia de Produção, 1994, João Pessoa, PB. *Anais...* Ed. Universitária UFPB, out. 1994. v. 2. 710 p. p. 882-887.
- MAFFEI, Carlos Alberto de Abreu. *Os materiais de construção, o projeto e o custo dos empreendimentos habitacionais*. in: Simpósio sobre Barateamento da Construção Habitacional. Trabalho n. 221. Salvador, BA. mar. 1978.
- MAIA, Maria Aridenise Macena. *Metodologia de intervenção para padronização na execução de edifícios com participação dos operários*. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, SC. 1994. 103 p.
- MASCARÓ, Juan Luiz. *O custo das decisões arquitetônicas*. São Paulo, SP, Nobel, 1985. 100 p.
- MASCARÓ, Lúcia Raffo de; MASCARÓ, Juan Luiz. *A construção na economia nacional*. São Paulo, SP, Pini, 1981. 86 p.
- MELHADO, Silvio Burrattino, VIOLANI, Marco Antônio. *A qualidade na construção civil e o projeto de edifícios*. Texto Técnico. Escola Politécnica da USP. Departamento de Engenharia de Construção Civil. São Paulo, SP, 1992. 25 p.

- METODOLOGIA DE GERÊNCIA TÉCNICO-FINANCEIRA, DE PESQUISA DE PREÇOS E ORÇAMENTO PARA A CONSTRUÇÃO CIVIL. BANESTADO, COPEL, COHAPAR, DER, FUNDEPAR, SANEPAR, SUCEAM. Curitiba, PR. mai. 1992. 166 p.
- MORSCH, Débora de Souza, HIROTA, Ercília Hitomi. *Participação percentual dos serviços em um orçamento*. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Caderno Técnico do Curso de Pós-graduação em Engenharia Civil. ago. 1986. 15 p.
- NANNI, Luis Fernando. *Análise Estatística de dados com o uso de técnicas computacionais*. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Caderno Técnico do Curso de Pós-graduação em Engenharia Civil. mai. 1981. rev. 1986. 178 p.
- NETO, Ageu da Costa Ramos, CASTRO, Pedro Ricardo de Almeida. *Arquitetura empresarial*, Diretoria de Produto - DIPRO. Encol. Brasília, ago. 1990. 65 p.
- O'BRIEN, Mark John, PANTOUVAKIS, John Paris. A new approach to the development of computer-aided estimating systems for the construction industry. *Construction Management and Economics*. n. 11. p. 30-44. 1993.
- OLIVEIRA, Míriam. Análise de características geométricas de prédios habitacionais relacionadas com o custo. In: IX ENEGEP - Encontro Nacional de Engenharia de Produção, 1989, Porto Alegre, RS. *Anais...* Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul e Universidade Federal de Santa Maria, set. 1989. v. 2. 355 p.
- *Caracterização de prédios habitacionais de Porto Alegre através de variáveis geométricas - uma proposta à partir das técnicas de estimativas preliminares de custo*. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, RS. mar. 1990. 125 p.
- OLIVEIRA, Mírian, LANTELME, Elvira, FORMOSO, Carlos Torres. *Sistema de indicadores de qualidade e produtividade da construção civil. Manual de Utilização*. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Convênio SEBRAE/UFRGS. Porto Alegre, RS. dez. 1993.
- PANZETER, Andrea Angela. *Estudo das relações entre os consumos de mão de obra e as quantidades físicas executadas*. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, RS. jul. 1988. 159 p.
- PEURIFOY, R. L. *Estimating construction costs*. McGraw-Hill Book Company. second edition. 1958. 445 p.
- PICCHI, Flávio Augusto. *Sistemas da qualidade: uso em empresas de construção de edifícios*. Tese de Doutorado. Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. São Paulo, SP. 1993. 462 p.
- PIETROBON, Cláudio Emanuel. MOURA, Armando Noé Carvalho de Jr. Proposta de metodologia para análise da variação do CUB no período de transição normativa (dezembro/92 e janeiro/93). In: XIV ENEGEP - Encontro Nacional de Engenharia de Produção, 1994, João Pessoa, PB. *Anais...* Ed. Universitária UFPB, out. 1994. v. 2. 710 p. p. 809-816.

- PULVER, H. E. *Construction estimates and costs*. McGraw-Hill Book Company. Third edition. 1960. 617 p.
- ROCHA, Silvio José Jaeger. *Modelo de simulação e correlação entre as formas de ocupação construtiva do parcelamento urbano de base ortogonal: Edifícios tipo "torre" "fita" e "quarteirão", suas variações volumétricas e seus custos*. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, RS. out. 1986. 347 p.
- ROSSO, Teodoro. *Aspectos geométricos do custo das edificações*. Simpósio sobre Barateamento da Construção Habitacional. Trabalho nº 83. Salvador, BA. mar. 1978.
- SAMPAIO, Fernando Morethson. *Orçamento e custo da construção*. São Paulo, SP, Ed. Hemus. [19--]. 289 p.
- SCHALY, Ivan Paulo. *Verificação da aplicabilidade do conceito da linha de balanço para a programação dos pavimentos repetidos de edifícios altos*. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, SC. set. 1994. 144 p.
- SCHMITT, Carin Maria. *A nova NB 140 e os custos unitários básicos*. In: III Simpósio de Desempenho dos Materiais e Componentes na Construção Civil. Florianópolis -SC. *Anais...* Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina, out. 1992. p. 33-42.
- SCHMITT, Carin Maria, HEINECK, Luiz Fernando M. *Quantitativos aproximados para principais serviços presentes em edifícios*. Notas de Aula. Universidade Federal do Rio Grande do Sul - UFRGS. [198-].
- SINAPI - Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil. *Manual de utilização*. Banco Nacional da Habitação - BNH. Rio de Janeiro. 1976. 73 p.
- *Métodos de cálculo e de coleta*. Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE. Rio de Janeiro, RJ. 1985. 73 p.
- TCPO 8: *Tabela de Composições de Preços para Orçamentos*. 8. ed. Ed. Pini. São Paulo, SP. 1986. 848 p.
- TAYLOR, Thomas E., WESTON, Roy F. How certain are you about the uncertainty of your estimates?. *AACE Bulletin*. v. 19. n. 3. May/June. 1977.
- TRAJANO, Isar. Proposta de sistema de estimação do custo de edifícios residenciais. In: VIII ENEGEP - Encontro Nacional de Engenharia de Produção, 1988, São Carlos, SP. *Anais...* São Carlos: Universidade de São Paulo e Escola de Engenharia de São Carlos, set. 1988. v. 1. 620 p. p. 499-502.
- *Análise da distribuição percentual de custos dos serviços de edifícios habitacionais*. In: IX ENEGEP - Encontro Nacional de Engenharia de Produção, 1989, Porto Alegre, RS. *Anais...* Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul e Universidade Federal de Santa Maria, set. 1989. v. 2. 355 p. p. 25-37.

- *Tópicos sobre a precisão do processo orçamentário na produção civil*. Caderno Técnico da UFF - Universidade Federal de Fluminense. RJ.
- TRAJANO, Isar, LONGO, Orlando Celso. Estudo de um modelo para orçamentação estimativa de instalações hidro-sanitárias de edifícios habitacionais. In: VIII ENEGEP - Encontro Nacional de Engenharia de Produção, 1988, São Carlos, SP. *Anais...* São Carlos: Universidade de São Paulo e Escola de Engenharia de São Carlos, set. 1988. v. 1. 620 p. p. 567-570.
- URIEN, René. *Répartition et évolution des coûts à l'intérieur de la filière construction*. études et recherches. Cahiers du Centre Scientifique et Technique du Bâtiment - CSTB. livraison 283, cahier 1838. avr. 1983. 7 p.
- URIEN, René. PÉRÈS, Jacques. DORSTER, Michel. *Incidence du nombre de logements, de leur surface habitable et du nombre de pièces principales sur le prix bâtiment des immeubles collectifs*. Études et recherches. Cahiers du Centre Scientifique et Technique du Bâtiment - CSTB. livraison 261, cahier 2014. juil./août. 1985. 15 p.
- VINCENT, Maurice. *La formation des prix dans les principales filières de production du logement*. Études et recherches. cahiers du Centre Scientifique et Technique du Bâtiment - CSTB. livraison 276, cahier 2124. jan./fév. 1987. 12 p.