

JULIANO ARAÚJO OTERO

**ANÁLISE PARAMÉTRICA DE DADOS ORÇAMENTÁRIOS PARA
ESTIMATIVA DE CUSTOS NA CONSTRUÇÃO DE EDIFÍCIOS**

Estudo de Caso voltado para a Questão da Variabilidade

Florianópolis, Santa Catarina

Junho de 2000

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção

**ANÁLISE PARAMÉTRICA DE DADOS ORÇAMENTÁRIOS PARA
ESTIMATIVA DE CUSTOS NA CONSTRUÇÃO DE EDIFÍCIOS**

Estudo de Caso voltado para a Questão da Variabilidade

Dissertação submetida à
Universidade Federal de Santa Catarina
para obtenção do título de Mestre
em Engenharia de Produção

JULIANO ARAÚJO OTERO

Florianópolis, Santa Catarina

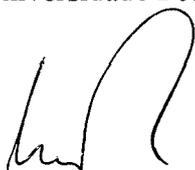
Junho de 2000

Análise Paramétrica de Dados Orçamentários para Estimativa de Custos na Construção de Edifícios: Estudo de Caso voltado para a Questão da Variabilidade

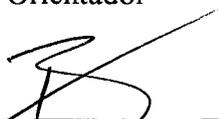
por

Juliano Araújo Otero

Esta dissertação foi julgada para obtenção do título de Mestre em Engenharia de Produção, com área de concentração em Qualidade e Produtividade, e aprovada em sua forma final pelo Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção da Universidade Federal de Santa Catarina.

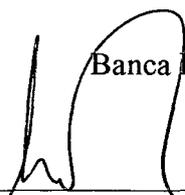


Prof. Luiz Fernando Mählmann Heineck, PhD
Orientador



Prof. Ricardo Miranda Barcia, PhD
Coordenador do PPGEF-UFSC

Banca Examinadora



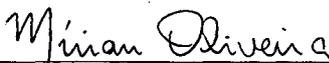
Prof. Luiz Fernando Mählmann Heineck, PhD



Prof.ª. Carin Maria Schmitt, Dra.



Prof. Jairo Cezar Ramos Vieira, Dr.



Prof.ª. Miriam de Oliveira, Dra.

Florianópolis, Santa Catarina

Junho de 2000

OTERO, Juliano Araújo. Análise paramétrica de dados orçamentários para estimativa de custos na construção de edifícios: estudo de caso voltado para a questão da variabilidade. Florianópolis, 2000. 214p. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Curso de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina.

Orientador: Luiz Fernando Mählmann Heineck, PhD

Defesa: 29/03/2000

Análise paramétrica de dados orçamentários visando a avaliação de relações paramétricas para estimativa de custos em construção de edifícios quanto à questão da precisão de resultados. São utilizados como variáveis independentes dentro das relações paramétricas a área total do edifício, a área do pavimento tipo, a área do pavimento de sub-solo, o número total de banheiros, o número de elevadores e o tempo de construção. Desenvolve-se estimativas para quantidades consumidas de materiais e mão-de-obra, e quantidades e custos de serviços. Tem sua base de dados formada por orçamentos de trinta edifícios construídos em Brasília, DF, de uma mesma empresa construtora, com seis pavimentos tipo, apartamentos com dois a cinco quartos e padrão de acabamento entre normal e alto.

Palavras-chave: Estimativa de custos; Análise Paramétrica; Construção de Edifícios

Agradecimentos

A Sebastião Ney Ferreira Otero e Maria Célia de Araújo Otero, meus pais, por tudo aquilo que são e têm feito ao longo desta minha trajetória.

Ao professor Luiz Fernando Mählmann Heineck, orientador deste trabalho, por suas opiniões e seu auxílio na definição do tema desta dissertação.

A Leila Cristina Jahnel, por todo carinho, paciência e apoio nos momentos de indefinição e finalização deste trabalho.

A Rosa Maria Sposto, José Augusto Abreu Sá Fortes e Antônio Alberto Nepomuceno, orientadores durante minha graduação, pelo incentivo no momento em que optei por ingressar no mestrado.

A Giovanna Patrícia Gava, pelo companheirismo e amizade.

A Fernanda Fernandez Marchiori e Cássio Monteiro Alves, pelo auxílio na busca de material bibliográfico.

A Maria Carolina Gomes de Oliveira, por toda sua paciência durante o primeiro ano deste curso.

Ao Ministério da Educação e Cultura, MEC, e à Fundação Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior, CAPES, pelo auxílio financeiro fornecido.

Sumário

<i>Índice de Tabelas</i>	iii
<i>Índice de Figuras</i>	v
<i>Lista de Abreviaturas e Siglas</i>	vi
<i>Resumo</i>	ix
<i>Abstract</i>	x
Capítulo 1 – Introdução	1
1.1 - Problematização e Justificativa do Trabalho	1
1.2 - Objetivos Geral e Específicos	8
1.3 - Hipóteses Geral e Específicas	9
1.4 - Limitações do Trabalho	10
1.5 - Estrutura da Monografia	10
Capítulo 2 - Revisão Bibliográfica	13
2.1 - Estimativas Paramétricas de Custo	13
2.1.1 - Procedimentos para Utilização de Estimativas Paramétricas	13
2.1.2 - Aplicação à Construção de Edifícios	17
2.2 - Variabilidade de Custos na Construção de Edifícios	18
2.2.1 - Variação de Aspectos Geométricos e Tecnológicos	19
2.2.2 - Variação na Produtividade de Mão-de-Obra	25
2.2.3 - Variação no Consumo de Materiais	31
2.2.4 - Variação nos Preços de Insumos	35
2.2.5 - Nível de Incerteza Global no Ambiente Construtivo	37
Capítulo 3 - Metodologia da Pesquisa	39
3.1 - Caracterização da Amostra	39
3.2 - Metodologia de Análise de Dados	41
Capítulo 4 - Apresentação e Análise dos Dados	46
4.1 - Direcionadores de Custo	46
4.2 - Uso de Relações Paramétricas para Serviços	49
4.2.1 - Serviços com Padrão Único de Correlação com Custo	51
4.2.2 - Serviços com Dois Padrões de Correlação com Custo	64
4.2.3 - Serviços com Baixo Nível de Correlação com Custo	70
4.2.4 - Estimativas para Custo Global	79
4.3 - Uso de Relações Paramétricas para Mão-de-Obra	85
4.4 - Uso de Relações Paramétricas para Materiais	88

Capítulo 5 - Considerações Finais	90
5.1 - Conclusões do Trabalho	90
5.2 - Propostas para Pesquisas Futuras	94
<i>Referências Bibliográficas</i>	96
<i>Anexo A - Correlações Lineares entre Direcionadores de Custo</i>	<i>A-1</i>
<i>Anexo B - Análises de Regressão para Custos de Serviços</i>	<i>B-1</i>
<i>Anexo C - Análises de Regressão para Quantidades de Serviços</i>	<i>C-1</i>
<i>Anexo D - Análises de Regressão para Mão-de-Obra e Materiais</i>	<i>D-1</i>
<i>Anexo E - Caracterização dos Edifícios da Amostra</i>	<i>E-1</i>
<i>Anexo F - Base de Dados Original Utilizada</i>	<i>F-1</i>

Índice de Tabelas

Tabela 2.1 - Levantamentos de Quantidade Linear de Paredes Internas por Área de Pavimento Tipo em Diferentes Universos de Estudo	21
Tabela 2.2 - Levantamentos de Índice de Compacidade e Quantidade Linear de Paredes Externas por Área de Pavimento Tipo em Diferentes Universos de Estudo	22
Tabela 2.3 - Levantamentos de Quantidade de Portas e Área de Janelas por Área de Pavimento Tipo e Área de Janelas por Área de Fachada em Diferentes Universos de Estudo	23
Tabela 2.4 - Produtividade dos Serviços de Alvenaria, Emboço e Reboco por Pavimento	27
Tabela 2.5 - Índices de Produtividade para Empresa dentro de Programa de Incentivos Financeiros	28
Tabela 2.6 - Coeficientes de Determinação de Regressões Lineares entre Quantidades de Serviços e Consumos de Mão-de-Obra	28
Tabela 2.7 - Coeficientes de Variação para Produtividade Estimados em Vários Serviços na Construção de Edifícios	29
Tabela 2.8 - Consumo de Mão de Obra na Execução de Estrutura por Área	30
Tabela 2.9 - Consumo Mensal de Pedreiro para o Serviço de Alvenaria em Duas Obras de uma mesma Empresa	30
Tabela 2.10 - Produtividades para o Serviço de Armação de Vigas e Lajes sob Programa de Incentivos Financeiros	31
Tabela 2.11 - Consumo Mensal de Cimento para o Serviço de Alvenaria para Duas Obras de uma mesma Empresa Construtora	33
Tabela 2.12 - Índices Percentuais de Perdas de Materiais para Obras de Porto Alegre	34
Tabela 2.13 - Indicadores Globais de Consumo de Materiais como Porcentagem de Consumos Padrão	34
Tabela 3.1 - Caracterização de Áreas e Tipologia dos Edifícios da Amostra	40
Tabela 3.2 - Formação de Grupos de Serviços Analisados	42
Tabela 4.1 - Participação Percentual de Serviços no Custo Total da Obra	50
Tabela 4.2 - Custo Médio por Área Real Total para Fundações	52
Tabela 4.3 - Custo Médio por Área Real de Sub-Solo para Fundações	52
Tabela 4.4 - Custo Médio por Área Real Total para Estrutura	53
Tabela 4.5 - Custo Médio por Área Real Total para Instalações Elétricas e Telefônicas	54
Tabela 4.6 - Custo Médio por Área Real Total para Impermeabilização	55
Tabela 4.7 - Custo Médio por Área Real Total para Alvenaria	55
Tabela 4.8 - Custo Médio por Área do Pavimento Tipo para Alvenaria	56
Tabela 4.9 - Custo Médio por Área Real Total para Revestimento em Gesso	56
Tabela 4.10 - Custo Médio por Área do Pavimento Tipo para Revestimento em Gesso	56
Tabela 4.11 - Custo Médio por Área Real Total para Louças, Metais e Bancas	57
Tabela 4.12 - Custo Médio por Número Total de Banheiros para Louças, Metais e Bancas	57
Tabela 4.13 - Custo Médio por Área Real Total para Esquadrias de Madeira	58
Tabela 4.14 - Custo Médio por Área do Pavimento Tipo para Esquadrias de Madeira	58
Tabela 4.15 - Custo Médio por Área Real Total para Esquadrias Metálicas	58
Tabela 4.16 - Custo Médio por Área Real Total para Pisos de Madeira	60
Tabela 4.17 - Custo Médio por Área Real Total para Carpetes	61

Tabela 4.18 - Custo Médio por Área do Pavimento Tipo para Carpetes	61
Tabela 4.19 - Custo Médio por Área Real Total para Pintura Interna	61
Tabela 4.20 - Custo Médio por Área Real Total para Limpeza	62
Tabela 4.21 - Custo Médio por Área Real Total para Elevadores	63
Tabela 4.22 - Custo Médio por Número Total de Elevadores para Elevadores	63
Tabela 4.23 - Custo Médio por Área Real Total para Urbanização	64
Tabela 4.24 - Custo Médio por Área Real Total para Emboco Interno	66
Tabela 4.25 - Custo Médio por Área Real Total para Emboco Interno dentro de um Padrão de Custo Específico	66
Tabela 4.26 - Custo Médio por Área Real Total para Contrapiso	67
Tabela 4.27 - Custo Médio por Área Real Total para Contrapiso dentro de um Padrão de Custo Específico	67
Tabela 4.28 - Custo Médio por Área Real Total para Revestimento de Paredes Internas	68
Tabela 4.29 - Custo Médio por Área Real Total para Revestimento de Paredes Internas dentro de um Padrão de Custo Específico	68
Tabela 4.30 - Custo Médio por Área Real Total para Forro de Gesso	69
Tabela 4.31 - Custo Médio por Área Real Total para Forro de Gesso dentro de um Padrão de Custo Específico	69
Tabela 4.32 - Custo Médio por Área Real Total para Pintura de Esquadrias	70
Tabela 4.33 - Custo Médio por Área Real Total para Pintura de Esquadrias dentro de um Padrão de Custo Específico	70
Tabela 4.34 - Custo Médio por Área Real Total para Serviços Gerais	71
Tabela 4.35 - Custo Médio por Área Real Total para Instalações Hidro-Sanitárias	72
Tabela 4.36 - Custo Médio por Número Total de Banheiros para Instalações Hidro-Sanitárias	72
Tabela 4.37 - Custo Médio por Área Real Total para Instalações Complementares	73
Tabela 4.38 - Custo Médio por Área do Pavimento Tipo para Cobertura	74
Tabela 4.39 - Custo Médio por Área do Pavimento Tipo para Emboco Externo	74
Tabela 4.40 - Custo Médio por Área Real Total para Revestimento de Piso	75
Tabela 4.41 - Custo Médio por Área Real Total para Revestimento de Fachadas	76
Tabela 4.42 - Custo Médio por Área Real Total para Revestimento de Fachadas dentro de Padrão de Custo Específico	76
Tabela 4.43 - Custo Médio por Área Real Total para Vidros	77
Tabela 4.44 - Custo Médio por Área do Pavimento Tipo para Vidros	77
Tabela 4.45 - Custo Médio por Área Real Total para Rodapés e Alizares	78
Tabela 4.46 - Custo Médio por Área Real Total para Forro de Madeira	78
Tabela 4.47 - Custo Médio por Área Real Total para Pintura Externa	79
Tabela 4.48 - Custo Global Médio por Área Real Total por Edifício	79
Tabela 4.49 - Equações Paramétricas para Estimativa de Custo de Serviços Utilizadas em Modelo	82
Tabela 4.50 - Estimativas de Custo Global pela Razão Média entre Custo e Área Total, pela Equação Paramétrica de Custo e Área Total e por Modelo Paramétrico, com Erros Percentuais com Relação ao Valor Orçado por Edifício	84
Tabela 4.51 - Relação Média entre Quantidade Total de Homens-Hora de Servente e Oficial	87
Tabela 4.52 - Quantidades Médias de Homens-Hora Consumida por Área Total de Obra para Cada Tipo de Profissional	87
Tabela 4.53 - Quantidades Médias de Materiais Consumidas por Área Total de Obra	89

Índice de Figuras

Figura 2.1 - Série Histórica de Preços para Concreto Usinado	36
Figura 2.2 - Série Histórica de Preços para Aço Estrutural	37
Figura 3.1 - Histograma para Área Real Total dos Edifícios da Amostra	39
Figura 4.1 - Regressão Linear entre Número Total de Elevadores e Área Real Total	48
Figura 4.2 - Regressão Linear entre Tempo de Construção e Área Real Total	49
Figura 4.3 - Regressão Linear entre Número de Homens-Hora de Carpinteiro e Área Real Total	53
Figura 4.4 - Regressão Linear entre Custo de Elevadores e Número de Elevadores	63
Figura 4.5 - Regressão Linear entre Custo de Emboco Interno e Área Real Total	65
Figura 4.6 - Regressão Linear entre Custo de Emboco Interno dentro de um Padrão de Custo Específico e Área Real Total	66
Figura 4.7 - Regressão Linear entre Razão Custo Global por Área Real Total e Área Real Total	80
Figura 4.8 - Regressão Linear entre Custo Global e Área Real Total	81

Lista de Siglas e Abreviaturas

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
ALV	Custo de Alvenaria
AR	Área Total do Edifício
ARM	Custo de Armadura para Estrutura
ASS	Área do Pavimento de Sub-Solo
ATP	Área do Pavimento Tipo
CFEL	Comprimento de Fiação Elétrica
CFTF	Comprimento de Fiação Telefônica
CMP	Custo de Instalações Complementares
COB	Custo de Cobertura
COM	Custo de Concreto para Estrutura
CPS	Custo de Contrapiso
CRP	Custo de Carpetes
CST	Custo Total do Edifício
CTBA	Comprimento de Tubulação de Água Fria
CTBS	Comprimento de Tubulação Sanitária
CUB	Custo Unitário Básico de Construção, definido pela NBR 12721
CV	Coefficiente de Variação
ELT	Custo de Instalações Elétricas e Telefônicas
ELV	Custo de Elevadores
EMD	Custo de Esquadrias de Madeira
EME	Custo de Emboco Externo
EMI	Custo de Emboco Interno
EMT	Custo de Esquadrias Metálicas
EST	Custo de Estrutura
FGS	Custo de Forro de Gesso
FMD	Custo de Forro de Madeira
FND	Custo de Fundações
FRM	Custo de Formas para Estrutura
HARM	Número de Homens-Hora de Armador
HAZF	Número de Homens-Hora de Azulejista de Fachadas
HAZI	Número de Homens-Hora de Azulejista de Interiores
HCAR	Número de Homens-Hora de Carpinteiro
HDR	Custo de Instalações Hidro-Sanitárias
HELE	Número de Homens-Hora de Eletricista
HENC	Número de Homens-Hora de Encanador

HGES	Número de Homens-Hora de Gesseiro
HMAR	Número de Homens-Hora de Marceneiro
HOFC	Número de Homens-Hora de Oficial
HPED	Número de Homens-Hora de Pedreiro
HPES	Número de Homens-Hora de Pintor de Esquadrias
HPFC	Número de Homens-Hora de Pintor de Fachada
HPIN	Número de Homens-Hora de Pintor Interno
HSER	Número de Homens-Hora de Servente
HVID	Número de Homens-Hora de Vidraceiro
IMP	Custo de Impermeabilização
LMB	Custo de Louças, Metais e Bancas
LMP	Custo de Limpeza
NB	Número Total de Banheiros
NEL	Número Total de Elevadores
NPAF	Número de Pontos de Água Fria
NPAP	Número de Pontos de Água Pluvial
NPEL	Número de Pontos Elétricos
NPES	Número de Pontos de Esgoto
NPRM	Número de Portas de Madeira
NPTF	Número de Pontos Telefônicos
OBR	Custo de Obra Bruta
OFN	Custo de Obra Fina
PES	Custo de Pintura de Esquadrias
PEX	Custo de Pintura Externa
PIN	Custo de Pintura Interna
PMD	Custo de Pisos de Madeira
QACE	Quantidade de Aço Estrutural
QALV	Quantidade de Alvenaria
QAPI	Quantidade de Ardósia em Piso
QARE	Quantidade de Areia
QARG	Quantidade de Argamassa Colante
QCAR	Quantidade de Carpete
QCFC	Quantidade de Cerâmica em Fachada
QCIM	Quantidade de Cimento Portland
QCNE	Quantidade de Concreto para Estrutura
QCNF	Quantidade de Concreto para Fundação
QCOB	Quantidade de Cobertura
QCPI	Quantidade de Cerâmica em Piso
QCPR	Quantidade de Cerâmica em Paredes Internas

QCPS	Quantidade de Contrapiso
QFGS	Quantidade de Forro de Gesso
QFMD	Quantidade de Forro de Madeira
QFRM	Quantidade de Forma para Estrutura
QGST	Quantidade de Gesso Corrido em Teto
QJAL	Quantidade de Janela de Alumínio
QMAL	Quantidade de Marcação de Alvenaria
QPAL	Quantidade de Portal de Alumínio
QPFC	Quantidade de Pintura de Fachada
QPIN	Quantidade de Pintura Interna
QPMD	Quantidade de Piso de Madeira
QRBE	Quantidade de Emboco Externo
QRBI	Quantidade de Emboco Interno
QRDP	Quantidade de Rodapés
QVDC	Quantidade de Vidros
R ²	Coefficiente de Determinação
R ² ajustado	Coefficiente de Determinação Ajustado
RDP	Custo de Rodapés e Alizares
RFC	Custo de Revestimento de Fachadas
RGS	Custo de Revestimento em Gesso
RPI	Custo de Revestimento de Paredes Internas
RPS	Custo de Revestimento de Piso
SG	Custo de Serviços Gerais
TMP	Tempo de Construção
UM\$	Unidade Monetária Utilizada
URB	Custo de Urbanização
VID	Custo de Vidros

Resumo

Este trabalho trata da análise paramétrica de dados orçamentários visando a avaliação do uso de relações paramétricas na estimativa de custos para construção de edifícios no que concerne à questão da confiabilidade dos resultados.

São realizados estudos envolvendo materiais, mão-de-obra e grupos de serviços, no que se refere à quantidades e, particularmente para o último item, custos. Como variáveis independentes dentro das relações paramétricas desenvolvidas, foram utilizadas características gerais das obras, sendo elas área total de construção, área do pavimento tipo, área do pavimento de sub-solo, número total de banheiros, número de elevadores e tempo de construção.

A base de dados utilizada é formada por orçamentos de trinta edifícios construídos em Brasília, DF, sob responsabilidade de uma mesma empresa construtora, todos com seis pavimentos tipos, mais pavimentos térreo e de sub-solo, apartamentos com dois a cinco quartos e nível de acabamento entre normal e alto.

Como uma das conclusões desta pesquisa, tem-se que, para esta base de dados, aproximadamente setenta por cento do custo total de construção orçado pode ser estimado por meio de relações paramétricas com uma perda de precisão muito reduzida frente aos valores produzidos em orçamentos discriminados.

Também foi verificado que o uso de modelos paramétricos de estimativa puros apresentam níveis de precisão muito próximos daqueles resultantes de métodos expeditos mais tradicionais como a razão entre custo global e área total construída. Entretanto, por estabelecer uma estrutura de custo mais completa, a análise paramétrica permite a produção de modelos híbridos de estimativa, utilizando-se de dados detalhados naqueles pontos em que os resultados de relações paramétricas não apresentam uma confiabilidade aceitável.

Abstract

This work deals with parametric cost estimating in apartment building in the light of variability and reliability of construction processes and their models.

Labour, materials and bill of quantities items are taken into consideration, both in terms of quantities and costs. The latter are correlated with independent variables like total area of construction, area of each storey, area of underground levels, number of bathrooms, number of lifts and total duration of construction.

A data base was amassed comprising the bills of quantities of thirty apartment buildings undertaken by the same developer in Brasilia, the capital city of Brazil. All of them are six storey height, with two to five bedrooms, designed for middle and high class segments of the population.

More than 70% of the total cost of construction can be accurately estimated with parametric models developed in the research effort, when compared to conventional cost estimating. Moreover, simple estimating methods on the average cost per floor area were also developed and compared, yielding also accurate results.

Capítulo 1

INTRODUÇÃO

1.1 - Problematização e Justificativa do Trabalho

“Uma estimativa é uma previsão, uma aproximação, que produz informações para decisões empresariais e se apresenta como substituto para a medição real, quando esta não é viável física ou economicamente. É considerada acurada quando é suficientemente próxima ao valor real, de modo que as decisões tomadas com base nesta estimativa são similares àquelas fundamentadas num ambiente real, caso sua caracterização fosse possível” (CARR, 1989).

Originando-se em características físicas e tecnológicas do produto e em determinadas regras e critérios de análise, o método de estimativa de custos deve montar um retrato estabelecendo quantidades de materiais, equipamento e mão-de-obra, prazos para produção e custos a serem acarretados, com um erro não significativo frente àqueles valores que deverão realmente ocorrer e à precisão requerida para aquele fim ao qual se destina tal estimativa.

A estimativa de custos desempenha papel de extrema importância dentro da construção civil, colocando-se como ferramenta fundamental para o gerenciamento de obras. Em linhas gerais, tem sua aplicação ligada à avaliação dos custos para a execução da construção e, deste modo, à determinação do valor total a ser financiado ou contratado e da viabilidade deste projeto; ao controle operacional da execução da respectiva obra, com a delimitação, dentro de um quadro de medição, das partes componentes do edifício de maneira a permitir o acompanhamento do cronograma de produção; à simplificação do cálculo de recursos necessários à realização de cada parte do edifício e, deste modo, à programação de sua execução e ao correto abastecimento destes recursos dentro da obra; ao controle das despesas efetivadas dentro do processo de produção tendo em vista os valores definidos na estimativa; e à elaboração de índices de custo, de consumo de recursos e de formação elementar de grupos de trabalho (MIHAI & SULER, 1980).

Além disso, a estimativa de custos fundamenta a avaliação por parte do projetista quanto a possíveis alternativas existentes para o empreendimento e o balizamento de valores em propostas de preço em licitações e previsões de custos para empreiteiras (KARSHENAS, 1984 *apud* LOSSO, 1995).

- Incertezas na Estimativa de Custos de Construção

Este trabalho encaminha-se de modo a estabelecer a avaliação do uso de uma técnica de estimativa baseada na análise paramétrica de dados orçamentários referentes ao custo de construção de edifícios no que se refere à questão da precisão alcançada em seus resultados, denominada por estimativa paramétrica de custos.

No desenvolvimento de uma estimativa de custos, há dois tipos de incertezas que podem ocorrer, prejudicando tal precisão: uma relacionada a problemas presentes no método utilizado, resultante da omissão de variáveis de custo, má especificação de coeficientes e relações matemáticas, além da falta ou inconsistência dos dados históricos utilizados; outro advindo da dificuldade em obter-se a performance a ser alcançada dentro da rotina de produção, em virtude de acontecimentos imprevistos ligados aos recursos e programação do processo de produção (UNITED STATES OF AMERICA, 1995).

Nesta pesquisa, procura-se verificar até que ponto o primeiro tipo de erro, que se apresenta como reflexo direto da técnica de estimativa, se mostra relevante frente à incerteza total quando da utilização do método paramétrico sob estudo. A hipótese utilizada é a de que a variabilidade presente no processo construtivo, aquela referente ao segundo tipo de incerteza citado, apresenta um valor tão elevado que determina diferenças muito reduzidas entre os níveis de precisão alcançados nas diversas técnicas de estimativa.

De fato, não se pode estabelecer qual o custo correto de qualquer elemento associado à construção de um edifício, ou mesmo este como um todo, sendo que diferenças relacionadas a itens aparentemente idênticos devem ser consideradas (ASHWORTH & SKITMORE, 1983).

Dentro do processo de construção, algumas fontes específicas de incerteza são inevitáveis, estabelecendo um limite para a confiabilidade das informações que são utilizadas na caracterização do projeto. Deste modo, a construção é um processo inerentemente incerto e por consequência há um limite compatível com esta incerteza para a exatidão que pode ser alcançada dentro dos métodos de estimativa de custos (BENNETT & BARNES, 1979; LICHTENBERG, 1980).

Alguns dos fatores que determinam variações em termos de custos na construção são condições climáticas, variações econômicas e políticas, diferenças na produtividade de mão de obra, disponibilidade de materiais e equipamentos, atrasos na construção, política de supervisão e método de construção (VERGARA & BOYER, 1974).

De qualquer modo, o custo real de uma edificação é um só qualquer que seja o método em uso para sua estimativa. Ocorre que cada um destes fundamenta-se em diferentes características da edificação, ou considera que algumas destas características são as que melhor explicam o custo, ou ainda orienta-se por levantamentos efetuados no sentido de se apresentarem úteis para o trabalho e as decisões do estimador (HEINECK, 1986).

Materiais, mão de obra, equipamentos e administração são elementos de custo que apresentam uma natureza probabilística. Deste modo, uma estimativa não pode ser definida por um resultado simples e exato, podendo este valor exato e verdadeiro ser reconhecido apenas quando do término do processo de construção, através de uma contabilidade completa dos gastos realizados (LICHTENBERG, 1985; MONSEY, 1997).

Assim, deve ficar claro que a estimativa de custos não tem o objetivo de precisar o valor de uma determinada obra, e sim apresentar uma aproximação no qual o custo do empreendimento esteja bem representado, com um grau de precisão aceitável no contexto da utilização de seus resultados (LOSSO, 1995).

- Orçamento Detalhado

Principalmente utilizado em avaliações finais de custo, no momento da disponibilidade de todas as especificações e projetos tidos como definitivos para a construção do edifício, o orçamento discriminado, ou detalhado, tem seu uso extremamente difundido entre as empresas deste setor, sendo sem sombra de dúvidas o método de estimativa mais conhecido e utilizado (HIROTA, 1988).

Fundamenta-se na desagregação da obra em suas diversas partes, normalmente retratadas por serviços a serem realizados, numa descrição completa de seus aspectos físicos e tecnológicos, com o posterior detalhamento em quantidade e preço de todos aqueles materiais, mão de obra e equipamentos necessários a sua execução, além de em uma previsão dos gastos administrativos a serem englobados no processo construtivo (HIROTA, 1988).

Propondo-se a estabelecer uma caracterização exata do edifício sob estudo, o orçamento detalhado apresenta-se como o método de estimativa com resultados de maior precisão. As técnicas de estimativa utilizadas e os níveis de erro prováveis a estas associados estão relacionados diretamente ao estágio de desenvolvimento do projeto, o que determina a disponibilidade de informações. De modo geral, o aumento no detalhamento de dados acerca do projeto resulta em um aumento na exatidão da estimativa, chegando ao

máximo quando da caracterização completa do empreendimento (DIEKMANN, 1983; YEO, 1990).

Apesar de trazer uma maior confiabilidade para o resultado da estimativa e por isso se mostrar indispensável em momentos como aqueles de contrato para aquisição de materiais, o orçamento discriminado, nesta orientação de estabelecer um nível cada vez maior de detalhamento, pode vir a acarretar algumas desvantagens ao processo construtivo e gerencial. Tais desvantagens podem ser: maiores custos e tempo demandados no planejamento; progressivo aumento de erros não detectados; problemas práticos para replanejamentos e ajustamentos, assim como para o controle efetivo, retroalimentação e demais informações relacionados; e crescente dificuldade para obter-se tempo para uma otimização ou pelo menos a escolha de uma melhor alternativa de planejamento entre os diversos possíveis (LICHTENBERG, 1980).

A utilização de ferramentas computacionais, não apenas nas atividades de cálculos e edição de relatórios, mas até em levantamentos de quantitativos sobre projetos digitalizados, tende a reduzir as desvantagens relacionadas a tarefas mecânicas. No entanto, dificuldades no que concerne a análises fundamentadas em estimativas muito detalhadas e à própria avaliação destas permanecem presentes, com a demanda de tempo e custo elevando-se com o aumento do nível de detalhe.

Por outro lado, orçamentos detalhados diversas vezes têm sua utilização limitada dentro do processo de gerência da construção, sendo que por motivos como falta de informações especialmente nos estágios iniciais de trabalho, necessidade de modelos expeditos de estimativa afim de possibilitar a análise de alternativas para o projeto e insuficiência de informações veiculadas pelo orçamento discriminado para o efetivo controle de custos da obra torna-se inviável o uso desta técnica (HIROTA, 1988).

Além disso, como já colocado anteriormente, o aumento de precisão decorrente de um maior detalhamento do edifício para estimativa limita-se pelo nível de incerteza presente no meio produtivo real quanto aos custos a serem efetivados, sendo que “dada uma completa descrição de um projeto de construção, seu custo pode ser previsto dentro de níveis de exatidão compatíveis com a incerteza inerente ao processo produtivo” (BENNETT & BARNES, 1979).

- Métodos Expeditos de Estimativa

Cada etapa do ciclo do processo de construção mantém em si diferentes tipos de decisões a serem tomadas, sendo exigidos diferentes níveis de exatidão nos

resultados de estimativas utilizados em cada uma destas funções. Neste sentido, o processamento de estimativas deve preocupar-se em elevar o nível de precisão alcançado somente enquanto se obtém melhoria para a decisão em análise ou este aumento apresenta-se útil a outro propósito importante (LICHTENBERG, 1985).

Com isso, em diversas funções há a possibilidade de uso de métodos de estimativa que mantêm níveis de precisão inferiores ao do orçamento discriminado, porém compatíveis com o grau de exatidão exigido nestes casos. Tais métodos são caracterizados pela alta velocidade de processamento de resultados, sendo por isso denominadas expeditas.

A técnica paramétrica sob estudo nesta pesquisa também é considerada como expedita, trabalhando com um número reduzido de informações na caracterização da obra, tendo seu processamento baseado em poucas equações matemáticas e, assim, processando resultados muito rapidamente.

Dentro do âmbito nacional, dois métodos expeditos têm seu uso mais difundido e aceito no setor de construção de edifícios, sendo estas o Custo Unitário Básico, referenciado como CUB, e a simples relação entre custo total e área de construção. Estes métodos são caracterizados e avaliados a seguir.

Em 1965 foi elaborado o projeto de norma PNB-140, mais tarde homologado sob o mesmo número dentro da Associação Brasileira de Normas Técnicas, ABNT, com o objetivo de definir de maneira clara e inconfundível o imóvel e estabelecer regras para a estimativa de seu custo de construção. Assim, estabeleceu-se por meio da norma técnica NB-140 - Avaliação de Custos Unitários e Preparo de Orçamento de Construção para Incorporação de Edifícios em Condomínio os elementos para caracterização da edificação quanto a seu padrão de acabamento, tamanho e localização (HIROTA, 1987).

Trabalhando com projetos-padrão, nos quais ocorre a variação do nível de acabamento, número de andares e número de quartos por apartamento, esta norma define o Custo Unitário Básico, CUB, como a razão entre o custo de construção pela área construída para um determinado projeto-padrão. Seu valor é calculado mensalmente a partir de um lote específico de insumos para cada projeto-padrão pelos Sindicatos da Indústria da Construção Civil de cada estado, sendo este um índice adotado como referência para o custo por área construída para cada tipologia.

Esta norma passou por uma revisão e foi editada sob a denominação de NBR 12721 - Avaliação de Custos Unitários e Preparo de Orçamento de Construção para Incorporação de Edifício em Condomínio, de agosto de 1992, apresentando algumas

alterações com relação a sua antecessora. As modificações mais importantes referem-se à definição dos lotes básicos de insumos e à especificação dos acabamentos em orçamento para os projetos-padrão (SOLANO, 1995).

Apesar de modificações inseridas na norma original, a NBR-12721 apresenta ainda algumas falhas que tendem a prejudicar sua performance. Com relação aos lotes básicos de insumos, ocorrem equívocos na utilização de itens de menor importância, deixando-se a parte outros itens representativos das especificações da norma para diferentes padrões de acabamento; no uso de materiais que não correspondem àqueles normalmente presentes no ambiente real; e na limitação de 46 insumos na formação destes lotes, com a suposição de que estes são os de maior influência na composição de custo e agregam de algum modo os custos dos demais insumos não considerados (SOLANO, 1995; LOSSO, 1995).

Ainda mais importantes, falhas também existem no que concerne à representatividade dos projetos utilizados como padrão, tanto com relação a variações geométricas esperadas para diferentes níveis de acabamento para as obras, quanto para diferenças possíveis em termos regionais e temporais (LOSSO, 1995).

Apesar destes problemas, os quais evidenciam um erro em termos de realismo do valor estimado e deste modo em sua precisão, este método permanece em uso e parece não apresentar graves problemas. “Não existem trabalhos publicados que demonstrem a capacidade do CUB em modelar com alguma precisão o pretendo custo de uma edificação; no entanto também não existem evidências de que seu uso tenha causado perdas para os agentes econômicos envolvidos, fato que se atesta por sua grande popularidade entre todos os participantes do processo de construção, de clientes a construtores, de financiadores a agentes de comercialização” (HEINECK, 1986).

Entretanto, tais desvantagens colocam a possibilidade do uso da técnica paramétrica estudada neste trabalho como alternativa à do CUB, sendo que as dificuldades citadas para este método não permanecem. A estimativa paramétrica trabalha com um universo tipológico muito mais específico, especialmente em termos de localização da obra e empresa construtora envolvida, fatores que definem rotinas em termos de tecnologias construtivas, padrões arquitetônicos e materiais empregados; e também fundamenta-se em orçamentos completos, retratando todas as partes da obra, sem a ocorrência da agregação da grande maioria dos recursos por aqueles de maior influência.

Um outro procedimento para estimativas expeditas de custos bastante utilizado fundamenta-se na área construída do edifício. Em estudos preliminares, o custo global de edifícios tem sido tradicionalmente estimado apenas através de uma relação

linear deste com a área de construção, sendo este o parâmetro mais difundido para se expressar o custo unitário de construção (HIROTA, 1988; TRAJANO, 1988).

Este método, quando faz uso de dados referentes a projetos da própria empresa, tende a apresentar uma maior aproximação dos valores realmente incorridos do que o custo unitário básico, procedimento mais generalista e, assim, menos representativo quanto aos produtos específicos daquela construtora (LOSSO, 1995).

Dentro deste método, são utilizados dados históricos ou dados obtidos na bibliografia disponível para obtenção de um custo por metro quadrado de construção da tipologia em questão. O custo unitário estimado é então multiplicado pela área de construção, sendo depois realizados ajustes por fatores como localização, tamanho e nível de acabamento desejado para a edificação (KARSHENAS, 1984 *apud* LOSSO, 1995).

As razões para que o uso desta relação entre custo e área seja tão difundido são diversas:

- o fato da maior parte da informação disponível estar sob este formato;
- a rapidez de cálculo;
- a facilidade de determinação da área do pavimento;
- a maior utilidade para construtores e projetistas do conhecimento desta relação custo por área do que de outros indicadores em função de uma maior facilidade de interpretação desta (BEZELGA, 1981).

Por outro lado também existem algumas desvantagens:

- a exigência de se considerar fatores corretivos de acordo com variações em termos de métodos construtivos, qualidade de materiais e equipamentos, entre outros fatores;
- o fato de não ser levado em consideração variações quanto a distribuição de espaços e ao pé-direito;
- a necessidade de realizar-se em separado o cálculo de custos para serviços especiais, como fundação e acabamentos em fachada, seja por percentagens ou por quantidades aproximadas (BEZELGA, 1981).

Uma outra desvantagem apresentada por este método está no fato de trabalhar centrando-se apenas no custo global da edificação, sem uma maior preocupação com a análise da estrutura de custo que origina este valor. Ou seja, custos e quantidades de serviços e recursos necessários normalmente não são alvo de avaliação dentro deste método.

Neste sentido, a técnica paramétrica sob estudo nesta pesquisa mostra-se um desenvolvimento deste método, que também deve ser considerado como uma relação

paramétrica, sendo que nela se faz a fragmentação do custo da obra em suas partes e mantém-se o envolvimento de outras características do edifício como variáveis correlacionadas a custos.

- Proposta para o Uso de Estimativas Paramétricas

Mesmo que a precisão de uma estimativa de custo esteja diretamente relacionada à quantidade de informações disponível sobre um determinado projeto, nota-se que diferentes tipos de informações afetam distintamente tal precisão, sendo que aqueles dados de caráter mais geral apresentam-se como os mais relevantes. “As decisões iniciais sobre tipo, tamanho, forma e nível geral de qualidade da construção possuem uma significância muito maior na determinação do nível de custo do que as subsequentes decisões detalhadas de projeto” (ASHWORTH & SKITMORE, 1983).

A técnica paramétrica sob estudo encaminha-se justamente neste sentido, fazendo uso de informações menos detalhadas normalmente disponibilizadas nas primeiras etapas do processo de construção do empreendimento. Inicialmente, dados a respeito de localização, empresa construtora envolvida, nível de acabamento, programa de pavimentos e programa de apartamentos do edifício estabelecem um conjunto tipológico restrito para análise. A seguir, características físicas mais específicas dos edifícios, como área total de construção, área do pavimento tipo e de sub-solo, tempo de construção, número de banheiros e número de elevadores, são utilizadas no estabelecimento de relações paramétricas que estimam os custos das diversas partes destes, seja em termos de serviços, materiais ou mão-de-obra.

Partindo da hipótese que são estas as características mais relevantes na determinação do custo de construção de um edifício, neste trabalho faz-se a análise da precisão alcançada nos resultados de estimativas paramétricas relacionadas a custos e quantidades de serviços, consumo de recursos humanos e materiais.

1.2 - Objetivos Geral e Específicos

O objetivo geral deste trabalho de pesquisa é analisar a precisão do uso de modelos e relações paramétricos em estimativas de custos e quantidades de serviços, mão-de-obra e materiais aplicados dentro do processo de construção de edifícios.

Como objetivos específicos tem-se:

- estabelecer em um universo tipológico específico a compatibilidade entre o nível de precisão alcançado dentro de estimativas por um modelo paramétrico e a incerteza presente no ambiente real de produção;
- determinar se o uso de um modelo paramétrico apresenta erro na estimativa de custos globais menor do que os métodos expeditos normalmente utilizados em âmbito nacional;
- analisar o nível de precisão alcançado por relações paramétricas de custo envolvendo os diversos grupos de serviços, dentro de um universo tipológico adequado;
- estabelecer a possibilidade do uso de relações paramétricas na estimativa de quantidades de mão-de-obra e materiais dentro de determinada tipologia de obras;
- avaliar o desempenho da área total de construção como característica determinante para o custo global de construção de edifícios dentro de determinada tipologia de obras.

1.3 - Hipóteses Geral e Específicas

Esta pesquisa apresenta como hipótese geral que a utilização de modelos e relações paramétricos para a elaboração de estimativas de custos dentro do ambiente da construção de edifícios é adequado do ponto de vista da confiabilidade alcançada.

São hipóteses específicas deste trabalho:

- o nível de precisão alcançada dentro de estimativas paramétricas de custos dentro de um universo tipológico adequado é compatível com a incerteza presente no ambiente de construção;
- a utilização de modelos paramétricos para estimativas de custos em edifícios estabelece um nível de erro menor que a do método da razão entre custo total e área da obra, equivalente ao custo unitário médio de construção;
- diversos grupos de serviços englobados pela construção de edifícios podem ser definidos de modo que seu custo mantenha com características físicas destes um nível bastante elevado de correlação dentro de um conjunto tipológico específico;
- alguns materiais e mão-de-obra utilizados na construção de edifícios têm seu consumo global fortemente correlacionado com características físicas destes,

podendo a relação entre estas variáveis ser utilizada na estimativa da quantidade destes insumos;

- a área total de construção é a característica do edifício que melhor define seu custo global quando se trabalha dentro de uma tipologia de obra específica.

1.4 - Limitações do Trabalho

Os dados utilizados são fundamentados em orçamentos detalhados usados por empresa construtora objetivando o planejamento e controle de suas obras. Tem-se por pressuposto que as composições unitárias e preços de insumos utilizados, e conseqüentemente os totais acumulados em quantidades e custos de material e mão de obra, são compatíveis com a realidade esperada para o processo de construção daqueles edifícios, retratando valores médios esperados.

O mesmo ocorre com quantidades e custos de serviços, sendo pressuposto que não houve falhas no levantamento destes quantitativos, sem a falta ou excesso de partes das obras, ou no procedimento de cálculo de valores. A empresa mantém procedimentos padronizados para o processo de orçamento, tendo sido produzidos a partir destas regras aqueles que formam a amostra deste trabalho.

A análise de valores espúrios é feita unicamente a partir da análise estatística, não sendo discutidas diferenças com relação às características destas edificações. Em alguns casos, entretanto, a definição de diferentes padrões de custo e quantidade para serviços e insumos em gráficos de regressão envolvendo estas variáveis é explicada por meio de análises de orçamentos e de informações gerais sobre os métodos e processos tecnológicos presentes na empresa que forma a amostra desta pesquisa.

Estes dados e informações apresentados neste trabalho são restritos num primeiro momento à empresa e região do país estudadas. A extrapolação de tais dados para uso fora destes limites deve ser precedida por uma verificação de compatibilidade entre as informações presentes neste ambiente e as daquele novo universo que se deseja como objeto de estudo.

1.5 - Estrutura da Monografia

O Capítulo 1 deste trabalho, denominado Introdução, faz uma apresentação da pesquisa realizada e aponta as justificativas para sua execução, a partir da conceituação e determinação das funções de estimativas de custos dentro da atividade de

construção de edifícios, dos princípios básicos que devem ser levados em consideração para uma maior eficiência dos métodos de estimativa, da caracterização geral das incertezas inerentes ao ambiente deste setor produtivo e da análise de vantagens e falhas dos principais métodos de estimativa utilizados. Também expõe os objetivos gerais e específicos desta pesquisa, suas hipóteses gerais e específicas, as limitações estabelecidas e a caracterização da estrutura da monografia.

No Capítulo 2, Revisão Bibliográfica, faz-se a apresentação expedita da teoria sobre relações paramétricas, englobando conceituação, procedimentos para uso e histórico de aplicação no setor de construção de edifícios. Também, uma revisão bibliográfica sobre os fatores que afetam a variabilidade no custo de construção de um edifício é apresentada. Quanto a estas informações, define-se a possibilidade de formação de universos tipológicos em função das características físicas de determinado grupo de edifícios, tais como localização, acabamento, programa de pavimentos e apartamentos. São definidos também os fatores que influenciam a produtividade de mão-de-obra, o consumo de materiais e o preço de insumos em suas variabilidades, apresentando-se valores para a incerteza envolvida na determinação destas variáveis e no custo global da obra.

A apresentação da empresa e das obras dos quais foram obtidos os dados desta pesquisa é realizada no Capítulo 3, Metodologia de Pesquisa. Ali são informadas as principais características dos edifícios da amostra tais como denominação, custo total, áreas total e equivalente, área do pavimento tipo, distribuição de pavimentos e programa de apartamentos. Também esclarece-se neste capítulo os indicadores estatísticos que são utilizados para mensuração da variabilidade dos dados analisados.

O Capítulo 4, Apresentação e Análise de Dados, estabelece os resultados relacionados a direcionadores de custo utilizados, às relações paramétricas envolvendo custos e quantidades para grupos de serviços e a relações relativas a quantidades de mão-de-obra e materiais. Também são apresentadas informações sobre o modelo paramétrico desenvolvido neste trabalho, sua análise e a comparação de seus resultados com aqueles determinados pela razão entre custo e área total do edifício e pela equação que correlaciona estas mesmas variáveis.

O Capítulo 5, Considerações Finais, apresenta as principais conclusões produzidas neste trabalho, abordando os tópicos direcionadores de custo, aplicação de modelos paramétricos de custo e padrões de comportamento em relações paramétricas. São colocadas ainda propostas para pesquisas futuras, fundamentadas nas dificuldades encontradas ao longo deste trabalho e na possibilidade de sua continuação.

Esta monografia mantém seis anexos, denominados A, B, C, D, E e F, os quais englobam respectivamente:

- correlações lineares entre direcionadores de custo;
- análises de regressão para custos de serviços;
- análises de regressão para quantidades de serviços;
- análises de regressão para mão-de-obra e materiais;
- caracterização de edifícios da amostra;
- base de dados original utilizada.

Capítulo 2

REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 - Estimativas Paramétricas de Custo

A Estimativa Paramétrica de Custo define-se como um método que utiliza de relações sob a forma de algoritmos matemáticos ou lógicos de modo a obter uma estimativa de custos. Tais relações, denominadas Relações Paramétricas de Custo, podem variar desde simples regras informais ou analogias básicas até funções matemáticas complexas decorrentes da análise estatística de dados.

Dentro da Relação Paramétrica de Custo estabelece-se uma clara ligação entre determinado custo e uma característica técnica do produto. Este parâmetro técnico deve ser de tal ordem que caracterize de modo claro o produto sob estudo e também mantenha uma boa correlação com o custo a ser estimado dentro da relação paramétrica que o utiliza. Estas características, que efetivamente definem o custo a ser estimado, denominam-se Direcionadores de Custo.

Em uma definição específica, Relações Paramétricas de Custo são expressões matemáticas que descrevem a ligação entre valores de custos, como variáveis dependentes, a um ou mais parâmetros técnicos do produto, variáveis independentes do modelo denominadas direcionadores de custo.

Geralmente, a fragmentação do custo total em parcelas menores, com a utilização de direcionadores de custo específicos para cada uma de suas partes, possibilita uma redução do erro intrínseco ao método de estimativa. Desta maneira, pode-se compor um grupo de Relações Paramétricas de Custo que utilizadas em conjunto estabelecem estimativas completas de custo, sendo tal estrutura denominada Modelo Paramétrico de Custo.

As definições acima citadas retratam conceitos presentes em UNITED STATES OF AMERICA (1995), publicação realizada pelo Departamento de Defesa daquele país, junto a diversas empresas que lá atuam, buscando definir em um manual linhas para a pesquisa e prática em estimativas paramétricas de custo.

2.1.1 - Procedimentos para Utilização de Estimativas Paramétricas

A utilização de relações paramétricas em estimativas de custo apresenta uma série de etapas que devem ser consideradas de modo a se obter os resultados com

maior confiabilidade. Quanto melhor o modelo paramétrico de estimativa estabelecido, mais próximo estará o custo estimado daquele realmente incorrido ao final do projeto.

Estas etapas podem ser resumidas em: levantamento de dados, avaliação e tratamento de dados, reconhecimento de direcionadores de custo, análise destes direcionadores, estabelecimento de relações paramétricas, seleção de relações válidas e validação do modelo paramétrico.

- Levantamento e Avaliação de Dados

As atividades de coleta e sistematização de dados para a produção de uma estimativa e a avaliação destes dados com relação a sua funcionalidade são passos críticos dentro do processo de estimativa, consumindo tempo e afetando diretamente a precisão dos resultados finais. A correção e confiabilidade da base de dados utilizada são fatores determinantes para a qualidade da estimativa apresentada. Na montagem dos bancos de dados devem ser identificados produtos similares àquele sobre o qual será realizado o estudo de estimativa, anotando informações referentes aos custos relacionados à produção destes e a suas principais características descritivas, especialmente aquelas que mantêm maior influência sobre tais custos (UNITED STATES OF AMERICA, 1995).

Como informações de custo relacionados a um determinado projeto tem-se seus custos parciais e totais, cronogramas de produção e dados de consumo de material, equipamentos e mão-de-obra, os quais devem ser apresentados em formato numérico com o objetivo de possibilitar o cálculo de um valor para a estimativa em processo.

Descrevendo os produtos aos quais tais informações de custo referem-se, também são requeridos dados a respeito de características físicas, de performance e de engenharia destes. Não há a necessidade de que tais informações apresentem-se em formato numérico e normalmente são levantados a partir de plantas, especificações, certificados ou experiência direta.

Coloca-se a possibilidade de uso de fontes externas de dados, contendo informações de outras empresas, dados diversos consolidados em publicações técnicas, além de arquivos públicos. Tais fontes, apesar de serem freqüentemente utilizadas, apresentam algumas desvantagens, como a falta de conhecimento por parte do usuário a respeito dos procedimentos utilizados para levantamento de dados, a questão do tratamento estatístico dado aos dados originais, as diferenças entre os processos tecnológicos utilizados, além da inabilidade de se prever mudanças em futuros índices (UNITED STATES OF AMERICA, 1995).

Freqüentemente na estimativa se faz uso de números que estão disponíveis, fontes que aparentemente liberam o estimador de qualquer responsabilidade pessoal. O uso de tais dados sem o conhecimento de suas similaridades ou diferenças com relação ao produto sob estudo pode produzir uma estimativa incorreta, por não basear-se corretamente na realidade do projeto em questão (CARR, 1989).

A montagem de um histórico com dados relacionados à execução de obras da própria empresa é um importante fator para a confiabilidade de futuras estimativas de custo. O ideal dentro de uma estimativa é que o custo apontado para suas atividades seja baseado na experiência prática que a empresa tem e não em dados genéricos apresentados para levantamentos com menores exigências de precisão, podendo assim manter-se um maior controle sobre as variáveis que influenciam o custo (LOSSO, 1995).

- Análise de Direcionadores de Custo e Relações Paramétricas

Técnicas de estimativa paramétricas enfocam aqueles fatores principais que caracterizam o produto sob estudo e mantêm maior influência sobre seu custo, não se preocupando com detalhes presentes no processo. Estes direcionadores de custo são características controláveis do produto, estabelecidos em plantas, especificações e cronogramas, e possuem efeito predominante sobre o sistema de custo. Deste modo, utiliza-se alguns poucos parâmetros importantes que possuem o impacto mais significativo sobre o produto em estudo (UNITED STATES OF AMERICA, 1995).

No desenvolvimento de uma relação de estimativa de custos, o primeiro passo é o levantamento de uma hipótese sobre a relação lógica existente entre uma característica do produto e parte de seu custo. Como princípio para o estudo de direcionadores de custo e das relações paramétricas por estes determinadas tem-se a necessidade de haver sentido na ligação entre o que representa tais características e os custos que se pretende explicar através destas.

Discute-se bastante até que ponto existe a necessidade de se determinar hipóteses sobre direcionadores de custo e relações paramétricas antes da construção de uma base de dados para a avaliação destas, ou no sentido contrário, com a caracterização do modelo realizada após a coleta de dados. Em verdade, as duas atividades deveriam ser cumpridas em paralelo, ao menos em parte, verificando-se por um lado quais as variáveis disponíveis para uso no modelo e por outro que tipos de dados não teriam utilidade, sendo estes retirados do trabalho de coleta e análise da dados.

Um dos requisitos fundamentais para a inclusão de uma variável, numérica ou não, como direcionador de custo em relações paramétricas é que esta seja um fator estatisticamente significativo sobre o custo do produto ou parte deste. Neste sentido, as ferramentas estatísticas mais utilizadas são testes de hipótese sobre regressões lineares ou linearizadas, regressões múltiplas e análise de variância (UNITED STATES OF AMERICA, 1995).

Alguns custos podem se relacionar com diferentes variáveis, contudo nem todas estas ligações podem ser convertidas em relações paramétricas. Basicamente, uma relação paramétrica deve apresentar duas características: primeiro, deve estabelecer uma ligação lógica entre uma variável descritiva e a de custo a ser obtido; segundo, deve ser verificado um forte ajustamento estatístico da função de ligação entre estes elementos (UNITED STATES OF AMERICA, 1995).

A quantidade de amostras utilizadas na determinação de uma relação paramétrica afetam diretamente sua validade e confiabilidade. A utilização de pontos adicionais relevantes, representativos da tipologia estabelecida dentro da base de dados em construção, determina uma maior precisão aos resultados finais alcançados pelo modelo.

Quando a análise de dados de uma relação paramétrica estabelece a presença de valores espúrios, a retirada destes deve ser precedida por explicações satisfatórias quanto a anormalidades. De modo geral, valores espúrios afetam mais a dispersão dos dados do que os resultados da equação paramétrica (UNITED STATES OF AMERICA, 1995).

- Validação do Modelo Paramétrico

Para se validar um modelo paramétrico dentro de determinada utilização, primeiramente se obtém dados reais sobre custos, programação e parâmetros técnicos de produtos similares àquele que está sob estudo. De posse destas informações, aplica-se o modelo e avalia-se como este prediz os custos conhecidos, sendo que caso seja obtida uma margem de erro aceitável toma-se como válida a aplicação do modelo para produtos daquele padrão. Tal operação deve ser realizada junto a um conjunto representativo deste universo, não em um número reduzido de amostras (UNITED STATES OF AMERICA, 1995).

Quando um modelo paramétrico é aplicado fora do universo da base de dados original, a credibilidade do resultado se torna questionável. Em estimativa de custos, raramente se encontra bases de dados diretamente aplicáveis, devendo existir uma

avaliação para determinar se a relação pode ser utilizada para o caso corrente. De qualquer modo, a utilização de relações paramétricas para estimativa de custos deve sempre ser precedida por uma revisão dos dados originais. Deve-se avaliar qual o objeto de estudo daquela relação, a adequação dos dados com relação ao presente cenário, a idade destes dados e qual o tratamento que estes sofreram (UNITED STATES OF AMERICA, 1995).

2.1.2 - Aplicação à Construção de Edifícios

Estimativas paramétricas de custo são muito comuns em todos os segmentos da indústria da construção. Entretanto, os modelos normalmente utilizados são muito simples, fundamentando-se em uma única característica da obra e buscando estabelecer custos globais diretamente a partir desta. Em âmbito nacional, o parâmetro mais utilizado neste tipo de estimativa é a área de construção, conforme citado no Capítulo 1 deste trabalho.

Contudo, como visto, a utilização de técnicas paramétricas permite a montagem de modelos bem mais complexos de modo a estabelecer uma maior confiabilidade para a estimativa, trabalhando-se com um maior número de direcionadores de custo; apresentando resultados mais específicos, com a fragmentação do custo global em suas partes; e utilizando regras matemáticas e estatísticas mais avançadas (UNITED STATES OF AMERICA, 1995).

Um obstáculo apresentado para a adoção desta maior complexidade, especialmente durante as primeiras etapas do processo de construção, é a limitação do número de dados para a caracterização da obra em questão. Entretanto diversas variáveis podem ser determinadas neste momento, estando disponíveis informações sobre localização, dimensões do terreno, altura do edifício, taxa de ocupação e índice de aproveitamento do terreno (os três últimos definidos pelo plano urbanístico de cada cidade), com os quais se estabelece número de pavimentos, quantidade de pavimentos tipo, área do pavimento tipo e área total; e, com a definição da estratégia de mercado, determina-se número de apartamentos por pavimento, número de dormitórios por apartamento e padrão de acabamento (HIROTA, 1988; TRAJANO, 1988).

Diversos trabalhos têm sido realizados no campo acadêmico voltando-se para o desenvolvimento de estimativas paramétricas mais complexas, sendo exemplos nesta linha de pesquisa HIROTA (1987), OLIVEIRA (1990), LOSSO (1995) e ARAÚJO (1997), este último enfocando diretamente a previsão de valores para variáveis de custo.

Deve ser colocado que o uso de métodos paramétricos não se restringe apenas a estimativas diretamente relacionadas a custos, mas também pode tratar da caracterização de quantidades de serviços, materiais e mão-de-obra presentes dentro da construção, assim como da quantificação de elementos construtivos, como paredes internas e de fachada, piso de diferentes tipos de áreas, esquadrias, entre outros. Isto amplia ainda mais a funcionalidade desta metodologia de estimativa dentro do processo construtivo, principalmente se comparado a outras técnicas expeditas.

Assim, dentro do setor de construção de edifícios, o uso de modelos e relações paramétricos de custos mostra-se bastante adequado a processos de decisão ligados a estratégias para apresentação de preços e propostas em licitações; ao balizamento de custos para adoção de novas soluções de projeto ou processos tecnológicos de produção; como auxiliar na verificação de orçamentos detalhados; no controle global da obra no tocante a custos de produção, como também a consumos de mão-de-obra, equipamentos e materiais. Ainda pode ser utilizado na fundamentação de questões tributárias e de seguridade social, quando da necessidade de avaliações expeditas.

2.2 - Variabilidade de Custos na Construção de Edifícios

As estimativas de custo empregadas em empresas do setor de edificações se caracterizam por reduzirem objetos diferenciados a médias históricas de consumo de material e trabalho por unidade de medida. Este sistema tende a ser razoavelmente preciso para situações onde existe um padrão construtivo constante, expresso por um número limitado de opções de materiais e processos. Entretanto esta sistemática não é apropriada para as diversas diferenças que se estabelecem entre dois canteiros de obras distintos (LEUSIN, 1993).

Todo canteiro de obra apresenta uma série de características que o diferencia dos demais, mesmo quando pertencentes a uma mesma empresa. Há uma dispersão gráfica estando cada projeto presente em um local diferente; apresentam-se organizações temporárias formadas para os projetos individualmente; possuem diferenças em condições como clima, tipo de comunicações, prazo, preço, cliente e outros; são construídos em um nível de produção compatível com o modo e o montante de pagamento feito à empresa (JONSSON, 1996).

Deste modo, surgem diversos fatores que determinam a existência de uma incerteza intrínseca quanto aos valores de custo estimados. São alguns destes fatores: modificações em programas de construção e quantidades; atrasos, falhas e mudanças em

projetos; estimativas falhas; inflação imprevista; tamanho e complexidade da obra; variações climáticas; falta de conhecimento sobre particularidades regionais, especialmente quanto regulamentações jurídicas; avanços e inovações tecnológicas; dificuldades técnicas imprevistas; mudanças na programação da obra; cronograma apertado e excessiva concorrência entre atividades de produção; administração de contratos e políticas falhas; problemas com mão-de-obra; relações falhas com fornecedores; regras governamentais para aumento de segurança no trabalho e ambiental; e pouca experiência por parte do construtor quanto ao tipo de projeto (YEO, 1990; KAMING *et al.*, 1997).

Outros problemas que estão mais especificamente relacionados com o tipo de infra-estrutura de canteiros de obras em países em desenvolvimento são: infra-estrutura falha neste países; política de taxas de juros; falta de materiais e atrasos em entregas; treinamento insuficiente e baixa produtividade de mão-de-obra; e flutuações em taxas de câmbio (YEO, 1990).

O custo de uma edificação depende basicamente de três diferentes fatores para sua formação: caracterização física, com a determinação dos elementos construtivos necessários para sua realização; os recursos materiais e humanos a serem utilizados na produção destes elementos; e os custos relativos ao uso de tais recursos. Cada um destes é sujeito a variações em seu conteúdo e a união de suas variabilidades determina os níveis de incerteza global presente dentro do processo de construção de edifícios e de precisão que assim podem ser alcançados dentro de estimativas de custo. Causas e valores para a variabilidade em torno de tais fatores são caracterizados a seguir, estando aqueles relacionados à utilização de recursos divididos em produtividade de mão-de-obra e consumo de materiais.

2.2.1 - Variação de Aspectos Geométricos e Tecnológicos

A variação do nível de qualidade da construção depende diretamente das decisões adotadas com relação aos parâmetros geométricos e soluções construtivas presentes na edificação. Do mesmo modo, estas decisões estabelecem as diversas atividades que devem estar envolvidas no processo construtivo e, assim, os custos diretos e indiretos englobados pela construção, determinando seu custo global (BEZELGA & ESTEVES, 1980).

Os produtos do setor de construção podem ser pensados como combinações de categorias conhecidas de diferentes componentes, sendo que o projeto de um edifício em particular representa apenas uma das combinações possíveis. Entretanto

determinadas edificações podem ser reunidas em conjuntos nos quais se aponta uma extrema similaridade entre as opções adotadas, levando à existência de um padrão ou pequenas variações sobre este padrão. Assim, mesmo relacionando-se com diferentes empresas e arquitetos, tais edificações poderiam ser consideradas dentro de um mesmo estereótipo, com as opções diferentes dentro deste universo apresentando-se em um número relativamente pequeno (ATKIN, 1993).

Assim, embora as edificações mantenham como uma de suas principais características a heterogeneidade, existe a possibilidade de tipificação destes em conjuntos, com o estabelecimento de determinados índices que representam sua distribuição geométrica e de elementos funcionais, viabilizando desta maneira estimativas de custos que se utilizam deste artifício (LOSSO, 1995).

Do ponto de vista de custos, um edifício pode ser dividido em duas partes fundamentais: os espaços projetados e os equipamentos necessários para que o edifício possa cumprir sua função. Analisadas separadamente cada uma dessas partes, vemos que suas variações se comportam de forma diferente, apesar de que, construtivamente, estejam fortemente ligadas entre si. O custo dos espaços projetados dependem fundamentalmente das resoluções dimensionais adotadas para o edifício, tais como área, altura do pé-direito, número de pavimentos, entre outras. Já o custo dos equipamentos, ao contrário, depende de decisões dicotômicas, ainda que haja alguma influência das decisões dimensionais, embora com peso bastante inferior (MASCARÓ, 1985).

As decisões relacionadas a nível de acabamento, distribuição de espaços e quantidade de pavimentos, as quais definem diferenças em termos de custo para o empreendimento, são dependentes da estratégia planejada pela empresa construtora em função da adequação do edifício a seus clientes. Tais características, junto com as opções adotadas com relação a equipamentos, estabelecem o universo tipológico no qual uma determinada edificação se enquadra.

A seguir são apresentados resultados de alguns trabalhos envolvendo conceitos e números a respeito da caracterização dos elementos construtivos e serviços presentes na construção de um edifício, objetivando-se demonstrar a baixa variabilidade existente quando da relação destes às principais características geométricas dos edifícios dentro de determinada tipologia.

A área de piso é uma das principais variáveis geométricas que caracterizam a edificação e está diretamente associada às quantidades de alguns serviços como contrapiso, revestimento de piso, gesso corrido, revestimento e pintura de teto. O fato do tipo de revestimento utilizado depender do compartimento em que está presente é

uma das dificuldades relacionadas à quantificação deste serviço a partir da área de piso, sendo que o uso de carpetes, laminados em madeira, cerâmica, entre outros é determinado pela função do compartimento e por decisões arquitetônicas.

No entanto, OLIVEIRA (1990) e LOSSO (1995) apontam o fato de que os diversos compartimentos presentes nas edificações podem ser divididos entre aqueles cujas áreas ou mantêm-se constante para diferentes obras ou são função da área útil do apartamento, variável esta relacionada à área do pavimento tipo, possibilitando assim a estimativa das áreas específicas para cada tipo de revestimento.

Outro elemento construtivo importante é definido pelas paredes, as quais determinam os quantitativos dos serviços de alvenaria, rebocos interno e externo, pintura e revestimentos em paredes internas, rodapés, pintura e revestimentos em fachada. É necessária a diferenciação entre paredes internas e externas, sendo que existem diferenças em termos de custos e processo construtivo entre estas.

As quantidades de paredes dependem basicamente do pé direito, dos perímetros do edifício e de seus compartimentos, que determinam o comprimento destas, e das áreas de abertura nelas presentes. Enquanto o pé direito dentro de um universo específico tende a manter-se constante, em função de normas locais específicas como códigos de obras e regulamentações de corpo de bombeiros, as duas outras características são variáveis.

Na Tabela 2.1 são apresentados dados sobre a quantidade linear de paredes internas, relacionando esta variável à área do pavimento tipo. A variabilidade existente nestes resultados pode ser considerada reduzida, com valores para o coeficiente de variação entre 10% e 15%.

Tabela 2.1 - Levantamentos de Quantidade Linear de Paredes Internas por Área de Pavimento Tipo em Diferentes Universos de Estudo (m/m²)

Publicação	Média	Coefficiente de Variação
HIROTA (1987)	0,461	13,45%
OLIVEIRA (1990)	0,470	14,89%
LOSSO (1995)	0,398	10,48%
ARAÚJO (1997)	0,429	13,04%

Voltando-se para paredes externas, de acordo com ROSSO (1978), ao se obter o menor perímetro mantendo-se constante a área delimitada, o custo unitário por área se reduz, sendo este um aspecto puramente geométrico e independente dos materiais utilizados ou das técnicas construtivas adotadas. Neste sentido, a quantidade linear de

paredes externas também tem sido relacionada à área de piso, sendo apresentado de maneira direta como uma razão entre estas variáveis ou englobado no indicador denominado índice de compacidade.

Quanto a seu formato, OLIVEIRA (1990) coloca que a forma dos edifícios normalmente está condicionada à do terreno, apresentando-se na maioria das vezes retangular. Deste modo, mesmo com a possibilidade de ocorrer detalhes arquitetônicos diferenciados que afetam a quantidade de paredes externas, diversos conjuntos tipológicos estudados vêm apresentando valores relativamente baixos para a variabilidade dos índices relacionados a esta característica (ver Tabela 2.2).

Tabela 2.2 - Levantamentos de Índice de Compacidade e Quantidade Linear de Paredes Externas por Área de Pavimento Tipo em Diferentes Universos de Estudo

Publicação	Média	Coefficiente de Variação
<i>Índice de Compacidade</i>		
HIROTA (1987)	68,353%	16,29%
OLIVEIRA (1990)	66,300%	13,91%
LOSSO (1995)	66,108%	10,15%
<i>Comprimento de Paredes Externas por Área do Pavimento Tipo</i>		
ARAÚJO (1997)	0,305 m/m ²	11,02%

Com relação ao comprimento total de paredes, MASCARÓ (1985) coloca que a razão entre esta quantidade linear e a área de piso origina-se diretamente do tamanho e da forma do edifício e de seus compartimentos. Neste sentido, HEINECK & OLIVEIRA (1994) apresenta um estudo a respeito das formas de compartimentos de um apartamento, analisando através de regressão linear as características de perímetro e área de piso para os compartimentos sala, dormitório, banheiro e cozinha, em determinada tipologia de edificação e estabelecendo para a relação entre estas variáveis um coeficiente de determinação de 84,89%, nível de correlação bastante significativo.

Assim, a baixa variabilidade nas relações de comprimento de paredes externas por área do pavimento tipo e perímetro de paredes por área de compartimentos apontam para uma baixa variabilidade para a razão comprimento total de paredes por área do pavimento tipo. Neste sentido, ARAÚJO (1997) apresenta um coeficiente de determinação de 87,86% para a regressão entre o comprimento total de paredes e a área do pavimento tipo. A mesma publicação estabelece para sua tipologia de estudo o valor de 0,734 m/m² para a razão entre comprimento de paredes e área de piso do pavimento tipo, com coeficiente de variação de 6,49%.

Quanto às áreas de abertura existentes em paredes, que correspondem basicamente aos serviços de esquadrias metálicas e de madeira, duas variáveis principais são utilizadas para o estabelecimento do padrão de comportamento existente: a quantidade de portas e a área de janelas.

A respeito do número de portas, que influencia os serviços de soleiras e ferragens, a Tabela 2.3 apresenta trabalhos que apontam uma baixa variabilidade para a relação quantidade de portas por área do pavimento tipo. A mesma tabela mostra que a variável área de janelas, que também afeta o serviço de vidros, mantém um nível maior de variação, sendo retratada através das relações desta variável por área do pavimento tipo e por área de fachadas.

Tabela 2.3 - Levantamentos de Quantidade de Portas e Área de Janelas por Área de Pavimento Tipo e Área de Janelas por Área de Fachada em Diferentes Universos de Estudo

Publicação	Média	Coefficiente de Variação
<i>Quantidade de Portas por Área do Pavimento Tipo (un/m²)</i>		
LOSSO (1995)	0,072	11,75%
ARAÚJO (1997)	0,076	14,52% *
<i>Área de Janelas por Área do Pavimento Tipo (m²/m²)</i>		
LOSSO (1995)	0,164	26,59%
ARAÚJO (1997)	0,152	14,23%
<i>Área de Janelas por Área de Fachada (m²/m²)</i>		
HIROTA (1987)	0,175	32,522%

* Ao dividir a amostra especificando edifícios com 1 ou 2 apartamentos por andar, ARAÚJO (1997) reduz este coeficiente de variação para os valores 4,90% e 9,84% respectivamente.

HIROTA (1987) coloca que a área de abertura em paredes externas, correspondentes principalmente às janelas e portais de varandas, é diretamente influenciada pelo aspecto qualitativo da edificação. Edifícios de alto padrão encontram-se entre aqueles onde obtém-se as maiores relações entre área de aberturas e área de piso do pavimento, enquanto os mais simples obedecem àquelas dimensões mínimas ditadas pela legislação urbana local em função das necessidades dos compartimentos.

Alguns serviços apresentam sua caracterização como reflexo de um dos elementos construtivos principais do edifício dificultada ou mesmo impossibilitada. É o caso das fundações que além de sofrer variações em função da altura da obra e da taxa de ocupação do terreno, também depende do tipo de solo existente. Em princípio, tais fatores podem ser discriminados em diferentes conjuntos tipológicos, de modo a estabelecer uma baixa variabilidade na caracterização deste serviço. No entanto, SOLANO (1995)

apresenta um índice caracterizando o custo de fundações em função da área total do edifício com um coeficiente de variação de 26% e LOSSO (1995) aponta em seu universo de estudo o percentual do custo total pelo qual este serviço responde com um coeficiente de variação elevado (CV em 51,70%).

O serviço de estrutura é outro cuja ligação com algum elemento construtivo específico não se identifica. Enquanto a parte horizontal da estrutura, composta por lajes e vigas, apresenta-se invariável com o número de andares existentes, relacionando-se à área de piso dos pavimentos; a parte vertical da estrutura, constituída pelos pilares do edifício, paredes portantes e contraventamentos, depende da carga que lhe é imposta, o que varia de acordo com a altura do edifício (MASCARÓ, 1985).

Embora conceitualmente concorde que o custo da estrutura se eleva com o aumento do número de pavimentos, TRAJANO (1989) coloca que em um estudo trabalhando com edifícios de até vinte e um andares não foi possível notar tal influência sobre a relação quantidade de estrutura por área construída.

Deste modo, a utilização da razão quantidade de estrutura por área construída em estimativas dentro de um universo tipológico cujos edifícios contenham números aproximados de pavimentos determina um reduzido nível de erro. SOLANO (1995), por exemplo, aponta o coeficiente de variação de 12,0% para uma relação entre custo de concreto usado e área total do edifício e o de 7,0% para a razão entre custo de aço estrutural por área total.

Quanto aos serviços ligados a instalações elétricas, TRAJANO (1989) aponta a existência de uma “certa proporcionalidade com a área de construção”, o que permite a estimativa de custo para este serviço em função desta variável. Neste sentido, SOLANO (1995) identifica a relação custo de materiais elétricos por área construída com um coeficiente de variação de 13%.

Já os serviços relacionados a instalações hidro-sanitárias apresentam uma maior complexidade. De acordo com LANTELME (1994), a racionalização do projeto destas instalações é intimamente dependente das soluções arquitetônicas adotadas, sendo diversas vezes prejudicada. TRAJANO (1995) aponta que as instalações hidro-sanitárias possuem seus custos muito mais dependente do estabelecimento do número de banheiros existentes e de suas especificações, do que da área dos mesmos, a qual só teria uma influência secundária no comprimento das tubulações. Com isto, entende-se que o custo deste serviço não depende apenas da área do edifício ou do apartamento, mas muito mais do número de banheiros.

Com relação a esta variável, LOSSO (1995) estabelece para a razão entre número de banheiros e área útil da unidade com um coeficiente de variação igual a 17,66%. ARAÚJO (1997) identifica coeficientes de determinação para as relações número de banheiros por área do pavimento tipo e por área útil do apartamento com valores respectivamente iguais a 42,56% e 71,68%.

Assim, dependendo do universo tipológico sob estudo, pode haver uma maior ou menor variação para índices relacionando número de banheiros e áreas de piso. No entanto, a princípio a quantidade de banheiros deve ser tomado como variável que caracteriza o edifício, independentemente de outras variáveis, sendo tomada na análise como decisão de projeto.

Para o serviço de elevadores, as variáveis que fundamentam seus custos são o número destes, a altura do edifício e o tipo de elevador utilizado. Quanto ao número de elevadores, parece não haver um relação estrita com a área de construção total. SOLANO (1995), na análise da razão custo de elevadores por área construída, estabeleceu um coeficiente de variação de 40%. Deste modo, o número de elevadores identifica-se como variável que caracteriza a edificação, devendo também ser analisado como uma decisão de projeto.

De acordo com o que foi visto, grande parte dos serviços presentes na construção pode ser identificada a partir do levantamento de um número reduzido de características físicas, como área total e do pavimento tipo, e de algumas decisões de projeto. É justamente neste conceito que se baseia o uso de estimativas paramétricas, no estabelecimento das quantidades e custos destes serviços, assim como dos materiais e mão-de-obra envolvidos, em função das principais variáveis que caracterizam os edifícios.

2.2.2 - Variação na Produtividade de Mão-de-Obra

A partir das quantidades de serviços determinadas na caracterização do edifício sob estudo, são identificados os recursos necessários à execução destes. Materiais e mão-de-obra têm seus quantitativos calculados em função de composições ligadas à unidade de produção de cada serviço, utilizando-se de valores médios esperados para estas quantidades.

No entanto, o ambiente real de construção estabelece fatores que determinam variações sobre estes valores no que concerne às quantidades de recursos que serão utilizados. A seguir são apresentados aqueles fatores relacionados à variabilidade do consumo de mão-de-obra, alguns deles não identificados no momento da definição da

estratégia de produção e outros praticamente imprevisíveis. São discutidos números relacionados a esta variação de produtividade.

Projetos de construção são geralmente únicos e estabelecidos em canteiros com diferentes equipes de trabalho associadas a diferentes atividades. Alguns fatores afetam as taxas de produção, e embora haja diversas medidas convenientes que podem prevenir ou reduzir a variação da produtividade, existem certos elementos que não podem ser eliminados (CHRISTIAN & HACHEY, 1995).

Na determinação do custo de determinado serviço, há a tentativa de se estabelecer as condições gerais que deverão ocorrer naquela construção específica e estima-se a produção cumulativa baseando-se na existência de condições similares. Como o ambiente de construção sofre constante modificação, o interesse volta-se principalmente para o valor médio cumulativo final da produtividade alcançada em cada atividade (THOMAS *et al.*, 1990).

A variabilidade relacionada à produtividade de mão-de-obra é inerente ao processo produtivo da construção. Atividades similares podem ser tornar mais fáceis ou difíceis de se executar em função de características específicas de projeto. Mesmo em tarefas exatamente iguais podem ocorrer variações, geradas por fatores diversos (MACHADO, 1997).

De um modo geral, são estes os fatores que influenciam a produtividade de mão-de-obra dentro de um canteiro: condições climáticas; tamanho e características da obra; repetição das operações de trabalho; continuidade das tarefas; concentração dos serviços; grau de dificuldade e complexidade do serviço; qualidade de gerenciamento em planejamento e supervisão; mudanças de programação; qualidade de materiais; disponibilidade de materiais e equipamentos; meios de comunicação; utilização de empreiteiros; motivação de operários; relações de grupo; rotina de pagamento; distribuição e complexidade do canteiro; habilidade e experiência de equipe; utilização de horas extras; área de trabalho com número excessivo de operários; absenteísmo e rotatividade de pessoal; segurança e limpeza do canteiro; e mudanças requeridas por clientes ou consultores. (BEAMISH, 1978; THOMAS & MATHEWS, 1986; SILVA, 1986; THOMAS *et al.*, 1986; HORNER, 1990; THOMAS *et al.*, 1990; HEINECK, 1991; SANDERS & THOMAS, 1991; THOMAS & NAPOLITAN, 1995; JONSSON, 1996; KAMING *et al.*, 1997)

Valores para Variação de Produtividade de Mão-de-Obra

São apresentados a seguir números relacionados à variabilidade no consumo de mão-de-obra para diversos serviços para diferentes obras, seja em períodos curtos de medição ou em termos de números globais.

SOARES (1994) apresenta uma série de dados referentes aos serviços de alvenaria, emboço e reboco para três diferentes edifícios, levantados de acordo com o pavimento onde a tarefa se realiza e sendo considerados apenas tempos relacionados a ações produtivas. Tais informações estão retratadas na Tabela 2.4 abaixo.

Tabela 2.4 - Produtividade dos Serviços de Alvenaria, Emboço e Reboco por Pavimento, em m²/hh (SOARES, 1994)

	Térreo	Pav. 2	Pav. 3	Pav. 4	Pav. 5	Pav. 6	Pav. 7	Pav. 8	Pav. 9	Cobert.
ALVENARIA										
Obra 11			0,64	0,80	0,76	0,64	0,57	0,66	0,53	0,87
Obra 12							1,18	0,71	0,96	
Obra 18	0,68	0,70	0,94	0,76						
EMBOÇO										
Obra 11	1,09	1,15	1,53	1,71	1,71	1,76	1,59	1,70		
Obra 12		1,24	1,98			1,14	1,37	2,06	1,50	1,10
REBOCO										
Obra 11	1,65	1,55	1,84	2,21	1,85	1,87	1,46	2,01		
Obra 12		1,93	1,99			2,20	1,85	1,62	1,79	1,19

MACHADO (1997), a partir de uma base de dados com informações referentes a uma empresa sob aplicação de um programa de incentivos financeiros, estabelece a variabilidade do índice de produtividade para diversos serviços. A Tabela 2.5 apresenta tais informações, sendo que estes dados se encontram em estado bruto, sem uma análise de valores espúrios.

Tabela 2.5 - Índices de Produtividade para Empresa dentro de Programa de Incentivos Financeiros, em un/hh (MACHADO, 1997)

Serviço	Número de Observações	Média	Coefficiente de Variação
Armação de Vigas e Lajes	197	19,38	61,40%
Concretagem de Vigas e Lajes com Bomba	59	1,19	73,68%
Contrapiso	34	5,44	98,67%
Elevação de Alvenaria	295	3,16	387,22%
Marcação de Tubulação Elétrica e Telefônica Embutida em Laje	126	5,68	66,07%
Emboço Externo	129	2,35	62,77%
Emboço Interno	398	3,37	65,08%
Aplicação de Massa PVA	37	5,97	70,84%
Montagem e Desforma de Formas de Pavimento Tipo	183	1,71	46,98%
Revestimento Cerâmico em Parede Interna	99	1,53	63,33%
Regularização de Superfície para Impermeabilização	44	2,16	97,20%
Aplicação de Selador Acrílico Externo	51	8,32	59,21%

Dentro deste mesmo estudo são apresentadas regressões lineares entre quantidades de serviço e consumo de mão-de-obra. Os coeficientes de determinação alcançados são apresentados na Tabela 2.6.

Tabela 2.6 - Coeficientes de Determinação de Regressões Lineares entre Quantidades de Serviços e Consumos de Mão-de-Obra (MACHADO, 1997)

Serviço	Coefficiente de Determinação
Elevação de Alvenaria	64,10%
Emboço Interno	54,39%
Massa PVA	46,87%
Selador Acrílico Exterior	83,09%
Armação de Viga e Laje	74,32%
Contrapiso	54,48%
Emboço Externo	86,86%
Montagem e Desforma de Forma do Pavimento Tipo	82,28%
Revestimento Cerâmico em Paredes Internas	63,77%

GATES (1971) estabelece, a partir de experiência prática, coeficientes de variação relacionados a uma série de serviços em construção, retratados na Tabela 2.7. São descritos como dados para trabalhadores experientes e com equipamentos bem operados, sendo que caso o trabalhador não possua experiência, tais valores devem ser duplicados para operações simples e acrescidos de mais 50% para aquelas pouco práticas.

Tabela 2.7 - Coeficientes de Variação para Produtividade Estimados em Vários Serviços na Construção de Edifícios (GATES, 1971)

Discriminação de Serviço	CV (%)	Discriminação de Serviço	CV (%)
Descarregamento e Estocagem		Aço para Concreto Armado	
Material em Pacotes	10	Corte e Amarração	10
Tijolos e Blocos	10	Montagem	7,5
Madeiras Soltas e Vergalhões	20	Malhas de Arame	10
Serviços de Canteiro		Aço Estrutural	
Limpeza Simples de Terreno	10	Fabricação	15
Retirada de Raízes	20	Montagem	10
Pavimentação	15	Alvenaria	
Calçadas	10	Assentamento de Tijolos e Blocos	7,5
Entrada de Energia Elétrica	20	Nivelamento e Prumo	20
Tapume	10	Carpintaria	
Escavação Manual		Corte e Perfuração Elétricos	10
Solo Solto	15	Soalho em Madeira	10
Aterro	10	Prancha para Reboco	7,5
Compactação	20	Marcenaria	
Escavação Mecânica		Escadas	20
Equipamento Leve e Médio	20	Esquadrias de Portas	15
Equipamento Pesado	15	Instalações de Janelas	15
Transporte em Caminhão	10	Cobertura	
Fundações	20	Telhas de Madeira	15
Concreto Pré-Moldado		Impermeabilização	10
Fabricação	10	Calhas e Platibandas	10
Montagem	15	Pintura	
Isolamento	10	Paredes, Tetos	7,5
Emboço e Reboco		Esquadrias	10
Aplicação em Paredes	7,5	Aço estrutural	10
Aplicação em Tetos	10	Papel de Parede	20
Emboço	10	Serviços Elétricos	
Forma para Estrutura de Concreto		Eletrodutos, Cabos e Fios	10
Fabricação	10	Instalação de Equipamentos	15
Montagem	10	Serviços Hidro-Sanitários	
Desmontagem, Limpeza	10	Tubulações Externas	15
Reparo	20	Tubulações Internas	10
Concretagem		Instalação de Equipamentos	10
Aplicação	15	Aquecimento e Ar Condicionado	
Acabamento	15	Tubos e Dutos	10
Cura	10	Instalação de Equipamentos	15

OLIVEIRA (1997) apresenta dados, reproduzidos na Tabela 2.8, sobre três edifícios tratando da execução de formas, montagem de armadura e concretagem, sendo que as duas primeiras obras mantêm uma mesma equipe, enquanto a terceira ficou por conta de outra equipe. O primeiro edifício apresenta melhor construtibilidade e melhores condições de organização de canteiro, inclusive com a utilização de uma grua. Os

pavimentos de um mesmo edifício mantêm constante a quantidade de formas e concreto, enquanto a quantidade de aço apresenta uma variação muito pequena.

Tabela 2.8 - Consumo de Mão de Obra na Execução de Estrutura por Área, em hh/m² (OLIVEIRA, 1997)

	Obra 1	Obra 2	Obra 3
Pavimento 1	5,26	11,03	10,36
Pavimento 2	4,33	6,52	6,02
Pavimento 3	4,66	5,95	2,87
Pavimento 4	5,13	6,08	3,54
Pavimento 5	4,37	6,08	3,32
Pavimento 6	4,08	7,04	3,18
Pavimento 7	3,63	5,94	3,03
Pavimento 8	3,57	5,27	2,75
Pavimento 9	4,09	4,76	4,05
Pavimento 10	3,41	5,35	3,55
Pavimento 11	3,25	5,79	3,77
Pavimento 12	3,23	5,16	3,98
Pavimento 13	3,63	5,82	3,15
Pavimento 14	2,98	4,64	3,49
Pavimento 15	3,56	4,29	2,81
Pavimento 16	2,85	6,02	
Média	3,88	5,98	3,99

LEÃO (1997) apresenta dados sobre a quantidade de homens-hora de pedreiro despendida no serviço de alvenaria mensalmente para dois edifícios de uma mesma empresa construtora, com diferença de 12,68% com relação à de maior consumo (Tabela 2.9).

Tabela 2.9 - Consumo Mensal de Pedreiro para o Serviço de Alvenaria em Duas Obras de uma mesma Empresa, em hh/m² (LEÃO, 1997)

	Obra 1	Obra 2
Mês 1	0,640	0,875
Mês 2	0,644	0,810
Mês 3	0,787	0,767
Mês 4	0,843	0,780
Mês 5	0,648	0,781
Mês 6	0,647	0,813
Média	0,702	0,804

MACHADO & HEINECK (1997), comparando a produtividade de mão-de-obra para o serviço de armação de vigas e lajes em oito diferentes edifícios de uma

mesma construtora, apresenta um coeficiente de variação em 15,50%. Estes dados estão retratados na Tabela 2.10.

Tabela 2.10 - Produtividades para o Serviço de Armação de Vigas e Lajes sob Programa de Incentivos Financeiros, em kg/hh (MACHADO & HEINECK, 1997)

	Índice de Produtividade
Obra 1	20,051
Obra 2	20,849
Obra 3	21,664
Obra 4	15,995
Obra 5	21,621
Obra 6	17,974
Obra 7	13,478
Obra 8	18,286
Média	18,740
Desvio Padrão	2,904
Coeficiente de Variação	15,50%

DIAS & CINCOTTO (1993), estudando serviços de revestimento de gesso sobre blocos cerâmicos e de concreto e sobre superfícies de concreto para quinze diferentes canteiros, evidencia uma faixa ampla para produtividade alcançada, com valores entre 0,10 e 0,72 hh/m² e convergindo para 0,40 hh/m².

THOMAS & SAKARCAN (1994), em um estudo com vinte e dois edifícios, apresenta valores para médias cumulativas de produtividade para o serviço de alvenaria, em horas por pé quadrado, com uma média global igual a 0,128 e desvio padrão, sem retirada de espúrios, em 0,063, estabelecendo um coeficiente de variação de 49,2%.

De acordo com os trabalhos acima citados, cada serviço tem uma margem de erro própria, não podendo ser estabelecida a uniformidade destes. No entanto, como avaliação geral deste nível de incerteza, assume-se que os consumos reais de mão-de-obra distribuem-se em torno de valores médios segundo um coeficiente de variação entre 10 a 20%, conforme apontado por HEINECK & PANZETER (1989).

2.2.3 - Variação no Consumo de Materiais

As quantidades de materiais consumidos na construção de um edifício são fundamentadas nos quantitativos de serviços previstos, porém um conjunto de fatores, de origem interna ou não ao canteiro, determina que estas mantenham uma variabilidade intrínseca. Tais fatores normalmente atuam de maneira independente entre si e a presença destes e a intensidade de sua influência modifica-se de canteiro para canteiro.

A bibliografia que trata do consumo de materiais em sua grande maioria trabalha com o aspecto mais importante do ponto de vista dos construtores e clientes: as perdas de materiais. De qualquer modo, a análise da variabilidade com relação a perdas de materiais, tanto no que diz respeito a seus motivos quanto a seus valores, apresenta-se como reflexo daquela que trata da variação do consumo destes, podendo-se identificar a perda como a quantidade de material que excede a uma meta definida para consumo.

Três aspectos distintos determinam o consumo global de materiais dentro de uma obra: há aqueles materiais projetados para a execução do empreendimento; existem aqueles que são englobados na edificação sem a real necessidade de seu uso; e ocorre a disposição destes como resíduos e entulhos. Os dois últimos são aqueles mais fortemente relacionados ao conceito de perda utilizado nestas publicações, sendo importante a análise dos fatores que os afetam.

A variação do nível de desperdício e, assim, do consumo de materiais para diferentes canteiros é grande. Alguns canteiros apresentam um nível de perdas abaixo da média, entretanto nota-se um desperdício relativamente alto para diversos outros canteiros e o nível médio de perdas é constantemente elevado. O nível de perdas não é relacionada com a empresa ou tipo de edificação, sendo que uma mesma empresa apresenta canteiros com grandes e pequenos desperdícios (SKOYLES & SKOYLES, 1987).

A existência de consumos elevados de materiais tem como origem um conjunto de fatores. Todos aqueles envolvidos no processo de construção podem contribuir para a perda de materiais: quem projeta materiais, equipamentos e o próprio edifício; quem especifica quantidades e administra globalmente a empresa; e, particularmente, quem gerencia e opera dentro do canteiro de obras (SKOYLES & SKOYLES, 1987).

De um modo geral, são estes os fatores que influenciam o consumo de materiais dentro de um canteiro: qualidade do gerenciamento da obra quanto a planejamento de aquisição de materiais, mecanismos de comunicação interna e externa e supervisão de execução de serviços; condições de transporte interno e estocagem de materiais; disponibilidade de materiais; qualidade de materiais, inclusive embalagens; nível de qualificação da mão-de-obra empregada; mudanças em projetos; e condições de segurança e limpeza do canteiro (SKOYLES & SKOYLES, 1987; SOIBELMAN, 1993; ENSHASSI, 1996).

Valores para Variação de Consumo de Materiais

A seguir são apresentados valores relacionados à variabilidade do consumo de materiais para diferentes edifícios, tratando em alguns casos de períodos curtos de medição ou em outros envolvendo a construção destas obras como um todo.

DIAS & CINCOTTO (1993), estudando a aplicação de gesso como revestimento em quinze obras distintas, apresenta dados relacionados à espessura média alcançada e ao consumo deste material por área revestida. Nestas informações, nota-se a inexistência de uma ligação direta entre estas variáveis, sendo que o desperdício deste material não o incorporando ao edifício pode ser bastante elevado, além de uma grande variabilidade de valores tanto para a espessura como para o consumo unitário. A espessura dos revestimentos varia entre 6 e 15 mm e consumo unitário apresenta valores entre 3,23 e 13,73 kg/m².

LEÃO (1997) apresenta informações sobre o consumo mensal de cimento no serviço de alvenaria para duas obras de uma mesma construtora, apresentando uma diferença na média global de 28,31% com relação ao maior valor. Tais dados encontram-se na Tabela 2.11.

Tabela 2.11 - Consumo Mensal de Cimento para o Serviço de Alvenaria para Duas Obras de uma mesma Empresa Construtora, em kg/m² (LEÃO, 1997)

	Obra 1	Obra 2
Mês 1	2,776	1,830
Mês 2	2,390	1,690
Mês 3	2,413	1,730
Mês 4	2,504	1,730
Mês 5	2,522	1,840
Mês 6	2,526	2,030
Média	2,522	1,808

SOIBELMAN (1993), em um estudo sobre perdas de materiais, relata informações sobre alguns materiais em cinco diferentes canteiros na região de Porto Alegre, RS. A Tabela 2.12 retrata tais dados, sendo que para uma análise direta do consumo destes materiais deve ser acrescido o valor 100 a cada um destes, indicando assim a porcentagem do consumo indicado em orçamento. Lembra-se que o consumo real na construção é determinado pela soma do montante de perda àquele consumo previsto em orçamento para cada material. Deste modo, pode-se determinar diferenças entre os valores mínimos e máximos para o consumo de aço estrutural, cimento, concreto usinado, areia,

argamassa regular, tijolo furado e tijolo maciço respectivamente iguais a 15,23%, 46,67%, 19,50%, 42,30%, 30,86%, 22,66% e 20,67% com relação ao maior valor.

Tabela 2.12 - Índices Percentuais de Perdas de Materiais para Obras de Porto Alegre (SOIBELMAN, 1993)

Material	Obra A	Obra B	Obra C	Obra D	Obra E
Aço Estrutural	18,80	27,30	23,01	7,91	18,31
Cimento	76,60	45,20	34,31	151,86	112,70
Concreto Usinado	10,80	11,77	17,44	0,75	25,16
Areia	27,09	29,73	21,05	109,81	42,19
Argamassa Regular	103,05	87,50	40,38	152,10 *	73,24
Tijolo Furado	39,90	8,20	35,96	26,50	-
Tijolo Maciço	45,25	15,23	20,02	27,28	-

* Valor referente a perda de Cal Hidratada.

Tabela 2.13 - Indicadores Globais de Consumo de Materiais como Porcentagem de Consumos Padrão (AGOPYAN et al., 1998)

	Média	Coefficiente de Variação	Mínimo	Máximo	Tamanho de Amostra
Materiais Básicos					
Areia	176%	44,89%	107%	411%	28
Saibro	282%	19,50%	234%	347%	4
Cimento	195%	56,92%	106%	738%	44
Brita	175%	62,29%	109%	394%	6
Cal	197%	88,32%	106%	738%	12
Estrutura e Alvenaria					
Concreto Usinado	109%	4,59%	102%	123%	35
Aço	110%	3,64%	104%	116%	12
Blocos e Tijolos	117%	10,26%	103%	148%	37
Argamassa para Alvenaria	216%	58,33%	126%	305%	2
Revestimento Argamassado					
Argamassa para Chapisco	121%	9,09%	114%	129%	2
Argamassa para Emboço	199%	43,72%	105%	309%	4
Argamassa para Contrapiso	142%	5,63%	136%	147%	2
Instalações					
Eletrodutos	115%	2,61%	113%	118%	3
Condutores	125%	8,80%	114%	135%	3
Tubos Hidro-Sanitários	120%	14,17%	108%	156%	7
Outros Revestimentos					
Placas Cerâmicas	116%	10,34%	102%	150%	18
Gesso	145%	46,90%	86%	220%	3
Tintas	116%	6,90%	108%	124%	3

AGOPYAN et al. (1998) relata o desperdício de materiais em diversos canteiros de obras espalhados pelo país dentro de uma metodologia única, permitindo a

caracterização da variabilidade existente no consumo de diversos materiais em diferentes obras. Os dados presentes na Tabela 2.13, refletem valores para consumo real na forma de porcentagem do consumo previsto em orçamento, com médias, mínimos e máximos calculados com o acréscimo de 100 aos números apresentados para perdas e com o cálculo dos novos coeficientes de variação a partir dos desvios padrão estabelecidos.

Com base nesta pesquisa apresentada por AGOPYAN *et al.* (1998), na impossibilidade de estimativas mais abrangentes, estabelece-se a incerteza relacionada ao consumo de materiais no processo de construção de edifícios com coeficientes de variação entre 5% e 50% de acordo com cada material.

2.2.4 - Variação nos Preços de Insumos

O produto das quantidades de recursos necessários para a execução de uma obra com seus respectivos preços determina o custo final da edificação. A seguir são discutidos fatores que originam a variabilidade em torno destes preços.

O levantamento dos preços de insumos são normalmente determinados através de procedimentos mecânicos, como a recuperação de informações em bases de dados, mas também envolve um processo intuitivo baseado em experiência e julgamento. O trabalho de estimar preços introduz elementos de risco na estimativa e frequentemente leva a diferenças entre os custos estimado e realizado do projeto.

Quanto a preços de materiais, dois aspectos distintos relacionam-se a esta variação de preço. O primeiro destes é a flutuação natural destes. São fatores ligados a este aspecto: ciclos de oferta e demanda; condições de competição de mercado; estrutura de distribuição do produto; medidas governamentais; e situação econômica global (HEINECK, 1989; MATHUR, 1980; PIETROBON E MOURA JR., 1994; SOLANO, 1995).

Um segundo aspecto relaciona-se à credibilidade da empresa e à qualidade do planejamento de aquisição de materiais existente. Neste sentido, são fatores que influenciam a variação de preços destes insumos: quantidade adquirida; política de pagamento da empresa construtora; poder de barganha da empresa; e sazonalidade quanto ao volume de compras na própria empresa (CONTO *et al.*, 1985 *apud* HIROTA, 1987).

Os preços ligados a recursos humanos apresentam variações menores do que aquelas referentes a materiais. A mão-de-obra sofre variações menores porque, de um modo geral, está estruturada em níveis salariais de acordo as categorias profissionais,

estabelecido através de legislação e acordos sindicais por prazos longos, e na demanda destes profissionais no mercado (TRAJANO, 1994).

Outro fator que origina a variação nos custos de mão-de-obra, no ambiente interno da empresa, é a aplicação de programas de incentivos financeiros. Quando bem sucedidos, estes programas estabelecem uma maior produtividade de mão-de-obra, trazendo consigo uma redução dos custos relacionados a remuneração dos operários quanto à unidade de serviço (MACHADO, 1997).

A construção de edifícios apresentam um longo tempo de duração desde a fase de concepção do empreendimento até a conclusão de sua execução. Dependendo do tipo de financiamento adotado para a obra, este período se estende por prazos entre 24 e 60 meses. Em qualquer destes casos, os longos tempos incorridos na execução das obras expõem o empreendimento a riscos de variação dos preços dos insumos englobados na construção (SOLANO, 1995).

HEINECK (1989), trabalhando com séries históricas deflacionadas, aponta um comportamento no qual os preços seguem um padrão cíclico de aumentos e reduções, não havendo necessariamente a compensação entre estes períodos.

As Figuras 2.1 e 2.2 são exemplos de séries históricas longas deflacionadas para os preços de alguns insumos utilizados na construção de edifícios. Nestas podem ser reconhecidos os níveis de variação destes preços que podem ocorrer durante o tempo de execução de obras.

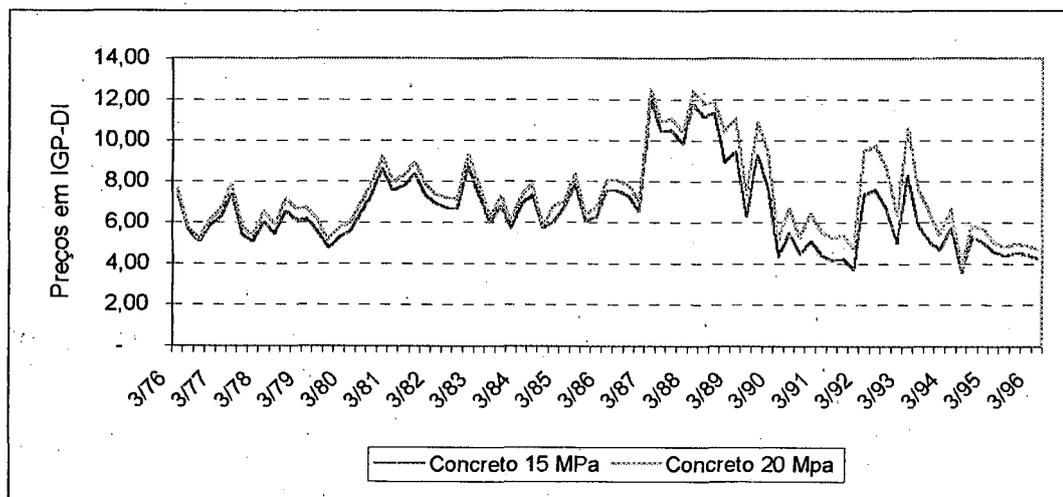


Figura 2.1 - Série Histórica de Preços para Concreto Usinado

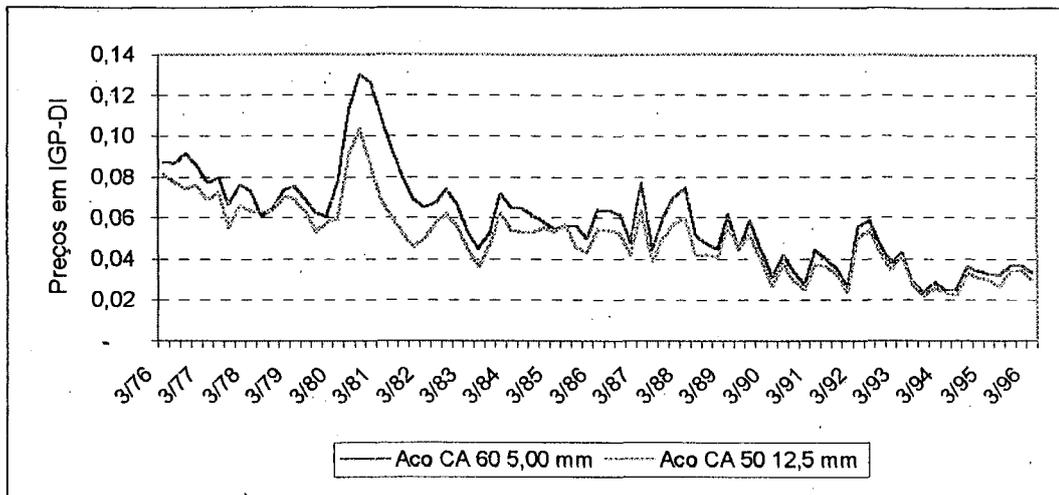


Figura 2.2 - Série Histórica de Preços para Aço Estrutural

2.2.5 - Nível de Incerteza Global no Ambiente Construtivo

A variabilidade estabelece um descompasso entre o fluxo de trabalho no canteiro e o equilíbrio de tempo e custo a que se propõe o planejamento. A presença da variabilidade dificulta todo o processo de planejamento e controle, desde a aplicação das técnicas de programação, que têm características essencialmente determinísticas, até o levantamento dos resultados obtidos mediante técnicas de medição (SILVA, 1986).

Existe uma grande dificuldade para se caracterizar esta incerteza. A predileção da indústria da construção para a flexibilidade de projeto, mesmo durante o processo de construção, e a dificuldade de acuradamente contabilizar seus gastos, em conjunto com uma compreensível relutância dos construtores em revelar seus níveis de lucro, têm resultado na falta de dados confiáveis para a investigação da exatidão das estimativas de custo (ASHWORTH & SKITMORE, 1983).

Apesar de haver diversas publicações com métodos para seu cálculo, fundamentadas particularmente sobre a teoria dos erros e o teorema do limite central, apresentados em GATES (1971), SPOONER (1974), VERGARA & BOYER (1974), KOEHN (1978), TROUDE (1979), YEO (1990) e UHER (1996), as informações disponíveis não são suficientes para estabelecer um valor para a incerteza presente no processo de produção na indústria de construção de edifícios.

Entretanto há trabalhos que informam, ou possibilitam uma estimativa, desta incerteza. ASHWORTH & SKITMORE (1983) aponta como um nível aceitável de exatidão em estimativas de custo para as primeiras etapas de projeto valores para

coeficientes de variação da ordem de 15 a 20%, melhorando para algo entre 13 e 18% quando da existência de um projeto detalhado.

Dentro do contexto brasileiro, mesmo esperando-se que em função de um suposto atraso em termos de gerência e qualificação de mão-de-obra este nível de incerteza seja maior, um trabalho apresenta resultados similares. HIROTA (1988) coloca que “o longo período de maturação da obra, a sensibilidade da indústria da construção civil às alterações de ordem político-econômica do país e a variabilidade inerente ao processo produtivo nesta indústria são alguns fatores que fazem com que a precisão, ou seja, a diferença do custo real após a conclusão da obra e a estimativa feita no início da mesma gire em torno de 20 e 30%.” Dentro de uma distribuição normal para custo total, utilizando estes valores como limites para uma probabilidade de 90% de ocorrência (intervalo de 1,65 desvios padrão em torno da média), calcula-se o coeficiente de variação entre 12,1 e 18,2%.

Ao se trabalhar com modelos paramétricos fundamentados em orçamentos que mantêm composições e preços unitários similares para os mesmos serviços, a incerteza presente na estimativa do valor médio esperado para o custo total reflete exatamente as diferenças existentes em termos de características geométricas e soluções construtivas. Para estes mesmos modelos, a incerteza quanto à estimativa do custo real da obra soma esta variabilidade relacionada a aspectos físicos, as incertezas ligadas a produtividade de mão-de-obra, consumo de materiais e preço de insumos.

Capítulo 3

METODOLOGIA DA PESQUISA

3.1 - Caracterização de Amostra

Dentro deste trabalho, tem-se estabelecido o uso de uma tipologia de edifícios específica de acordo com a disponibilidade de dados, visando em um primeiro momento a existência do maior número possível de dados na amostra e a maior amplitude da variável área total construída, tradicionalmente tomada como de grande relevância no setor da construção de edifícios.

Deste modo, os dados nele utilizados são referentes a trinta edifícios de seis pavimentos tipo, com programa de apartamentos variando de dois a cinco quartos, padrão de acabamento entre normal e alto, localizados em Brasília, Distrito Federal. A Tabela 3.1 apresenta as principais informações a respeito das edificações englobadas na amostra. O Anexo E estabelece a caracterização dos edifícios através de fotografias de alguns destes.

Apesar de não se obter uma distribuição uniforme dentro da amostra no que concerne a área real global, tem-se uma amplitude entre 6.137 e 26.938 m². A distribuição destes dados está apresentada na Figura 3.1.

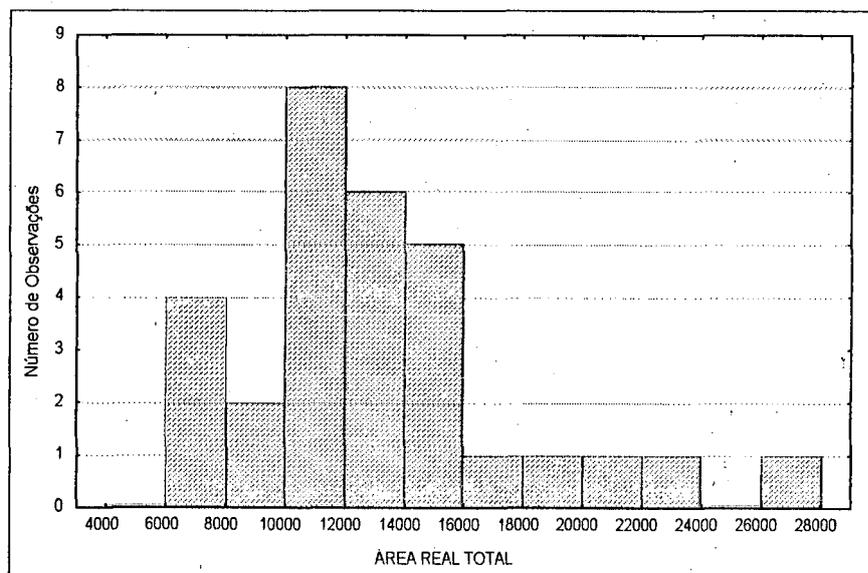


Figura 3.1 - Histograma para Área Real Total dos Edifícios da Amostra

A grande variação das características de programação de apartamentos e padrão de acabamento podem determinar dificuldades dentro desta pesquisa, em função das diferenças de custo que são acarretadas por modificações destas variáveis.

Tabela 3.1 - Caracterização de Áreas e Tipologia dos Edifícios da Amostra

	Área Real Total (m ²)	Área Real do Pavimento Tipo (m ²)	Custo Global (UM\$)	Custo Global por Área Real Total (UM\$/m ²)	Tipologia do Edifício	Programa de Apartamentos
Obra 035	7.379,00	714,00	279.529,00	37,88	SsTr6TpCm	3Qsdvg
Obra 041	14.590,00	1.473,00	570.412,00	39,10	SsTr6TpCm	3/4Qsdvg-90
Obra 042	15.058,00	1.448,00	541.773,00	35,98	SsTr6TpCm	2/3Qsvg-120
Obra 043	6.938,00	619,00	279.448,00	40,28	SsTr6TpCbCm	4Qsdv2g-24
Obra 044	10.911,00	953,00	382.834,00	35,09	SsTr6TpCbCm	4Qsdv2g-48
Obra 045	6.167,00	618,00	277.658,00	45,02	SsTr6TpCm	5Q4sdv3g-12
Obra 046	26.983,00	2.463,00	947.187,00	35,10	SsTr6TpCbCm	2/3Qsdvg-168
Obra 047	12.673,00	1.215,33	524.918,00	41,42	SsTr6TpCbCm	4Q2sdv2g-48
Obra 051	10.600,00	945,00	363.308,00	34,27	SsTr6TpCm	2Qsdvg-72
Obra 052	14.977,00	1.305,00	482.157,00	32,19	SsTr6TpCbCm	4Qsdv2g-66
Obra 053	12.284,00	1.156,00	412.089,00	33,55	SsTr6TpCm	3Qsdvg-72
Obra 054	13.057,00	1.218,00	438.201,00	33,56	SsTr6TpCm	3Qsdvg-72
Obra 055	9.437,00	926,00	394.939,00	41,85	SsTr6TpCm	5Q4sdv3g-18
Obra 056	10.668,00	966,00	397.206,00	37,23	SsTr6TpCbCm	4Qsdv2g-36
Obra 065	20.285,00	1.926,00	789.595,00	38,93	SsTr6TpCbCm	4Q2sdv2g-72
Obra 066	22.195,00	1.940,00	677.313,00	30,52	SsTr6TpCbCm	2Qsv/3Qsdvg-132
Obra 068	19.421,00	1.930,00	640.803,00	33,00	SsTr6TpCm	3Qsdvg-120
Obra 069	13.963,00	1.461,00	521.501,00	37,35	SsTr6TpCbCm	4Q2sdv2g-42
Obra 070	9.976,00	938,00	366.779,00	36,77	SsTr6TpCbCm	4Q2sdv2g-36
Obra 072	10.703,00	958,00	340.269,00	31,79	SsTr6TpCbCm	4Q2sdv2g-36
Obra 074	10.455,00	985,50	382.283,00	36,56	SsTr6TpCm	5Q5sdv4g-18
Obra 075	14.611,00	1.314,00	509.829,00	34,89	SsTr6TpCbCm	4Q2sdv2g-48
Obra 076	11.767,00	1.165,00	378.696,00	32,18	SsTr6TpCm	3Qsdvg-72
Obra 079	16.667,00	1.674,00	515.622,00	30,94	SsTr6TpCbCm	4Q2sdv2g-48
Obra 080	14.162,00	1.404,00	399.590,00	28,22	SsTr6TpCm	3/4Qsdvg-84
Obra 082	10.033,00	865,00	309.050,00	30,80	SsTr6TpCm	2/3Qsdvg-60
Obra 084	11.014,00	1.084,00	325.481,00	29,55	SsTr6TpCm	3Qsdvg-72
Obra 104	7.825,00	801,00	274.623,00	35,10	SsTr6TpCm	3Qsdvg-48
Obra 105	12.862,00	1.245,00	394.907,00	30,70	SsTr6TpCbCm	4Qsdv2g-36
Obra 112	12.960,00	1.217,00	430.165,00	33,19	SsTr6TpCm	4Q2sdv2g-48

* Para definição da tipologia de pavimentos tem-se que: Ss representa sub-solo; Tr o térreo; Tp o pavimento tipo; Cb, área de uso privativo na cobertura; e Cm, casa de máquinas. Para o programa de apartamentos tem-se: Q, quarto; s, quartos que são suíte; d, dependência de empregada; v, varanda; e g, garagem. O número que precede estes símbolos indica sua quantidade quando maior que um. O número ao final do programa de apartamentos representa a quantidade destes no edifício.

Os orçamentos que fazem parte da amostra deste trabalho são utilizados no ambiente da empresa como ferramentas para planejamento de compra de materiais e controle de custos, com procedimentos padronizados para sua produção. Deste modo, tais

informações são tomadas como confiáveis dentro desta pesquisa, não sendo realizada nenhuma avaliação dos levantamentos que lhes deram origem, inclusive por impossibilidade de tal ação. Entretanto, não se espera que estes dados sejam infalíveis, podendo ocorrer de que falhas nestes venham a alterar o comportamento do modelo em estudo.

O cálculo do erro de estimativa através das relações paramétricas será relacionado aos valores apresentados em orçamento, sendo que utiliza-se como hipótese a correção das informações no que concerne a composições de custo e preços unitários de insumos como reflexo das médias relacionadas a produtividade de mão-de-obra, consumo de materiais e preços presentes no ambiente real. Também se tem como corretas as informações relacionadas às variáveis físicas que caracterizam os edifícios sob estudo.

Neste trabalho, faz-se uso da unidade UM\$ para identificação dos custos de serviços e insumos. Sua conversão deve ser feita em função do seu valor em reais em junho de 1997, data da última reavaliação destes preços, sendo o fator de conversão o seguinte: uma UM\$ corresponde a R\$ 9,310 na data citada.

Todas as obras da amostra são produzidas por uma mesma empresa construtora, com sede em Brasília, DF, e atuação em diversas regiões do país, principalmente na construção de edifícios habitacionais e comerciais. Esta empresa mantém uma política de mudança tanto em sua rotina gerencial, com investimento em sistemática de organização e programas computacionais com aplicação em planejamento e controle de suas obras, quanto em seu processo construtivo, com a adoção novas tecnologias e materiais para redução de custo.

3.2 - Metodologia de Análise de Dados

A partir dos orçamentos dos edifícios utilizados na amostra, são levantados valores para custos e quantidades de serviços e insumos, assim como valores para as principais características físicas de cada uma das obras.

São formados grupos com aqueles serviços que apresentam maior afinidade por função, materiais que empregam ou em termos de quantidade e ponto de aplicação (ver Tabela 3.2). Alguns destes conjuntos mantêm apenas um serviço.

Com relação a quantidade, utiliza-se nas análises aquele serviço tido como o mais representativo do grupo. O grupo de revestimentos de pisos, por exemplo, agrega os serviços de cerâmica, granito, ardósia, pedra São Tomé e mármore em piso, sendo o primeiro destes tomado como o mais representativo.

Tabela 3.2 - Formação de Grupos de Serviços Analisados

Grupo de Serviços	Composição
Serviços Gerais	Equipe fixa de administração e gastos administrativos, despesas com conteiro e despesas com máquinas e equipamentos
Fundações	Escavações manuais e mecânicas, compactação de aterros, sondagem, gabarito e locação da obra, tubulões, blocos e baldrame, lajes de primeiro piso e cortinas
Estrutura	Montagem de armadura, concretagem, montagem de forma e desforma
Instalações Hidro-Sanitárias	Instalações de água fria, esgoto e águas pluviais
Instalações Elétricas e Telefônicas	Instalações elétricas e telefônicas
Instalações Complementares	Instalações de incêndio, central de gás, pára-raios, antena coletiva, interfone e portão eletrônico
Impermeabilização	Impermeabilização de cortinas, poços de elevadores, lajes expostas, caixas d'água, rufos e calhas, tratamento de ralos e preenchimento juntas de dilatação
Cobertura	Telhas onduladas e estrutura de suporte
Alvenaria	Marcação, elevação e aperto de alvenaria
Contrapiso	Taliscamento de piso, contrapiso e revestimento cimentado de pisos diversos
Emboço Interno	Taliscamento, chapisco, emboço e reboco de paredes internas
Emboço Externo	Taliscamento, chapisco, emboço e reboco em fachadas
Revestimento em Gesso	Gesso corrido em teto
Louças, Metais e Bancadas	Louças e metais hidro-sanitárias e bancadas de inox, mármore e granito
Revestimento de Paredes Internas	Cerâmica e granito em paredes internas
Revestimento de Piso	Granito, mármore, pedra São Tomé, ardósia e cerâmica em piso
Revestimento de Fachadas	Cerâmicas, pastilhas e granito em fachadas
Esquadrias de Madeira	Portas e janelas em madeira e escaninhos
Esquadrias Metálicas	Portas e janelas metálicas, caixas e quadros metálicos
Vidros	Vidros
Pisos em Madeira	Pisos em madeira
Carpets	Carpets
Rodapés e Alizares	Rodapés e alizares
Forro em Gesso	Forro em gesso
Forro em Madeira	Forro em madeira
Pintura Interna	Pintura de paredes internas e teto
Pintura Externa	Pintura de fachadas e paredes externas
Pintura de Esquadrias	Pintura de esquadrias
Limpeza	Limpeza final da obra
Elevadores	Elevadores
Urbanização	Jardinagem, pavimentação, meio fio e placas

Quanto a mão-de-obra é analisado o consumo dos seguintes tipos de profissionais: armador, carpinteiro, pedreiro, encanador, eletricista, gesso, azulejista de interiores, azulejista de fachada, marceneiro de esquadrias, pintor de interiores, pintor de fachadas, pintor de esquadrias, vidraceiro e servente.

Para materiais são analisados especificamente os insumos areia, cimento portland e argamassa colante. Esse número reduzido se deve ao fato de que grande parte dos materiais tem sua estimativa estudada quando da análise dos serviços aos quais estes se relacionam, casos em que a quantidade de material determina o quantitativo do serviço. São exemplos deste aço estrutural, concreto, tubulações hidro-sanitárias, fios elétricos e telefônicos, portas de madeira, esquadrias metálicas e vidros.

O mesmo ocorre para aqueles materiais que apresentam suas quantidades diretamente proporcionais às quantidades dos serviços que o utilizam. É o caso de tintas, gesso, cerâmica, carpete, piso e forro em madeira.

Como direcionadores de custo dentro das relações paramétricas desenvolvidas, foram utilizadas características gerais das obras, disponíveis nas etapas iniciais do processo construtivo, sendo elas área total de construção, área do pavimento tipo, área do pavimento de sub-solo, número total de banheiros, número de elevadores e tempo de construção.

Com estes dados, são estabelecidas relações entre estas variáveis ligadas a materiais, mão-de-obra e serviços e os direcionadores que lhes parecem de maior afinidade. Tais relações então são selecionadas e avaliadas a partir de razões e de regressões lineares englobando tais elementos, fixando-se particularmente sobre os indicadores relativos a variabilidade.

Na produção de um modelo paramétrico, faz-se uso das equações daquelas regressões entre custos e seus direcionadores para cada um dos grupos de serviços, trabalhando-se com aquelas que determinam uma maior confiabilidade quanto a seus resultados. Com a produção deste modelo paramétrico, faz-se a comparação entre a precisão que este alcança na determinação de custos e aquelas estabelecidas pela simples razão entre custo global e área total do edifício e pela equação determinada pela regressão entre estas variáveis.

Medidas de Variabilidade

O risco associado com uma variável aleatória pode ser expressa em termos da dispersão de valores associados a esta variável em torno do valor médio

esperado. Esta variação ou risco pode ser medido utilizando-se momentos estatísticos da variável aleatória em torno de sua média. (MOSELHI & DEB, 1993)

Deste modo, os índices utilizados neste trabalho sobre a dispersão dos dados indica os níveis de incerteza presentes em cada uma das relações paramétricas de custo apresentados na análise de dados. Quando se trabalha com a média de determinada variável ou, como em diversos casos nesta pesquisa, da razão entre duas variáveis, os principais indicadores de dispersão são o desvio padrão e o coeficiente de variação.

O desvio padrão, s_x , apresenta-se como um indicador da dispersão de determinada variável em torno de sua média, sendo a média dos erros absolutos para cada dado da amostra em função de seus graus de liberdade. É definido por:

$$s_x = \sqrt{\frac{\sum (X_i - X_m)^2}{n - 1}}$$

Nas equações presentes neste item, X_i indica o valor de cada dado da amostra relacionada à variável, X_m o valor médio da variável para aquela amostra e n o número de dados na amostra.

De acordo com as propriedades da função normal, cerca de 68% dos valores observados para uma variável devem estar a uma distância igual ao desvio padrão da sua média, enquanto que ao se aumentar esta distância para duas vezes o valor deste desvio a porcentagem dos valores observados neste intervalo passa a cerca de 95,5%.

O coeficiente de variação, CV , representa a relação entre o desvio padrão e a média de determinada variável em termos percentuais, permitindo a análise da dimensão deste desvio padrão quando comparado a sua média. É definido por:

$$CV = \frac{s_x}{X_m} (\times 100\%)$$

NANNI (1981) coloca que para uma amostra apresentar um valor de média aceitável o valor do coeficiente de variação não pode ser grande, sendo que, geralmente, se os dados de uma amostra apresentam um CV igual ou maior que 25%, a qualidade desta amostra deve ser considerada duvidosa.

Quando se trabalha com regressões lineares entre duas variáveis, uma medida conveniente para quantificação das discrepâncias existentes entre os valores reais e estimados é o erro padrão de estimativa. Este mantém as mesmas características do desvio padrão, sendo o numerador desta expressão obtido pelo somatório dos quadrados das discrepâncias entre os valores previstos e observados para uma das variáveis, para todas as observações na amostra. É definido por:

$$s_{xy} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (Y_i - Y'_i)^2}{n-2}}$$

Nas equações presentes neste item, Y'_i representa o valor calculado pela equação de regressão para a variável Y.

O erro padrão de estimativa é a medida do erro estabelecido na estimativa da variável Y a partir da variável X, sendo que se seu valor é relativamente pequeno, então esta estimativa é bastante acurada. O coeficiente de variação da regressão, CV_y , é definido pela razão entre o erro padrão de estimativa e o valor médio da variável Y.

Desde que o valor deste erro padrão de estimativa depende, ao menos em parte, da magnitude da relação entre as variáveis X e Y, é aceita a sua utilização como uma medida desta correlação. Entretanto, o valor do erro padrão de estimativa não depende somente da força da relação, mas também dos desvios padrão de X e Y isoladamente. Deste modo, um melhor índice seria aquele que não dependesse das variabilidades de X e Y, sendo este o coeficiente de determinação da regressão (LINDEMAN *et al.*, 1980).

O coeficiente de determinação, R^2 , pode ser interpretado como a proporção do total da variação de Y que é determinada ou explicada pela relação linear entre as variáveis X e Y. É definido por:

$$R^2 = \frac{\sum (Y'_i - Y_m)^2}{\sum (Y_i - Y_m)^2}$$

O valor do coeficiente de determinação depende do número de observações da amostra, tendendo a crescer quando este número se reduz; no limite, para duas observações, teríamos sempre um valor igual a um, pois dois pontos determinam uma reta e os desvios portanto são nulos. Numa tentativa de superar esse inconveniente, é definido o coeficiente de determinação ajustado, R^2 ajustado, corrigido para graus de liberdade e definido pela fórmula:

$$R^2 \text{ ajustado} = R^2 - \frac{1}{n-2} (1 - R^2)$$

Excluindo o caso em que o coeficiente de determinação é igual a um, temos sempre um menor valor para o coeficiente de determinação ajustado, podendo inclusive ser negativo (HOFFMANN & VIEIRA, 1977).

Um coeficiente de determinação de valor igual ou superior a 80% é o apropriado para uma boa confiabilidade no ajustamento da equação de regressão. Em geral, quanto maior o R^2 , melhor serão os resultados da estimativa estabelecida por esta equação (UNITED STATES OF AMERICA, 1995).

Capítulo 4

APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS DADOS

4.1 - Direcionadores de Custo

A utilização de características físicas dos edifícios sob análise será definida pela disponibilidade de informações sobre estas no banco de dados formado e pela possibilidade de definição destas características nas etapas iniciais de planejamento de um empreendimento. Deste modo, ficam definidas como variáveis de estudo a área real total da obra, a área real do pavimento tipo, a área real do pavimento de sub-solo e o tempo de construção.

Outras variáveis importantes na caracterização de edifícios não se apresentam como passíveis de assumir o papel de direcionadores de custo, sendo estas utilizadas na identificação da tipologia presente no modelo paramétrico em produção. São estas a localização e o número de pavimentos tipo, os quais se mantêm constantes para toda a amostra, além da tipologia do edifício, programa de apartamentos e padrão de acabamento dos edifícios, que por hipótese estabelecem um conjunto com padrões de custo similares apesar das variações que apresentam.

A variável número total de banheiros será acrescentada para análise em função de conceitualmente relacionar-se com elementos de custo dos edifícios da amostra, mais especificamente nos serviços de instalações hidro-sanitárias, de revestimento de paredes e de louças, bancadas e metais. No caso desta amostra, com a fixação do número de pavimentos tipo, este valor relaciona-se diretamente com o número de banheiros por pavimento tipo, excetuando em alguns casos banheiros de uso comum ao condomínio.

Também devem ser avaliadas variáveis estabelecidas, por hipótese, como decisões estratégicas independentes de outras características do edifício. São tais variáveis o número de elevadores, a presença de espaços de recreação infantil, a existência de quadras esportivas e piscinas, entre outras. Especificamente neste estudo apenas a primeira destas será avaliada, não estando as demais presentes na base de dados utilizada.

A variável tomada como de maior importância dentro deste estudo é a área total da obra, em virtude de seu tradicional papel dentro da construção de edifícios. Para a análise de interdependência entre os direcionadores de custo, esta variável é tomada como principal caracterizador das obras e analisada junto aos demais direcionadores em regressões lineares. Os resultados alcançados nestas análises são apresentadas no Anexo A deste trabalho.

Para a grande maioria das variáveis analisadas, apresenta-se uma forte correlação com a área total da obra. Tal fato mostra-se como um problema porque um nível elevado de correlação tende a dificultar a determinação do direcionador de custo principal para cada serviço, havendo resultados muito próximos em termos estatísticos para regressões de diferentes variáveis. A solução para este impasse normalmente está na análise conceitual das relações entre variáveis de custo e quantidade de serviço, determinando qual delas melhor se coloca. Além disto, a interdependência entre diferentes variáveis impede a utilização destas em uma mesma análise de regressão múltipla.

A variável que mantém maior correlação com a área total do edifício é a área do pavimento tipo, o que era esperado em função da fixação do número de pavimentos para as obras utilizadas na montagem da base de dados. Com seus resultados apresentados na Figura A.1, a regressão linear alcança um coeficiente de determinação ajustado igual a 97,40%, valor bastante elevado.

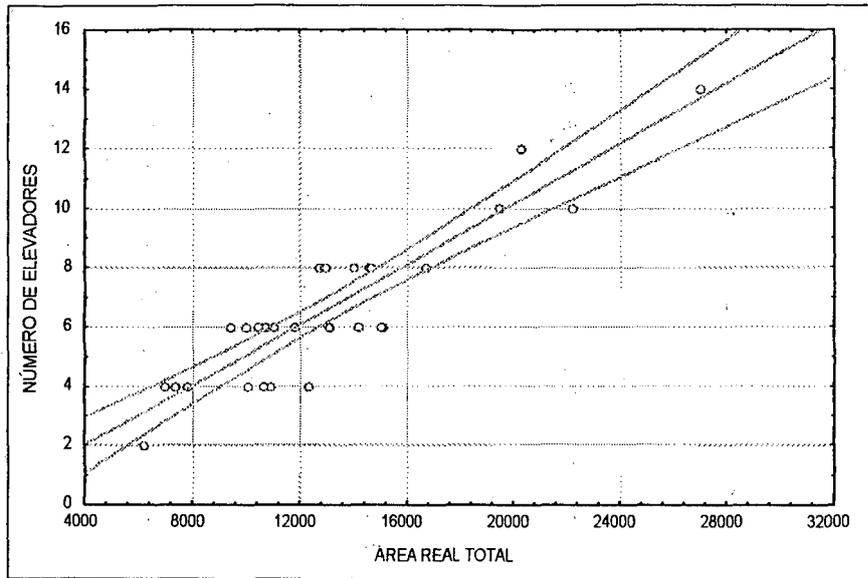
Também mantendo um alto nível de correlação com a área total do edifício está a variável área de sub-solo. Apresentando resultados um pouco inferiores em termos de interdependência, a regressão linear entre tais variáveis mantém seu R^2 ajustado igual 92,41%. Seus resultados completos encontram-se na Figura A.2.

Apesar da variação com relação à tipologia dos apartamentos presentes nos edifícios da base de dados, a correlação entre área total da obra e número de banheiros também apresenta-se bastante elevada. A Figura A.4 relata os resultados da regressão linear, estando o valor de seu R^2 ajustado em 92,74 %. Seria de interesse que houvesse uma menor interdependência entre estas variáveis, tornando possível estabelecer até que ponto o número de banheiros mantém influência sobre os custos de serviços especificamente ligados a tal característica como instalações hidráulicas e louças, bancadas e metais.

A correlação entre número de elevadores e área total do edifício apresenta-se em um nível bom, com R^2 ajustado de 80,83 %, sendo que a fixação do número de pavimentos tipo mantém óbvias implicações para a existência de tal comportamento. Por se tratar de uma variável discreta e apresentar-se com uma amplitude de valores muito reduzida dentro dos edifícios da amostra, a existência de um coeficiente de determinação desta ordem pode não retratar uma ligação real tão forte entre estas características.

Uma consulta à Figura 4.1, reproduzindo a Figura A.5, possibilita a visualização de uma sobreposição de faixas de áreas dos edifícios para cada número de elevadores. Deste modo, em uma situação real uma obra com área total específica pode

tanto manter ou um número determinado de elevadores, ou este e mais duas unidades, ou este e mais quatro unidades, o que representa diferenças significativas em termos de custo.

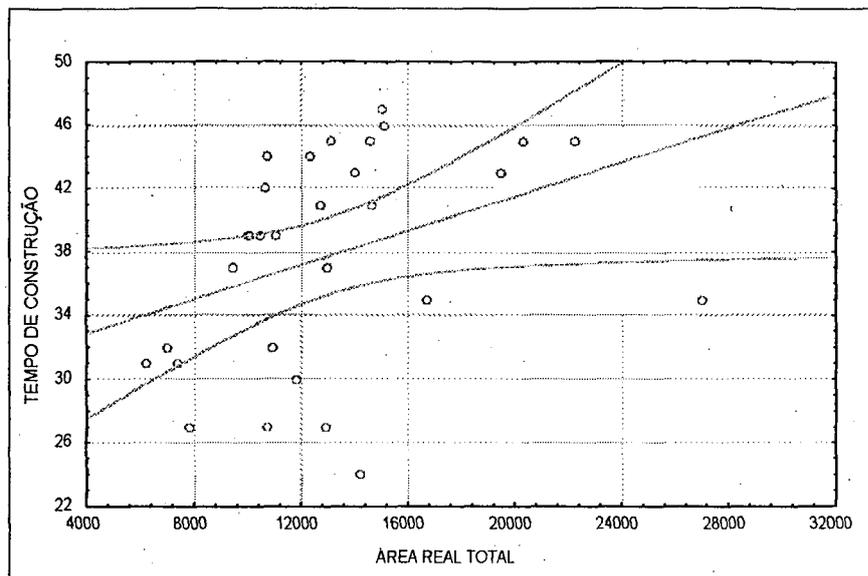


$NEL = -0,0192 + 0,00051 * AR$	
R	0,9027
R ²	0,8149
R ² Ajustado	0,8083
Erro Padrão	1,13
Tamanho da Amostra	30

Figura 4.1 - Regressão Linear entre Número Total de Elevadores e Área Real Total

Das variáveis analisadas, a única que não apresenta boa correlação com a área total do edifício é o tempo de construção, não sendo reconhecida relação alguma entre tais características. Mesmo mantendo uma leve tendência de aumento no tempo de construção com o crescimento da área construída, não é possível estabelecer uma regra ligando as duas variáveis. A Figura 4.2, que reproduz a Figura A.3, retrata a dispersão dos dados envolvidos, sendo que o valor de R² ajustado permanece igual a 10,35 %, sem a possibilidade de um tratamento de valores espúrios.

O tempo de construção de um empreendimento é determinado de acordo com a estratégia de produção da empresa, sendo que fatores como o modelo de financiamento utilizado para a obra, o tipo de cliente e a conjuntura econômica global vigente mantêm um papel de maior relevância dentro deste processo, enquanto a área construída do edifício apresenta um caráter secundário.



$$TMP = 30,729 + 0,00054 * AR$$

R	0,3666
R ²	0,1344
R ² Ajustado	0,1035
Erro Padrão	6,37
Tamanho da Amostra	30

Figura 4.2 - Regressão Linear entre Tempo de Construção e Área Real Total

4.2 - Uso de Relações Paramétricas para Serviços

Para formulação de relações paramétricas a estrutura de custos dos edifícios em estudo foi fragmentada de acordo com grupos de serviços similares, tanto em função do elemento estabelecido como de materiais empregados. Tais grupos determinam diferentes percentagens do custo total da obra. Os conjuntos estabelecidos e informações a respeito de seus percentuais sobre custos totais de edifícios são apresentados na Tabela 4.1.

Os valores percentuais de custo para cada serviço indicam a importância do comportamento destes sobre a variabilidade do custo global definido no modelo paramétrico final. Em outras palavras, quando determinado serviço define uma alta percentagem de custo, o nível de confiabilidade alcançado pela relação paramétrica que o caracteriza mantém conseqüências mais significativas sobre a confiabilidade do modelo paramétrico global do que quando este serviço apresenta um baixo custo percentual.

A união destes grupos de serviços produz um retrato completo de cada obra, sendo todos os seus custos englobados por algum destes. Assim, o somatório destes itens para cada um dos edifícios da amostra estabelece seus custos totais. Entretanto, para o modo como os dados estão apresentados, tal regra não vale, visto que em alguns edifícios,

serviços são substituídos, retirados como espúrios ou englobados por outros, modificando o cálculo da média para cada um destes e fazendo que a soma das médias de todos os serviços não alcance o valor de 100%.

Tabela 4.1 - Participação Percentual de Serviços no Custo Total da Obra (%)

	Média	Desvio Padrão	Coefficiente de Variação	Tamanho da Amostra
Serviços Gerais	14,75	3,14	21,28	30
Fundações	-7,23	1,19	16,40	30
Estrutura	-18,36	1,84	10,01	30
Instalações Hidro-Sanitárias	-2,85	0,62	21,63	28
Instalações Elétricas e Telefônicas	-5,22	0,96	18,39	29
Instalações Complementares	-3,70	0,60	16,23	29
Impermeabilização	-2,28	0,37	16,25	30
Cobertura	-0,40	0,18	44,29	30
Alvenaria	-4,91	0,89	18,05	30
Contrapiso	-1,03	0,25	24,13	30
Emboço Interno	-2,72	0,94	34,47	30
Emboço Externo	-1,92	0,28	14,71	30
Revestimento em Gesso	0,53	0,08	15,52	29
Louças, Metais e Bancadas	-2,97	0,59	19,81	30
Revestimento de Paredes Internas	-2,66	0,70	26,39	30
Revestimento de Piso	-2,54	0,49	19,28	29
Revestimento de Fachadas	-2,99	1,73	58,05	30
Esquadrias de Madeira	-3,65	0,70	19,29	30
Esquadrias Metálicas	-4,34	0,86	19,74	29
Vidros	-0,80	0,30	37,87	18
Pisos em Madeira	-1,81	0,31	16,95	26
Carpetes	-0,56	0,07	12,93	27
Rodapés e Alizares	-0,39	0,06	16,51	23
Forro em Gesso	-0,83	0,45	54,93	30
Forro em Madeira	-0,37	0,13	36,46	29
Pintura Interna	-2,81	0,38	13,54	30
Pintura Externa	-0,50	0,40	79,27	30
Pintura de Esquadrias	-0,66	0,41	61,65	30
Limpeza	-0,36	0,05	13,17	30
Elevadores	4,20	0,74	17,69	30
Urbanização	-1,15	0,32	28,04	30

Quanto às relações paramétricas, o fato do custo de um serviço para determinado edifício ser substituído ou englobado pelo custo de um outro não implica em prejuízo. Tais dados tendem a ser retirados da amostra como valores espúrios, não modificando a tendência média do conjunto de edifícios. Além disso, de modo geral, valores espúrios afetam mais a dispersão dos dados do que os resultados da equação

paramétrica, ou seja, algum valor espúrio deixado na amostra não modifica a tendência geral da relação (UNITED STATES OF AMERICA, 1995).

De modo a simplificar a leitura deste trabalho, a apresentação e análise dos resultados acerca de serviços não ocorre de acordo com a seqüência construtiva esperada, mas sim em função dos diferentes comportamentos estabelecidos nas relações paramétricas.

Afim de reduzir o corpo do texto, também simplificando sua leitura, a grande maioria das figuras relativas às regressões permanecem apresentadas nos Anexos B e C. Apesar de algumas destas figuras não serem referenciadas no texto, estas mantêm sua importância não apenas como ilustração mas também no auxílio a uma análise mais profunda ou específica dos dados utilizados neste trabalho.

Basicamente, três comportamentos distintos são identificados no tocante à utilização de relações paramétricas para estimativa de custos nestes grupos de serviços. O primeiro destes refere-se àqueles serviços que mantêm um nível de correlação aceitável entre um dos direcionadores de custo analisados e o próprio custo do serviço. Uma segunda categoria identifica duas tendências distintas dentro da regressão entre o direcionador e o custo do grupo de serviços. A última categoria enquadra aqueles serviços para os quais as relações paramétricas determinam resultados abaixo do aceitável (R^2 inferior a 80%), com variabilidade não descrita por qualquer dos direcionadores de custo.

Todos os grupos de serviços apresentados na Tabela 4.1 estão enquadrados em um destes três comportamentos, sendo analisados no momento oportuno.

4.2.1 - Serviços com Padrão Único de Correlação com Custo

Alguns dos grupos de serviços analisados apresentam uma forte correlação entre seus custos e algum dos direcionadores, estabelecendo inequivocamente a possibilidade de estimativa destes custos através de relações paramétricas. Entre eles estão os de maior representatividade em termos de custo total da obra, totalizando em conjunto aproximadamente 61 % deste.

São os grupos de serviços que apresentam tal comportamento: fundações; estrutura; instalações elétricas e telefônicas; impermeabilização; alvenaria; revestimento de gesso; louças, metais e bancadas; esquadrias de madeira; esquadrias metálicas; pisos em madeira; carpete; pintura interna; limpeza; elevadores; e urbanização. Estes são analisados separadamente a seguir.

Fundações

O custo de fundações apresenta uma correlação melhor com a área de sub-solo do que com a área real total. Sendo estas variáveis interdependentes, com citado em 4.1, esta desigualdade não é esperada, mas bastante compatível com a realidade. A área de sub-solo está mais diretamente ligada a quantidade de tubulões e cortinas necessária, a qual define variações no custo de fundações.

A coeficiente de determinação ajustado para a relação entre custo de fundações e área real total é igual a 77,95%, enquanto para com a área de sub-solo é de 88,13% (ver Figuras B.3 e B.4). As Tabelas 4.2 e 4.3 apresentam, respectivamente, as razões entre custo de fundações e área real total e entre aquele e área de sub-solo.

Tabela 4.2 - Custo Médio por Área Real Total para Fundações (UM\$/m²)

	Média	Desvio Padrão	Coeficiente de Variação	Tamanho da Amostra
Fundações	2,52	0,37	14,74	30

Tabela 4.3 - Custo Médio por Área Real de Sub-Solo para Fundações (UM\$/m²)

	Média	Desvio Padrão	Coeficiente de Variação	Tamanho da Amostra
Fundações	14,03	1,56	11,13	30

O custo de fundações aqui engloba escavações manuais e mecânicas; compactação de aterros; sondagem, gabarito e locação da obra; tubulões; blocos e baldrames; laje de primeiro piso; e cortinas.

Estrutura

O custo de estrutura, soma do custo de aço estrutural, concreto e formas, apresenta um coeficiente de determinação ajustado de 93,81% quando relacionado à área real total, estando estes resultados presentes na Figura B.6. A Tabela 4.4 mostra a relação entre o custo destes serviços e a área real total.

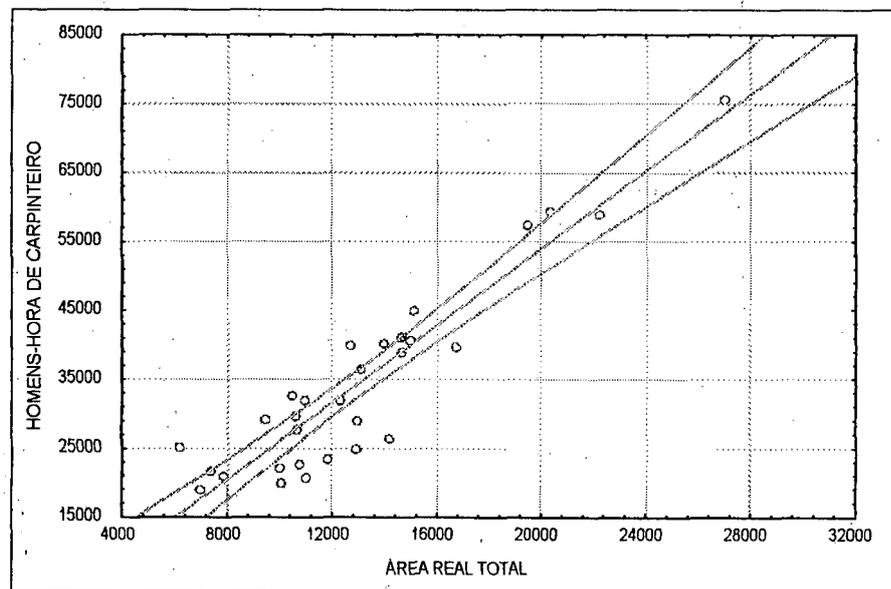
Enquanto aço estrutural e concreto mantêm altos níveis de correlação com área real total tanto para custo como quantidade de serviços, formas apresentam melhores resultados para quantidade do que para custo, havendo uma maior dispersão destes dados (ver Figuras B.7, B.8, B.9, C.2, C.3 e C.4). Enquanto para custo de formas

para estrutura, a regressão com área real total apresenta um R^2 ajustado igual a 84,24%, para quantidade deste serviço há um valor em 94,27%.

Tabela 4.4 - Custo Médio por Área Real Total para Estrutura (UM\$/m²)

	Média	Desvio Padrão	Coefficiente de Variação	Tamanho da Amostra
Estrutura	6,41	0,66	10,30	30
Formas	2,48	0,42	17,12	30
Armadura	1,71	0,18	10,57	30
Concreto	2,22	0,23	10,39	30

Tal variação pode advir do fato de que os dados utilizados referem-se a dois padrões tecnológicos diferentes, sendo um aquele considerado tradicional e outro com padronização de formas, uso de lajes nervuradas e nivelamento zero de laje. A Figura 4.3, reprodução da Figura D.4, apresenta duas tendências distintas para o consumo de homens-hora de carpinteiro por área real total.



$$\text{HCAR} = -1932 + 2,7994 * \text{AR}$$

R	0,9276
R ²	0,8605
R ² Ajustado	0,8555
Erro Padrão	5.257,22
Tamanho da Amostra	30

Figura 4.3 - Regressão Linear entre Número de Homens-Hora de Carpinteiro e Área Real Total

Para aço estrutural, os valores para o coeficiente de determinação ajustados com relação a área real total são, para custo e quantidade de serviço

respectivamente, 92,33% e 90,46% (ver Figuras B.8 e C.3). Quanto a concreto, os valores deste índice também para área real total, para custo e quantidade de serviço, são respectivamente 94,46% e 92,88% (ver Figuras B.9 e C.4).

Nota-se, principalmente quanto à análise da estrutura como um todo, que mudanças no processo de execução de um serviço podem não determinar diretamente uma redução significativa do custo deste.

Instalações Elétricas e Telefônicas

Os custos de instalações elétricas e telefônicas mantêm um nível razoável de correlação com a área total do edifício, estabelecendo-se um coeficiente de determinação ajustado de 81,88% (ver Figura B.12). As Obras 053 e 069 são retiradas da amostra como valores espúrios. A Tabela 4.5 apresenta a razão entre custo de instalações elétricas e telefônicas e área real total.

Tabela 4.5 - Custo Médio por Área Real Total para Instalações Elétricas e Telefônicas (UM\$/m²)

	Média	Desvio Padrão	Coeficiente de Variação	Tamanho da Amostra
Instalações Elétricas e Telefônicas	1,79	0,32	17,99	28

As quantidades de pontos elétricos e telefônicos, que tradicionalmente caracterizam tais serviços, também apresentam boas correlações com a área total do edifício. Para pontos elétricos tem-se um R² ajustado igual a 94,83%, enquanto para pontos telefônicos este índice estabelece-se valor igual a 81,90% (ver Figuras C.15 e C.17). Algumas obras não apresentam valores para estas variáveis.

Por outro lado, as quantidades de fios elétricos e telefônicos, que também caracterizam quantidades destes serviços, mantêm níveis de correlação com a área total do edifício muito inferiores. Com comprimento de fios elétricos tem-se um coeficiente de determinação ajustado de 51,43%, enquanto para a fiação telefônica apresenta-se duas diferentes tendências de comportamento dentro da regressão (ver Figuras C.16 e C.18).

Impermeabilização

O custo do serviço de impermeabilização apresenta com relação a área real total um coeficiente de determinação ajustado igual a 79,76%, muito próximo do valor limite utilizado (ver Figura B.15). Entretanto, nenhum dado é retirado da amostra. Além

disso, este serviço apresenta um valor percentual médio relativamente baixo, igual a 2,28%. Assim, o prejuízo causado pela utilização desta relação paramétrica frente ao montante global se mostra minimizado. A Tabela 4.6 apresenta a razão entre custo de impermeabilização e área real total.

Tabela 4.6 - Custo Médio por Área Real Total para Impermeabilização (UM\$/m²)

	Média	Desvio Padrão	Coefficiente de Variação	Tamanho da Amostra
Impermeabilização	0,80	0,15	18,28	30

O custo de impermeabilização aqui engloba a impermeabilização de cortinas, poços de elevadores, lajes expostas, caixas d'água, rufos e calhas, além do tratamento de ralos e preenchimento de juntas de dilatação.

Alvenaria

Quanto ao serviço de alvenaria, as regressões que relacionam seus custos e quantidades tanto a área real total como área do pavimento tipo apresentam resultados bastante similares. No que diz respeito a custo de alvenaria, as regressões lineares relacionadas a área real total e área do pavimento tipo apontam coeficientes de determinação ajustados iguais a 91,94% e 92,24%, respectivamente (ver Figuras B.17 e B.18).

A quantidade de marcação de alvenaria quando correlacionada a área real total e a área do pavimento tipo apresenta coeficientes de determinação ajustados iguais a 89,91% e 87,10% (ver Figuras C.20 e C.21). Já a própria quantidade de alvenaria mantém em correlações com estas variáveis, respectivamente, valores de R² ajustados de 93,16% e 92,84% (ver Figuras C.22 e C.23).

As Tabelas 4.7 e 4.8 apresentam as relações entre custo de alvenaria e as áreas real total e do pavimento tipo. Leva-se em conta neste item a soma das quantidades de alvenaria interna e externa.

Tabela 4.7 - Custo Médio por Área Real Total para Alvenaria (UM\$/m²)

	Média	Desvio Padrão	Coefficiente de Variação	Tamanho da Amostra
Alvenaria	1,70	0,21	12,26	30

Tabela 4.8 - Custo Médio por Área do Pavimento Tipo para Alvenaria (UM\$/m²)

	Média	Desvio Padrão	Coefficiente de Variação	Tamanho da Amostra
Alvenaria	17,96	2,17	12,09	30

Deve ser colocado que há na amostra obras em que foram utilizados blocos de concreto enquanto em outras se faz uso de blocos cerâmicas. Mesmo com tal diferença, no entanto, as correlações sobre custo de alvenaria mantêm-se bastante fortes.

Revestimento em Gesso

Para o serviço de gesso corrido, também há certa similaridade entre os níveis de correlação alcançados para custo e quantidade deste serviço tanto com área real total e área do pavimento tipo, sendo os resultados um pouco melhores para a segunda variável. Este fato explica-se pela não aplicação de gesso corrido no teto do pavimento de sub-solo, único que tende a se diferenciar do pavimento tipo, não sendo simples projeção deste com relação ao pavimento térreo.

O custo de gesso corrido em uma regressão com a área real total apresenta um coeficiente de determinação ajustado igual a 83,00%, enquanto que numa correlação com a área do pavimento tipo possui o R² ajustado com valor de 85,33% (ver Figuras B.27 e B.28). Quanto a quantidade de gesso corrido, em uma regressão linear com a área real total alcança um R² ajustado de 83,24% e quando relacionado à área do pavimento tipo, um R² ajustado igual a 85,62% (ver Figuras C.30 e C.31). Para ambos os casos, a Obra 054 é retirada da amostra como espúrio, apresentando valor muito elevado.

A Tabelas 4.9 e 4.10 informam a relação entre custo de revestimento de gesso e áreas real total e de pavimento tipo, respectivamente.

Tabela 4.9 - Custo Médio por Área Real Total para Revestimento em Gesso (UM\$/m²)

	Média	Desvio Padrão	Coefficiente de Variação	Tamanho da Amostra
Revestimento em Gesso	0,18	0,03	14,47	29

Tabela 4.10 - Custo Médio por Área do Pavimento Tipo para Revestimento em Gesso (UM\$/m²)

	Média	Desvio Padrão	Coefficiente de Variação	Tamanho da Amostra
Revestimento em Gesso	1,95	0,26	13,53	29

Louças, Metais e Bancadas

Incluindo louças e metais diversos, mais bancadas de granito e mármore, este conjunto de serviços apresenta forte correlação entre seu custo e a área real total do edifício. O coeficiente de determinação ajustado estabelecido nesta regressão é igual a 81,48% (ver Figura B.30). O número total de banheiros determina um resultado ainda melhor, sendo que na regressão entre o custo de louças, metais e bancadas e esta variável alcança-se um valor para o R^2 ajustado de 87,13% (ver Figura B.31). Deve ser anotado que a Obra 105 não apresenta valor para a variável número de banheiros.

As Tabelas 4.11 e 4.12 apontam as relações existentes entre custo de louças, bancadas e metais e as variáveis área real total e número total de banheiros, respectivamente.

Tabela 4.11 - Custo Médio por Área Real Total para Louças, Metais e Bancadas (UM\$/m²)

			Média	Desvio Padrão	Coeficiente de Variação	Tamanho da Amostra
Louças, Bancadas	Metais	e	1,03	0,17	16,19	30

Tabela 4.12 - Custo Médio por Número Total de Banheiros para Louças, Metais e Bancadas (UM\$/unidade)

			Média	Desvio Padrão	Coeficiente de Variação	Tamanho da Amostra
Louças, Bancadas	Metais	e	61,20	9,81	16,02	29

É importante ressaltar o papel da caracterização do número de banheiros do edifício para uso em estimativas de custo, apesar de sua interdependência com a área real total, sendo que a correlação com aquela variável acaba por se ajustar melhor que a área do edifício mesmo estando a englobar no custo de louças, metais e bancadas aqueles relativos às cozinhas.

Esquadrias de Madeira

Este conjunto engloba portas e portais de madeira, janelas de madeira e escaninhos. Seu custo apresenta níveis de correlação similares tanto com a área real total quanto com a área do pavimento tipo. Relacionando-se com a área real total, determina um

coeficiente de determinação ajustado igual a 84,96%; enquanto que em um regressão com a área do pavimento tipo, o R^2 ajustado é de 85,03% (ver Figuras B.40 e B.41).

Comportamento similar ao do custo de esquadrias de madeira ocorre com a quantidade de portas de madeira, principal serviço presente neste conjunto. Esta variável em uma regressão com a área total do edifício estabelece um R^2 ajustado igual a 89,04%, enquanto que relacionando-se com a área do pavimento tipo alcança para este índice um valor de 87,99% (ver Figuras C.39 e C.40). Anota-se que a Obra 105 não apresenta valor para quantidade de portas de madeira.

As Tabelas 4.13 e 4.14 retratam as relações entre custo de esquadrias de madeira e áreas real total e do pavimento tipo.

Tabela 4.13 - Custo Médio por Área Real Total para Esquadrias de Madeira (UM\$/m²)

	Média	Desvio Padrão	Coeficiente de Variação	Tamanho da Amostra
Esquadrias de Madeira	1,26	0,17	13,17	30

Tabela 4.14 - Custo Médio por Área do Pavimento Tipo para Esquadrias de Madeira (UM\$/m²)

	Média	Desvio Padrão	Coeficiente de Variação	Tamanho da Amostra
Esquadrias de Madeira	13,32	1,67	12,55	30

Esquadrias Metálicas

O custo de esquadrias metálicas estabelece boa correlação tanto com a área total do edifício quanto com a área do pavimento tipo. O coeficiente de determinação ajustado que estabelece a relação entre este custo com a área real total é igual a 85,15%, enquanto com a área do pavimento tipo é alcançado o valor de 84,19% (ver Figuras B.42 e B.43). O valor referente à Obra 055 é retirada da amostra como espúrio, por possuir um valor muito elevado. A Tabela 4.15 relata a razão entre custo de esquadrias metálicas e área real total.

Tabela 4.15 - Custo Médio por Área Real Total para Esquadrias Metálicas (UM\$/m²)

	Média	Desvio Padrão	Coeficiente de Variação	Tamanho da Amostra
Esquadrias Metálicas	1,51	0,31	20,67	29

No que se refere a quantidades de serviço, os resultados de regressões com estas áreas são um pouco piores, com seus coeficientes de determinação estando no limite estabelecido para esta pesquisa. Tais regressões utilizam um número menor de amostras, já que para as Obras 053, 070, 072, 076, 079, 080, 082, 084, 104, 105 e 112 têm-se valores em unidade incompatível com a do restante dos dados, em peso enquanto o restante é apresentado em área.

A quantidade de janela de alumínio correlacionada com a área real total estabelece um coeficiente de determinação ajustado igual a 80,77% (ver Figura C.41). Esta mesma variável em regressão com a área do pavimento tipo mantém um R^2 ajustado de 79,15% (ver Figura C.42).

Quanto a quantidade de portal de alumínio, sua correlação com a área total do edifício apresenta o valor de 79,48% para o R^2 ajustado (ver Figura C.43). Quando correlacionado à área do pavimento tipo, obtém-se um índice de 83,66% (ver Figura C.44).

Este comportamento é interessante a partir do momento que os serviços de janelas e portais de alumínio, os mais representativos dentro deste grupo, quando relacionados à área de piso, apresentam sua variabilidade em termos de custo reduzida pela interação entre os dois e com os demais que pertencem ao conjunto. Além de janelas e portais de alumínio, também são englobados neste grupo os serviços ligados a contramarco, corrimões, janelas e portas de aço, guarda-corpos, grelhas, grades, escadas metálicas e alçapões.

Pisos em Madeira

Quanto aos serviços de pisos em madeira, seus custos e quantidades estabelecem um alto nível de correlação tanto com a área real total como com a área do pavimento tipo. A regressão linear entre custo de pisos em madeira e área total do edifício apresenta um coeficiente de determinação ajustada igual a 91,91%, enquanto que aquela com custo deste serviço e área do pavimento tipo mantém o valor de R^2 ajustado de 87,95% (ver Figuras B.46 e B.47).

A Tabela 4.16 aponta a relação entre custo de pisos em madeira e área total do edifício.

Tabela 4.16 - Custo Médio por Área Real Total para Pisos em Madeira (UM\$/m²)

	Média	Desvio Padrão	Coefficiente de Variação	Tamanho da Amostra
Pisos em Madeira	0,62	0,10	16,38	26

As quantidades deste serviço quando correlacionadas com a área real total apresentam um valor de R² ajustado igual a 89,03% e com a área do pavimento tipo mantêm um R² ajustado em 89,63% (ver Figuras C.47 e C.48).

A Obra 069 apresenta um custo muito elevado para este serviço sendo retirado da amostra utilizada para cálculos envolvendo este custo. Já as Obras 045, 055 e 074, também apresentando valores elevados, são retiradas das amostras tanto de custo como de quantidade em função de substituírem completamente carpetes por pisos em madeira. Esta substituição origina uma dificuldade para a inclusão destas obras no universo de estudo do modelo paramétrico que se tenta desenvolver nesta pesquisa.

Para este caso específico, com os grupos envolvendo serviços bastante específicos, que apresentam a mesma unidade de medida e funções similares, a solução para a produção de uma estimativa seria a utilização das equações paramétricas envolvendo quantidades tanto para os serviços de pisos em madeira como de carpetes, aplicando posteriormente preços unitários de serviços sobre estas quantidades de acordo com a característica de cada edifício. O preço unitário do piso de madeira é aproximadamente quatro vezes superior ao de carpete.

Entretanto, em estimativas preliminares, quando não houvesse conhecimento detalhado sobre a presença de um ou outro material, seria aceitável o uso das condições características do universo tipológico sob estudo, ou seja, para estes três edifícios seriam feitas estimativas para pisos em madeira e carpetes tal qual aconteceria para os demais.

Carpetes

Tanto o custo quanto a quantidade de carpetes mantêm boa correlação com as áreas real total e do pavimento tipo, sendo que com este segundo tem-se melhores resultados. A regressão linear entre custo de carpetes e área real total apresenta um coeficiente de determinação ajustado igual a 83,29%, e aquela que relaciona tal custo à área do pavimento tipo estabelece para este item um valor de 86,62% (ver Figuras B.48 e B.49).

As Tabelas 4.17 e 4.18 apresentam as relações entre custo de carpetes e áreas total do edifício e do pavimento tipo, respectivamente.

Já a quantidade de carpete em correlação à área real total mantém um R^2 ajustado igual a 81,95%, enquanto sua relação com a área do pavimento tipo alcança para este índice um valor em 87,34% (ver Figuras C.49 e C.50).

Tabela 4.17 - Custo Médio por Área Real Total para Carpetes (UM\$/m²)

	Média	Desvio Padrão	Coefficiente de Variação	Tamanho da Amostra
Carpetes	0,19	0,02	11,85	27

Tabela 4.18 - Custo Médio por Área do Pavimento Tipo para Carpetes (UM\$/m²)

	Média	Desvio Padrão	Coefficiente de Variação	Tamanho da Amostra
Carpetes	2,02	0,22	11,01	27

As Obras 045, 055 e 074, como já citado, não apresentam este serviço, estando ausentes das amostras utilizadas nos cálculos acima. A Obra 105 não apresenta valor para a quantidade deste serviço.

Pintura Interna

O grupo de serviços de pintura interna apresenta níveis de correlação bastante altos entre seu custo e as áreas real total e do pavimento tipo. Quanto à área total do edifício tem-se um coeficiente de determinação ajustado igual a 93,93 % e com relação à área do pavimento tipo este índice apresenta o valor de 92,58% (ver Figuras B.58 e B.59). A Tabela 4.19 apresenta a razão entre custo de pintura interna e área total do edifício.

Tabela 4.19 - Custo Médio por Área Real Total para Pintura Interna (UM\$/m²)

	Média	Desvio Padrão	Coefficiente de Variação	Tamanho da Amostra
Pintura Interna	0,98	0,09	9,09	30

Para a quantidade de pintura interna, mantém-se para sua correlação com a área total um R^2 ajustado igual a 90,18%, enquanto para área do pavimento tipo este índice assume o valor de 90,20% (ver Figuras C.55 e C.56).

Limpeza

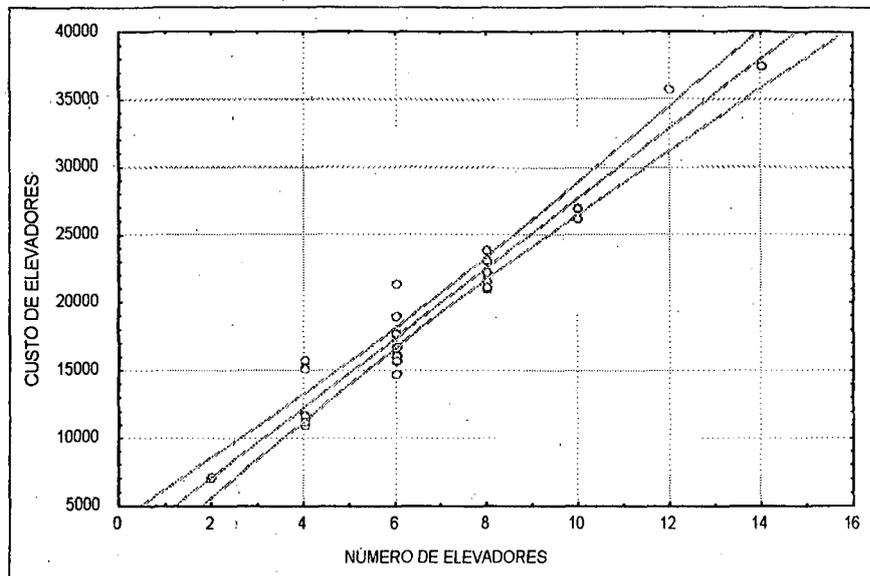
Como era esperado por conter apenas o serviço de limpeza, existe uma correlação bastante alta entre custo deste grupo de serviço e área total do edifício, sendo estabelecido para a relação linear entre estas variáveis um coeficiente de determinação ajustado igual a 97,60%, como pode ser visto na Figura B.65. A Tabela 4.20 retrata a razão entre o custo de limpeza e a área do edifício para amostra sob estudo.

Tabela 4.20 - Custo Médio por Área Real Total para Limpeza (UM\$/m²)

	Média	Desvio Padrão	Coefficiente de Variação	Tamanho da Amostra
Limpeza	0,12	0,01	6,44	30

Elevadores

Como esperado de acordo com o citado em 4.1, os comportamentos do custo de elevadores quando relacionados ou a área do edifício ou do número de elevadores se mostram bastante diferentes. Enquanto na regressão linear entre o custo deste serviço e a área do edifício se estabelece um coeficiente de determinação ajustado igual a 70,12% (ver Figura B.66), na relação entre este custo e o número de elevadores o R^2 ajustado apresenta-se com o valor de 92,49%, como colocado na Figura 4.4, que reproduz a Figura B.67.



$ELV = 1.942,3 + 2.576,2 * NEL$	
R	0,9631
R ²	0,9275
R ² Ajustado	0,9249
Erro Padrão	1.892,41
Tamanho da Amostra	30

Figura 4.4 - Regressão Linear entre Custo de Elevadores e Número de Elevadores

As Tabelas 4.21 e 4.22 mostram também as diferenças quanto a variabilidade existente nas relações de custo de elevadores por área real total e por número de elevadores.

Tabela 4.21 - Custo Médio por Área Real Total para Elevadores (UM\$/m²)

	Média	Desvio Padrão	Coefficiente de Variação	Tamanho da Amostra
Elevadores	1,47	0,31	20,99	30

Tabela 4.22 - Custo Médio por Número Total de Elevadores para Elevadores (UM\$/unidade)

	Média	Desvio Padrão	Coefficiente de Variação	Tamanho da Amostra
Elevadores	2.924,66	382,01	13,06	30

Nota-se nas Figura 4.4 e Tabela 4.22 que o custo de elevador não é uma simples função do número de elevadores. Tal fato se deve à utilização de diferentes marcas e modelos entre as diversas obras e ainda à existência de uma variação no número de paradas para os elevadores de cada edifício, sendo que em alguns casos estes não chegam ao pavimento de sub-solo.

Diferente do que ocorre com o grupo de serviços de louças, metais e bancadas, no qual a substituição do número de banheiros pela área total do edifício no papel de direcionador de custo não acarreta maiores transtornos, o uso da equação definida pela área real total, no lugar daquela definida pelo número de elevadores, traz à estimativa de custo deste serviço um prejuízo em termos de confiabilidade.

Urbanização

Com a retirada da amostra das Obras 054, 056 e 066, a correlação entre custo de urbanização e área total do edifício alcança um R^2 ajustado igual a 82,82% (ver Figura B.68). A Tabela 4.23 apresenta a relação entre estas variáveis, com o uso de todos os dados. Este grupo corresponde ao serviços de jardinagem, pavimentação, meio fio e placas.

Tabela 4.23 - Custo Médio por Área Real Total para Urbanização (UM\$/m²)

	Média	Desvio Padrão	Coefficiente de Variação	Tamanho da Amostra
Urbanização	0,40	0,12	28,81	30

4.2.2 - Serviços com Dois Padrões de Correlação com Custo

Diversos grupos de serviços estabelecem diferentes padrões de custo, seja em função de diferenças quanto aos preços dos materiais utilizados ou modificações nos métodos construtivos, com alterações no consumo de materiais, mão-de-obra e equipamentos. Deste modo, quando este custo é empregado em uma regressão linear com um possível direcionador de custo, há o surgimento no gráfico de duas diferentes linhas de tendência claramente definidas.

O nível de correlação existente neste caso normalmente tende a ser muito baixo. Para a correta utilização destes dados em estimativas, uma opção é a separação dos dados referentes a cada um dos padrões de custo existentes, isolando assim cada uma das tendências e alcançando melhores resultados na correlação em uma das diferentes equações paramétricas específicas.

Uma outra solução para aqueles conjuntos mais simples, constituídos por serviços semelhantes quanto a materiais empregados, métodos construtivos e unidade de medição, é a análise de custo a partir de regressões envolvendo as quantidades de serviços,

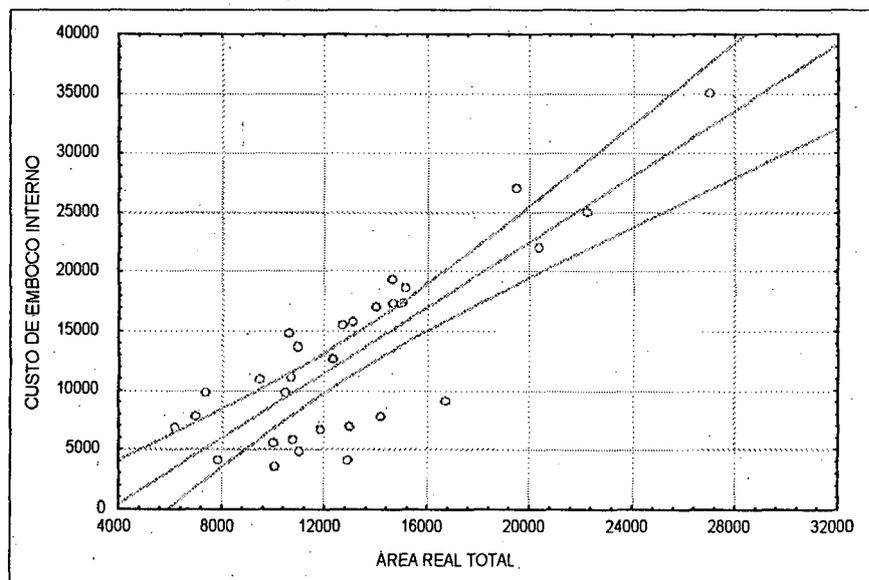
quando estes apresentam bons direcionadores de custo. Deste modo, tendo sido determinada a quantidade de serviço para o edifício, faz-se a aplicação de um índice unitário de custo calculado de acordo com o padrão referente à obra.

Os grupos de serviços que se enquadram nesta categoria de comportamento são em número bastante reduzido dentro do universo de amostra utilizado neste trabalho, representando cerca de 8% do custo total. São eles: emboço interno, contrapiso, revestimento de paredes internas, forro em gesso e pintura de esquadrias. A seguir, cada um destes é analisado em separado.

Emboço Interno

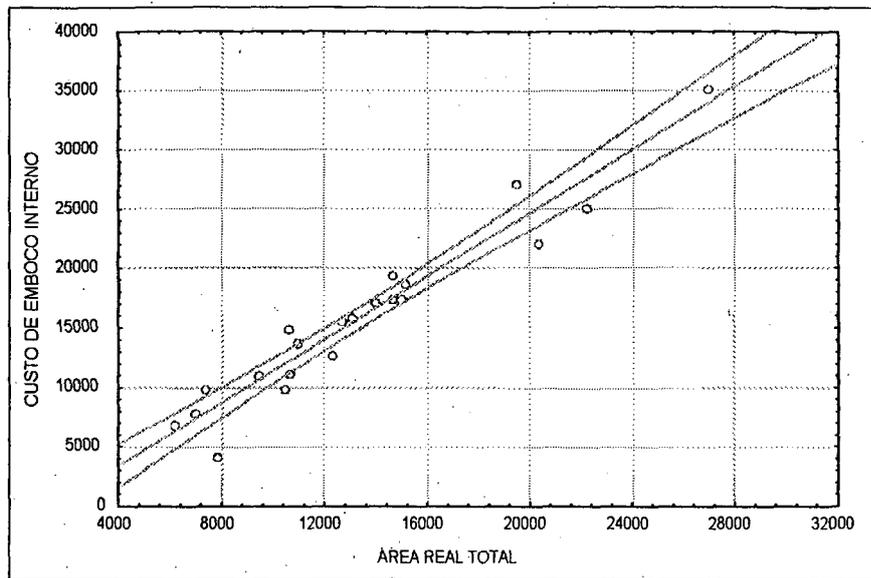
A Figura 4.5, equivalente à Figura B.22, retrata bem o comportamento acima citado. Nele se nota claramente duas tendências de custo e o modo como a reta de regressão se afasta de ambas, aumentando assim o erro incorrido em seu uso.

Enquanto tem-se para a regressão linear original entre custo de emboço interno e área total um R^2 ajustado igual a 67,56%, ao isolar-se um dos padrões de custo evidenciados este índice tende a crescer bastante. Trabalhando com a tendência superior, tem-se um R^2 ajustado de 92,95%, como apresentado na Figura 4.6, similar à Figura B.24.



$EMI = -5.097 + 1,3843 * AR$	
R	0,8287
R^2	0,6868
R^2 Ajustado	0,6756
Erro Padrão	4.360,60
Tamanho da Amostra	30

Figura 4.5 - Regressão Linear entre Custo de Emboço Interno e Área Real Total



$EMI = -1.921 + 1,3317 * AR$	
R	0,9659
R ²	0,9330
R ² Ajustado	0,9295
Erro Padrão	1.942,11
Tamanho da Amostra	21

Figura 4.6 - Regressão Linear entre Custo de Emboço Interno dentro de um Padrão de Custo Específico e Área Real Total

As Tabelas 4.24 e 4.25 estabelecem como se reduz a variabilidade da amostra quando se utiliza dados relacionados a apenas um dos padrões de custo. Estas tabelas retratam a relação entre custo de emboço interno e área total do edifício.

Tabela 4.24 - Custo Médio por Área Real Total para Emboço Interno (UM\$/m²)

	Média	Desvio Padrão	Coefficiente de Variação	Tamanho da Amostra
Emboço Interno	0,96	0,35	36,69	30

Tabela 4.25 - Custo Médio por Área Real Total para Emboço Interno dentro de um Padrão de Custo Específico (UM\$/m²)

	Média	Desvio Padrão	Coefficiente de Variação	Tamanho da Amostra
Emboço Interno	1,17	0,19	16,04	21

Enquanto regressões sobre custo para estes serviços originam uma análise complexa, as quantidades de serviço oferecem resultados bem mais simples e confiáveis. Tem-se ganho não apenas na simplificação das análises realizadas, mas também na existência de um maior número de dados na amostra, o que acarreta em maior

confiabilidade aos resultados alcançados. A Figura C.26 apresenta a regressão linear entre a quantidade de emboço interno, incluindo emboço e reboco, e área total do edifício, onde se estabelece um coeficiente de determinação ajustado igual a 93,26%.

Além de emboço e reboco internos, este grupo de serviço ainda engloba taliscamento e chapisco interno. A existência destes dois padrões de custo apresenta-se ligado à redução da espessura das camadas de revestimento em emboço e reboco advinda, em princípio, de uma melhor qualidade de execução da estrutura e da utilização de blocos de concreto em alvenaria.

Contrapiso

Do mesmo modo, o gráfico de regressão que relaciona o custo de contrapiso e área real total retrata a existência de dois padrões de custo, com o coeficiente de determinação ajustado igual a 75,18% (ver Figura B.19). Ao ser isolada uma destas tendências, no caso aquela com maior número de dados, o R^2 alcança 87,86% (ver Figura B.20).

As Tabelas 4.26 e 4.27 indicam as relações entre custo de contrapiso e área total do edifício quando todos os dados estão inclusos na amostra e com o isolamento de uma das tendências de custo.

Tabela 4.26 - Custo Médio por Área Real Total para Contrapiso (UM\$/m²)

	Média	Desvio Padrão	Coefficiente de Variação	Tamanho da Amostra
Contrapiso	0,36	0,10	27,65	30

Tabela 4.27 - Custo Médio por Área Real Total para Contrapiso dentro de um Padrão de Custo Específico (UM\$/m²)

	Média	Desvio Padrão	Coefficiente de Variação	Tamanho da Amostra
Contrapiso	0,41	0,08	12,12	22

A quantidade de serviços apresenta bons resultados quando correlacionado com a área total do edifício (ver Figura C.24). Nesta regressão se estabelece um coeficiente de determinação ajustado igual a 90,56%.

Sendo composto por cimentados, calçadas de concreto e, principalmente, contrapisos, o fato deste grupo de serviços definir em si dois diferentes padrões de custo

deve-se ao aumento da qualidade de execução da estrutura, com um melhor nivelamento da laje e, conseqüentemente, à redução da espessura do revestimento necessária.

Revestimento de Paredes Internas

O grupo de revestimento de paredes internas também mantém dois diferentes padrões de custo, apesar de uma maior variabilidade dentro destes. A Figura B.32 apresenta a regressão linear entre custo de revestimento de paredes internas e área real total, no qual tais tendências se evidenciam e se obtém um R^2 ajustado igual a 51,66%.

Isolando aquela com maior número de dados, este coeficiente de determinação ajustada passa a um valor de 90,99% (ver Figura B.34). As Tabelas 4.28 e 4.29 caracterizam as relações entre custo de revestimento de paredes internas e área total para o caso geral e para uma tendência de custo específica.

Tabela 4.28 - Custo Médio por Área Real Total para Revestimento de Paredes Internas (UM\$/m²)

	Média	Desvio Padrão	Coefficiente de Variação	Tamanho da Amostra
Revestimento de Paredes Internas	0,95	0,32	33,96	30

Tabela 4.29 - Custo Médio por Área Real Total para Revestimento de Paredes Internas dentro de um Padrão de Custo Específico (UM\$/m²)

	Média	Desvio Padrão	Coefficiente de Variação	Tamanho da Amostra
Revestimento de Paredes Internas	0,75	0,10	13,88	21

Neste caso, há uma baixa variabilidade para a quantidade de cerâmica aplicada sobre parede, que é o serviço de maior peso dentro deste conjunto. A Figura C.34 apresenta a regressão linear entre esta quantidade de cerâmica e a área total do edifício, tendo o R^2 ajustado, com a retirada da Obra 054 como valor espúrio, o valor de 81,19%.

Além do serviço de cerâmica também faz parte deste conjunto a aplicação de granito, existente em apenas seis obras e em quantidade entre 2,84 e 8,66% com relação a quantidade de cerâmica. Mesmo assim, a diferença entre padrões de custo para revestimento de paredes internas tem como principal causa a variação de qualidade e, conseqüentemente, de preço do material utilizado nestes revestimentos cerâmicos.

Forro em Gesso

O custo dos serviços de forro em gesso apresenta duas diferentes tendências de comportamento quando correlacionado a área total do edifício e área do pavimento tipo, como pode ser visualizado nas Figuras B.53 e B.54. Com o isolamento destes padrões de custo, estas regressões estabelecem valores razoáveis para seus coeficientes de determinação ajustados. Entre custo de forro em gesso e área real total dentro de um destes padrões, o R^2 ajustado é igual a 80,78% (ver Figura B.55).

As Tabelas 4.30 e 4.31 apontam as relações entre os custos de forro em gesso e área total do edifício para a amostra completa e para uma tendência específica.

Tabela 4.30 - Custo Médio por Área Real Total para Forro em Gesso (UM\$/m²)

	Média	Desvio Padrão	Coefficiente de Variação	Tamanho da Amostra
Forro em Gesso	0,28	0,13	46,39	30

Tabela 4.31 - Custo Médio por Área Real Total para Forro em Gesso dentro de um Padrão de Custo Específico (UM\$/m²)

	Média	Desvio Padrão	Coefficiente de Variação	Tamanho da Amostra
Forro em Gesso	0,19	0,04	20,18	20

Em termos de quantidade, também são determinadas duas tendências de comportamento. Porém estas têm uma visualização mais difícil, em função da aproximação existente entre elas (ver Figura C.53).

Pintura de Esquadrias

O custo de pintura de esquadrias quando correlacionados com área total do edifício e área do pavimento tipo estabelece dois padrões de comportamento distintos (ver Figuras B.62 e B.63). Quando se isola uma destas tendências, alcança-se em regressões envolvendo estes direcionadores coeficientes de determinação ajustados razoáveis. Num destes casos, envolvendo a área real total, tem-se este índice com valor igual a 80,40% (ver Figura B.64).

As Tabelas 4.32 e 4.33 apresentam informações sobre as relações de custo de pintura de esquadrias por área total do edifício para a amostra completa e para uma das tendências isoladas.

Tabela 4.32 - Custo Médio por Área Real Total para Pintura de Esquadrias (UM\$/m²)

	Média	Desvio Padrão	Coefficiente de Variação	Tamanho da Amostra
Pintura de Esquadrias	0,23	0,15	63,29	30

Tabela 4.33 - Custo Médio por Área Real Total para Pintura de Esquadrias dentro de um Padrão de Custo Específico (UM\$/m²)

	Média	Desvio Padrão	Coefficiente de Variação	Tamanho da Amostra
Pintura de Esquadrias	0,35	0,06	18,12	17

Justificativas para estes diferentes padrões de custo não foram identificadas a partir dos orçamentos disponíveis.

4.2.3 - Serviços com Baixo Nível de Correlação com Custo

Os demais grupos de serviços estudados mantêm níveis de correlação com os direcionadores de custos disponíveis abaixo do limite estabelecido para este trabalho de coeficiente de determinação (igual a 80%). Esta característica dificulta a estimativa destes por meio de relações paramétricas em virtude da baixa confiabilidade alcançada.

Os motivos para tal comportamento são diversos e variam de acordo com o grupo de serviços, sendo estes tratados a seguir. Os grupos de serviços que apresentam este comportamento são: serviços gerais, instalações hidro-sanitárias, instalações complementares, cobertura, emboço externo, revestimento de piso, revestimento de fachadas, vidros, rodapés e alizares, forro em madeira e pintura externa. Em conjunto estes serviços representam aproximadamente 31% do custo total das obras.

Serviços Gerais

Neste trabalho, o custo de serviços gerais compreende aqueles ligados à administração da obra, incluindo equipe fixa de administração e demais gastos administrativos; a despesas com o canteiro de obras, tais como tapumes, barracão, consumos de água, luz e telefone e equipamentos de proteção; e aos gastos com máquinas e equipamentos. Tais serviços mantêm um forte peso sobre o custo total da obra, representando um valor médio de aproximadamente 14,75 % deste.

Analisando isoladamente a área real total e o tempo de construção, estes não estabelecem níveis de correlação aceitáveis. Na Figura B.1, que mostra a regressão entre custo de serviços gerais e área total do edifício, pode ser visualizada a inexistência de uma tendência específica dos dados, com um nível de correlação muito baixa entre as variáveis, com R^2 ajustado de 38,00%.

Também neste sentido, verifica-se um alto nível de dispersão para a razão entre o custo de serviços gerais e a área total do edifício, com a Tabela 4.34 apresentando um coeficiente de variação de 29,92%.

Tabela 4.34 - Custo Médio por Área Real Total para Serviços Gerais (UM\$/m²)

	Média	Desvio Padrão	Coeficiente de Variação	Tamanho da Amostra
Serviços Gerais	5,25	1,57	29,92	30

Com relação à variável tempo de construção, mesmo com a retirada das Obras 041, 046, 047, 065 e 084 como espúrios, sua regressão linear com o custo de serviços gerais estabelece um coeficiente de determinação ajustado igual a 22,49% (ver Figura B.2).

O melhor resultado, ainda com um valor baixo, é aquele produzido pela regressão múltipla tendo como variáveis independentes a área real total e o tempo de construção e dependente o custo de serviços gerais, a qual alcança um R^2 ajustado de 43,68%, com a retirada da amostra como espúrios das Obras 047 e 065. A equação determinada é $SG = 25.765,71 + 2,66 * AR + 30,06 * TMP$.

Deste modo a estimativa paramétrica torna-se difícil pela impossibilidade de serem estabelecidos direcionadores de custo razoáveis. A determinação deste custo em verdade parece ser bastante complexo, sendo este dependente da estratégia de produção, do porte e da localização do edifício, os quais têm conseqüências na determinação do tempo de construção, do nível tecnológico do processo construtivo, do tipo e da quantidade de equipamentos, do número de funcionários ao longo da obra e da presença de empreiteiros no canteiro.

Instalações Hidro-Sanitárias

Os custos dos serviços de instalações hidro-sanitárias, representando em média 2,85% do custo total da obra, mantêm baixa correlação tanto com área total do edifício como com o número de banheiros. Com esta área, estabelece-se um coeficiente de

determinação ajustado igual a 68,02% (ver Figura B.10). Em regressão linear com número de banheiros este índice alcança 68,06% (ver Figura B.11). Em ambos os casos, as Obras 041 e 053 são retiradas da amostra como espúrios. A Obra 105 não apresenta a informação sobre número de banheiros. As Tabelas 4.35 e 4.36 informam as razões de custo de instalações hidro-sanitárias por área total do edifício e por número de banheiros.

Tabela 4.35 - Custo Médio por Área Real Total para Instalações Hidro-Sanitárias (UM\$/m²)

	Média	Desvio Padrão	Coefficiente de Variação	Tamanho da Amostra
Instalações Hidro-Sanitárias	1,00	0,25	24,83	28

Tabela 4.36 - Custo Médio por Número Total de Banheiros para Instalações Hidro-Sanitárias (UM\$/unidade)

	Média	Desvio Padrão	Coefficiente de Variação	Tamanho da Amostra
Instalações Hidro-Sanitárias	60,61	16,62	27,42	27

A retirada de uma maior quantidade de dados espúrios é viável do ponto de vista estatístico, no entanto tal ação descaracterizaria a amostra. Como pode ser observado na Figura B.10, os dados em sua dispersão parecem estabelecer duas tendências limites, sendo que uma continuação da retirada dos valores espúrios descartaria os quatro pontos a representar o limite superior e estabeleceria uma equação apenas enviesada para os menores valores.

Mesmo contendo um número menor de dados em função da indisponibilidade destas informações e da retirada das Obras 056 e 065 como espúrios, é interessante notar que as correlações entre número de pontos de água fria e de esgoto e área total do edifício e número de banheiros mantêm-se bastante elevadas, com R^2 ajustados iguais a 90,83% e 96,65% (ver Figuras C.5, C.6, C.9 e C.10). O mesmo não ocorre com a variável número de pontos de água pluvial, não havendo neste caso a retirada de valores espúrios, com R^2 ajustados iguais a 58,35% e 59,12% (ver Figuras C.11 e C.12).

Com relação ao comprimento de tubulações de água fria, com a retirada apenas da Obra 042 da amostra, obtém-se regressões com área total e número de banheiros extremamente elevados, com R^2 ajustados iguais a 90,41% e 95,42% respectivamente (ver Figuras C.7 e C.8). O mesmo não ocorre para o comprimento de tubulação sanitária, com resultados de R^2 ajustado em relações a estes direcionadores de custo iguais a 47,85% e 54,20% (ver Figuras C.13 e C.14).

Instalações Complementares

Englobando uma série de serviços independentes, este grupo de serviços complementares não apresenta um bom nível de correlação com a área real total. Com esta variável, mantém uma regressão linear com R^2 ajustado igual a 74,47% (ver Figura B.14). A Tabela 4.37 informa a razão entre custo destes serviços e área total do edifício, sendo o coeficiente de variação relatividade baixo. A Obra 053 é retirada da amostra como espúrio.

Tabela 4.37 - Custo Médio por Área Real Total para Instalações Complementares (UM\$/m²)

	Média	Desvio Padrão	Coefficiente de Variação	Tamanho da Amostra
Instalações Complementares	1,30	0,25	19,26	29

Instalações de incêndio, central de gás, pára-raios, antena coletiva, interfone e portão eletrônico compõem o conjunto de instalações complementares, representando em média 3,70% do custo total. Tais serviços variam bastante em função do padrão do edifício construído, com a utilização de mais e melhores equipamentos além de um nível mínimo, sendo esta característica bem visualizada na Figura B.14. A estimativa de custo para estes serviços passa então pela definição de quais equipamentos serão utilizados, ou, para uso de relações paramétricas, a especificação do universo tipológico no qual se mantém este nível mínimo.

Cobertura

A quantidade e o custo de cobertura, a princípio, deveriam ser bem relacionadas com a área do pavimento tipo. Entretanto, o serviço de cobertura, quanto a seu custo ou quantidade, mantém baixo nível de correlação com este direcionador. Esta variabilidade depende basicamente da utilização da laje de cobertura do edifício, sendo que em alguns casos há a sua ocupação.

Os serviços de cobertura incorporam a instalação de telhas onduladas e a estrutura de suporte pré-moldada, não havendo variações em termos de custos unitários e, assim, determinando que a variabilidade em termos de custo é função direta daquela relativa a quantidades de serviço. Em contrapartida à baixa confiabilidade que confere a sua estimativa, estes serviços são responsáveis por apenas 0,40% do custo total da obra, em média. No caso do custo, encontra-se um coeficiente de determinação ajustado de 40,37%, enquanto em termos de quantidade, este índice apresenta-se igual a 40,61% (ver Figuras

B.16 e C.19). A Tabela 4.38 informa a relação entre o custo de cobertura e a área do pavimento tipo.

Tabela 4.38 - Custo Médio por Área do Pavimento Tipo para Cobertura (UM\$/m²)

	Média	Desvio Padrão	Coefficiente de Variação	Tamanho da Amostra
Cobertura	1,48	0,63	42,58	30

Emboço Externo

O custo e a quantidade dos serviços de emboço externo, que incluem talisca, chapisco e revestimento em camada única, apresentam correlação com a área do pavimento tipo abaixo do limite estabelecido neste trabalho. Enquanto para este custo estabelece-se uma regressão com coeficiente de determinação ajustado igual a 76,29%, para aquela envolvendo quantidade de emboço externo encontra-se um R² ajustado de 75,32% (ver Figuras B.26 e C.29). A Tabela 4.39 aponta a relação direta entre custo de emboço externo e área do pavimento tipo.

Tabela 4.39 - Custo Médio por Área do Pavimento Tipo para Emboço Externo (UM\$/m²)

	Média	Desvio Padrão	Coefficiente de Variação	Tamanho da Amostra
Emboço Externo	7,10	1,07	15,04	30

Nota-se comportamento similar nestas correlações para os dados de custo e os de quantidade, sendo que não há diferenciação em termos de custo unitário dos serviços. Assim, fica claro que a variação nestas regressões são originadas no formato do pavimento tipo, ou seu índice de compacidade, e nas aberturas em paredes externas.

Por outro lado, o coeficiente de variação apresentado tem um valor baixo, compatível com os daqueles grupos de serviços que apresentavam melhores níveis de correlação com seus direcionadores de custo. Deste modo, a relação entre custo de emboço externo e área do pavimento tipo mostra-se como procedimento aceitável para a estimativa destes custos.

Os serviços de emboço externo determinam em média 1,92% do custo total do edifício.

Revestimento de Piso

O custo de revestimentos de piso mantém baixa correlação tanto com a área do pavimento tipo quanto com a área total do edifício. Este custo em uma regressão linear com a área total do edifício estabelece um coeficiente de determinação ajustado igual a 68,53% (ver Figura B.35). Com a área do pavimento tipo este índice apresenta uma redução muito pequena, mantendo-se em 68,41% (ver Figura B.36). A Obra 054 é retirada da amostra como valor espúrio.

A Tabela 4.40 informa a relação direta entre custo de revestimento de piso e área total do edifício.

Tabela 4.40 - Custo Médio por Área Real Total para Revestimento de Piso (UM\$/m²)

	Média	Desvio Padrão	Coefficiente de Variação	Tamanho da Amostra
Revestimento de Piso	0,90	0,22	24,72	29

Este grupo de serviços envolve a utilização de granito, pedra São Tomé, ardósia e, principalmente, cerâmica, ou seja, pisos relacionados tradicionalmente a áreas frias, estando pisos em madeira e carpete em outros grupos de serviços já citados. A quantidade de cerâmica em piso mantém níveis de correlação bem razoáveis para com a área real total e, especialmente, com a área do pavimento tipo, alcançando valores para o coeficiente de determinação ajustado de 81,19% e 84,46% (ver Figuras C.34 e C.35). Quanto aos outros materiais, há uma variabilidade muito maior.

As quantidades dos demais materiais correspondem a 15,03%, em média, da quantidade de cerâmica para cada edifício, com uma amplitude de valores bastante elevada (entre a não existência destes outros materiais até algo em torno de 45% em relação à quantidade de cerâmica). Tal fato acrescentado à variação de preços unitários para cada um destes materiais e mesmo para diferentes padrões de qualidade de cerâmica determinam a variabilidade dos dados relacionados a custos destes serviços. Estes representam em média 2,54% do custo total do edifício.

Revestimento de Fachadas

O comportamento dos custos de revestimentos de fachadas se aproxima bastante daquele citado em 4.2.2, deixando transparecer a princípio dois padrões diferentes de custo. Entretanto, ao se isolar cada uma das tendências, permanece ainda um

baixo nível de correlação com o direcionador de custo utilizado. As Figuras B.37 e B.39 ilustram estes fatos relacionando o custo de revestimento de fachadas a área real do edifício, sendo que a segunda, para um padrão específico de custo, apresenta um R^2 ajustado igual a 7,73%. Correlacionado à área do pavimento tipo os resultados são similares.

As Tabelas 4.41 e 4.42 apresentam as relações entre custo de fachadas e área total do edifícios para todos os dados e com o isolamento de um dos padrões específicos, corroborando o citado acima.

Tabela 4.41 - Custo Médio por Área Real Total para Revestimento de Fachadas (UM\$/m²)

	Média	Desvio Padrão	Coefficiente de Variação	Tamanho da Amostra
Revestimento de Fachadas	1,08	0,72	66,36	30

Tabela 4.42 - Custo Médio por Área Real Total para Revestimento de Fachadas dentro de Padrão de Custo Específico (UM\$/m²)

	Média	Desvio Padrão	Coefficiente de Variação	Tamanho da Amostra
Revestimento de Fachadas	1,48	0,62	41,80	19

Englobando o uso de cerâmica, pastilhas e granito, o grupo de serviço de revestimento em fachada é plenamente caracterizado pela quantidade de cerâmica. Os demais serviços só aparecem em quatro dos trinta edifícios da amostra, sendo que na Obra 054 a pastilha substitui completamente a cerâmica.

Entretanto o que deveria ser uma vantagem para o processo de estimativa, com a caracterização do conjunto completo de serviços por um deles, perde-se no fato de a quantidade de cerâmica apresentar a mesma variabilidade do custo do grupo de revestimentos em fachada, como pode ser visualizado nas Figuras C.37 e C.38, onde estão relacionados quantidade de cerâmica em fachada e áreas real total e do pavimento tipo. O custo deste grupo representa em média 2,99% do total da obra.

Vidros

Tendo um número reduzido de dados, o grupo de serviços ligado a vidros tem seu custo estabelecendo baixas correlações tanto com a área total do edifício como com a área do pavimento tipo. Junto com o primeiro destes direcionadores, o custo destes serviços apresenta em regressão linear um coeficiente de determinação ajustado igual a

54,62% (ver Figura B.44). Com a área do pavimento tipo, este índice alcança 58,84% (ver Figura B.45). As Tabelas 4.43 e 4.44 apresentam informações sobre as razões entre custo de vidros e as áreas total do edifício e do pavimento tipo.

Tabela 4.43 - Custo Médio por Área Real Total para Vidros (UM\$/m²)

	Média	Desvio Padrão	Coefficiente de Variação	Tamanho da Amostra
Vidros	0,30	0,14	46,95	18

Tabela 4.44 - Custo Médio por Área do Pavimento Tipo para Vidros (UM\$/m²)

	Média	Desvio Padrão	Coefficiente de Variação	Tamanho da Amostra
Vidros	3,18	1,38	43,43	18

Quanto a quantidade de vidros, estabelece-se em regressões com as áreas citadas resultados melhores, mas ainda baixos, com uso de dados das trinta obras na amostra. Enquanto na regressão com área total do edifício, a quantidade de vidros mantém um R² ajustado igual a 71,20%, com a área do pavimento tipo este índice alcança o valor de 72,75% (ver Figuras C.45 e C.46). Nota-se uma tendência delimitando um comportamento de mínimo, mas acompanhando um bom número de dados variando acima deste padrão e, assim, dificultando estimativas de custo a partir destas regressões. O item vidros corresponde a 0,80% do custo total das obras, em média.

Rodapés e Alizares

Representando em média apenas 0,39% do custo total do edifício, os serviços de rodapés e alizares apresentam um comportamento que dificulta bastante sua estimativa por relações paramétricas. Seus custos apresentam em regressões com as áreas real total e do pavimento tipo uma tendência a estabelecer um limite mínimo, enquanto diversos dados variam acima desta. Com a amostra completa, tem-se para a regressão entre estes custos e a área total do edifício um coeficiente de determinação ajustado igual a 32,69% (ver Figura B.50). Mantendo-se somente a tendência limite inferior nesta regressão, este índice cresce para um valor de 84,17% (ver Figura B.51). Com estes dados sanados, a regressão entre estes custos e a área do pavimento tipo alcança um R² ajustado de 80,39% (ver Figura B.52).

A Tabela 4.45 define a relação entre custo de rodapés e alizares e área total do edifício.

Tabela 4.45 - Custo Médio por Área Real Total para Rodapés e Alizares (UM\$/m²)

	Média	Desvio Padrão	Coefficiente de Variação	Tamanho da Amostra
Rodapés e Alizares	0,16	0,07	41,51	30

Este grupo de serviços inclui rodapés de madeira, de ardósia e granito, soleiras de madeira e rodapés em argamassa. Em termos de quantidade de rodapés, somados todos os citados acima, em regressões com área total do edifício e área do pavimento tipo surgem duas diferentes tendências de aplicação, como pode ser visualizado nas Figuras C.51 e C.52.

Forro em Madeira

Os custos e quantidades de forros de madeira não estabelecem nenhum padrão em regressões com área total do edifício e área do pavimento tipo. Os custos em regressões com estes direcionadores estabelecem coeficientes de determinação ajustados iguais a 14,58 e 16,01%, respectivamente (ver Figuras B.56 e B.57). Quanto a quantidades, sua correlação com a área real total aponta um R² ajustado de 16,05% (ver Figura C.54). A Obra 046 não apresenta este serviço.

A Tabela 4.46 informa sobre a relação entre custo de forro em madeira e área total das obras.

Tabela 4.46 - Custo Médio por Área Real Total para Forro em Madeira (UM\$/m²)

	Média	Desvio Padrão	Coefficiente de Variação	Tamanho da Amostra
Forro em Madeira	0,13	0,05	39,23	29

A quantidade de forro em madeira parece ser uma característica bastante específica de cada obra, causando uma grande variabilidade de valores. Embora dificultando a estimativa específica deste serviço, esta variação não acarreta grande prejuízo em estimativas globais em função de representar em média apenas 0,38% do custo total da obra.

Pintura Externa

Os custos de pintura externa apresentam uma dispersão extremamente grande dentro de correlações com a área total do edifício ou a área do pavimento tipo, com um número muito reduzido de dados induzindo à visualização de uma tendência em limite mínimo (ver Figuras B.60 e B.61). Os coeficientes de determinação ajustados encontrados nestas regressões são, respectivamente, -2,35% e -1,86%.

A Tabela 4.47 corrobora esta alta variabilidade, com informações sobre a razão de custo de pintura externa por área total do edifício.

Tabela 4.47 - Custo Médio por Área Real Total para Pintura Externa (UM\$/m²)

	Média	Desvio Padrão	Coefficiente de Variação	Tamanho da Amostra
Pintura Externa	0,18	0,16	89,33	30

Em termos de quantidade, o comportamento das regressões estabelecidas é bem semelhante a daquelas envolvendo quantidade de cerâmica em fachada, com a existência de dois padrões distintos (ver Figuras C.57 e C.58).

4.2.4 - Estimativas para Custo Global

A estimativa do custo global do edifício utilizando-se das informações disponíveis para esta pesquisa podem apresentar-se de três modos: razão direta entre custo global e área total do edifício, relação linear entre estas duas variáveis e um modelo fundamentado nas relações paramétricas determinadas para os grupos de serviços estabelecidos.

A Tabela 4.48 informa sobre a razão média entre custo global do edifício e área real total, notando-se uma baixa variabilidade nos valores.

Tabela 4.48 - Custo Global Médio por Área Real Total por Edifício (UM\$/m²)

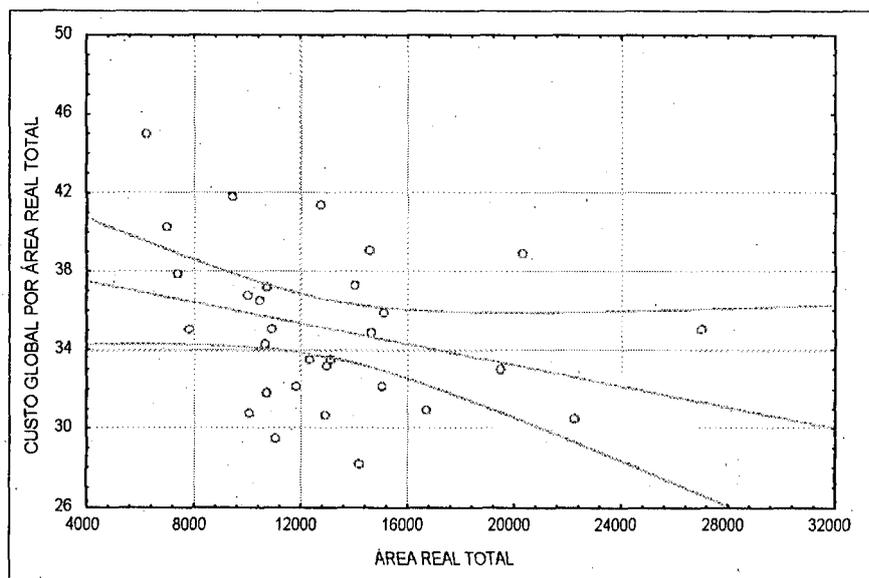
	Média	Desvio Padrão	Coefficiente de Variação	Tamanho da Amostra
Custo Global	35,100	3,984	11,35	30

Com o objetivo de avaliar a existência de uma redução deste custo unitário com o aumento da área do edifício, a Figura 4.7 mostra a relação existente entre o

custo por área total do edifício e esta área. O nível de correlação encontrado nesta regressão é muito baixo, entretanto é possível visualizar uma tendência de redução do custo por unidade de área com o aumento da área total do edifício.

Ganhos em termos de custo com o aumento de quantidades e concentração de serviços são esperados a medida que deste modo surge o efeito aprendizagem relacionado a mão-de-obra e há a possibilidade de compra de maiores quantidades de materiais com um custo menor negociado por este motivo. Entretanto, os dados utilizados nesta pesquisa são médias utilizadas em estimativas de custo, estando estes deste modo imunes à influência destes fatores. Mesmo assim, há a tendência já citada de redução do custo unitário com o aumento de área.

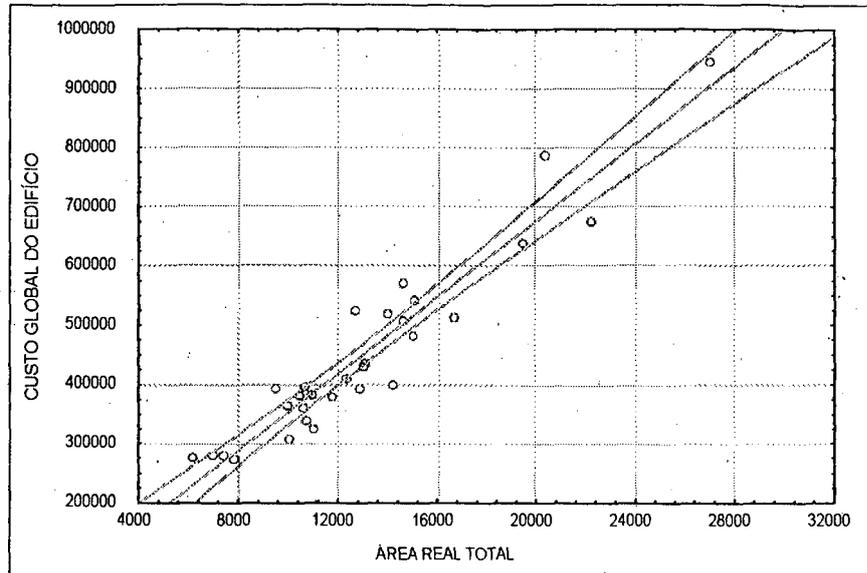
Trabalhando a regressão entre custo global e área total do edifício, a Figura 4.8 aponta uma forte correlação entre estas variáveis, com um coeficiente de determinação ajustado igual a 90,96%. Como foi visto na análise dos custos parciais, diversos edifícios utilizados na amostra mantinham algum serviço que não se enquadrava no contexto geral, seja apresentando um valor muito elevado ou reduzido ou ainda alinhando-se com uma das diferentes tendências estabelecidas. No entanto, com relação ao custo em termos globais todas as obras apresentam-se como semelhantes.



$$CST/AR = 38,579 - 0,0003 * AR$$

R	-0,307
R ²	0,094
R ² Ajustado	0,062
Erro Padrão	3,86
Tamanho da Amostra	30

Figura 4.7 - Regressão Linear entre Razão Custo Global por Área Real Total e Área Real Total



$$CST = 30.220 + 32,363 * AR$$

R	0,9540
R ²	0,9101
R ² Ajustado	0,9069
Erro Padrão	47.440,45
Tamanho da Amostra	30

Figura 4.8 - Regressão Linear entre Custo Global e Área Real Total

A partir das relações calculadas entre os custos dos conjuntos de serviços analisados e seus melhores direcionadores em termos de correlação estabelecida, faz-se a produção de um modelo paramétrico. A Tabela 4.49 apresenta as equações utilizadas na definição dos custos de cada grupo de serviços, levando em consideração a amostra completa com exceção de espúrios.

Para aqueles grupos de serviços nos quais havia dois padrões distintos de custo, não se optou por um destes em função de ser priorizado aqui um modelo para a amostra completa. Deste modo tem-se para o modelo paramétrico erros maiores do que aqueles que ocorreriam no caso de especificação do padrão de custo em cada obra.

Em futuras modelagens, devem ser estabelecidas claramente as características tecnológicas de cada serviço, o que não foi possível neste trabalho em particular. Com estas informações, cada serviço deve ser modelado de acordo com estas diferenças, produzindo-se diversas equações correspondentes aos diferentes padrões de custo, e no momento da estimativa de custo de determinado edifício, cada serviço nele presente deve ser analisado especificamente para escolha da equação a ser utilizada.

Tabela 4.49 - Equações Paramétricas para Estimativa de Custo de Serviços Utilizadas em Modelo

	Equação Paramétrica	R ² Ajustado
Serviços Gerais	$SG = 25.765,71 + 2,66 * AR + 30,06 * TMP$	43,68%
Fundações	$FND = 750,04 + 13,63 * ASS$	88,13%
Estrutura	$EST = 1.815 + 6,2257 * AR$	93,81%
Instalações Hidro-Sanitárias	$HDR = 1.885,7 + 50,528 * NB$	68,08%
Instalações Elétricas e Telefônicas	$ELT = -265,8 + 1,8091 * AR$	81,88%
Instalações Complementares	$CMP = 972,35 + 1,2064 * AR$	74,47%
Impermeabilização	$IMP = 76,413 + 0,78259 * AR$	79,76%
Cobertura	$COB = 144,26 + 1,349 * ATP$	40,37%
Alvenaria	$ALV = -1.159 + 19,064 * ATP$	92,24%
Contrapiso	$CPS = -1.082 + 0,44878 * AR$	75,18%
Emboço Interno	$EMI = -5.097 + 1,3843 * AR$	67,56%
Emboço Externo	$EME = 2.139,4 + 5,207 * ATP$	76,29%
Revestimento em Gesso	$RGS = -155,3 + 2,0849 * ATP$	85,33%
Louças, Metais e Bancadas	$LMB = 1.861,3 + 51,303 * NB$	87,13%
Revestimento de Paredes Internas	$RPI = -1.241 + 11,040 * ATP$	53,40%
Revestimento de Piso	$RPS = 1.121,7 + 0,79645 * AR$	68,53%
Revestimento de Fachadas	$RFC = 7.145,9 + 0,45443 * AR$	5,81%
Esquadrias de Madeira	$EMD = 131,02 + 13,256 * ATP$	85,03%
Esquadrias Metálicas	$EMT = -8.529 + 2,2049 * AR$	85,15%
Vidros	$VID = -167,9 + 3,2703 * ATP$	58,84%
Pisos em madeira	$PMD = -2.403 + 0,81419 * AR$	91,91%
Carpetes	$CRP = 264,89 + 1,7944 * ATP$	86,62%
Rodapés e Alizares	$RDP = 711,41 + 0,09900 * AR$	32,69%
Forro em gesso	$FGS = 901,28 + 2,1554 * ATP$	22,29%
Forro em madeira	$FMD = 617,89 + 0,79748 * ATP$	16,01%
Pintura Interna	$PIN = 260,12 + 0,95611 * AR$	93,93%
Pintura Externa	$PEX = 1.535,5 + 0,45414 * ATP$	-1,86%
Pintura de Esquadrias	$PES = -1.627 + 0,37151 * AR$	46,78%
Limpeza	$LMP = -25,46 + 0,12569 * AR$	97,60%
Elevadores	$ELV = 1.942,3 + 2.576,2 * NEL$	92,49%
Urbanização	$URB = -2070 + 0,56389 * AR$	82,82%

* Para a Obra 105, que não informa número de banheiros, são utilizadas as seguintes equações:

$$HDR = -274,6 + 1,0219 * AR \text{ e } LMB = 460,27 + 0,98749 * AR.$$

Com baixo nível de erro, aproximadamente 61% do custo total de um edifício são apontados diretamente por equações paramétricas envolvendo custos e seus direcionadores utilizadas no modelo, casos apontados em 4.2.1, enquanto cerca de outros 8% seriam melhor definidos pela especificação de uma das tendências de custo estabelecidas para estes grupos ou por equações envolvendo quantidades de serviços representativos, retratados em 4.2.2.

A dificuldade do uso de modelos paramétricos está naqueles serviços que respondem pelos 31% de custos restantes, mostrados em 4.2.3, onde a variabilidade de quantidades e custos aumentam o erro de estimativas. Nestes casos, quando da necessidade

de uma maior confiabilidade, deve ser encarada como uma alternativa o detalhamento destes serviços.

A Tabela 4.50 apresenta os resultados de estimativas utilizando cada um dos métodos apresentadas acima. No caso da amostra sob estudo, tem-se que o modelo paramétrico é aquele que mantém um menor erro médio absoluto, entretanto este resultado é apenas pouco melhor que o produzido pelos demais métodos.

Um dado interessante apontado por estes resultados é que em média estes erros são menores que os valores apontados em 2.2.5 como da incerteza presente no ambiente construtivo, algo em torno de 20 e 30%. Deste modo, qualquer um dos processos de estimativa para custo global citados acima traz um nível de confiabilidade compatível com esta incerteza.

Por outro lado, analisando os erros incorridos por edifício, nota-se casos em que estes alcançam valores até maiores que 20%. No entanto, ocorre que os três métodos estabelecem resultados semelhantes para estes edifícios para os quais há erros elevados, apontando para uma diferenciação do edifício e não uma deficiência dos métodos de estimativa.

Os níveis de erro alcançados pela razão entre custo global e área total de edifício e, particularmente, pela regressão linear entre estas duas variáveis apontam como a definição de um universo tipológico específico pode facilitar o processo de estimativa de custos, fazendo com que índices simples como estes apresentem um bom nível de confiabilidade.

Quanto ao uso de modelos paramétricos, deve ser colocado que seus resultados em termos de precisão podem ser ainda melhorados, seja com a especificação das tendências de custo dentro de um grupo de serviços, seja pelo uso de um sistema híbrido com aqueles conjuntos de serviços para os quais as relações paramétricas apresentam baixa confiabilidade tendo seus custos estimados por processos detalhados. Ainda há a possibilidade de uso de outros direcionadores de custo, mais específicos, em estimativas para fases mais adiantadas do ciclo de construção.

Tabela 4.50 - Estimativas de Custo Global pela Razão Média entre Custo e Área Total, pela Equação Paramétrica de Custo e Área Total e por Modelo Paramétrico, com Erros Percentuais com Relação ao Valor Orçado por Edifício

	Orçamento Detalhado	Razão de Custo por Área Total	Equação de Custo por Área Total	Modelo Paramétrico
Obra 035	279.529	259.003 (-7,34%)	269.027 (-3,76%)	269.344 (-3,64%)
Obra 041	570.412	512.109 (-10,22%)	502.396 (-11,92%)	504.197 (-11,61%)
Obra 042	541.773	528.536 (-2,44%)	517.542 (-4,47%)	512.431 (-5,42%)
Obra 043	279.448	243.524 (-12,86%)	254.754 (-8,84%)	245.604 (-12,11%)
Obra 044	382.834	382.976 (0,04%)	383.333 (0,13%)	368.266 (-3,81%)
Obra 045	277.658	216.462 (-22,04%)	229.803 (-17,24%)	220.725 (-20,50%)
Obra 046	947.187	947.103 (-0,01%)	903.471 (-4,62%)	894.390 (-5,57%)
Obra 047	524.918	444.822 (-15,26%)	440.356 (-16,11%)	434.952 (-17,14%)
Obra 051	363.308	372.060 (2,41%)	373.268 (2,74%)	366.996 (1,02%)
Obra 052	482.157	525.693 (9,03%)	514.921 (6,80%)	497.273 (3,14%)
Obra 053	412.089	431.168 (4,63%)	427.767 (3,80%)	419.430 (1,78%)
Obra 054	438.201	458.301 (4,59%)	452.784 (3,33%)	447.239 (2,06%)
Obra 055	394.939	331.239 (-16,13%)	335.630 (-15,02%)	330.149 (-16,41%)
Obra 056	397.206	374.447 (-5,73%)	375.468 (-5,47%)	368.217 (-7,30%)
Obra 065	789.595	712.004 (-9,83%)	686.703 (-13,03%)	685.564 (-13,18%)
Obra 066	677.313	779.045 (15,02%)	748.517 (10,51%)	726.193 (7,22%)
Obra 068	640.803	681.677 (6,38%)	658.742 (2,80%)	657.513 (2,61%)
Obra 069	521.501	490.101 (-6,02%)	482.105 (-7,55%)	476.806 (-8,57%)
Obra 070	366.779	350.158 (-4,53%)	353.073 (-3,74%)	349.313 (-4,76%)
Obra 072	340.269	375.675 (10,41%)	376.601 (10,68%)	368.070 (8,17%)
Obra 074	382.283	366.971 (-4,01%)	368.575 (-3,59%)	365.280 (-4,45%)
Obra 075	509.829	512.846 (0,59%)	503.076 (-1,32%)	495.388 (-2,83%)
Obra 076	378.696	413.022 (9,06%)	411.035 (8,54%)	411.289 (8,61%)
Obra 079	515.622	585.012 (13,46%)	569.614 (10,47%)	558.039 (8,23%)
Obra 080	399.590	497.086 (24,40%)	488.545 (22,26%)	485.683 (21,55%)
Obra 082	309.050	352.158 (13,95%)	354.918 (14,84%)	342.915 (10,96%)
Obra 084	325.481	386.591 (18,78%)	386.666 (18,80%)	389.108 (19,55%)
Obra 104	274.623	274.658 (0,01%)	283.460 (3,22%)	285.784 (4,06%)
Obra 105	394.907	451.456 (14,32%)	446.473 (13,06%)	441.028 (11,68%)
Obra 112	430.165	454.896 (5,75%)	449.644 (4,53%)	441.485 (2,63%)
Erro Médio		8,975%	8,440%	8,352%
Coefficiente de Variação		72,95%	68,58%	71,12%

Além da questão da confiabilidade, deve ser ressaltado como a montagem do modelo paramétrico permite uma análise mais estruturada dos custos incorridos do que os processos de razão e de relação linear entre custo global e a área total da obra. A simples fragmentação da edificação em suas partes, no caso deste trabalho com relação a seus serviços, permite a análise mais específica destas partes, através da determinação dos custos e quantidades de serviços diretamente por meio de equações paramétricas relacionados a estes.

4.3 - Uso de Relações Paramétricas para Mão-de-Obra

As relações paramétricas para estimativa de consumo global para os diversos tipos de mão-de-obra normalmente seguem o comportamento estabelecido por aquelas englobando os serviços relacionados a cada profissional. A seguir, são realizadas a apresentação e análise de regressões envolvendo quantidades de consumo de cada tipo profissional, estando as figuras correspondentes disponíveis no Anexo D.

Para armadores tem-se uma ótima correlação com a área total do edifício, estabelecendo-se um coeficiente de determinação ajustado igual a 93,79% (ver Figura D.3), comportamento similar ao que ocorre com o serviço de aço estrutural, citado em 4.2.1.

Com relação a carpinteiros, nota-se dois padrões de consumo de mão-de-obra, embora o R^2 ajustado se mantenha com valor bastante razoável, em 85,55% (ver Figura D.4). Em 4.2.1, esta segunda tendência é apontada para uma pequena variação nos dados relativos a custo de formas para estrutura, sendo esta devida à padronização e pré-montagem destas peças.

Os serviços que fazem uso de pedreiro são diversos e a maior parte deles mantém boa correlação com a área total do edifício, seja através de seu custo ou de sua quantidade, com a exceção do emboço externo. Diferenças no volume de argamassa de contrapiso e emboço interno, decorrentes da modificação de espessura aplicada nestes serviços, citada em 4.2.3, deveriam tornar comportamento do consumo deste profissional mais variável. No entanto, este consumo de pedreiro quando correlacionado a esta área apresenta-se dentro de uma faixa restrita, alcançando um coeficiente de determinação ajustado igual a 89,52% (ver Figura D.5).

Quanto ao consumo de encanador, estabelece-se um comportamento de variabilidade elevada enquanto nota-se um padrão de consumo mínimo (ver Figura D.6). O R^2 ajustado de sua regressão com a área total do edifício, retiradas como espúrios as Obras 041 e 054, permanece em 55,59%. A utilização de kit's, com peças pré-montadas nos serviços hidro-sanitários pode explicar em parte esta tendência observada.

O mesmo ocorre para eletricitistas, sendo inclusive mais visível esta tendência diferenciada (ver Figura D.7). Também ocorre em seus serviços a utilização de kit's, mas de modo bem menos incisivo do que em hidro-sanitários. Esta variabilidade mostra-se incompatível com o comportamento de custos e quantidades dos serviços de instalações elétricas e telefônicas, os quais se mantêm razoavelmente uniformes.

O uso de gesso acompanha o serviço de gesso corrido, apresentando um nível razoável de correlação com a área total do edifício. É estabelecido nesta regressão um R^2 ajustado em 83,30% (ver Figura D.8). O uso deste profissional também ocorre para o serviço de forro em gesso.

Enquanto azulejista de interiores mantém alta correlação com a área real total, azulejista de fachada apresenta uma grande dispersão de valores, comportamentos compatíveis com aqueles referentes às quantidades de cerâmica em piso, em paredes internas e cerâmica de fachada. Os coeficientes de determinação ajustados alcançados para o consumo destes profissionais com este direcionador de custos são 84,79% e 13,94%, respectivamente (ver Figuras D.9 e D.10).

Quanto ao consumo de marceneiros, a utilização de porta prontas na maioria das obras estabelece uma linha de comportamento geral, entretanto outros edifícios apresentam dados mais variáveis (ver Figura D.11). Em função destes valores, mesmo estando a quantidade de seus serviços bastante correlacionado com a área do pavimento tipo, a regressão entre homens-hora deste profissional e tal direcionador de custo apresenta um R^2 ajustado de 47,50%, sendo que obviamente a retirada da amostra destas obras com maior variabilidade elevaria sensivelmente este índice.

Para os profissionais de pintura interna e de fachada ocorre o mesmo que para os de cerâmica. Enquanto o consumo de pintor interno mantém ótima correlação com a área do pavimento tipo, tem-se para pintor de fachada uma grande dispersão de dados. Para fachada surge uma tendência de mínimo. Tais comportamentos são compatíveis com aqueles dos respectivos serviços, sendo alcançados coeficientes de determinação ajustados de 92,20% e 11,93% (ver Figuras D.12 e D.13).

Enquanto para o serviço de pintura de esquadrias é possível a identificação clara de dois padrões específicos para as regressões envolvendo quantidade e custo, com relação ao consumo de pintor de esquadrias estas tendências se mostram bastante dispersas, dificultando extremamente o uso de relações paramétricas para sua estimativa (ver Figura D.14).

Para a regressão entre área total do edifício e homens-hora de vidraceiro, são estabelecidas duas linhas diferentes de comportamento, apesar de a quantidade de vidros não apresentar tal comportamento (ver Figura D.15). Isto, em princípio, decorre da instalação de janelas de alumínio com vidros já colocados, em uma padronização do serviço. Com estas tendências, o valor do R^2 ajustado permanece em 49,04%.

Quando se faz o somatório de homens-hora de todos os profissionais classificados como oficiais, tem-se para a regressão com a área total do edifício um bom

grau de correlação. O coeficiente de determinação ajustado estabelecido é igual a 87,77% (ver Figura D.1), o que possibilita a estimativa desta quantidade de mão-de-obra com um nível de erro razoável.

Com relação a serventes, incluindo todas as categorias de ajudantes, assim como betoneiro e guincheiro, a regressão da quantidade de homens-hora com a área real total mantém um maior nível de dispersão de dados. O R^2 ajustado alcançado é de 64,67% (ver Figura D.2), o que determina uma maior dificuldade na estimativa desta quantidade a partir da relação paramétrica.

A Tabela 4.51 apresenta informações sobre a relação entre homens-hora de servente e de oficial por edifício. Tem-se nesta relação uma baixa variabilidade, com um coeficiente de variação de 15,16%.

Tabela 4.51 - Relação Média entre Quantidade Total de Homens-Hora de Servente e Oficial (hh/hh)

	Média	Desvio Padrão	Coeficiente de Variação	Número de Amostras
Relação Servente/Oficial	0,72	0,11	15,16	30

A Tabela 4.52 informa as razões estabelecidas entre quantidade de homens-hora para cada tipo de profissional e a área total do edifício, sendo reconhecida a variabilidade apontada pelas regressões acima citadas para cada um destes.

Tabela 4.52 - Quantidades Médias de Homens-Hora Consumida por Área Total de Obra para Cada Tipo de Profissional (hh/m²)

	Média	Desvio Padrão	Coeficiente de Variação	Número de Amostras
Oficial	11,34	1,72	15,19	30
Servente	8,25	2,07	25,10	30
Armador	1,13	0,11	9,77	30
Carpinteiro	2,66	0,48	17,95	30
Pedreiro	3,21	0,44	13,71	30
Encanador	0,67	0,49	72,88	30
Eletricista	0,83	0,56	67,21	30
Gesseiro	0,31	0,04	12,33	30
Azulejista de Interiores	0,63	0,11	17,39	30
Azulejista de Fachada	0,25	0,14	57,45	29
Marceneiro de Esquadrias	0,33	0,12	34,85	30
Pintor de Interiores	0,93	0,09	9,85	30
Pintor de Fachadas	0,08	0,05	69,72	29
Pintor de Esquadrias	0,06	0,05	92,55	29
Vidraceiro	0,03	0,02	65,40	30

4.4 - Uso de Relações Paramétricas para Materiais

Grande parte dos materiais tiveram sua estimativa por relações paramétricas já analisadas quando do estudo dos serviços aos quais estes se relacionam, casos nos quais a quantidade de material determina o quantitativo de serviço. São exemplos disto aço estrutural, concreto, tubulações hidro-sanitárias, fios elétricos e telefônicos, portas de madeira, esquadrias metálicas e vidros.

O mesmo ocorre para aqueles materiais que apresentam suas quantidades diretamente proporcionais às quantidades de serviço aos quais são relacionados. É o caso de tintas, gesso, cerâmica, carpete, piso e forro em madeira.

Entretanto outros materiais não se relacionam com um serviço específico e, assim, a possibilidade de sua correlação com direcionadores de custo deve ser analisada em separado. Deste modo, são estudadas aqui relações paramétricas envolvendo cimento portland, areia e argamassa colante.

Areia e cimento portland quando da correlação de suas quantidades à área total do edifício apresentam comportamentos bastante semelhante, fato coerente em função do uso destes ser normalmente realizado em conjunto apesar de em diferentes traços. Ambos mantêm nestas regressões duas tendências diferentes de consumo (ver Figuras D.16 e D.17), em decorrência do comportamento similar para as quantidades de alguns dos serviços que os englobam, tais como contrapiso e emboço interno. O serviço de alvenaria também provoca a variação do consumo destes materiais em função do uso de blocos de concretos ou cerâmicos, os quais apresentam diferentes dimensões. Já as quantidades dos serviços de emboço externo, apesar de estabelecer uma maior dispersão de dados, apresenta uma tendência única de comportamento.

Embora nas correlações apresentadas para areia e cimento portland obtenha-se baixos coeficientes de determinação ajustados, respectivamente 77,60% e 75,10%, o isolamento de cada tendência pode ser realizado sendo conhecidas suas fontes e, assim, melhorar bastante os níveis de correlação alcançados.

Para argamassa colante, encontra-se uma relação entre sua quantidade e área real total bem mais definida. Nesta regressão alcança-se um R^2 ajustado igual a 83,25% (ver Figura D.18). Isto se deve ao fato de cerâmica de piso e de parede apresentarem quantidades fortemente correlacionadas com este direcionador de custo em uma tendência única, sendo exceção o serviço de cerâmica em fachada, o qual com sua

variabilidade estabelece uma dispersão de dados um pouco maior com relação a este material.

A Tabela 4.53 apresenta informações sobre as razões de quantidades destes materiais consumidos por área total do edifício.

Tabela 4.53 - Quantidades Médias de Materiais Consumidas por Área Total de Obra

	Média	Desvio Padrão	Coefficiente de Variação	Número de Amostras
Areia (m^3/m^2)	0,128	0,029	22,64	30
Cimento Portland (sc/m^2)	0,602	0,148	24,60	30
Argamassa Colante (Kg/m^2)	3,559	0,575	16,15	30

Capítulo 5

CONSIDERAÇÕES FINAIS

5.1 - Conclusões do Trabalho

Algumas das conclusões a que se chega após este trabalho estão de acordo com conhecimentos anteriores presentes em pesquisas acadêmicas e na visão tradicional presente no setor de construção de edifícios. Outras vêm trazer fatos novos que devem facilitar o trabalho de estimativa de custos neste setor e, em decorrência disto, o desenvolvimento de diversas atividades ligadas a tais estimativas.

- Direcionadores de Custos

O principal direcionador de custo, de acordo com os resultados desta pesquisa, é a área real total da obra, de modo condizente ao conhecimento tradicional no setor. Esta variável mantém relação direta com os demais direcionadores de custo estudados, com exceção do tempo de construção. Além disto, apresenta boa correlação com a maior parte dos custos e quantidades de serviços, quantidades de mão-de-obra e materiais e, particularmente, com o custo global.

Com respeito a relação entre esta variável e o custo global da obra, estabelece-se a possibilidade de bons resultados na estimativa deste custo. Tanto a razão entre custo global e área real total quanto a equação determinada pela regressão com estas variáveis apresentam um baixo nível de variabilidade. Corrobora-se assim a tradição do uso desta área para a estimativa preliminar de custos de construção.

Os demais direcionadores de custo também desempenham papéis importantes a medida que produzem um maior nível de confiabilidade em regressões com alguns serviços do que a própria área total de construção. São os casos da área do pavimento de sub-solo com relação ao custo de fundações, do número de banheiros quando relacionado aos grupos de serviços de instalações hidro-sanitárias e número de elevadores no que concerne a custo de elevadores.

A área do pavimento tipo coloca-se como um direcionador de custo que teve sua análise dificultada pelo alto nível de correlação que mantém com a área total do edifício, em função da fixação do número de pavimentos na tipologia estabelecida para as obras da amostra. Entretanto, em uma análise conceitual é indiscutível sua participação na determinação dos custos ligados àqueles serviços claramente relacionados a ele, como

alvenaria, reboco interno e externo, revestimentos de paredes internas e de fachada, esquadrias de madeira, esquadrias metálicas, pintura interna e de fachada.

A variável tempo de construção foi aquela de função menos qualificada para a estimativa de custos de construção. Apesar de estar diretamente ligada a diversos custos administrativos e de canteiro, como pagamento de pessoal administrativo e de taxas de consumo de água, energia elétrica e telefonia, não se mostra determinante sobre os custos do grupo de serviços gerais como um todo, dependendo estes de uma série de outros fatores.

Em função do nível de confiabilidade estabelecido na grande maioria das relações paramétricas de custo apresentadas e estando todas estas variáveis disponíveis no início do processo de planejamento de uma obra, fica estabelecida a possibilidade da realização de estimativas neste momento tanto em termos globais como para serviços específicos.

- Padrões de Comportamento de Serviços

Os grupos de serviços presentes na construção de edifícios, do modo como apresentam-se neste trabalho, estabelecem três diferentes padrões de comportamento quanto a sua utilização dentro de modelos paramétricos de custo.

O primeiro comportamento refere-se àqueles grupos de serviços que mantêm um alta correlação entre seus custos e algum dos direcionadores estudados, apresentando um único padrão de custo e não sendo afetado por modificações em termos de materiais ou processos construtivos. Enquadram-se neste caso, para este trabalho, os serviços de fundações, estrutura, instalações elétricas e telefônicas, impermeabilização, alvenaria, revestimento de gesso, louças, metais e bancadas, esquadrias de madeira, esquadrias metálicas, pisos de madeira, carpetes, pintura interna, limpeza, elevadores e urbanização. Estes grupos de serviços representam em média aproximadamente 61% do custo global da obra.

Um segundo comportamento é estabelecido por aqueles grupos de serviços que apresentam dois padrões de custo distintos nas regressões entre seus custos e um direcionador específico. Nestes casos, com o isolamento de uma das tendências estabelece-se um alto nível de confiabilidade na equação produzida. Estes serviços são responsáveis por 8% do custo total do edifício, em média.

Para os serviços de reboco interno, contrapiso e revestimento interno de paredes, encontra-se um alto nível de correlação entre a quantidade daquele serviço

tomado como representativo e um direcionador de custo. Determina-se assim uma possibilidade para estimativa de custo a partir desta regressão, com a caracterização da obra em estudo quanto àqueles serviços e o reconhecimento da relação entre custo e quantidade para as diferentes tendências. Nos casos dos grupos relacionados a forro de gesso e pintura de esquadrias, as diferentes linhas de custo são função da variação dos padrões de quantidade de serviços utilizados nas obras.

Estes dois primeiros comportamentos citados, definem a possibilidade de uma substituição de dados orçamentários por estimativas paramétricas com grande confiabilidade. Aproximadamente 70% do custo total de uma obra pode ser estimado através de relações paramétricas, além da análise específica dos serviços que apresentam estes comportamentos poderem ser realizadas de modo expedito.

O terceiro comportamento apresentado envolve grupos de serviço cujas regressões entre seus custos e direcionadores específicos mostram-se com uma grande dispersão de dados, impossibilitando a estimativa destes custos sem o risco de ocorrência de grandes erros. Os grupos de serviços enquadrados neste caso são serviços preliminares, instalações hidro-sanitárias, instalações complementares, cobertura, emboco externo, revestimento de piso, revestimento de fachadas, vidros, rodapés e alizares, forro de madeira e pintura externa, representando em média 31% do custo total de uma obra. Com exceção do serviço de cerâmica em piso, as quantidades destes serviços também apresentam-se bastante variáveis.

- Aplicação de Modelos Paramétricos de Custo

Em função dos grupos de serviços que mantêm um alto nível de incerteza na estimativa de seus custos por relações paramétricas, uma metodologia híbrida utilizando-se de relações paramétricas ou levantamentos detalhados de acordo com as características do serviço analisado torna-se mais confiável do que a utilização de um modelo paramétrico puro.

Por outro lado, mesmo com a utilização destas relações paramétricas com resultados menos confiáveis, o modelo paramétrico dentro de um universo tipológico adequado estabelece resultados compatíveis com a incerteza presente no ambiente produtivo.

No entanto, a limitação a uma tipologia específica de obras possibilita que outros processos de estimativa mais simples como a razão e a equação paramétrica entre custo global e área total de construção apresentem níveis próximos de precisão.

Como vantagem sobre estes métodos está o fato de um modelo paramétrico possibilitar uma análise mais trabalhada da estrutura de custos do edifício, com estudos mais específicos com relação aos serviços.

Quanto a estimativas de quantidades de insumos, as relações paramétricas apresentam bons resultados para a maioria dos materiais e profissionais analisados, tornando viável o controle global destes sem a necessidade de se recorrer a listagens de quantitativos detalhados para cada obra específica.

Relações paramétricas podem, deste modo, ser úteis em diversas fases do planejamento e controle de obras, mais especificamente em análises de viabilidade, decisões arquitetônicas e tecnológicas, definição de preços, balizamento de licitações e controle global de custos.

- Dificuldades no Uso de Modelos Paramétricos

Uma das dificuldades na utilização prática de modelos paramétricos encontra-se na atualização dos custos estabelecidos dentro destes para uma data diferente daquela em que se baseia a amostra, sendo que o uso de índices inflacionários gerais pode não se mostrar adequado a este processo.

Neste sentido, o estudo de pacotes de insumos referentes aos diversos grupos de serviços, com a preocupação de serem estes materiais e mão-de-obra representativos e apresentarem o mesmo padrão de variação de preços que os insumos de menor relevância, pode ser uma opção para a definição de seus custos. Com a definição dos preços atualizados destes insumos, os custos destes pacotes podem ser corrigidos e utilizados na determinação de índices específicos para adequação a uma nova data.

Em princípio, há limitações para o uso de relações paramétricas quanto a definição muito restrita de tipologia e localização das obras para a amostra sob estudo, sendo que estudos posteriores devem estabelecer a possibilidade de se ampliar o universo abrangido por um mesmo modelo. Para a utilização de relações paramétricas para estimativas envolvendo obras fora do universo tipológico estabelecido deve ser realizado um estudo de compatibilidade entre seus dados.

- Conclusões Gerais

Os edifícios são produzidos a partir da realização de diversos serviços, os quais a princípio devem ser tratados como independentes entre si. Contudo, após uma

análise inicial específica, dependendo do tipo de informação que se busca determinar, pode ser feito um estudo de correlação entre determinados serviços de maneira a facilitar a montagem de um banco de dados e o processamento da estimativa, com a união destes numa mesma variável de custo.

Por outro lado, uma análise de similaridade para relações paramétricas envolvendo um mesmo tipo de serviço em diferentes tipologias de obra pode apontar uma uniformidade de comportamento colocando-os dentro de um mesmo universo de estudo. Em outras palavras, existe a possibilidade de que edificações classificadas globalmente em tipologias diferentes apresentem parte de seus componentes inclusos nas mesmas relações paramétricas de custo.

Neste sentido, cada um dos serviços presentes em um conjunto tipológico de edifícios deve ser analisado em separado, com a possibilidade de se unir seus dados aos de outro conjunto de obras em função da similaridade do comportamento deste serviço nestes dois grupos distintos. Importante é o fato de que quanto maior o número de dados de uma amostra maior confiabilidade tem as informações que ela apresenta.

Atitude semelhante deve ser tomada com relação a materiais e mão-de-obra. Deve ser analisada a possibilidade de extrapolação das relações paramétricas envolvendo tais insumos para universos tipológicos diferentes daqueles em que estas foram estabelecidas.

5.2 - Propostas para Pesquisas Futuras

A seguir apresentam-se propostas para pesquisas futuras que viriam a acrescentar informações ao estudo da utilização de estimativas paramétricas de custo no setor de construção, de acordo com as conclusões alcançadas dentro deste trabalho. São elas:

- Avaliação de modelos paramétricos de custo relacionados a edifícios de diferentes tipologias e localização, de modo a estabelecer um paralelo com os resultados deste trabalho e ampliar o número de relações paramétricas disponíveis para pesquisa e uso;

- Análise da igualdade estatística entre relações paramétricas para diversos serviços envolvendo diferentes tipologias de edificação, afim de possibilitar a ampliação do universo de aplicação de tais relações;

- Análise para fragmentação daqueles grupos de serviços que neste trabalho apresentaram grande variabilidade nas regressões envolvendo seus custos e quantidades, afim de que se alcance melhores resultados;
- Estudo de conjuntos com número reduzido de insumos representativos dos diversos grupos de serviços com o objetivo de, a partir do levantamento dos preços destes, possibilitar a determinação de índices para atualização de seus custos estabelecidos em relações paramétricas;
- Definição da variabilidade presente no consumo global de materiais, equipamentos e mão-de-obra dentro da construção de edifícios;
- Caracterização da incerteza inerente ao processo de construção de edifícios a partir de levantamentos da variabilidade existente em suas partes, de acordo com métodos apresentados em 4.2.5;
- Verificar o comportamento dos preços de compras para materiais de construção, se possível acompanhando uma empresa construtora, de maneira a determinar sua variabilidade.

Referências Bibliográficas

- AGOPYAN, Vahan; SOUZA, Ubiraci Espinelli Lemes de; PALIARI, José Carlos & ANDRADE, Artemária Coêlho de. **Alternativas para a Redução do Desperdício de Materiais nos Canteiros de Obras**, relatório de pesquisa. São Paulo (SP), Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, Instituto Brasileiro de Tecnologia e Qualidade da Construção Civil (ITQC), set. 1998.
- ARAÚJO, José Luiz Sarmiento. **Relações Paramétricas na Estimativa de Custos para a Construção de Edifícios em Florianópolis-SC**, dissertação de mestrado (versão preliminar). Florianópolis (SC), Universidade Federal de Santa Catarina, 1997.
- ASHWORTH, A. & SKITMORE, R. M.. **Accuracy in Estimating**, occasional paper no. 27. The Chartered Institute of Building, 1983.
- ATKIN, Brian. *Stereotypes and Themes in Building Designs: Insights for Model Builders*. In: **Construction Management and Economics**, vol. 11, p. 119-130. E. & F. N. Spon, 1993.
- BEAMISH, Neil. **Statistical Analysis of Productivity in the Construction Industry**. Building Research Establishment (BRE), jan. 1978.
- BENNETT, John & BARNES, Martin. *Six Factors which Influence Bills - Outline of a Theory of Measurement*. In: **Chartered Quantity Surveyor**, p. 53-56, out. 1979.
- BEZELGA, Artur Adriano Alves. **Economia no Projecto de Edifícios**. Lisboa (Portugal), Laboratório Nacional de Engenharia Civil, 1981.
- BEZELGA, Artur Adriano Alves & ESTEVES, Maria Lucilia Neves. *Contribution pour l'Optimisation des Projets - Elaboration Automatique de Graphiques de Variation du Coût des Bâtiments, en Fonction des Paramètres de Conception, à Partir de Solutions de Base Choisies au Préalable*. **CIB W-55 - Symposium on Quality and Cost in Building**, proceedings, vol. 4, p. 33-47. Lausanne (Suíça), Conseil International du Bâtiment pour la Recherche, l'Étude et la Documentation (CIB), Institut de Recherche su l'Environment Construit (IREC), École Polytechnique Fédérale de Lausanne, set. 1980.
- CARR, Robert I.. *Cost-Estimating Principles*. In: **Journal of Construction Engineering and Management**, vol. 115, no. 4, p. 545-551. American Society of Civil Engineers (ASCE), dez. 1989.
- CHRISTIAN, John & HACHEY, Daniel. *Effects of Delay Times on Production Rates in Construction*. In: **Journal of Construction Engineering and Management**, vol. 121, no. 1, p. 20-26. American Society of Civil Engineers (ASCE), mar. 1995.
- DIAS, Alexandre Magno Nogueira & CINCOTTO, Maria Alba. **Revestimento a Base de Gesso de Construção**, Boletim Técnico BT/PCC/142. São Paulo (SP), Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 1993.

- DIEKMANN, James E.. *Probabilistic Estimating: Mathematics and Applications*. In: **Journal of Construction Engineering and Management**, vol. 109, no. 3, p. 297-308. American Society of Civil Engineers (ASCE), set. 1983.
- ENSHASSI, Adnan. *Materials Control and Waste on Building Sites*. In: **Building Research and Information**, vol. 24, no. 1, p. 31-34. E. & F. N. Spon, 1996.
- GATES, Marvin. *Bidding Contingencies and Probabilities*. In: **Journal of the Construction Division**, vol. 97, no. CO2, p. 277-303. American Society of Civil Engineers (ASCE), nov. 1971.
- HEINECK, Luiz Fernando M.. **Modelagem de Custos na Construção por Meio de Unidades Funcionais - Subsídios para Reavaliação da NB-140**, proposta de trabalho. Porto Alegre (RS), Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1986.
- HEINECK, Luiz Fernando. *Evolução de Preços na Edificação com Índices Deflacionados*. **IX ENEGEP - Encontro Nacional de Engenharia de Produção**, anais, vol. 2, p. 90-109. Porto Alegre (RS), Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Universidade Federal de Santa Maria, set. 1989.
- HEINECK, Luiz Fernando Mahlmann. **Efeito Aprendizagem, Efeito Continuidade e Efeito Concentração no Aumento da Produtividade nas Alvenarias**, artigo. Florianópolis (SC), Universidade Federal de Santa Catarina, 1991.
- HEINECK, Luiz Fernando Mahlmann & OLIVEIRA, Mírian. *Lei de Formação para as Dimensões de Dormitórios, Salas, Cozinhas e Banheiros em Edificações Habitacionais*. **XIV ENEGEP - Encontro Nacional de Engenharia de Produção**, anais, p. 848-852. João Pessoa (PB), Universidade Federal da Paraíba, out. 1994.
- HEINECK, L. F. & PANZETER, A.. *Estimativa de Custos na Construção Civil: Um Estudo de Caso de Obtenção de Constantes Unitárias de Consumo de Mão de Obra*. **IX ENEGEP - Encontro Nacional de Engenharia de Produção**, anais, vol. 2, p. 128-150. Porto Alegre (RS), Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Universidade Federal de Santa Maria, set. 1989.
- HIROTA, Ercília Hitomi. **Estudo Exploratório sobre a Tipificação de Projetos de Edificações, Visando a Reformulação da Norma Brasileira NB-140/65**, dissertação de mestrado. Porto Alegre (RS), Universidade Federal do Rio Grande do Sul, abr. 1987.
- HIROTA, Ercília Hitomi. **Introdução ao Conceito de Custo de Construção: Fase de Concepção do Projeto**, notas de aula. Londrina (PR), Universidade Estadual de Londrina, 1988.
- HOFFMANN, Rodolfo & VIEIRA, Sônia. **Análise de Regressão: uma Introdução à Econometria**, 2ª. edição. São Paulo, HUCITEC, 1977.
- HORNER, R. Malcolm W.. *Causes of Variability in Bricklayers' Productivity*. **CIB 90 W-55/W-65 - International Symposium for Building Economics and Construction Management**,

- anais, vol. 6, ps 238-250. Sydney (Austrália), Conseil International du Bâtiment pour la Recherche, l'Étude et la Documentation (CIB), mar. 1990.
- JONSSON, Jan. **Construction Site Productivity Measurements - Selection, Application and Evaluation of Methods and Measures**, doctoral thesis. Lulea (Suécia), Tekniska Högskolan i Lulea, fev. 1996.
- KAMING, Peter F.; OLOMOLAIYE, Paul O.; HOLT, Gary D. & HARRIS, Frank C.. *Factors Influencing Construction Time and Cost Overruns on High-Rise Projects in Indonesia*. In: **Construction Management and Economics**, vol. 15, no. 1, p. 83-94. E. & F. N. Spon, 1997.
- KOEHN, Enno. *Estimating with Probabilistic Unit Costs and Quantities*. In: **AACE Bulletin**, vol. 20, no. 2, p. 63-66. American Association of Cost Engineers (AACE), mar. 1978.
- LANTELME, Elvira Maria Vieira. **Geração e Implantação de um Sistema de Indicadores de Qualidade e Produtividade para a Construção Civil**, dissertação de mestrado. Porto Alegre (RS), Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1994.
- LEÃO, Sandra Maria Carneiro. *Medição de Indicadores para o Serviço de Alvenaria*. **ENEGEP 97 - Encontro Nacional de Engenharia de Produção**, anais (cd-rom). Porto Alegre (RS), Universidade Federal do Rio Grande do Sul, out. 1997.
- LEUSIN, Sérgio. *Métodos de Controle de Produção e de Produtividade nas Edificações*. **XIII ENEGEP - Encontro Nacional de Engenharia de Produção**, anais, p. 748-753. Florianópolis (SC), Associação Brasileira de Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina, out. 1993.
- LICHTENBERG, Steen. **The Principles of Successive Planning**. Lyngby (Dinamarca), The Technical University of Denmark, 1980.
- LICHTENBERG, Steen. **Mediaeval Remains in Modern Project Management and Some Successor Principles for the Nineties**. Lyngby (Dinamarca), Technological University of Denmark, jan. 1985.
- LINDEMAN, Richard Harold; MERENDA, Peter Francis & GOLD, Ruth Z.. **Introduction to Bivariate and Multivariate Analysis**. Scott, Foresman and Company, 1980.
- LOSSO, Iseu Reichmann. **Utilização das Características Geométricas da Edificação na Elaboração de Estimativas Preliminares de Custos: Estudo de Caso em uma Empresa de Construção**, dissertação de mestrado. Florianópolis (SC), Universidade Federal de Santa Catarina, ago. 1995.
- MACHADO, Ricardo Luiz. **Estudo dos Esquemas de Incentivos Financeiros no Conjunto de Fatores que afetam a Produtividade da Mão-de-Obra em Empresas de Construção Civil**, dissertação de mestrado (versão preliminar). Florianópolis (SC), Universidade Federal de Santa Catarina, mai. 1997.

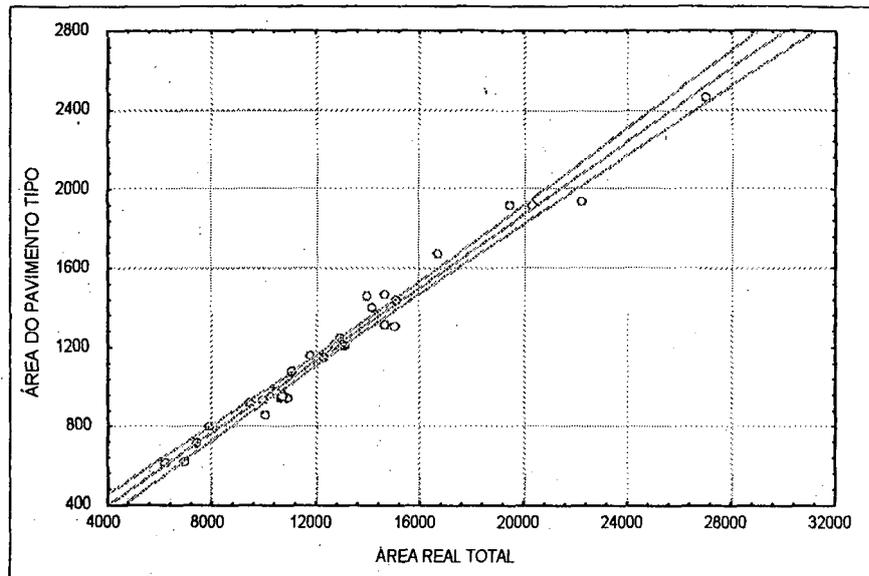
- MACHADO, Ricardo Luiz & HEINECK, Luiz Fernando M.. *Avaliação de um Esquema de Incentivos Financeiros na Construção Civil - Estudo de Caso*. In: **ENEGEP 97 - Encontro Nacional de Engenharia de Produção**, anais (cd-rom). Porto Alegre (RS), Universidade Federal do Rio Grande do Sul, out. 1997.
- MASCARÓ, Juan Luis. **O Custo das Decisões Arquitetônicas**. São Paulo (SP), Nobel, 1985.
- MATHUR, G. C.. *Quality and Cost in Housing Construction*. **CIB W-55 - Symposium on Quality and Cost in Building**, proceedings, vol. 5, p. 199-210. Lausanne (Suíça), Conseil International du Bâtiment pour la Recherche, l'Étude et la Documentation (CIB), Institut de Recherche su l'Environnement Construit (IREC), Ecole Polytechnique Fédérale de Lausanne, set. 1980.
- MIHAI, Mircea & SULER, Sergiu. *Couts et Consommations de Ressources au Niveau des Objets de Construction et Agregations pou d'Autres Niveaux*. **CIB W-55 - Symposium on Quality and Cost in Building**, proceedings, vol. 5, p. 211-220. Lausanne (Suíça), Conseil International du Bâtiment pour la Recherche, l'Étude et la Documentation (CIB), Institut de Recherche su l'Environnement Construit (IREC), Ecole Polytechnique Fédérale de Lausanne, set. 1980.
- MONSEY, Arthur. *A Philosophical View of Cost Estimating*. In: **Cost Engineering**, vol. 39, no. 2, p. 9-10. American Association of Cost Engineers (AACE), fev. 1997.
- MOSELHI, Osama & DEB, Bikash. *Project Selection Considering Risk*. In: **Construction Management and Economics**, vol. 11, p. 45-52. E. & F. N. Spon, 1993.
- NANNI, Luis F.. **Análise Estatística de Dados com Uso de Técnicas Computacionais**, caderno técnico 30/81, revisão mai. 1986. Porto Alegre, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, jul. 1981.
- OLIVEIRA, Mirian. **Caracterização de Prédios Habitacionais de Porto Alegre através de Variáveis Geométricas - uma Proposta a partir das Técnicas de Estimativas Preliminares de Custo**, dissertação de mestrado. Porto Alegre (RS), Universidade Federal do Rio Grande do Sul, mar. 1990.
- OLIVEIRA, Ricardo Rocha de. *Repetição e Produtividade na Construção Civil: Estudo da Execução de Estruturas de Edifícios*. **ENEGEP 97 - Encontro Nacional de Engenharia de Produção**, anais (cd-rom). Porto Alegre (RS), Universidade Federal do Rio Grande do Sul, out. 1997.
- PIETROBON, Cláudio Emanuel & MOURA JR., Armando Noé Carvalho de. *Proposta de Metodologia para Análise da Variação do CUB no Período de Transição Normativa (Dezembro/92 e Janeiro/93)*. **XIV ENEGEP - Encontro Nacional de Engenharia de Produção**, anais, p. 809-816. João Pessoa, Universidade Federal da Paraíba, out. 1994.
- ROSSO, Teodoro. *Aspectos Geométricos do Custo das Edificações*. **Simpósio sobre Barateamento da Construção Habitacional**, trabalho no. 83. Salvador, mar. 1978.

- SANDERS, Steve R. & THOMAS, H. Randolph. *Factors Affecting Masonry-Labor Productivity*. In: **Journal of Construction Engineering and Management**, vol. 117, no. 4, p. 626-644. American Society of Civil Engineers (ASCE), dez. 1991.
- SILVA, Maria Angélica Covelo. **Identificação e Análise dos Fatores que Afetam a Produtividade sob a Ótica dos Custos de Produção de Empresas de Edificações**, dissertação de mestrado. Porto Alegre (RS), Universidade Federal do Rio Grande do Sul, nov. 1986.
- SKOYLES, E. R. & SKOYLES, John R.. **Waste Prevention on Site**. London (Inglaterra), Mitchell, 1987.
- SOARES, Júlio Cesar. *Variabilidade nos Resultados da Medição de Produtividade em Alvenarias e Reboco em uma Empresa de Construção Civil - Parâmetros Iniciais para o Desenvolvimento de um Sistema de Controle dentro de um Programa de Qualidade*. XIV **ENEGEP - Encontro Nacional de Engenharia de Produção**, anais, p. 900-905. João Pessoa, Universidade Federal da Paraíba, out. 1994.
- SOIBELMAN, Lúcio. **As Perdas de Materiais na Construção de Edificações: sua Incidência e seu Controle**, dissertação de mestrado. Porto Alegre (RS), Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1993.
- SOLANO, Renato da Silva. **Curva ABC de Fornecedores - Uma Contribuição ao Planejamento, Programação, Controle e Gerenciamento de Empreendimentos e Obras**, dissertação de mestrado (versão preliminar). Porto Alegre (RS), Universidade Federal do Rio Grande do Sul, ago. 1995.
- SPOONER, James E.. *Probabilistic Estimating*. In: **Journal of the Construction Division**, vol. 100, no. CO1, p. 65-77. American Society of Civil Engineers (ASCE), mar. 1974.
- THOMAS, H. Randolph; MALONEY, William F.; HORNER, R. Malcolm W.; SMITH, Gary R.; HANDA, Vir K. & SANDERS, Steve R.. *Modeling Construction Labor Productivity*. In: **Journal of Construction Engineering and Management**, vol. 116, no. 4, p. 705-726. American Society of Civil Engineers (ASCE), dez. 1990.
- THOMAS, H. Randolph & MATHEWS, Cody T.. **An Analysis of the Methods for Measuring Construction Productivity**, report. Pennsylvania (Estados Unidos da América), Pennsylvania State University, mai. 1986.
- THOMAS, H. Randolph; MATHEWS, Cody T. & WARD, James G.. *Learning Curve Models of Construction Productivity*. In: **Journal of Construction Engineering and Management**, vol. 112, no. 2, p. 245-258. American Society of Civil Engineers (ASCE), 1986.
- THOMAS, H. Randolph & NAPOLITAN, Carmen L.. *Quantitative Effects of Construction Changes on Labor Productivity*. In: **Journal of Construction Engineering and Management**, vol. 121, no. 3, p. 290-296. American Society of Civil Engineers (ASCE), set. 1995.

- THOMAS, H. Randolph & SAKARCAN, Ahmet S.. *Forecasting Labor Productivity Using Factor Model*. In: **Journal of Construction Engineering and Management**, vol. 120, no. 1, p. 228-239. American Society of Civil Engineers (ASCE), mar. 1994.
- TRAJANO, Isar. *Proposta de Sistema de Estimação do Custo de Edifícios Residenciais*. **VIII ENEGEP - Encontro Nacional de Engenharia de Produção**, anais, vol. 1, p. 499-502. São Carlos (SP), Universidade de São Paulo, set. 1988.
- TRAJANO, Isar. *Análise da Distribuição Percentual de Custos dos Serviços de Edifícios Habitacionais*. **IX ENEGEP - Encontro Nacional de Engenharia de Produção**, anais, vol. 2, p. 25-37. Porto Alegre (RS), Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Universidade Federal de Santa Maria, set. 1989.
- TRAJANO, Isar. *Orçamento Probabilístico de um Produto*. **XIV ENEGEP - Encontro Nacional de Engenharia de Produção**, anais, p. 767-772. João Pessoa (PB), Universidade Federal da Paraíba, out. 1994.
- TRAJANO, Isar. *A Inadequação do Método do Custo Unitário para a Estimação do Custo Global de Edificações*. **ENTAC 95 - Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído**, anais, vol. 1, p. 143-148. Rio de Janeiro (RJ), Universidade Federal do Rio de Janeiro, Universidade Federal Fluminense, nov. 1995.
- TROUDE, Michel P.. **Détermination du Degré de Précision d'une Estimation**, annales no. 376. Institut Technique du Batiment et des Travaux Publics, out. 1979.
- UHER, Thomas E.. *A Probabilistic Cost Estimating Model*. In: **Cost Engineering**, vol. 38, no. 4, p. 33-40. American Association of Cost Engineers (AACE), abr. 1996.
- UNITED STATES OF AMERICA. Department of Defense. **Parametric Cost Estimating Handbook**. Internet [online]: <http://www.jxc.nasa.gov/bu2/PCEH/pceh.zip>. 1995.
- VERGARA, Antonio J. & BOYER, LeRoy T.. *Probabilistic Approach to Estimating and Cost Control*. In: **Journal of the Construction Division**, vol. 100, no. CO4, p. 543-552. American Society of Civil Engineers (ASCE), dez. 1974.
- YEO, K. T.. *Risks, Classification of Estimates, and Contingency Management*. In: **Journal of Management in Engineering**, Vol. 6, no. 4, p. 458-470. American Society of Civil Engineers (ASCE), out. 1990.

Anexo A

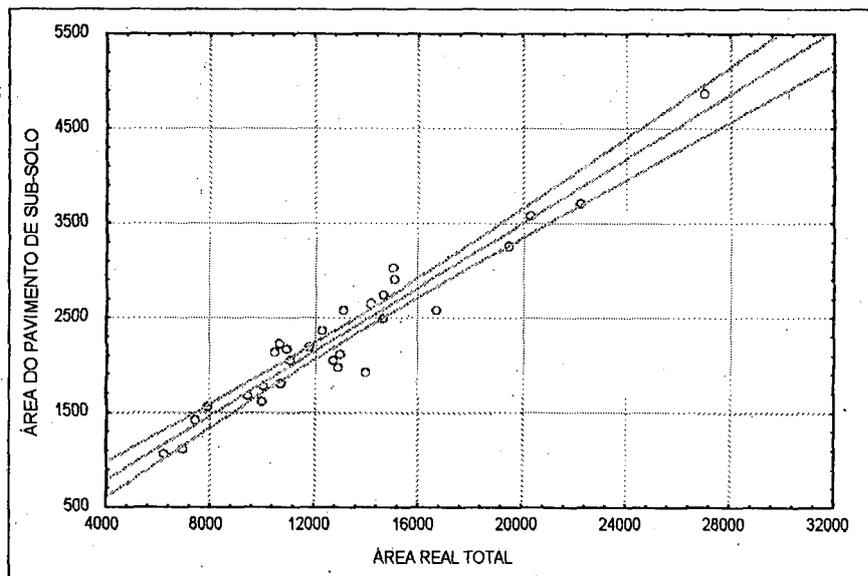
Correlações Lineares entre Direcionadores de Custos



$$ATP = 31,657 + 0,0921 * AR$$

R	0,9874
R ²	0,9749
R ² Ajustado	0,9740
Erro Padrão	68,93
Tamanho da Amostra	30

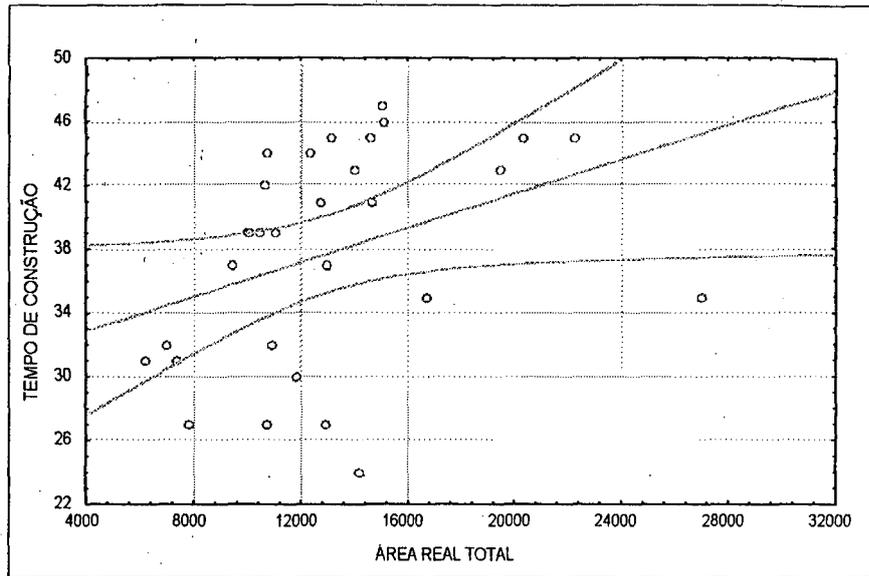
Figura A.1 - Regressão Linear entre Área do Pavimento Tipo e Área Real Total



$$ASS = 116,76 + 0,16941 * AR$$

R	0,9627
R ²	0,9267
R ² Ajustado	0,9241
Erro Padrão	222,26
Tamanho da Amostra	30

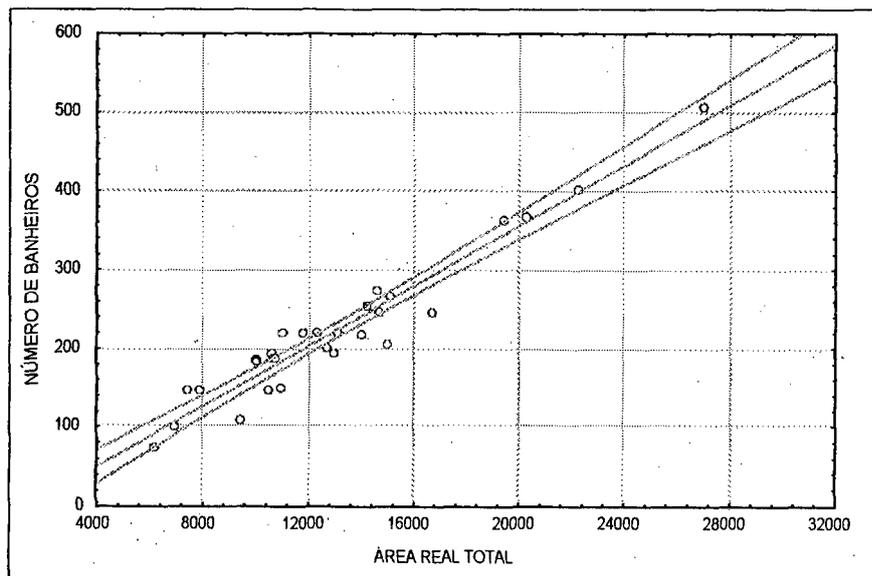
Figura A.2 - Regressão Linear entre Área do Pavimento de Sub-Solo e Área Real Total



$$TMP = 30,729 + 0,00054 * AR$$

R	0,3666
R ²	0,1344
R ² Ajustado	0,1035
Erro Padrão	6,37
Tamanho da Amostra	30

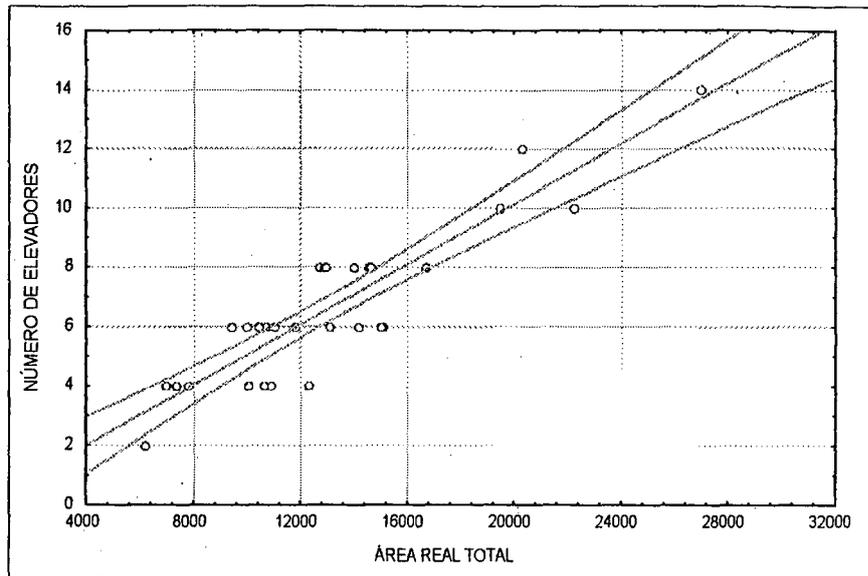
Figura A.3 - Regressão Linear entre Tempo de Construção e Área Real Total



$$NB = -26,86 + 0,01916 * AR$$

R	0,9644
R ²	0,9300
R ² Ajustado	0,9274
Erro Padrão	24,97
Tamanho da Amostra	29

Figura A.4 - Regressão Linear entre Número Total de Banheiros e Área Real Total



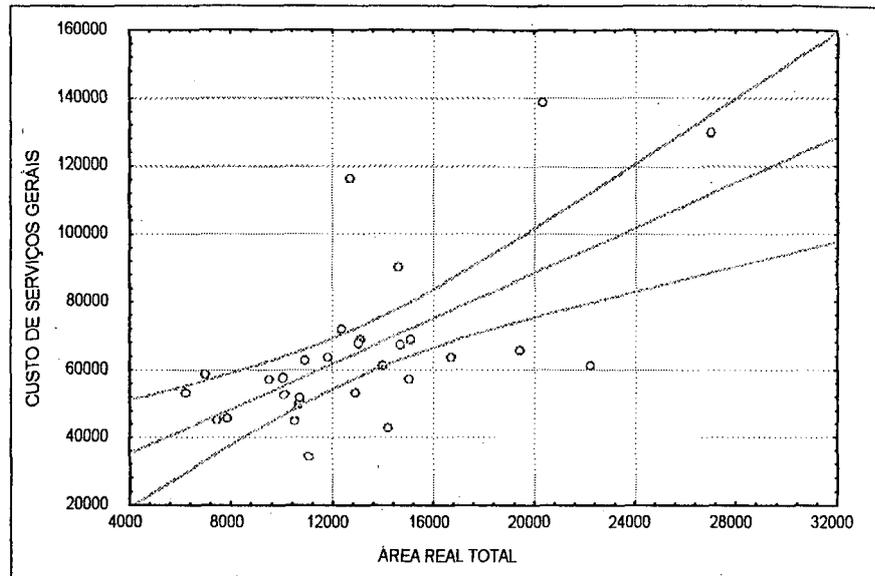
$$NEL = -0,0192 + 0,00051 * AR$$

R	0,9027
R ²	0,8149
R ² Ajustado	0,8083
Erro Padrão	1,13
Tamanho da Amostra	30

Figura A.5 - Regressão Linear entre Número Total de Elevadores e Área Real Total

Anexo B

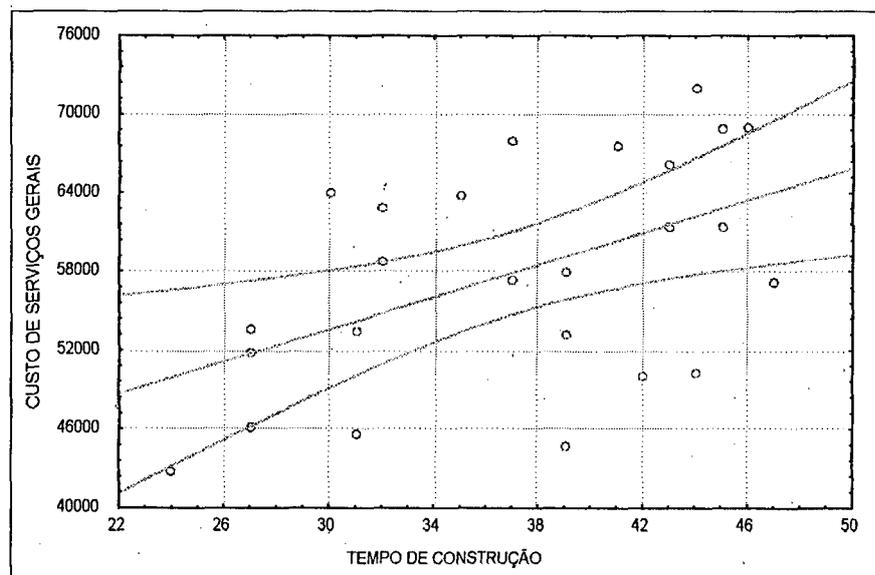
Análises de Regressão para Custos de Serviços



$$SG = 21.865 + 3,3384 * AR$$

R	0,6335
R ²	0,4013
R ² Ajustado	0,3800
Erro Padrão	19.018,62
Tamanho da Amostra	30

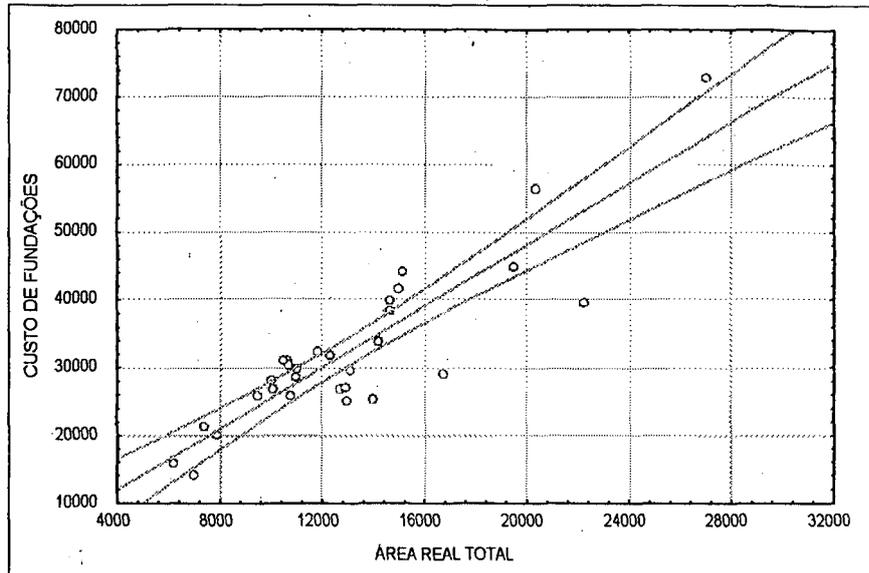
Figura B.1 - Regressão Linear entre Custo de Serviços Gerais e Área Real Total



$$SG = 35.116 + 616,18 * TMP$$

R	0,5071
R ²	0,2572
R ² Ajustado	0,2249
Erro Padrão	7.487,60
Tamanho da Amostra	25

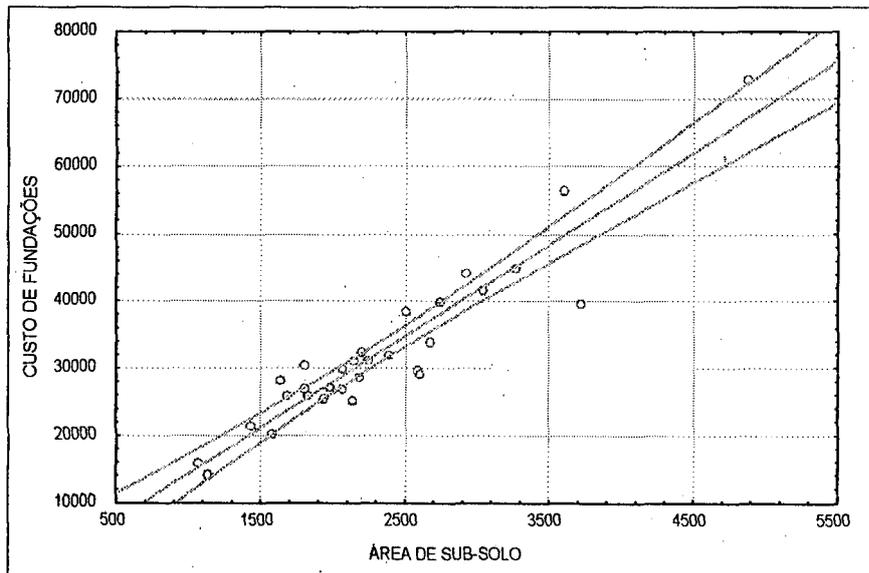
Figura B.2 - Regressão Linear entre Custo de Serviços Gerais e Tempo de Construção



$$FND = 2.960,8 + 2,2615 * AR$$

R	0,8872
R ²	0,7871
R ² Ajustado	0,7795
Erro Padrão	5.486,76
Tamanho da Amostra	30

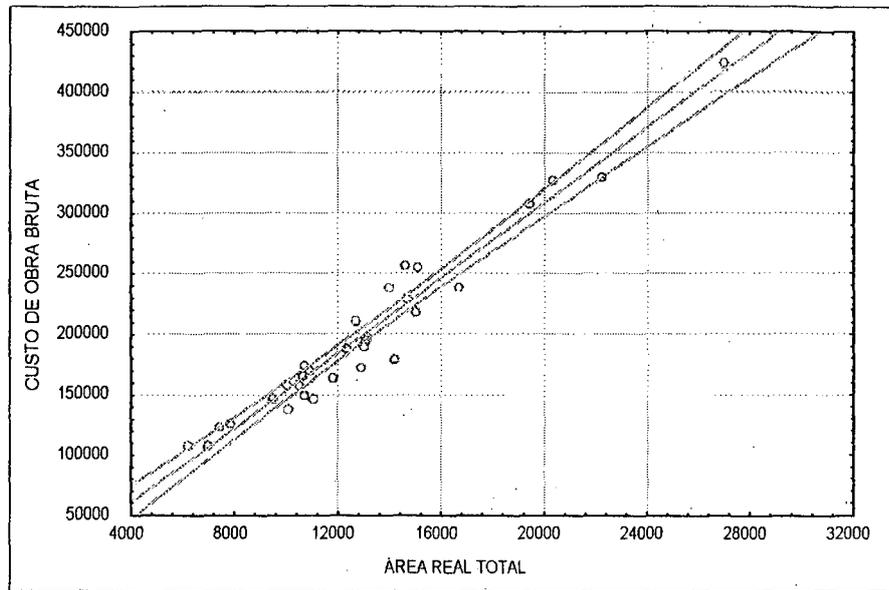
Figura B.3 - Regressão Linear entre Custo de Fundações e Área Real Total



$$FND = 750,04 + 13,63 * ASS$$

R	0,9410
R ²	0,8854
R ² Ajustado	0,8813
Erro Padrão	4.024,64
Tamanho da Amostra	30

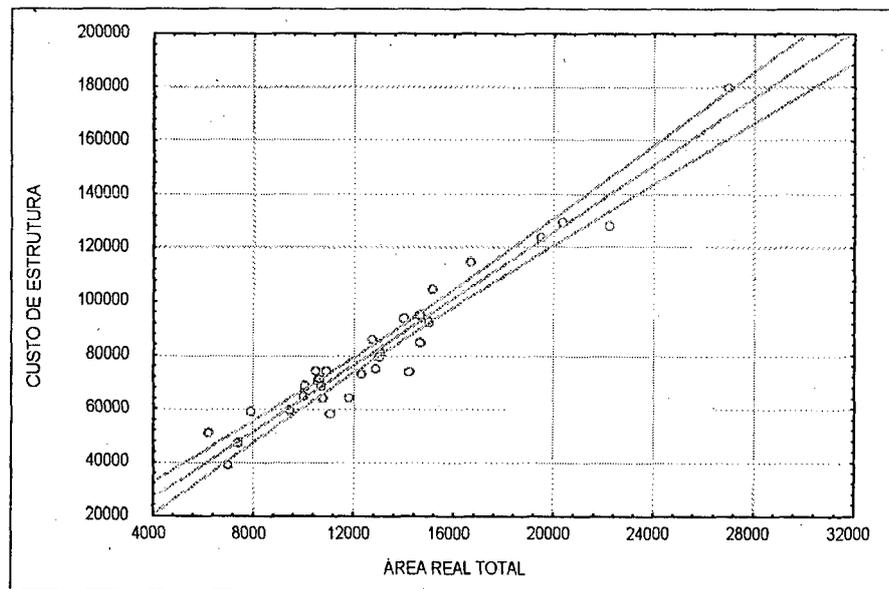
Figura B.4 - Regressão Linear entre Custo de Fundações e Área Real de Sub-Solo



$$OBR = -1.399 + 15,505 * AR$$

R	0,9756
R ²	0,9517
R ² Ajustado	0,9500
Erro Padrão	16.285,99
Tamanho da Amostra	30

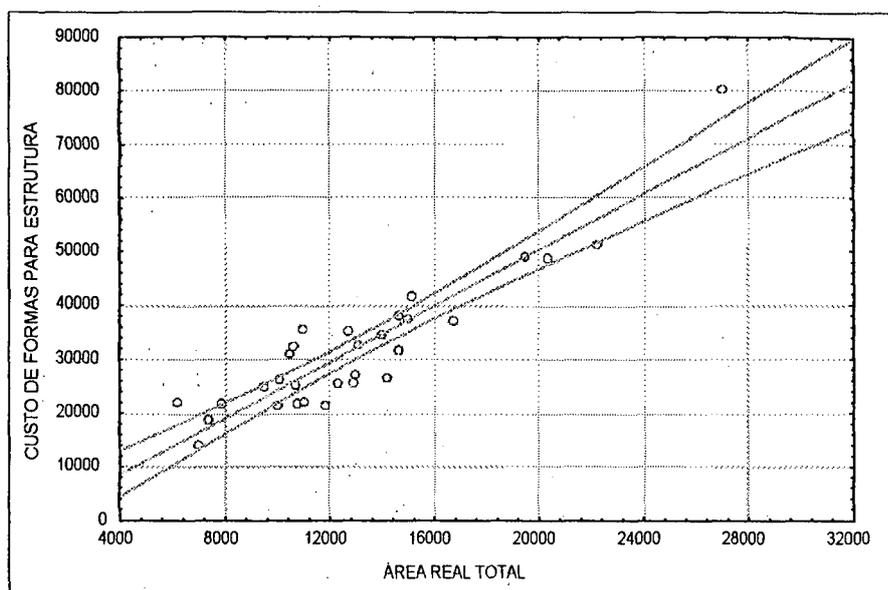
Figura B.5 - Regressão Linear entre Custo de Obra Bruta e Área Real Total



$$EST = 1.815 + 6,2257 * AR$$

R	0,9697
R ²	0,9403
R ² Ajustado	0,9381
Erro Padrão	7.320,01
Tamanho da Amostra	30

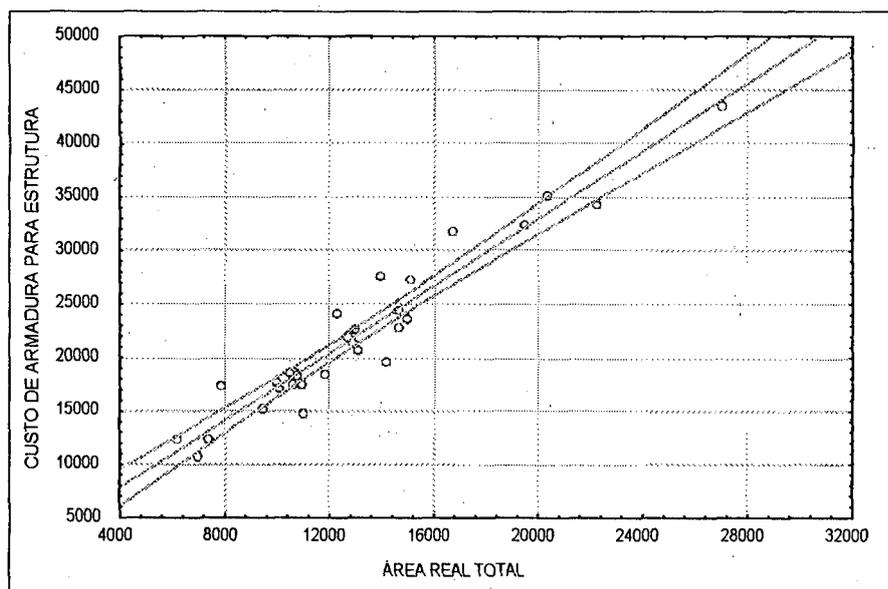
Figura B.6 - Regressão Linear entre Custo de Estrutura e Área Real Total



$$FRM = -1.755 + 2,6045 * AR$$

R	0,9208
R ²	0,8478
R ² Ajustado	0,8424
Erro Padrão	5.147,06
Tamanho da Amostra	30

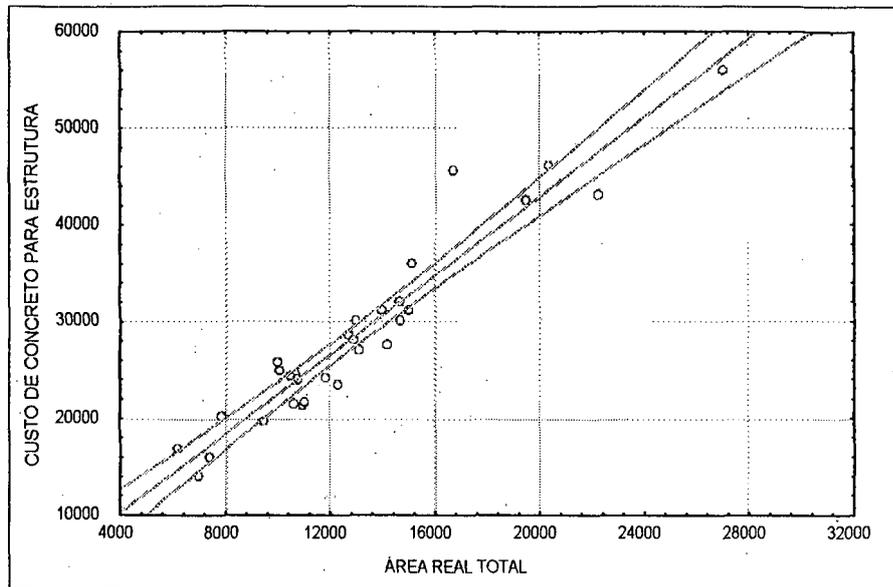
Figura B.7 - Regressão Linear entre Custo de Formas para Estrutura e Área Real Total



$$ARM = 1.482,6 + 1,5782 * AR$$

R	0,9623
R ²	0,9259
R ² Ajustado	0,9233
Erro Padrão	2.082,05
Tamanho da Amostra	30

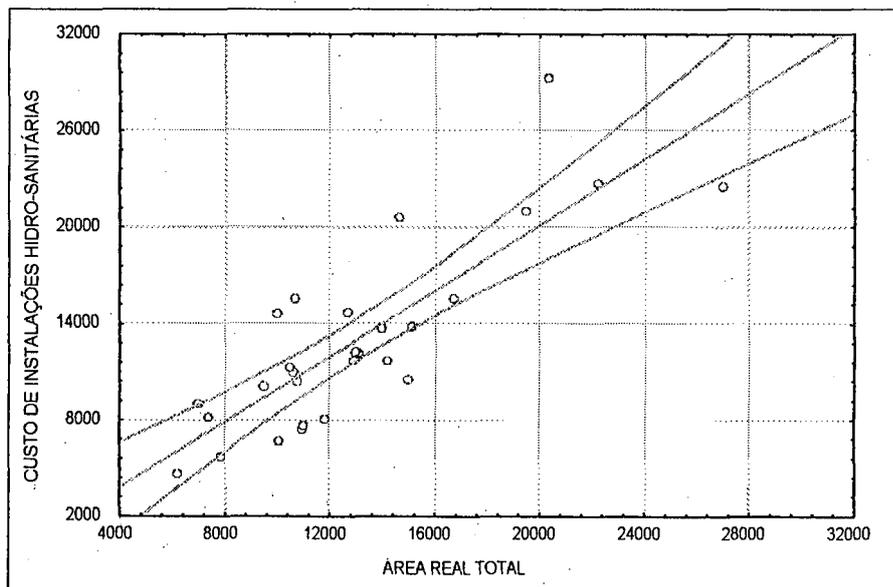
Figura B.8 - Regressão Linear entre Custo de Armadura para Estrutura e Área Real Total



$$\text{CON} = 2.087,9 + 2,043 * \text{AR}$$

R	0,9579
R ²	0,9176
R ² Ajustado	0,9146
Erro Padrão	2.856,57
Tamanho da Amostra	30

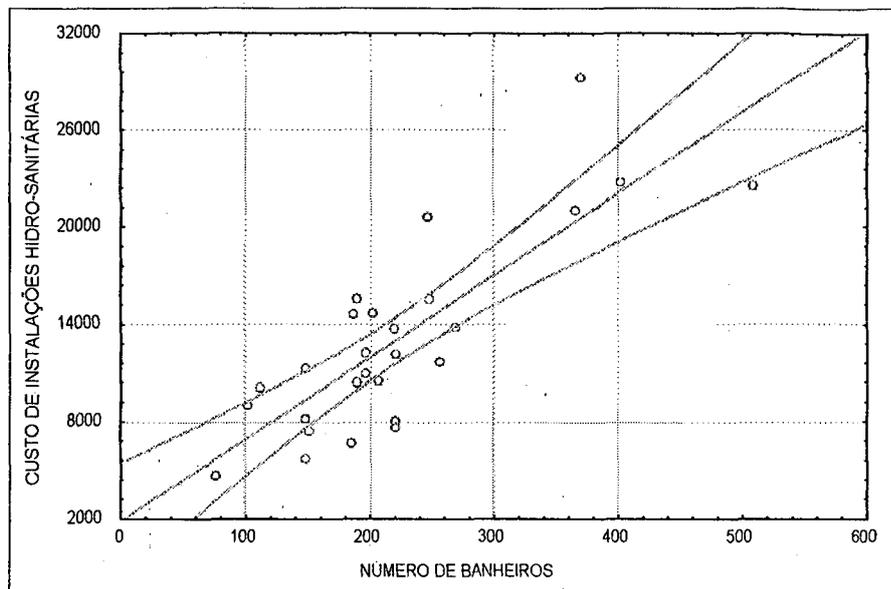
Figura B.9 - Regressão Linear entre Custo de Concreto para Estrutura e Área Real Total



$$\text{HDR} = -274,6 + 1,0219 * \text{AR}$$

R	0,8319
R ²	0,6920
R ² Ajustado	0,6802
Erro Padrão	3.291,88
Tamanho da Amostra	28

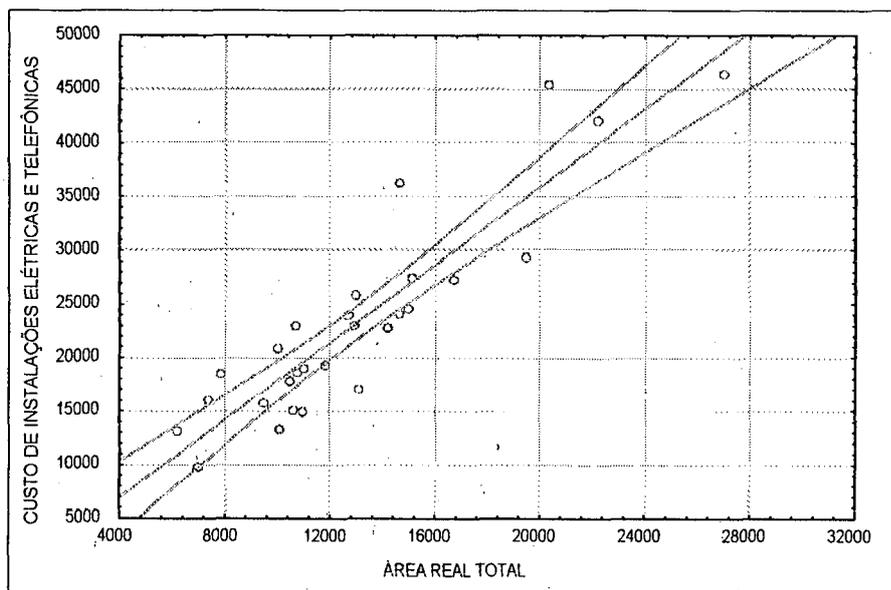
Figura B.10 - Regressão Linear entre Custo de Instalações Hidro-Sanitárias e Área Real Total



$$\text{HDR} = 1.885,7 + 50,528 * \text{NB}$$

R	0,8324
R ²	0,6929
R ² Ajustado	0,6806
Erro Padrão	3.349,34
Tamanho da Amostra	27

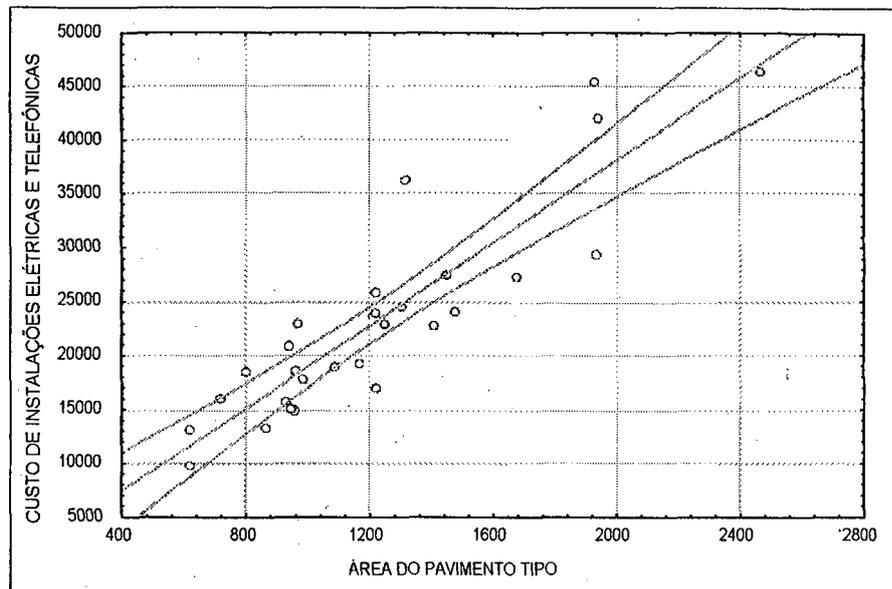
Figura B.11 - Regressão Linear entre Custo de Instalações Hidro-Sanitárias e Número Total de Banheiros



$$\text{ELT} = -265,8 + 1,8091 * \text{AR}$$

R	0,9086
R ²	0,8255
R ² Ajustado	0,8188
Erro Padrão	4.021,19
Tamanho da Amostra	28

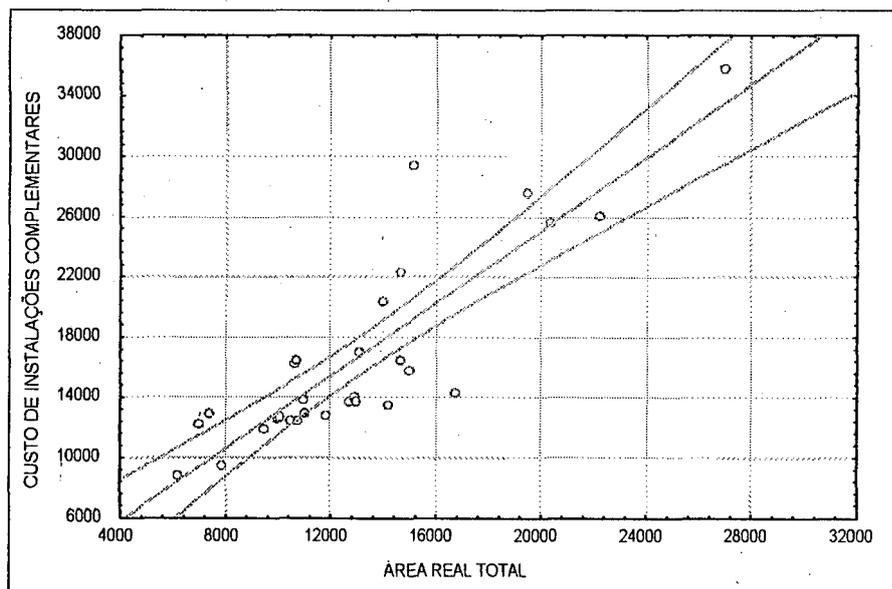
Figura B.12 - Regressão Linear entre Custo de Instalações Elétricas e Telefônicas e Área Real Total



$$ELT = -249,5 + 19,199 * ATP$$

R	0,8955
R ²	0,8019
R ² Ajustado	0,7942
Erro Padrão	4.285,32
Tamanho da Amostra	28

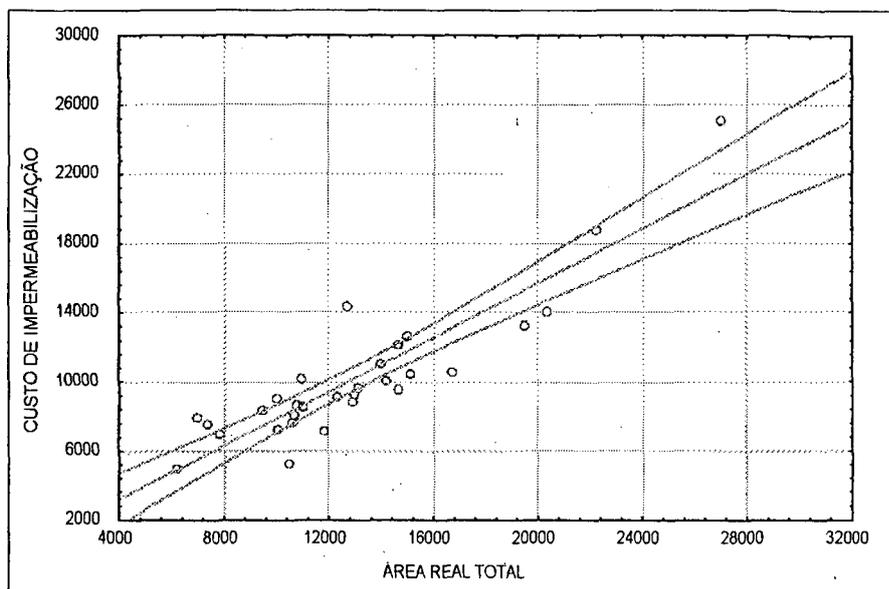
Figura B.13 - Regressão Linear entre Custo de Instalações Elétricas e Telefônicas e Área do Pavimento Tipo



$$CMP = 972,35 + 1,2064 * AR$$

R	0,8682
R ²	0,7538
R ² Ajustado	0,7447
Erro Padrão	3.273,26
Tamanho da Amostra	29

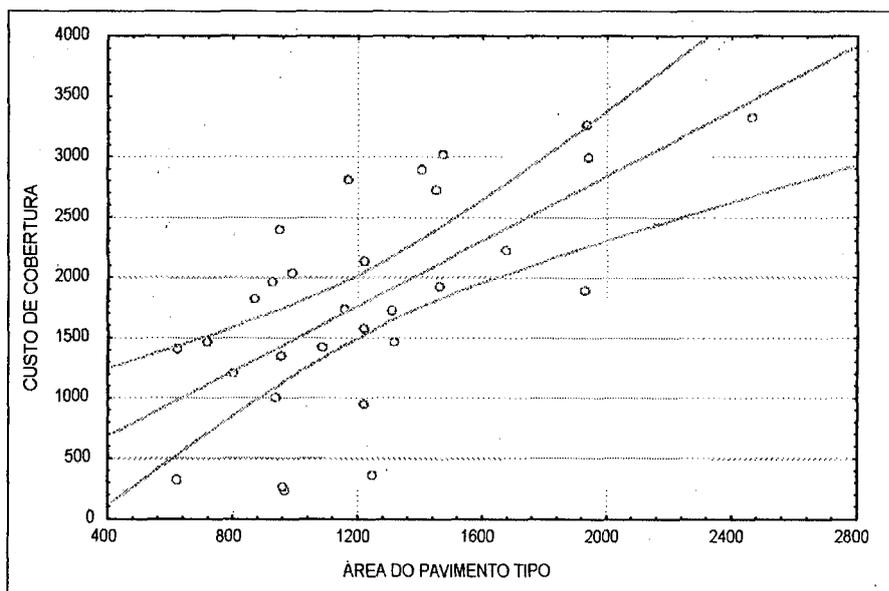
Figura B.14 - Regressão Linear entre Custo de Instalações Complementares e Área Real Total



$$IMP = 76,413 + 0,78259 * AR$$

R	0,8970
R ²	0,8046
R ² Ajustado	0,7976
Erro Padrão	1.798,82
Tamanho da Amostra	30

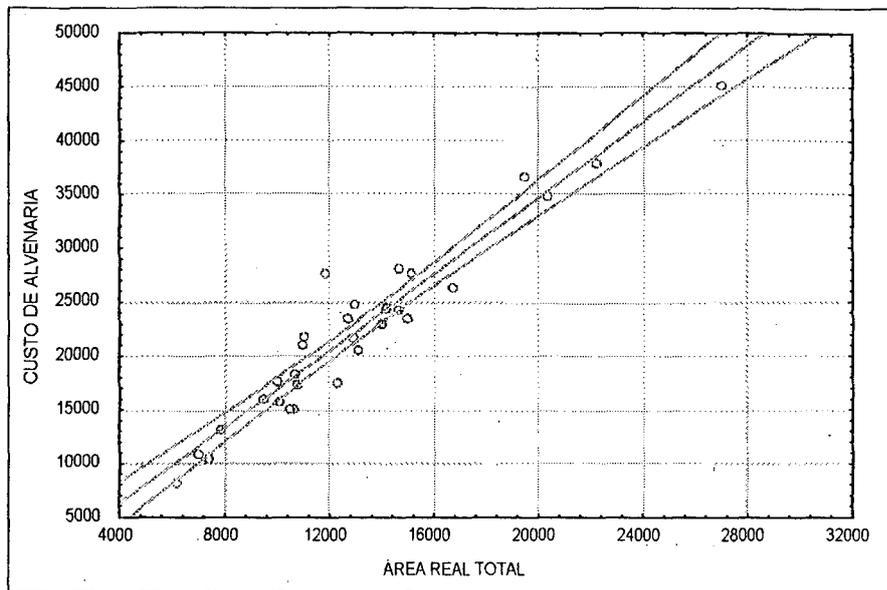
Figura B.15 - Regressão Linear entre Custo de Impermeabilização e Área Real Total



$$COB = 144,26 + 1,349 * ATP$$

R	0,6514
R ²	0,4243
R ² Ajustado	0,4037
Erro Padrão	683,76
Tamanho da Amostra	30

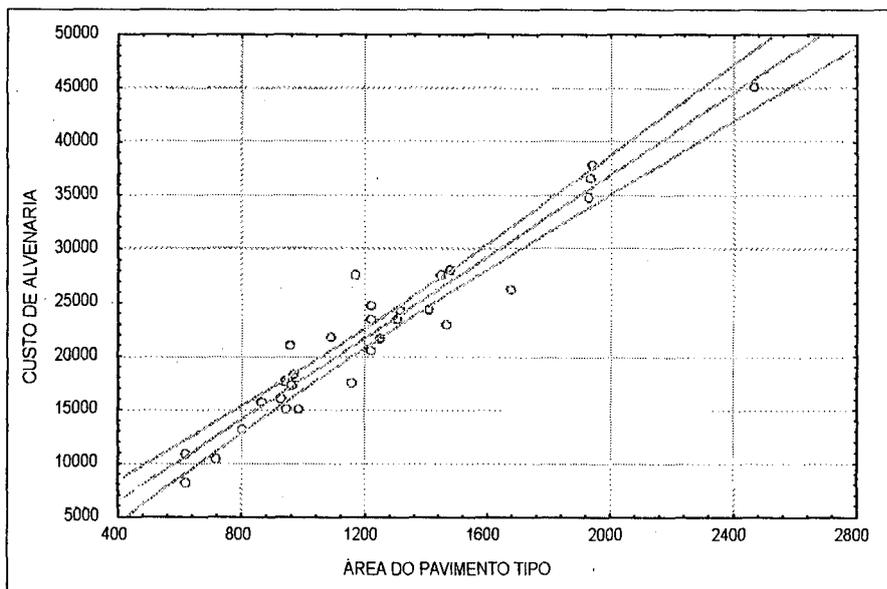
Figura B.16 - Regressão Linear entre Custo de Cobertura e Área do Pavimento Tipo



$$ALV = -812,6 + 1,7755 * AR$$

R	0,9603
R ²	0,9222
R ² Ajustado	0,9194
Erro Padrão	2.405,84
Tamanho da Amostra	30

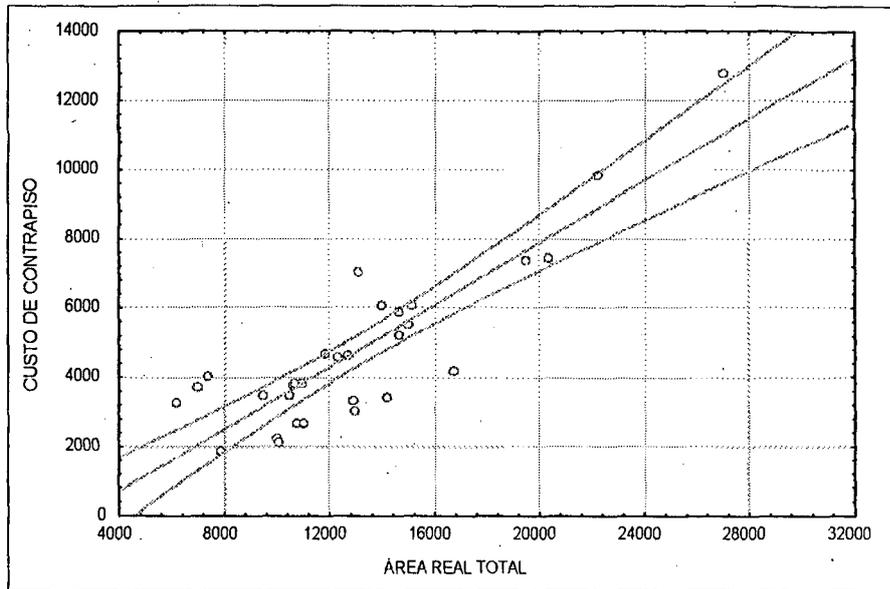
Figura B.17 - Regressão Linear entre Custo de Alvenaria e Área Real Total



$$ALV = -1.159 + 19,064 * ATP$$

R	0,9618
R ²	0,9250
R ² Ajustado	0,9224
Erro Padrão	2.361,32
Tamanho da Amostra	30

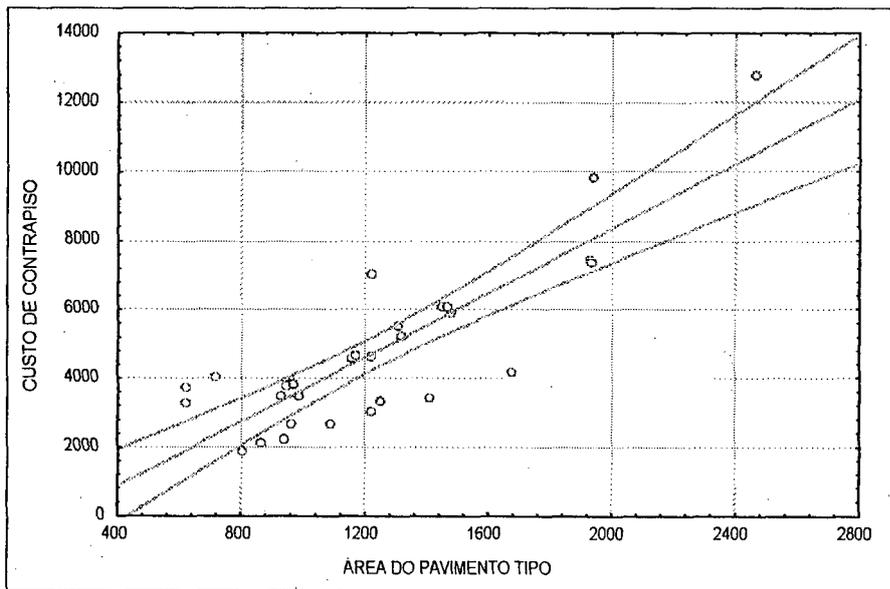
Figura B.18 - Regressão Linear entre Custo de Alvenaria e Área do Pavimento Tipo



$$CPS = -1.082 + 0,44878 * AR$$

R	0,8720
R ²	0,7604
R ² Ajustado	0,7518
Erro Padrão	1.175,19
Tamanho da Amostra	30

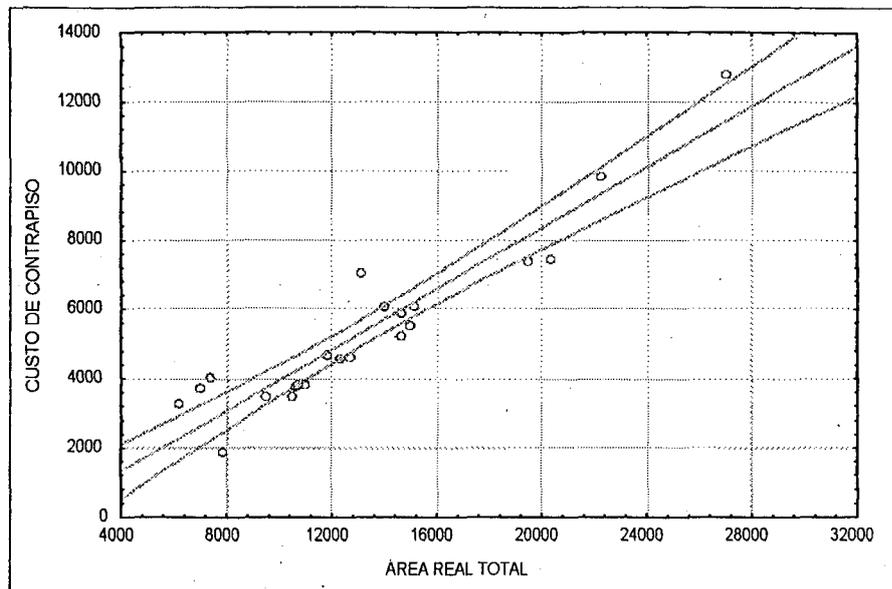
Figura B.19 - Regressão Linear entre Custo de Contrapiso e Área Real Total



$$CPS = -992,8 + 4,6750 * ATP$$

R	0,8473
R ²	0,7180
R ² Ajustado	0,7079
Erro Padrão	1.274,96
Tamanho da Amostra	30

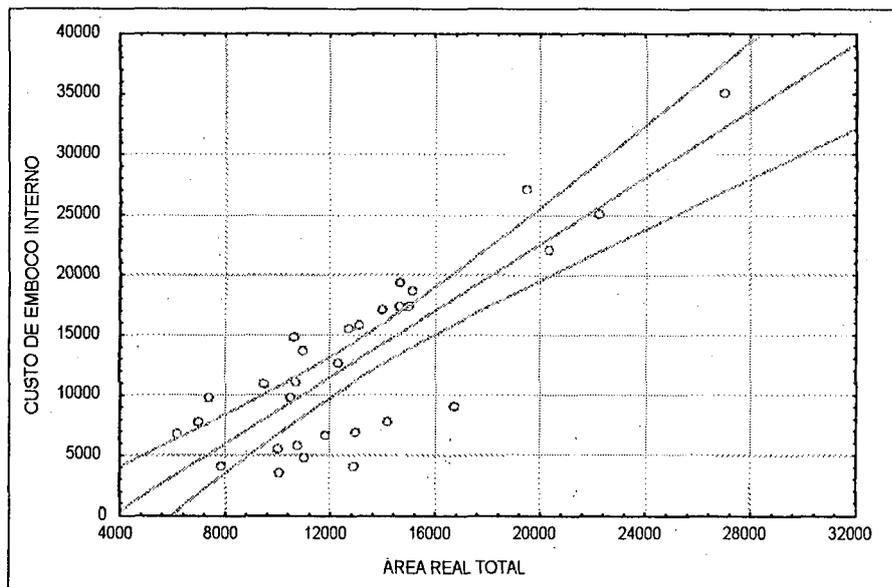
Figura B.20 - Regressão Linear entre Custo de Contrapiso e Área do Pavimento Tipo



$$CPS = -432,1 + 0,43972 * AR$$

R	0,9404
R ²	0,8843
R ² Ajustado	0,8786
Erro Padrão	845,58
Tamanho da Amostra	22

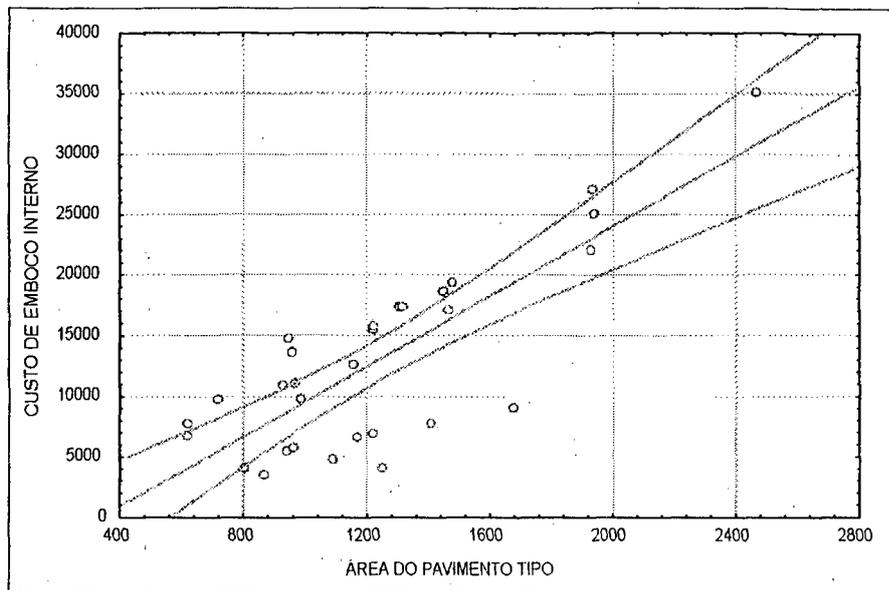
Figura B.21 - Regressão Linear entre Custo de Contrapiso dentro de Padrão de Custo Específico e Área Real Total



$$EMI = -5.097 + 1,3843 * AR$$

R	0,8287
R ²	0,6868
R ² Ajustado	0,6756
Erro Padrão	4.360,60
Tamanho da Amostra	30

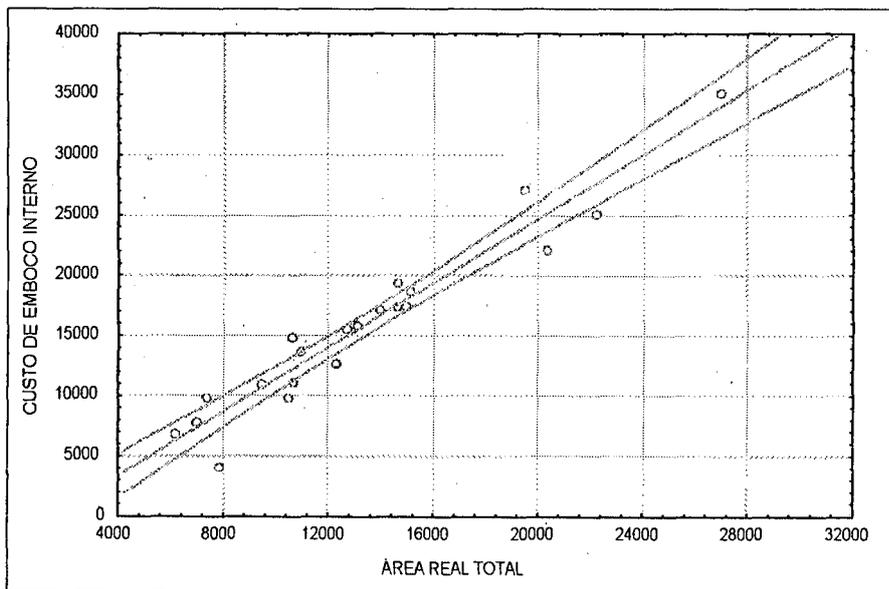
Figura B.22 - Regressão Linear entre Custo de Emboco Interno e Área Real Total



$$EMI = -4.869 + 14,458 * ATP$$

R	0,8074
R ²	0,6519
R ² Ajustado	0,6395
Erro Padrão	4.597,09
Tamanho da Amostra	30

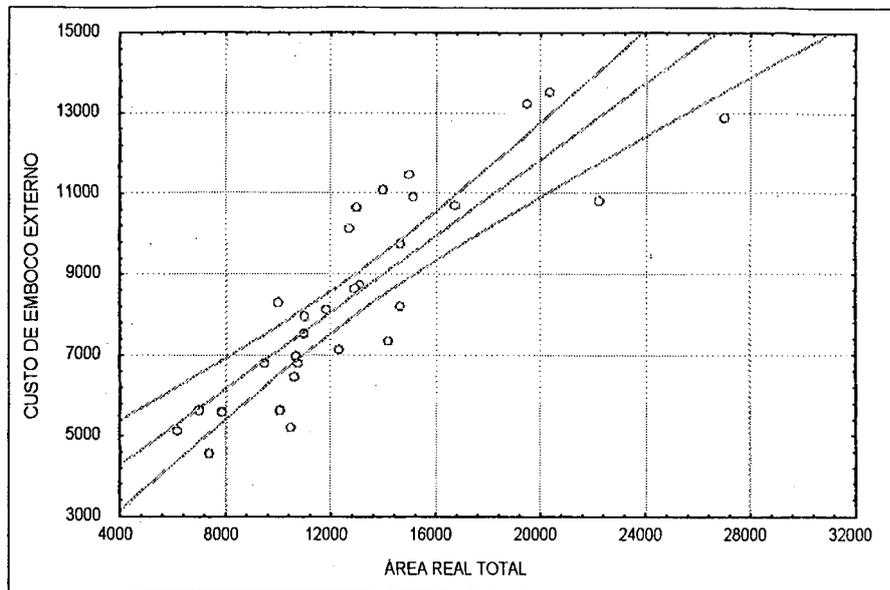
Figura B.23 - Regressão Linear entre Custo de Emboco Interno e Área do Pavimento Tipo



$$EMI = -1.921 + 1,3317 * AR$$

R	0,9659
R ²	0,9330
R ² Ajustado	0,9295
Erro Padrão	1.942,11
Tamanho da Amostra	21

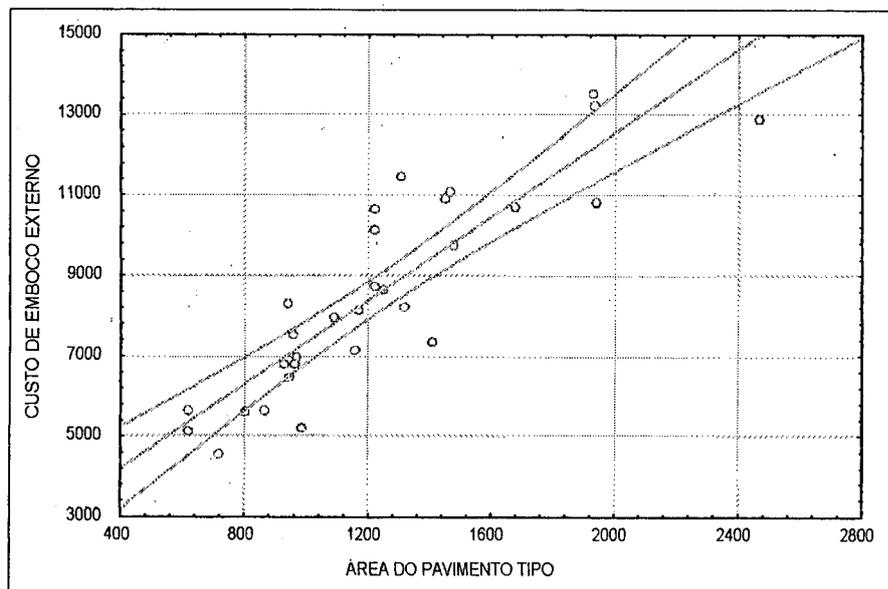
Figura B.24 - Regressão Linear entre Custo de Emboco Interno dentro de Padrão de Custo Específico e Área Real Total



$$EME = 2.931,1 + 0,4729 * AR$$

R	0,8550
R ²	0,7310
R ² Ajustado	0,7214
Erro Padrão	1.338,23
Tamanho da Amostra	30

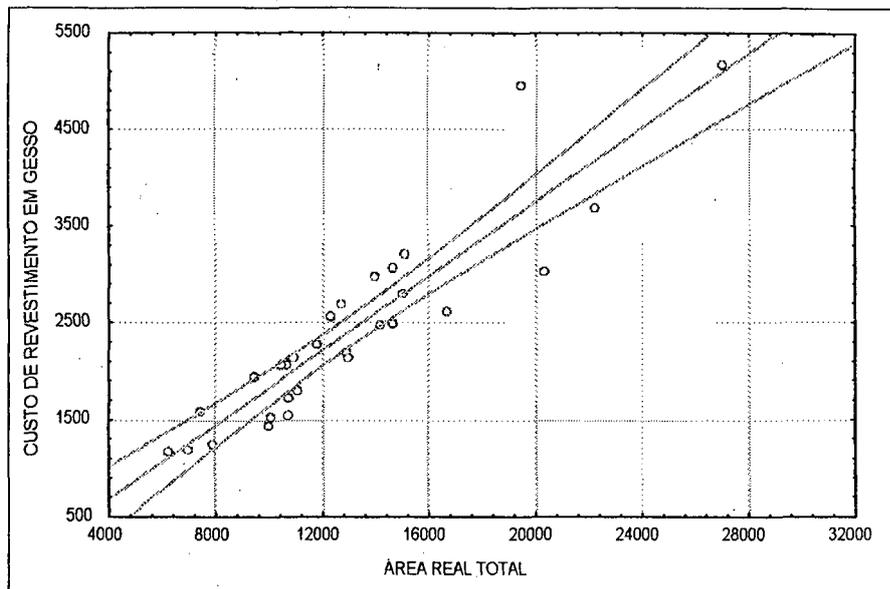
Figura B.25 - Regressão Linear entre Custo de Emboco Externo e Área Real Total



$$EME = 2.139,4 + 5,207 * ATP$$

R	0,8781
R ²	0,7711
R ² Ajustado	0,7629
Erro Padrão	1.234,42
Tamanho da Amostra	30

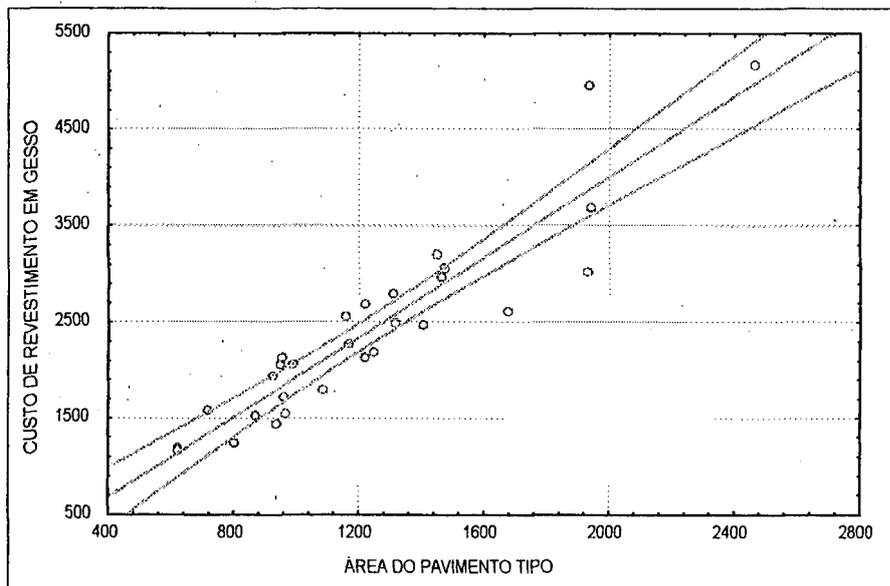
Figura B.26 - Regressão Linear entre Custo de Emboco Externo e Área do Pavimento Tipo



$$RGS = -86,8 + 0,19192 * AR$$

R	0,9144
R ²	0,8361
R ² Ajustado	0,8300
Erro Padrão	403,65
Tamanho da Amostra	29

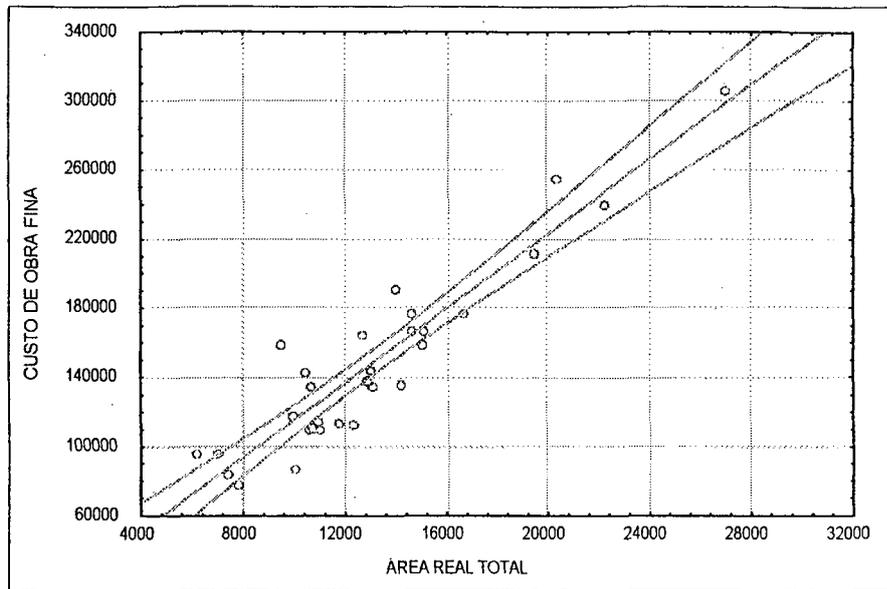
Figura B.27 - Regressão Linear entre Custo de Revestimento em Gesso e Área Real Total



$$RGS = -155,3 + 2,0849 * ATP$$

R	0,9266
R ²	0,8585
R ² Ajustado	0,8533
Erro Padrão	375,05
Tamanho da Amostra	29

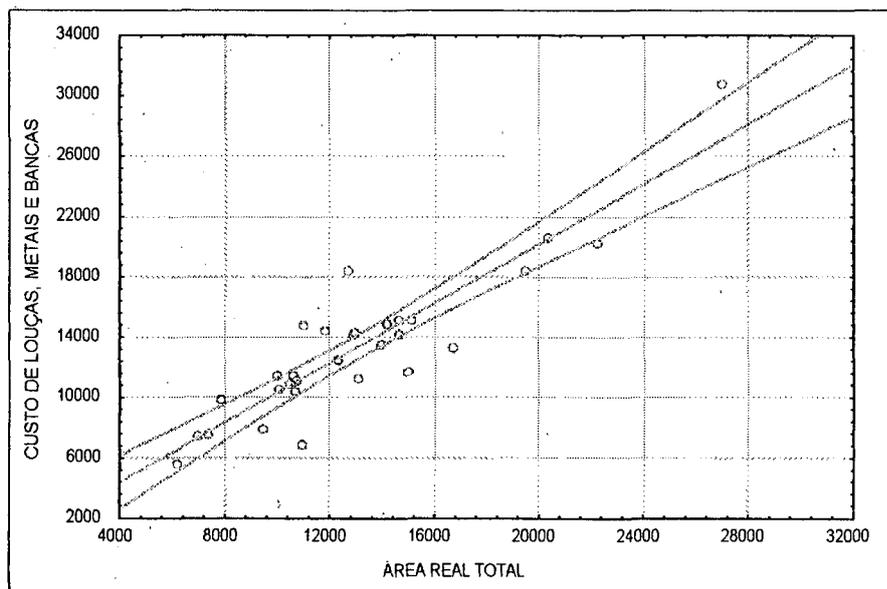
Figura B.28 - Regressão Linear entre Custo de Revestimento em Gesso e Área do Pavimento Tipo



$$OFN = 7.783,1 + 10,772 * AR$$

R	0,9338
R ²	0,8719
R ² Ajustado	0,8673
Erro Padrão	19.258,70
Tamanho da Amostra	30

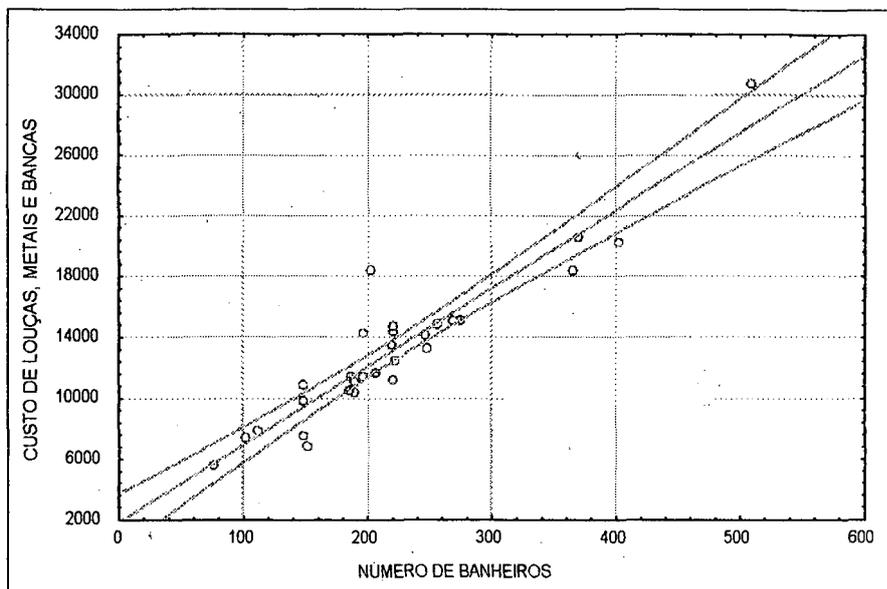
Figura B.29 - Regressão Linear entre Custo de Obra Fina e Área Real Total



$$LMB = 460,27 + 0,98749 * AR$$

R	0,9062
R ²	0,8212
R ² Ajustado	0,8148
Erro Padrão	2.149,57
Tamanho da Amostra	30

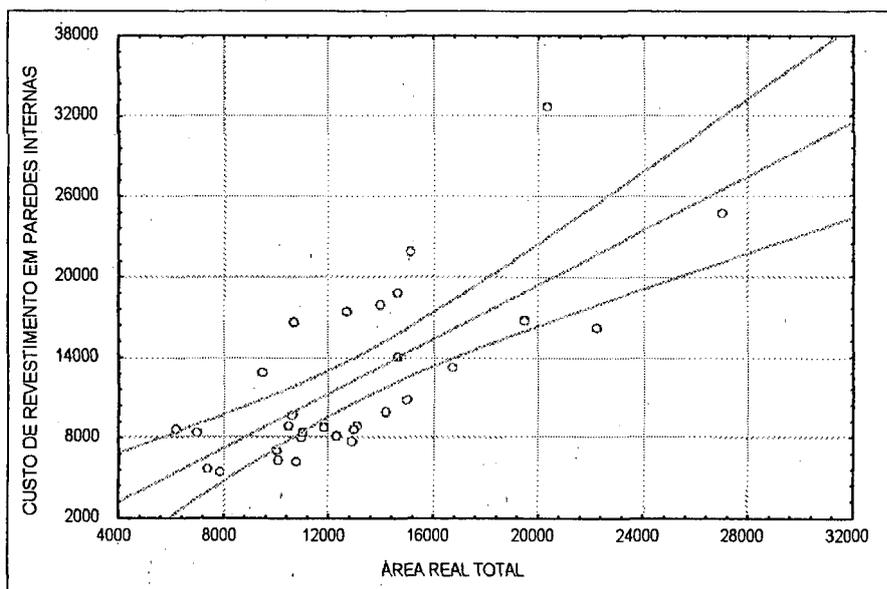
Figura B.30 - Regressão Linear entre Custo de Louças, Metais e Bancas e Área Real Total



$$LMB = 1.861,3 + 51,303 * NB$$

R	0,9359
R ²	0,8759
R ² Ajustado	0,8713
Erro Padrão	1.822,63
Tamanho da Amostra	29

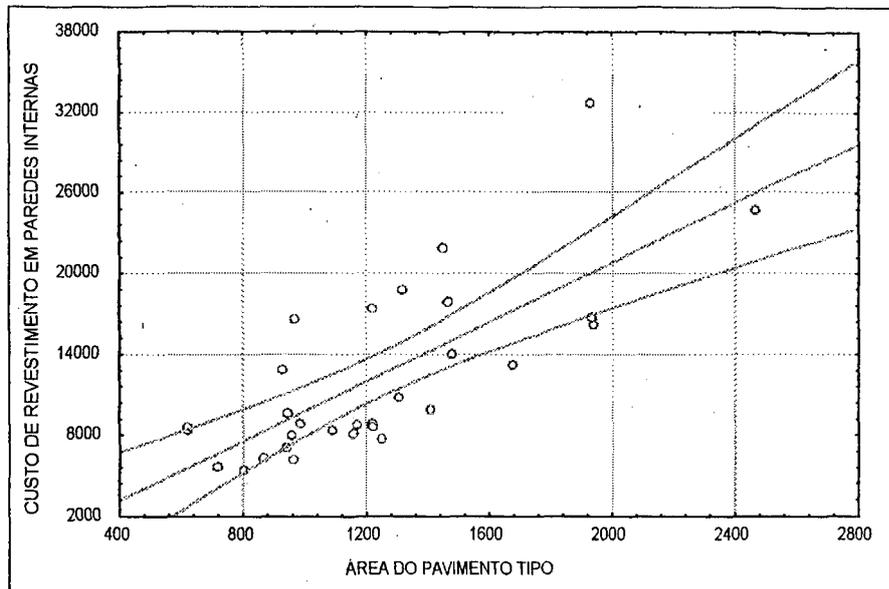
Figura B.31 - Regressão Linear entre Custo de Louças, Metais e Bancas e Número Total de Banheiros



$$RPI = -855,6 + 1,014 * AR$$

R	0,7303
R ²	0,5333
R ² Ajustado	0,5166
Erro Padrão	4.424,69
Tamanho da Amostra	30

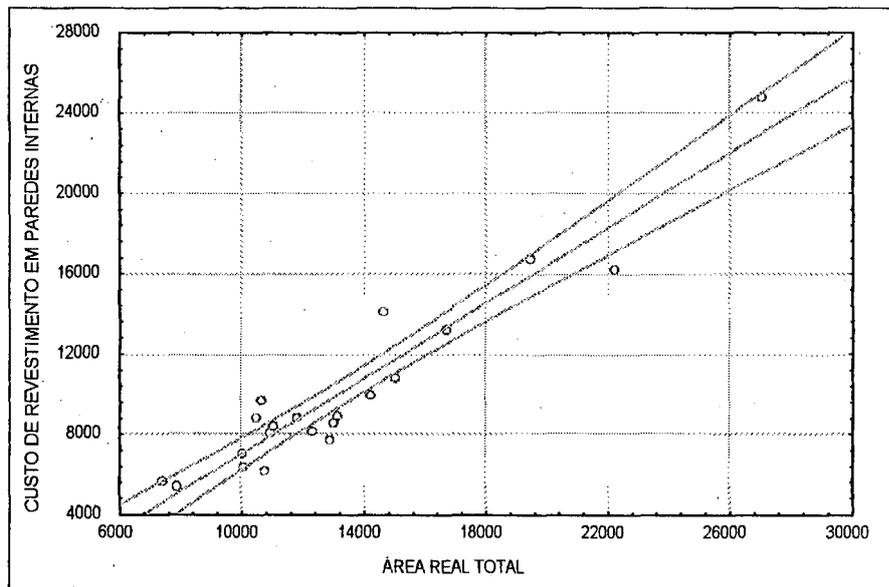
Figura B.32 - Regressão Linear entre Custo de Revestimento de Paredes Internas e Área Real Total



$$RPI = -1.241 + 11,040 * ATP$$

R	0,7416
R ²	0,5500
R ² Ajustado	0,5340
Erro Padrão	4.344,69
Tamanho da Amostra	30

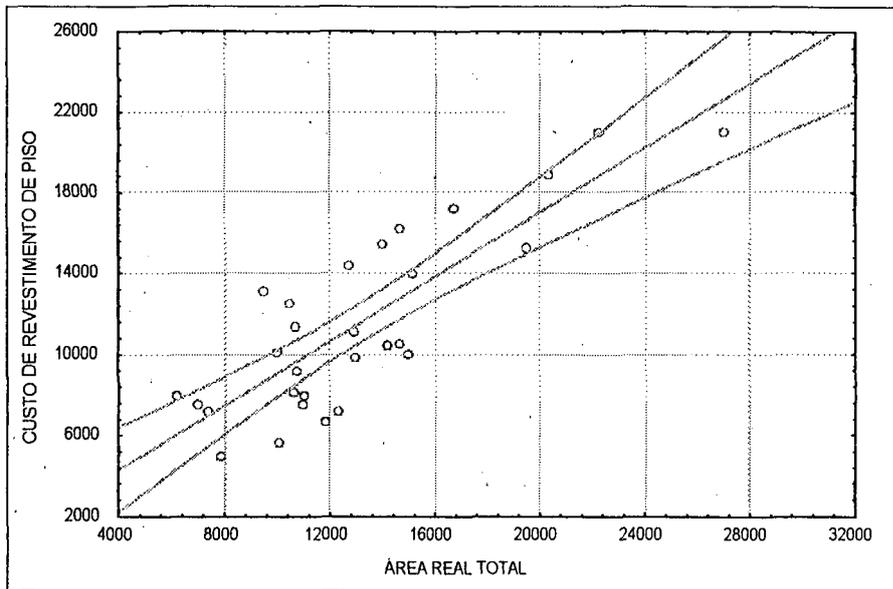
Figura B.33 - Regressão Linear entre Custo de Revestimento de Paredes Internas e Área do Pavimento Tipo



$$RPI = -2.302 + 0,93691 * AR$$

R	0,9562
R ²	0,9144
R ² Ajustado	0,9099
Erro Padrão	1.385,41
Tamanho da Amostra	21

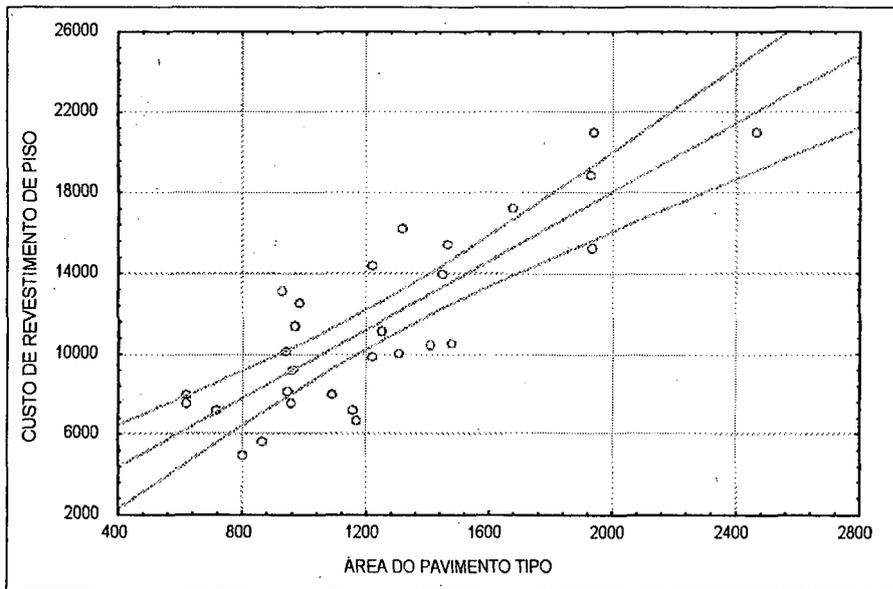
Figura B.34 - Regressão Linear entre Custo de Revestimento de Paredes Internas dentro de Padrão de Custo Específico e Área Real Total



$$RPS = 1.121,7 + 0,79645 * AR$$

R	0,8346
R ²	0,6965
R ² Ajustado	0,6853
Erro Padrão	2.497,23
Tamanho da Amostra	29

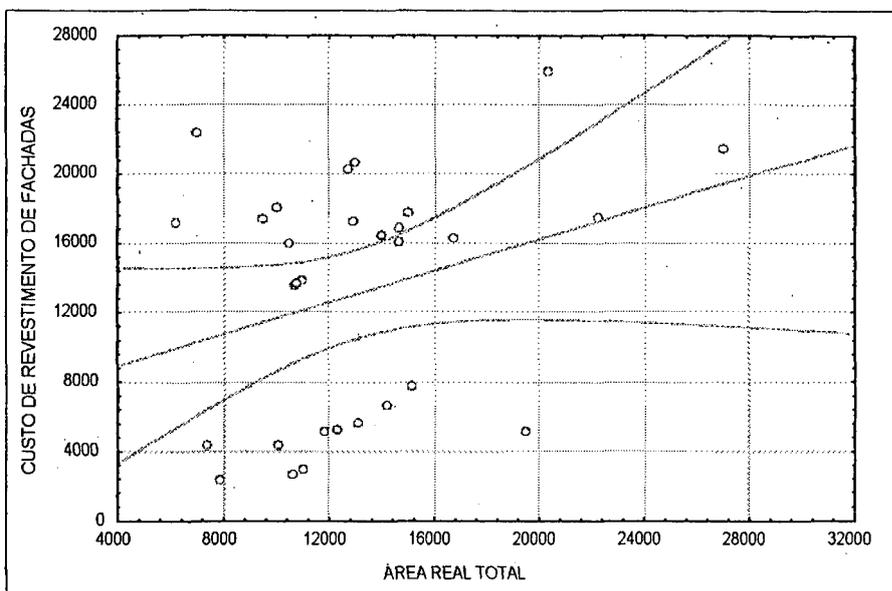
Figura B.35 - Regressão Linear entre Custo de Revestimento de Piso e Área Real Total



$$RPS = 985,96 + 8,5315 * ATP$$

R	0,8339
R ²	0,6954
R ² Ajustado	0,6841
Erro Padrão	2.501,87
Tamanho da Amostra	29

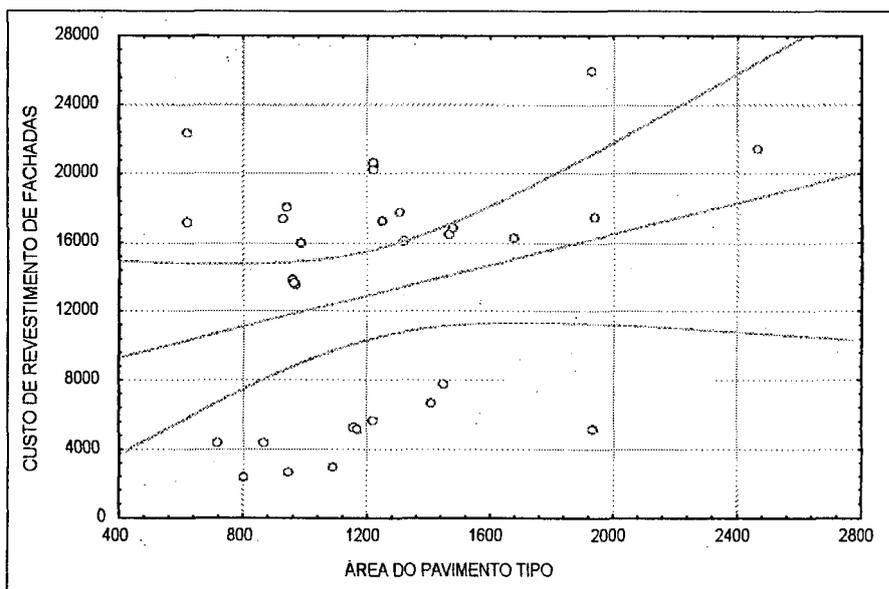
Figura B.36 - Regressão Linear entre Custo de Revestimento de Piso e Área do Pavimento Tipo



$$RFC = 7.145,9 + 0,45443 * AR$$

R	0,3010
R ²	0,0906
R ² Ajustado	0,0581
Erro Padrão	6.715,69
Tamanho da Amostra	30

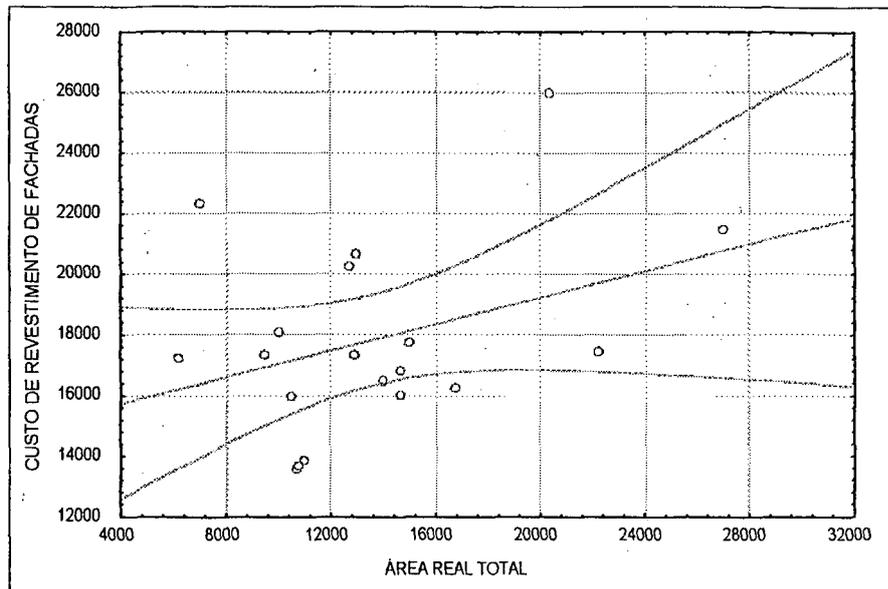
Figura B.37 - Regressão Linear entre Custo de Revestimento de Fachadas e Área Real Total



$$RFC = 7.536,1 + 4,4901 * ATP$$

R	0,2774
R ²	0,0770
R ² Ajustado	0,0440
Erro Padrão	6.765,85
Tamanho da Amostra	30

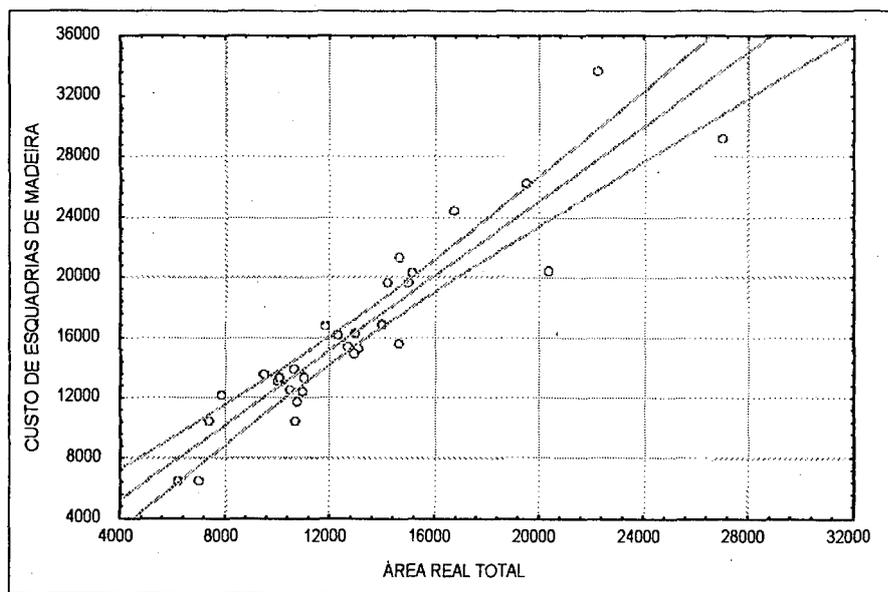
Figura B.38 - Regressão Linear entre Custo de Revestimento de Fachadas e Área do Pavimento Tipo



$$RFC = 14.875 + 0,21862 * AR$$

R	0,3586
R ²	0,1286
R ² Ajustado	0,0773
Erro Padrão	3.015,42
Tamanho da Amostra	19

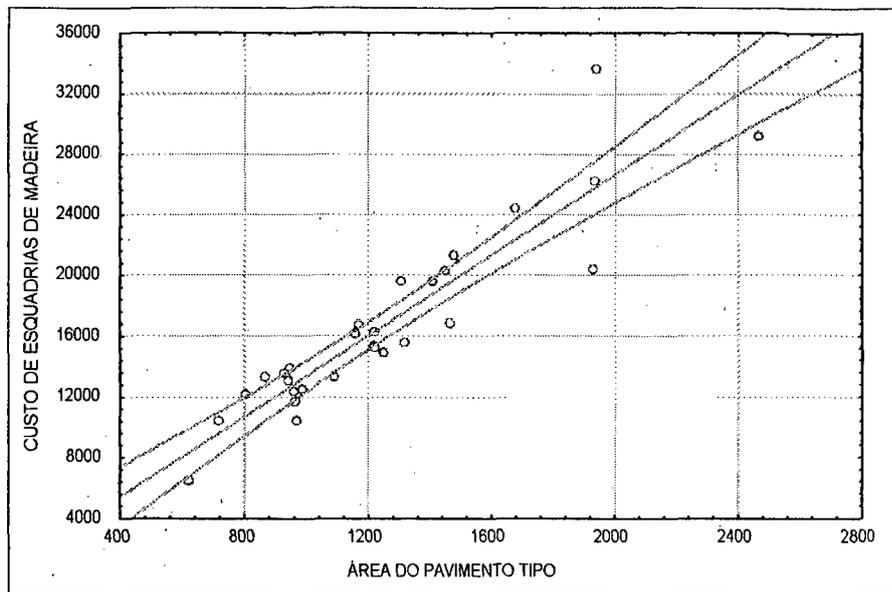
Figura B.39 - Regressão Linear entre Custo de Revestimento de Fachadas dentro de Padrão de Custo Específico e Área Real Total



$$EMD = 353,52 + 1,2361 * AR$$

R	0,9246
R ²	0,8548
R ² Ajustado	0,8496
Erro Padrão	2.376,32
Tamanho da Amostra	30

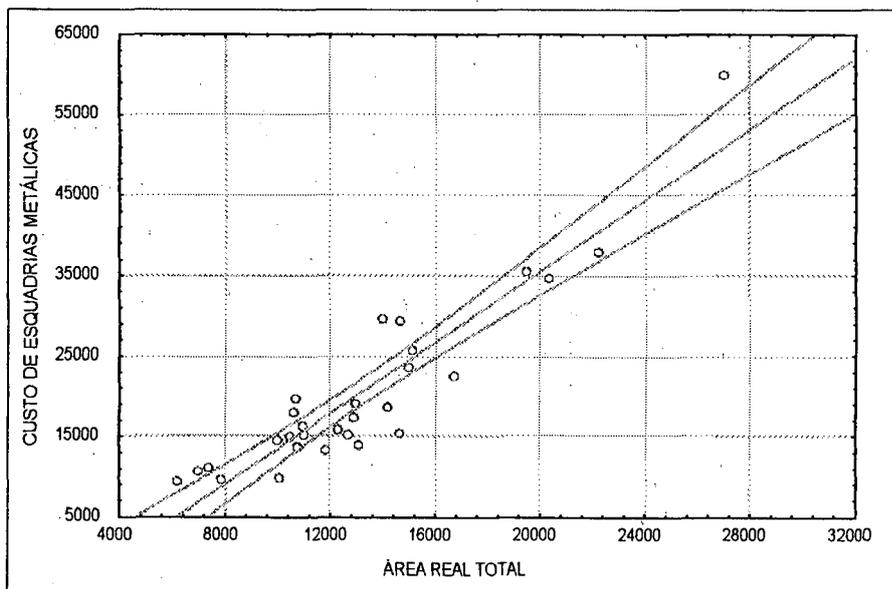
Figura B.40 - Regressão Linear entre Custo de Esquadrias de Madeira e Área Real Total



$$EMD = 131,02 + 13,256 * ATP$$

R	0,9249
R ²	0,8555
R ² Ajustado	0,8503
Erro Padrão	2.370,95
Tamanho da Amostra	30

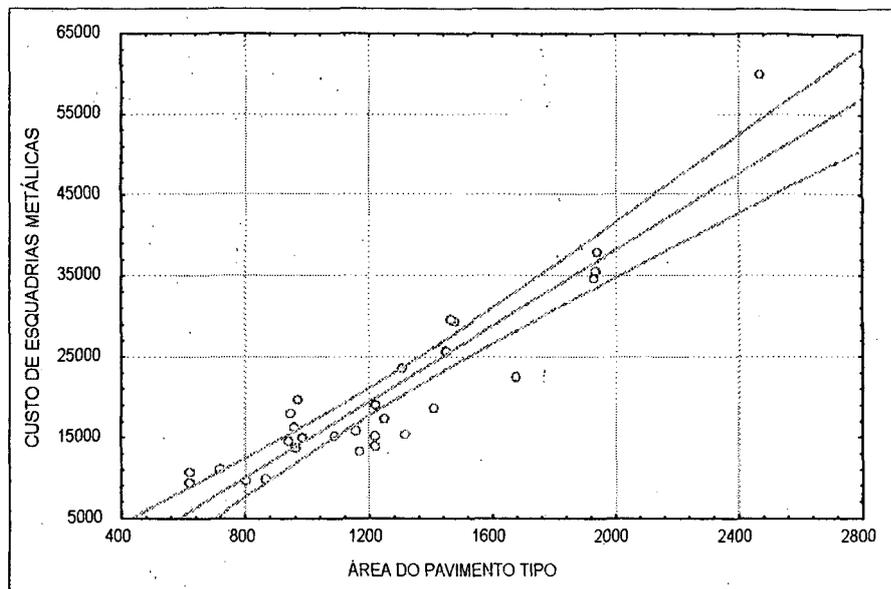
Figura B.41 - Regressão Linear entre Custo de Esquadrias de Madeira e Área do Pavimento Tipo



$$EMT = -8.529 + 2,2049 * AR$$

R	0,9256
R ²	0,8568
R ² Ajustado	0,8515
Erro Padrão	4.235,62
Tamanho da Amostra	29

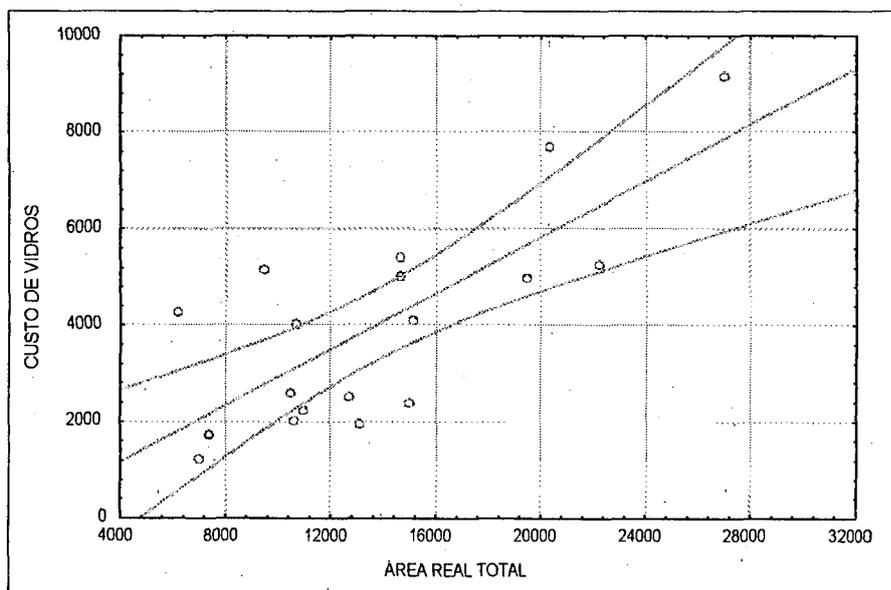
Figura B.42 - Regressão Linear entre Custo de Esquadrias Metálicas e Área Real Total



$$EMT = -8.678 + 23,466 * ATP$$

R	0,9206
R ²	0,8475
R ² Ajustado	0,8419
Erro Padrão	4.370,25
Tamanho da Amostra	29

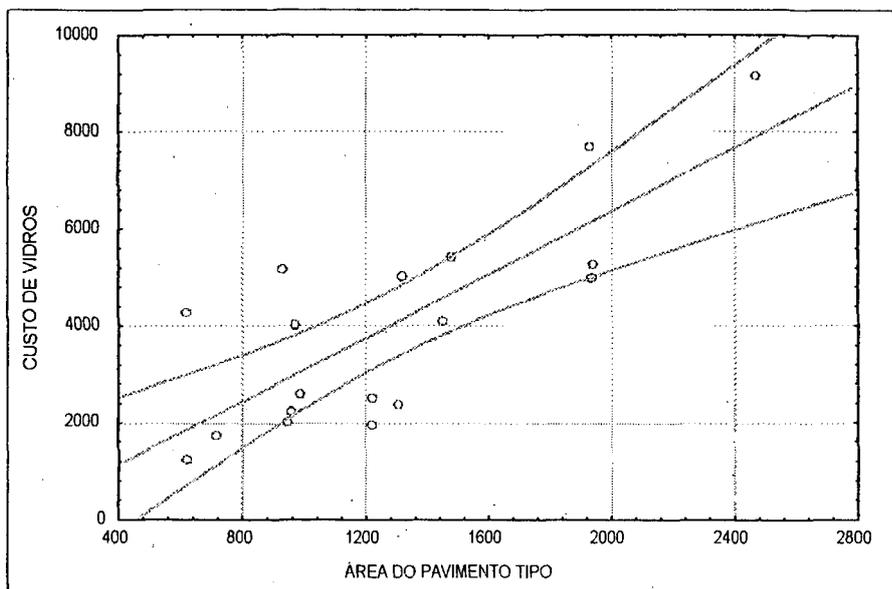
Figura B.43 - Regressão Linear entre Custo de Esquadrias Metálicas e Área do Pavimento Tipo



$$VID = 21,278 + 0,29089 * AR$$

R	0,7569
R ²	0,5729
R ² Ajustado	0,5462
Erro Padrão	1.444,18
Tamanho da Amostra	18

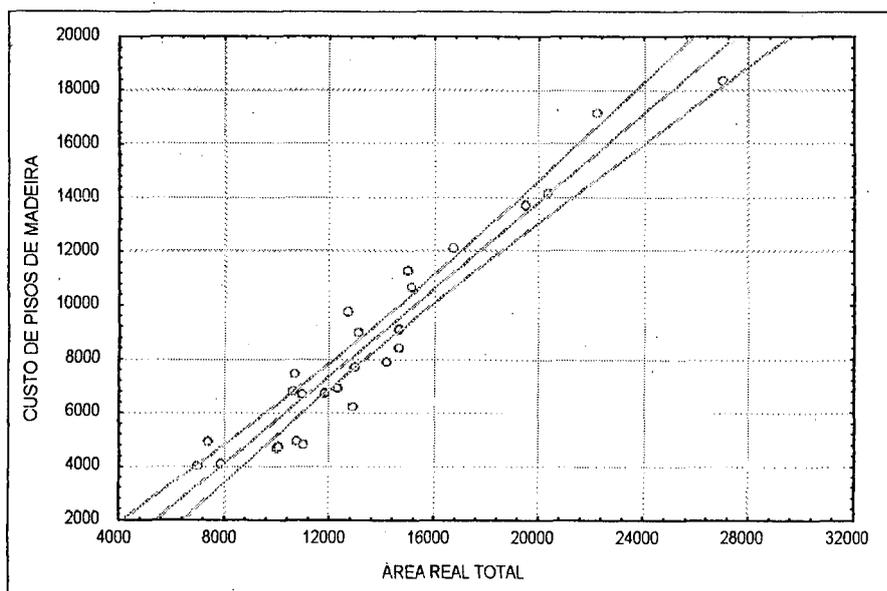
Figura B.44 - Regressão Linear entre Custo de Vidros e Área Real Total



$$\text{VID} = -167,9 + 3,2703 * \text{ATP}$$

R	0,7827
R ²	0,6126
R ² Ajustado	0,5884
Erro Padrão	1.375,46
Tamanho da Amostra	18

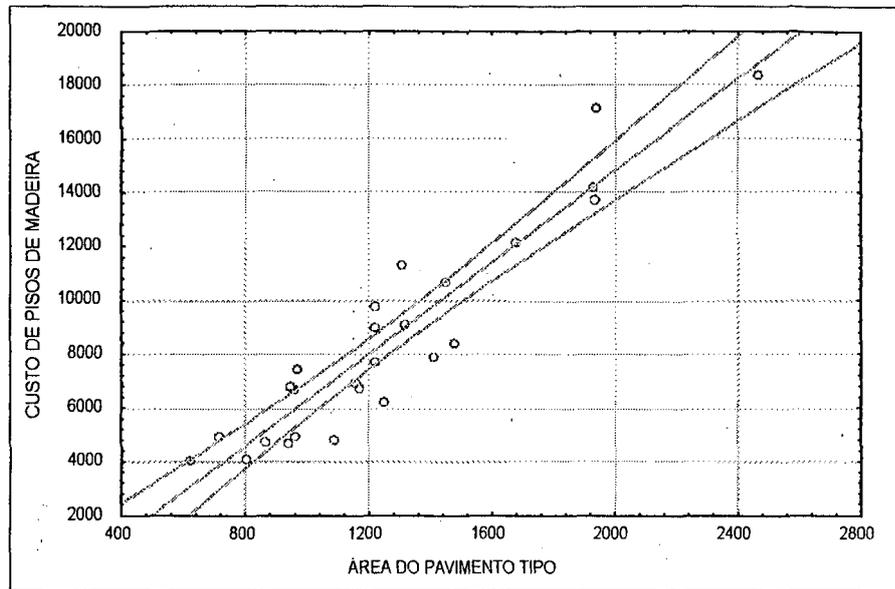
Figura B.45 - Regressão Linear entre Custo de Vidros e Área do Pavimento Tipo



$$\text{PMD} = -2.403 + 0,81419 * \text{AR}$$

R	0,9604
R ²	0,9223
R ² Ajustado	0,9191
Erro Padrão	1.116,85
Tamanho da Amostra	26

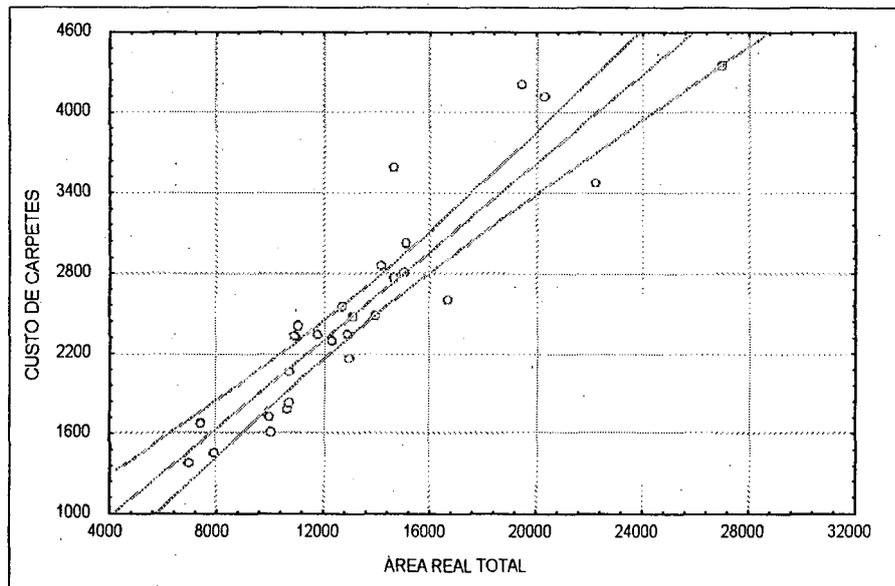
Figura B.46 - Regressão Linear entre Custo de Pisos de Madeira e Área Real Total



$$PMD = -2.228 + 8,5292 * ATP$$

R	0,9404
R ²	0,8843
R ² Ajustado	0,8795
Erro Padrão	1.363,34
Tamanho da Amostra	26

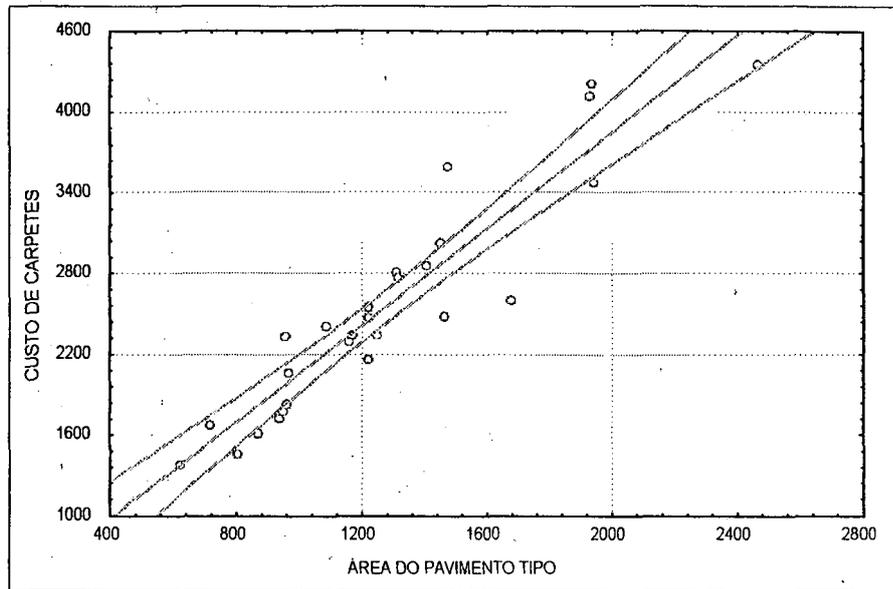
Figura B.47 - Regressão Linear entre Custo de Pisos de Madeira e Área do Pavimento Tipo



$$CRP = 320,13 + 0,16522 * AR$$

R	0,9161
R ²	0,8393
R ² Ajustado	0,8329
Erro Padrão	334,90
Tamanho da Amostra	27

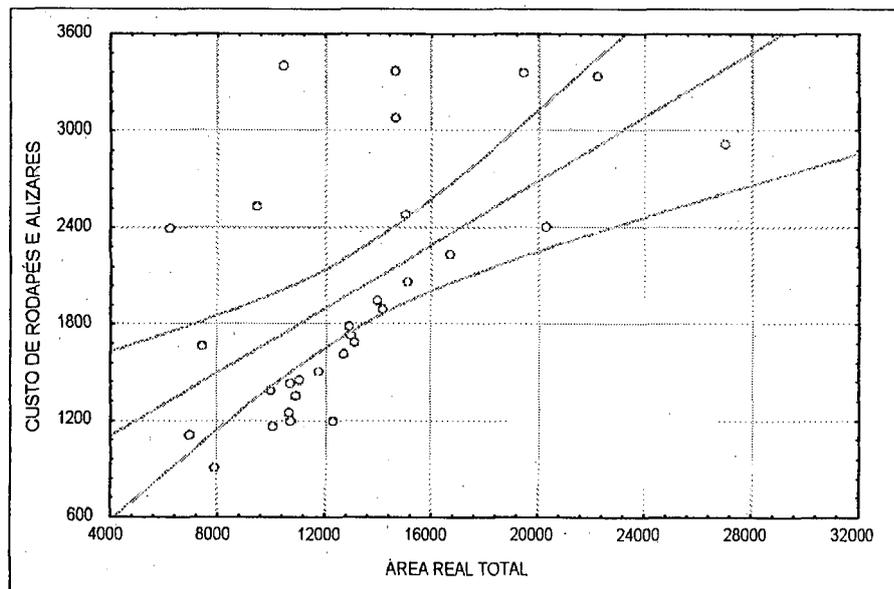
Figura B.48 - Regressão Linear entre Custo de Carpetes e Área Real Total



$$CRP = 264,89 + 1,7944 * ATP$$

R	0,9334
R ²	0,8713
R ² Ajustado	0,8662
Erro Padrão	299,70
Tamanho da Amostra	27

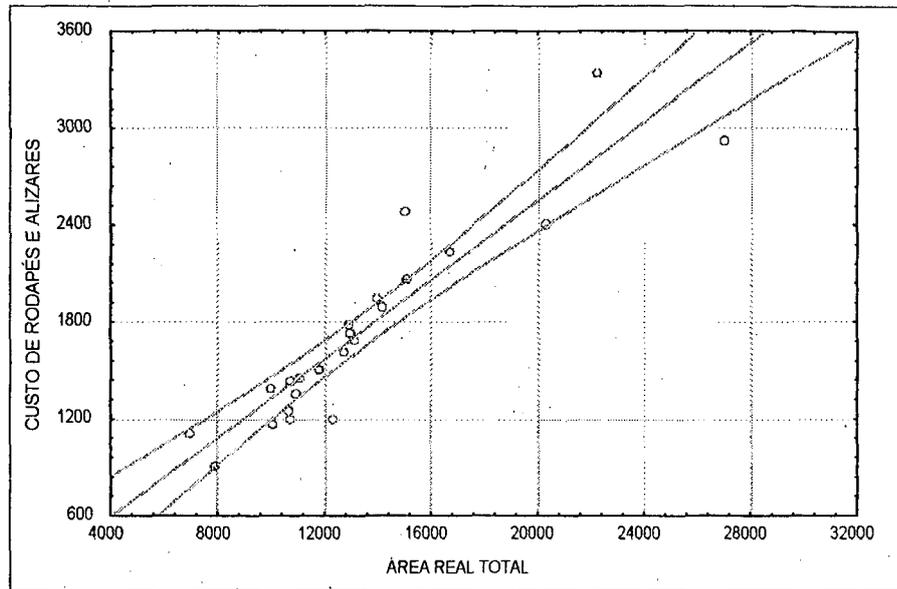
Figura B.49 - Regressão Linear entre Custo de Carpetes e Área do Pavimento Tipo



$$RDP = 711,41 + 0,09900 * AR$$

R	0,5917
R ²	0,3502
R ² Ajustado	0,3269
Erro Padrão	629,08
Tamanho da Amostra	30

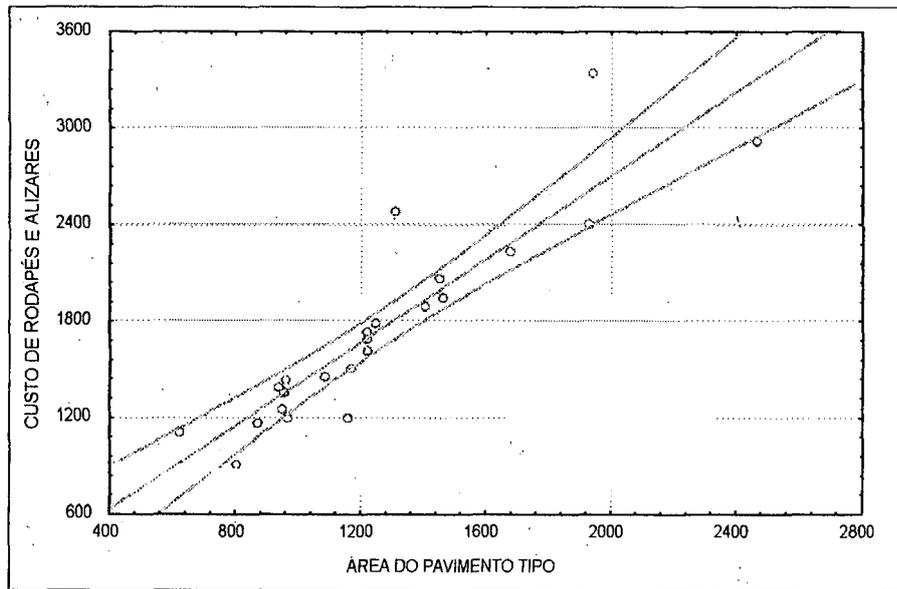
Figura B.50 - Regressão Linear entre Custo de Rodapés e Alizares e Área Real Total



$$RDP = 106,26 + 0,12228 * AR$$

R	0,9214
R ²	0,8489
R ² Ajustado	0,8417
Erro Padrão	241,83
Tamanho da Amostra	23

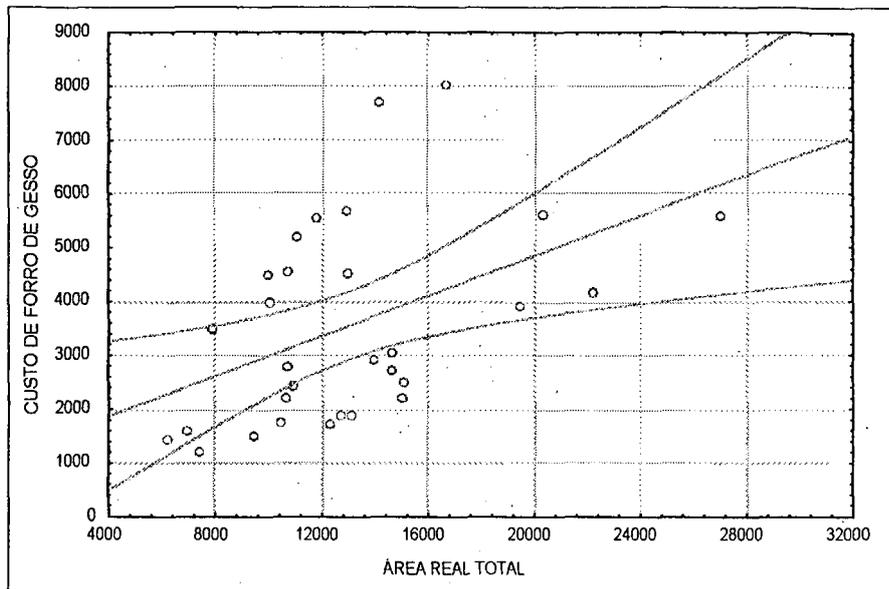
Figura B.51 - Regressão Linear entre Custo de Rodapés e Alizares e Área Real Total com Amostra Sanada



$$RDP = 114,30 + 1,2962 * ATP$$

R	0,9016
R ²	0,8128
R ² Ajustado	0,8039
Erro Padrão	269,18
Tamanho da Amostra	23

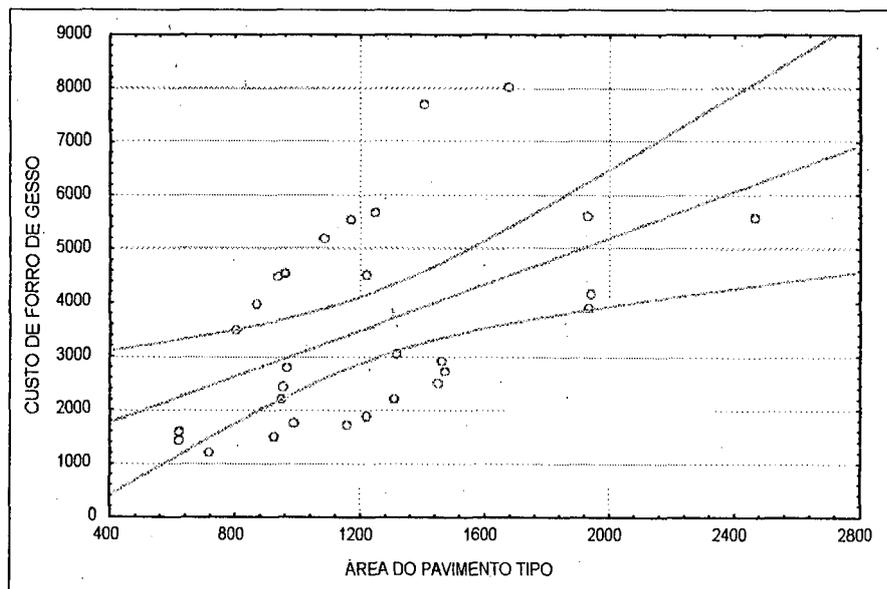
Figura B.52 - Regressão Linear entre Custo de Rodapés e Alizares e Área do Pavimento Tipo com Amostra Sanada



$$\text{FGS} = 1.130,6 + 0,18614 * \text{AR}$$

R	0,4627
R ²	0,2141
R ² Ajustado	0,1860
Erro Padrão	1.663,72
Tamanho da Amostra	30

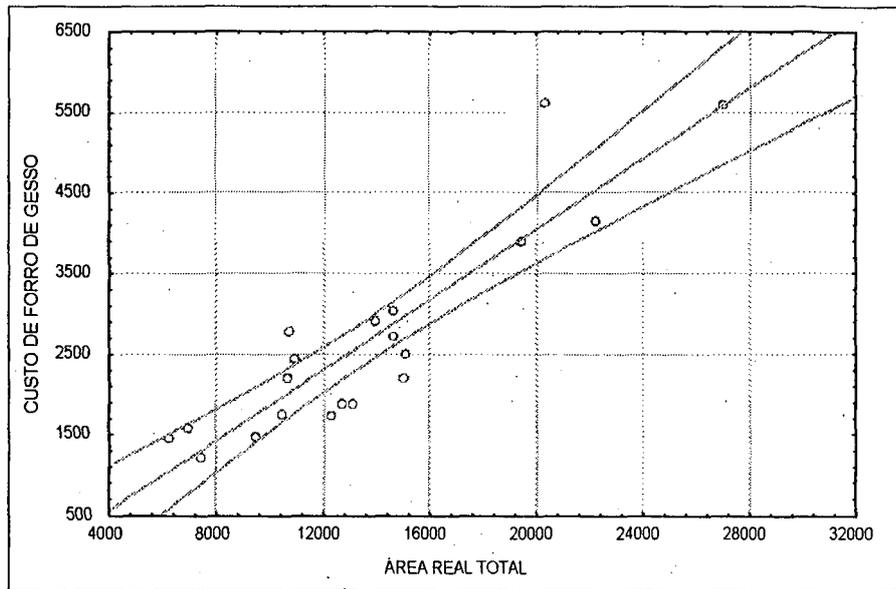
Figura B.53 - Regressão Linear entre Custo de Forro de Gesso e Área Real Total



$$\text{FGS} = 901,28 + 2,1554 * \text{ATP}$$

R	0,4997
R ²	0,2497
R ² Ajustado	0,2229
Erro Padrão	1.625,53
Tamanho da Amostra	30

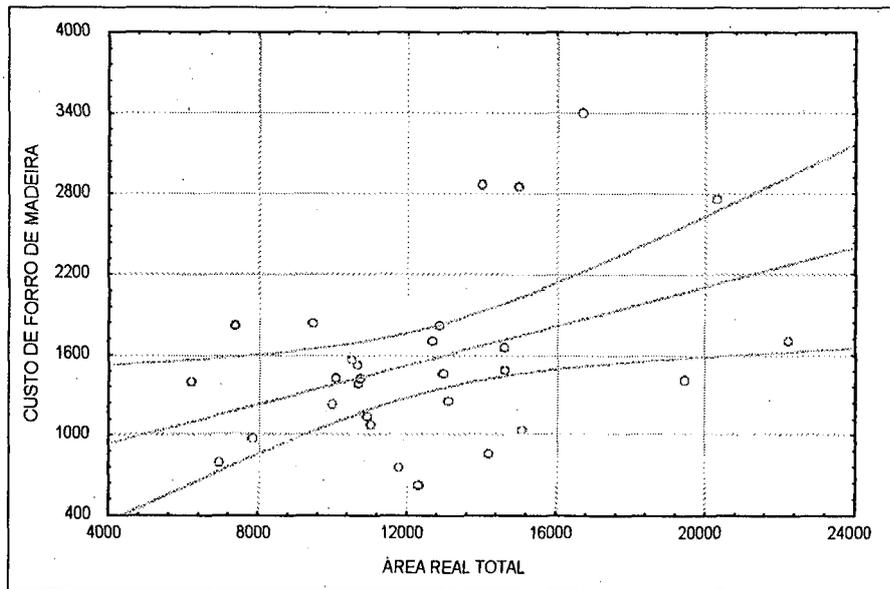
Figura B.54 - Regressão Linear entre Custo de Forro de Gesso e Área do Pavimento Tipo



$$FGS = -309,5 + 0,21816 * AR$$

R	0,9044
R ²	0,8179
R ² Ajustado	0,8078
Erro Padrão	559,09
Tamanho da Amostra	20

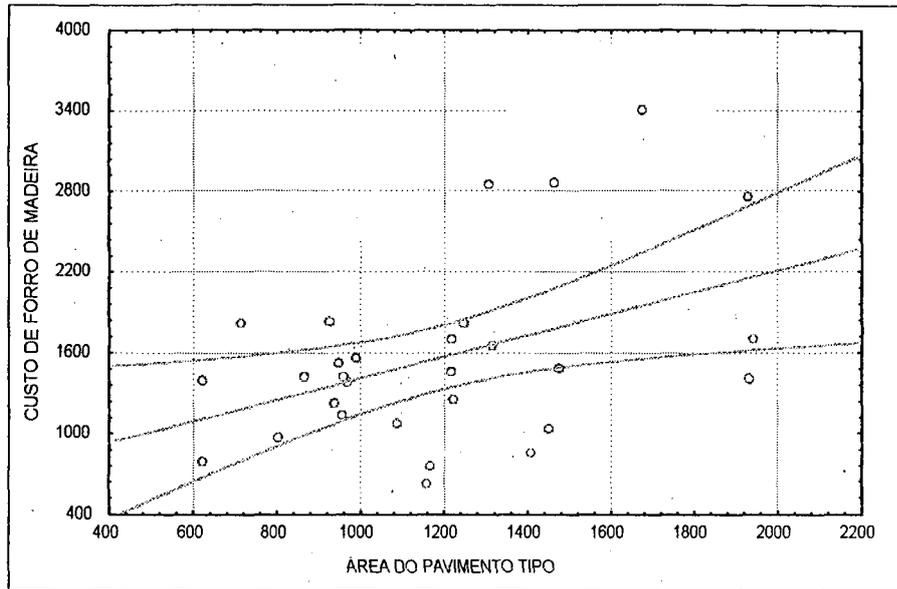
Figura B.55 - Regressão Linear entre Custo de Forro de Gesso dentro de Padrão de Custo Específico e Área Real Total



$$FMD = 644,38 + 0,07347 * AR$$

R	0,4199
R ²	0,1763
R ² Ajustado	0,1458
Erro Padrão	616,99
Tamanho da Amostra	29

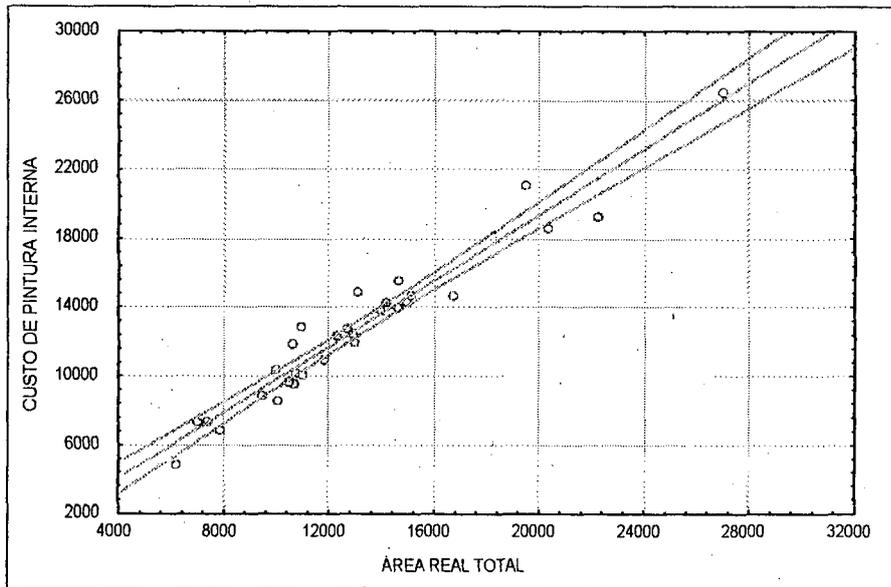
Figura B.56 - Regressão Linear entre Custo de Forro de Madeira e Área Real Total



$$FMD = 617,89 + 0,79748 * ATP$$

R	0,4360
R ²	0,1901
R ² Ajustado	0,1601
Erro Padrão	611,79
Tamanho da Amostra	29

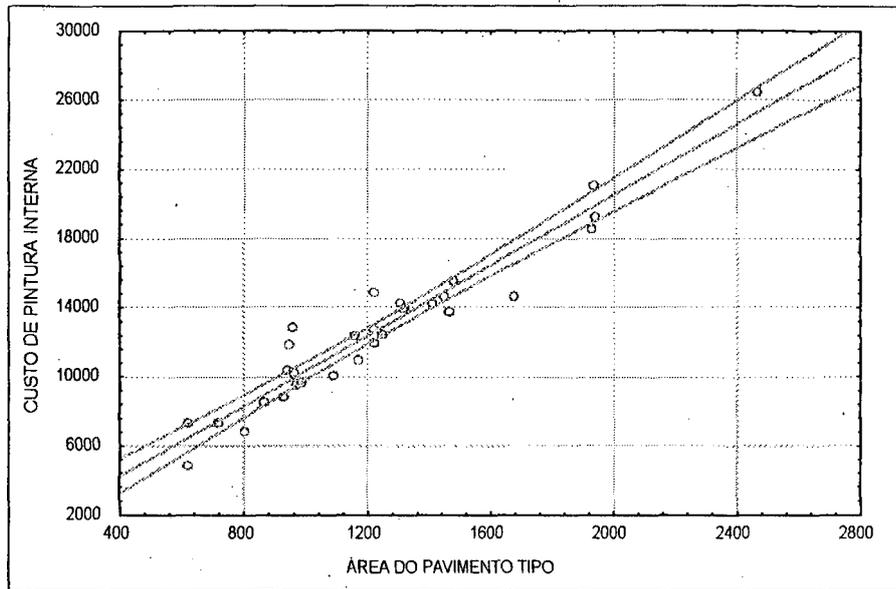
Figura B.57 - Regressão Linear entre Custo de Forro de Madeira e Área do Pavimento Tipo



$$PIN = 260,12 + 0,95611 * AR$$

R	0,9702
R ²	0,9414
R ² Ajustado	0,9393
Erro Padrão	1.112,98
Tamanho da Amostra	30

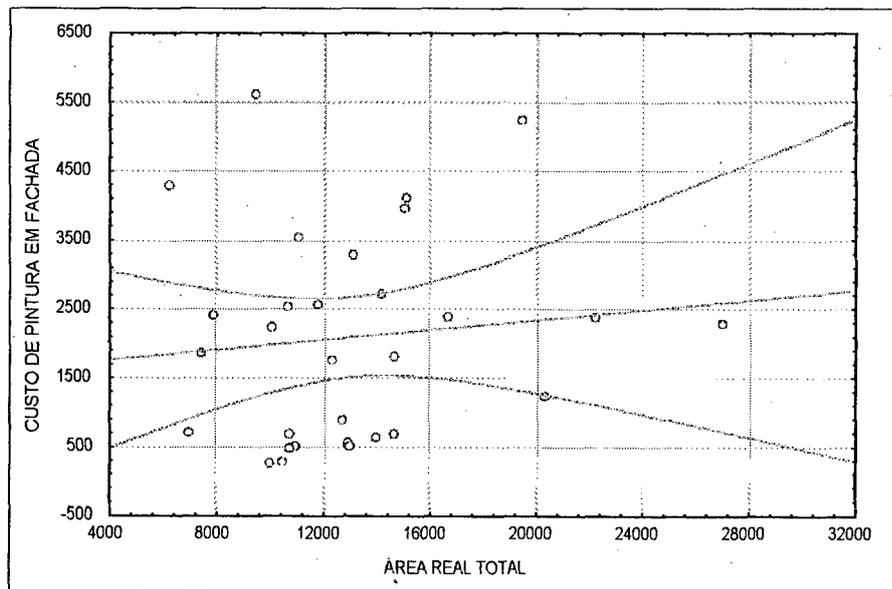
Figura B.58 - Regressão Linear entre Custo de Pintura Interna e Área Real Total



$$\text{PIN} = 180,56 + 10,179 * \text{ATP}$$

R	0,9635
R ²	0,9283
R ² Ajustado	0,9258
Erro Padrão	1.230,58
Tamanho da Amostra	30

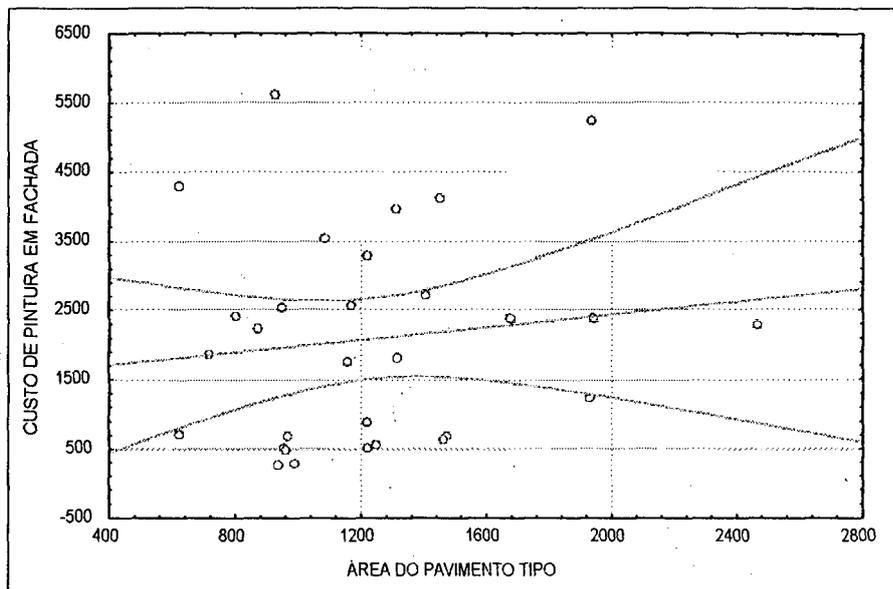
Figura B.59 - Regressão Linear entre Custo de Pintura Interna e Área do Pavimento Tipo



$$\text{PEX} = 1.628 + 0,03583 * \text{AR}$$

R	0,1087
R ²	0,0118
R ² Ajustado	-0,0235
Erro Padrão	1.528,37
Tamanho da Amostra	30

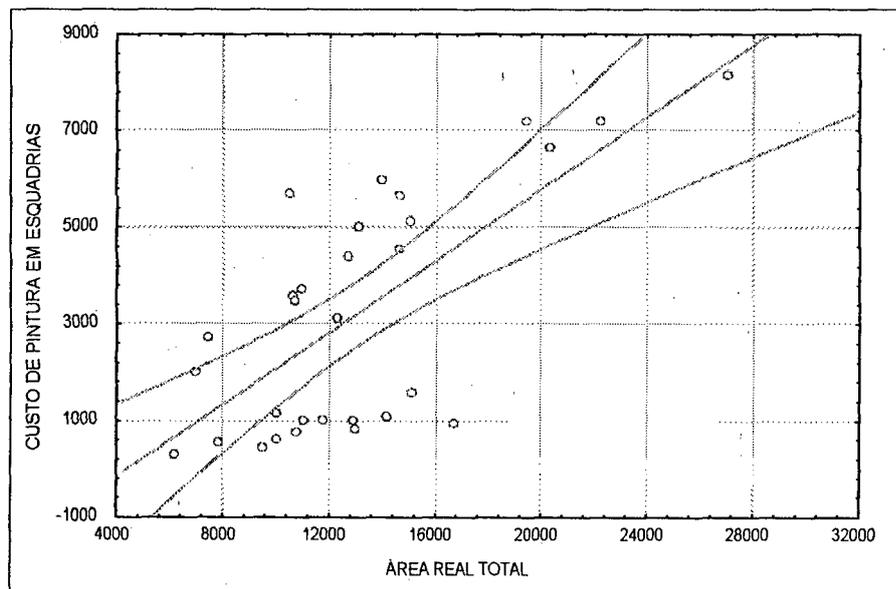
Figura B.60 - Regressão Linear entre Custo de Pintura em Fachada e Área Real Total



$$PEX = 1.535,5 + 0,45414 * ATP$$

R	0,1285
R ²	0,0165
R ² Ajustado	-0,0186
Erro Padrão	1.524,73
Tamanho da Amostra	30

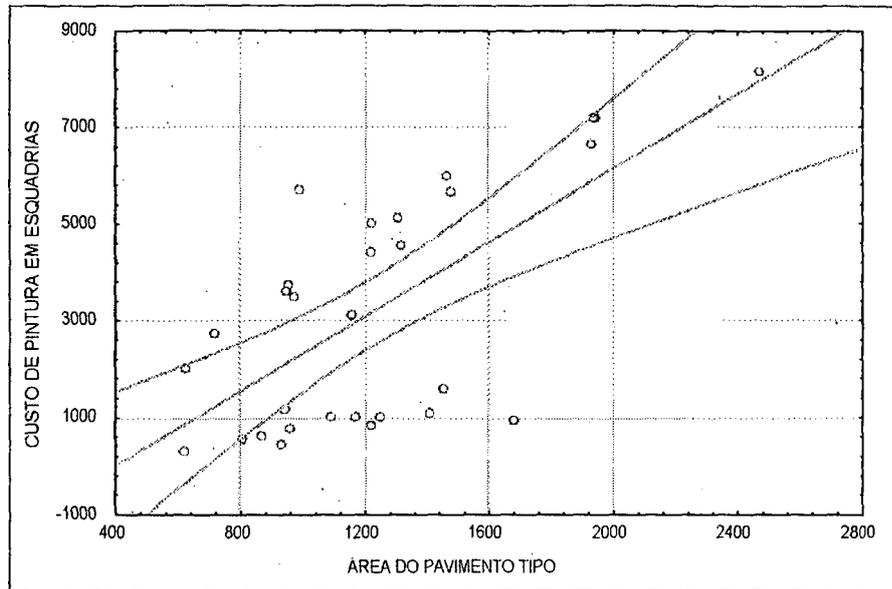
Figura B.61 - Regressão Linear entre Custo de Pintura em Fachada e Área do Pavimento Tipo



$$PES = -1.627 + 0,37151 * AR$$

R	0,6973
R ²	0,4862
R ² Ajustado	0,4678
Erro Padrão	1.781,59
Tamanho da Amostra	30

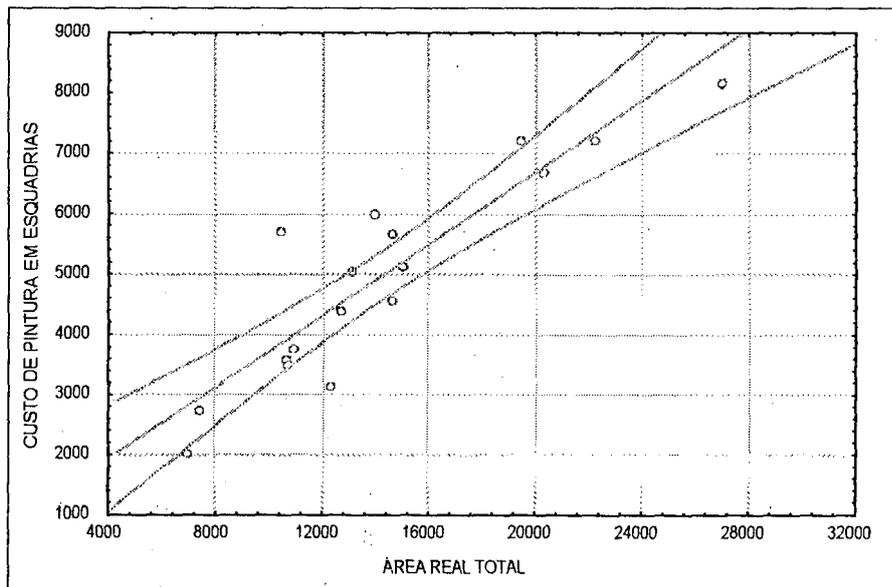
Figura B.62 - Regressão Linear entre Custo de Pintura de Esquadrias e Área Real Total



$$PES = -1.514 + 3,8382 * ATP$$

R	0,6719
R ²	0,4515
R ² Ajustado	0,4319
Erro Padrão	1.840,68
Tamanho da Amostra	30

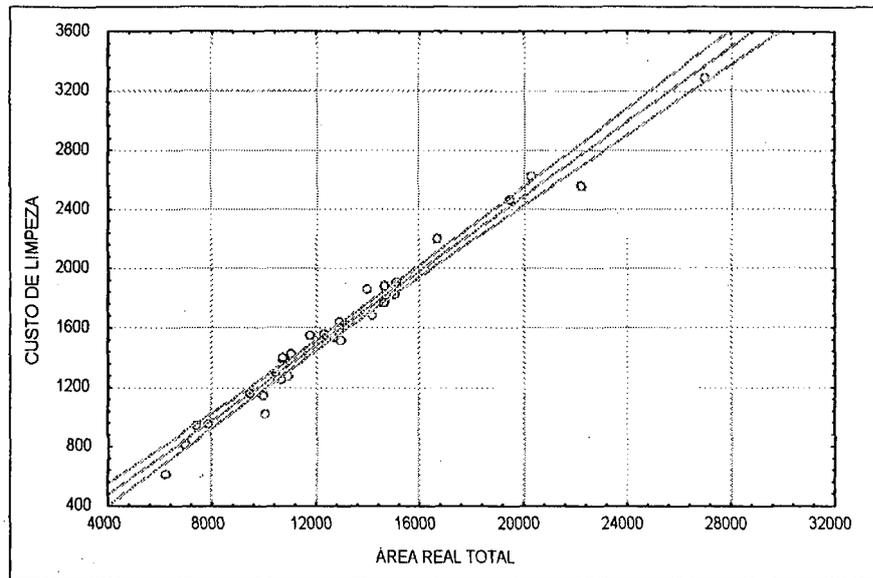
Figura B.63 - Regressão Linear entre Custo de Pintura de Esquadrias e Área do Pavimento Total



$$PES = 760,24 + 0,29657 * AR$$

R	0,9035
R ²	0,8162
R ² Ajustado	0,8040
Erro Padrão	770,27
Tamanho da Amostra	17

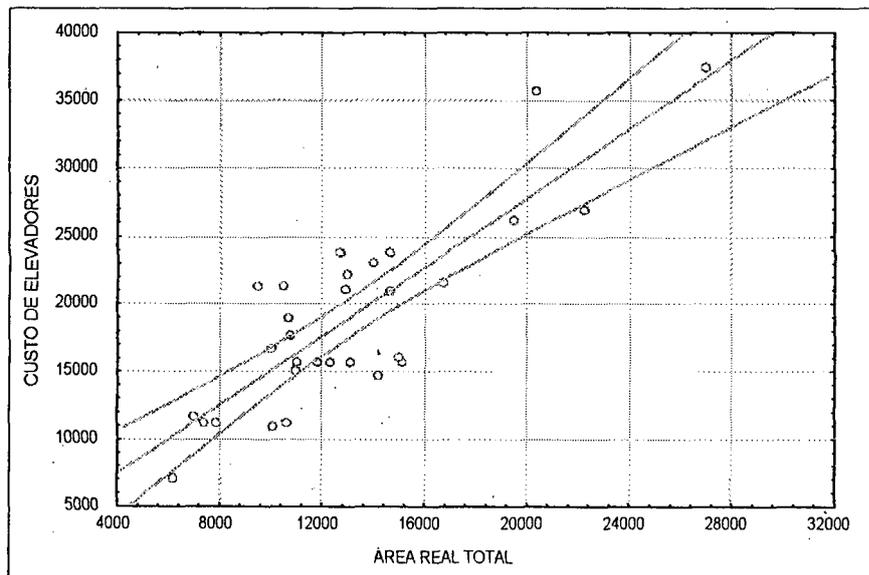
Figura B.64 - Regressão Linear entre Custo de Pintura de Esquadrias dentro de Padrão de Custo Específico e Área Real Total



$$LMP = -25,46 + 0,12569 * AR$$

R	0,9884
R ²	0,9768
R ² Ajustado	0,9760
Erro Padrão	90,26
Tamanho da Amostra	30

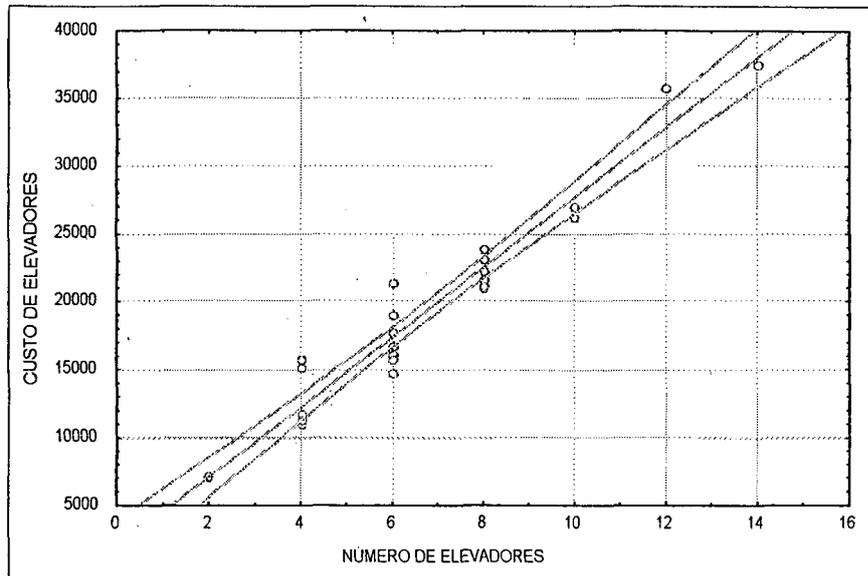
Figura B.65 - Regressão Linear entre Custo de Limpeza e Área Real Total



$$ELV = 2.399,9 + 1,2707 * AR$$

R	0,8435
R ²	0,7115
R ² Ajustado	0,7012
Erro Padrão	3.773,92
Tamanho da Amostra	30

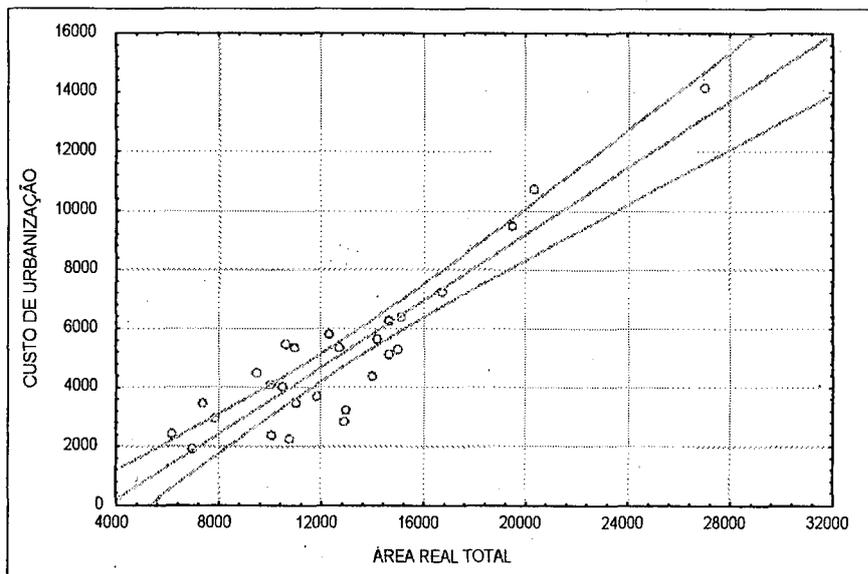
Figura B.66 - Regressão Linear entre Custo de Elevadores e Área Real Total



$$ELV = 1.942,3 + 2.576,2 * NEL$$

R	0,9631
R ²	0,9275
R ² Ajustado	0,9249
Erro Padrão	1.892,41
Tamanho da Amostra	30

Figura B.67 - Regressão Linear entre Custo de Elevadores e Número de Elevadores



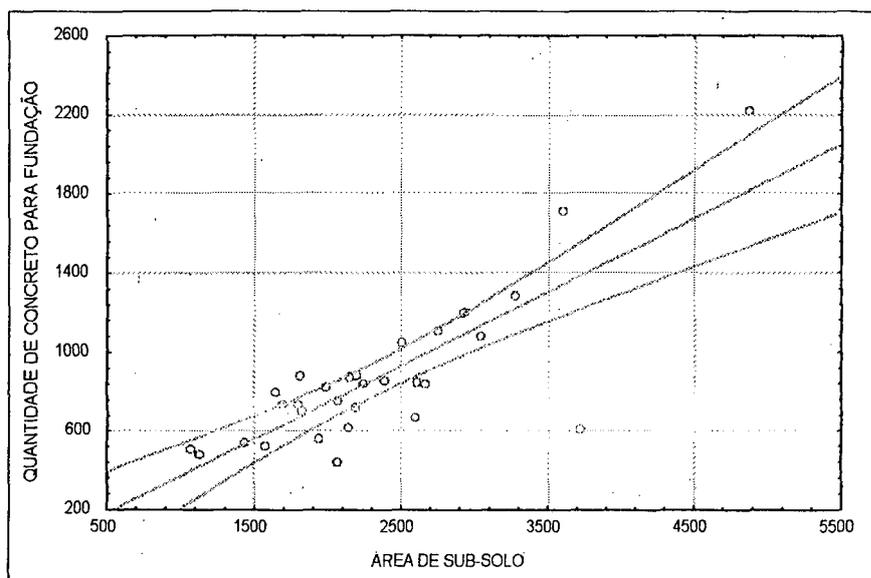
$$URB = -2070 + 0,56389 * AR$$

R	0,9137
R ²	0,8348
R ² Ajustado	0,8282
Erro Padrão	1.141,59
Tamanho da Amostra	27

Figura B.68 - Regressão Linear entre Custo de Urbanização e Área Real Total

Anexo C

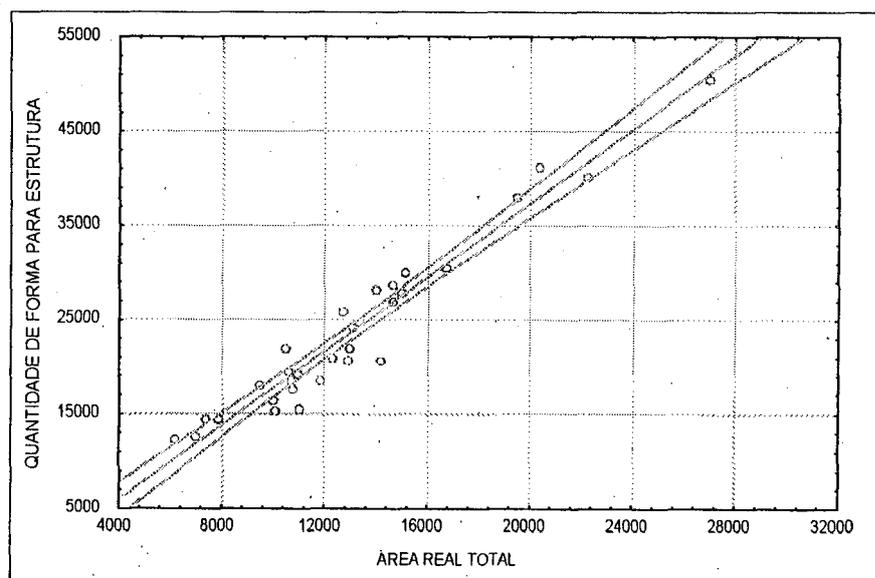
Análises de Regressão para Quantidades de Serviços



$$QCNF = -1,861 + 0,37367 * ASS$$

R	0,8093
R ²	0,6550
R ² Ajustado	0,6427
Erro Padrão	222,63
Tamanho da Amostra	30

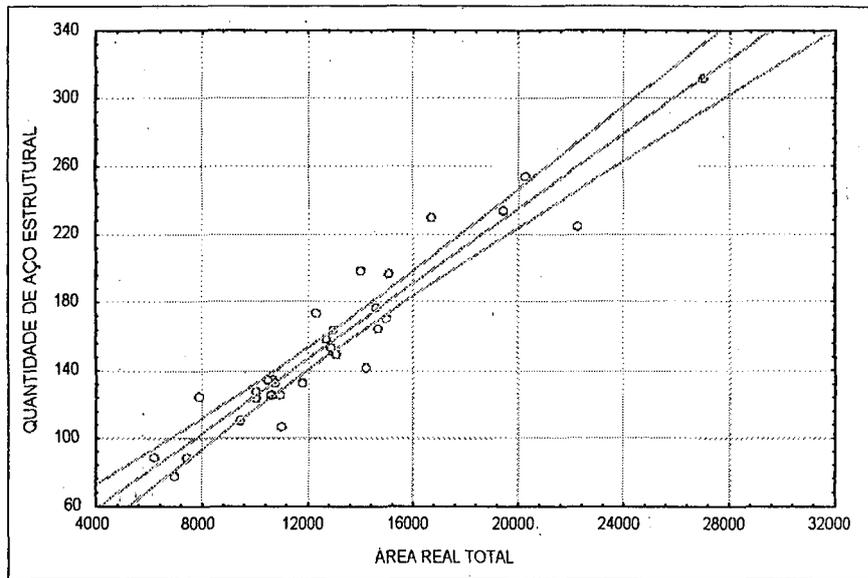
Figura C.1 - Regressão Linear entre Quantidade de Concreto para Fundação e Área de Sub-Solo



$$QFRM = -1831 + 1,9620 * AR$$

R	0,9720
R ²	0,9447
R ² Ajustado	0,9427
Erro Padrão	2.214,43
Tamanho da Amostra	30

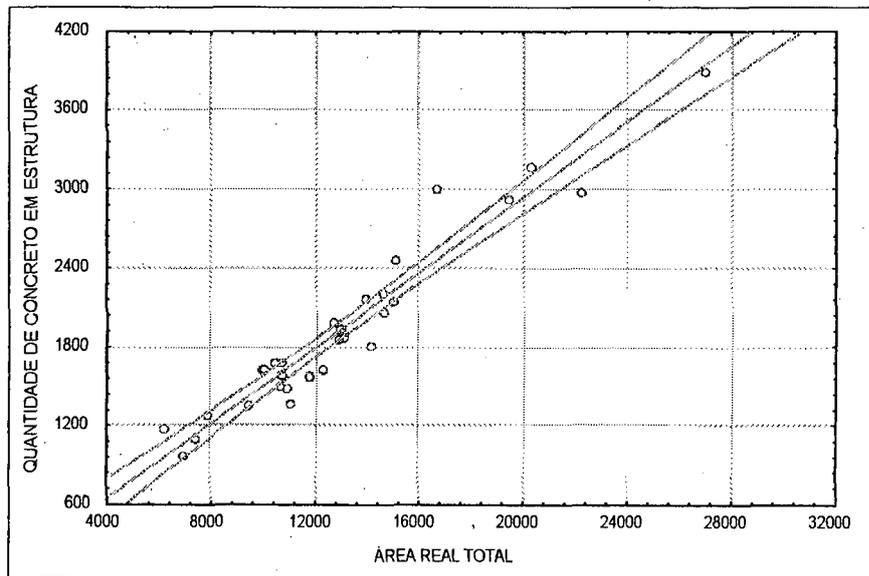
Figura C.2 - Regressão Linear entre Quantidade de Forma para Estrutura e Área Real Total



$$QACE = 14,883 + 0,01101 * AR$$

R	0,9528
R ²	0,9079
R ² Ajustado	0,9046
Erro Padrão	16,36
Tamanho da Amostra	30

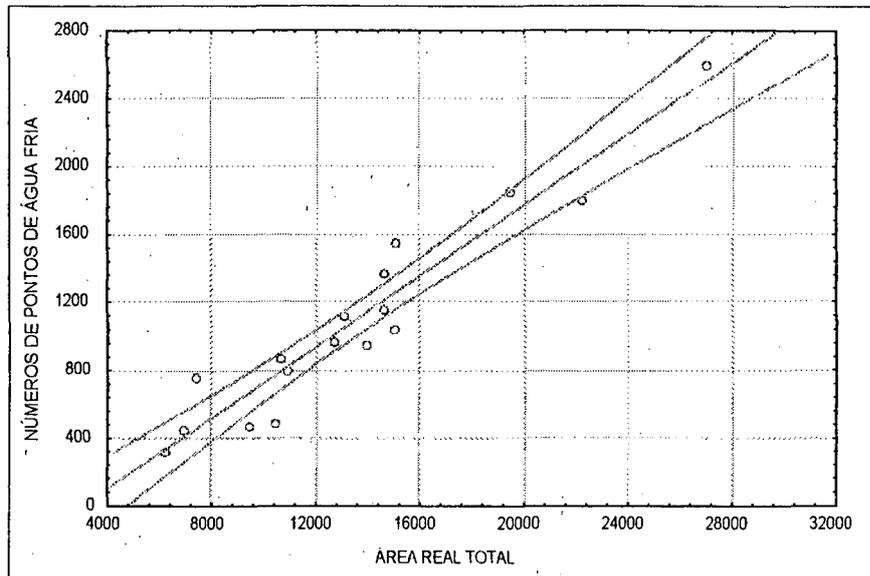
Figura C.3 - Regressão Linear entre Quantidade de Aço Estrutural e Área Real Total



$$QCNE = 72,289 + 0,14333 * AR$$

R	0,9650
R ²	0,9312
R ² Ajustado	0,9288
Erro Padrão	181,68
Tamanho da Amostra	30

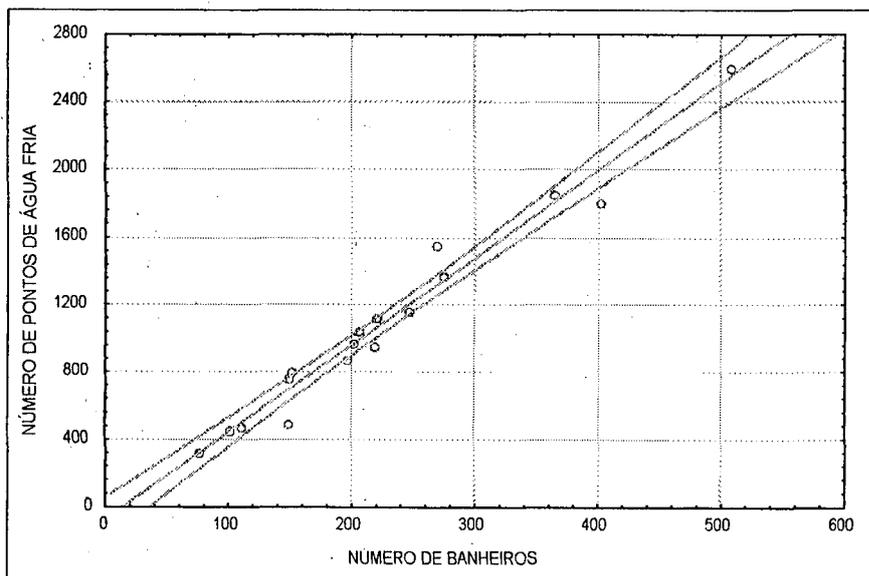
Figura C.4 - Regressão Linear entre Quantidade de Concreto para Estrutura e Área Real Total



$$\text{NPAF} = -314,7 + 0,10441 * \text{AR}$$

R	0,9561
R ²	0,9141
R ² Ajustado	0,9083
Erro Padrão	180,31
Tamanho da Amostra	17

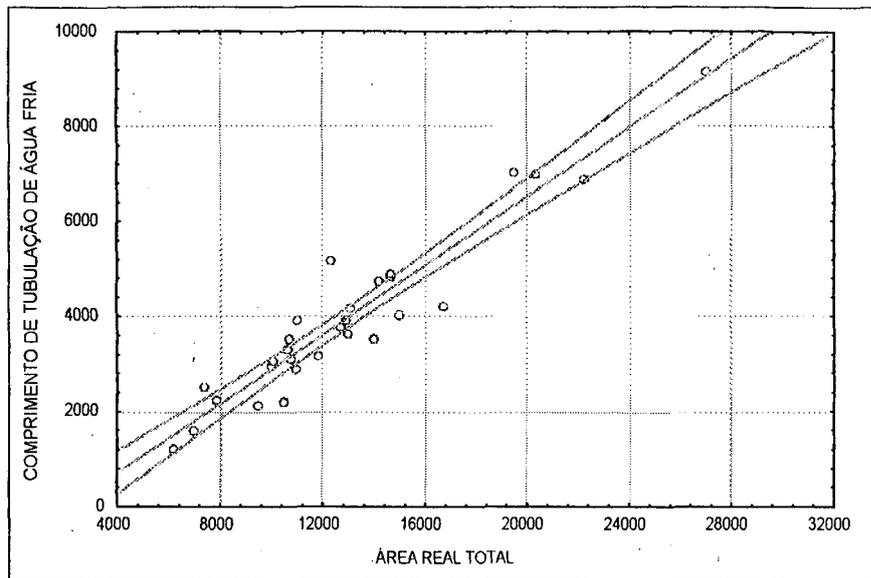
Figura C.5 - Regressão Linear entre Número de Pontos de Água Fria e Área Real Total



$$\text{NPAF} = -71,59 + 5,1687 * \text{NB}$$

R	0,9842
R ²	0,9686
R ² Ajustado	0,9665
Erro Padrão	108,95
Tamanho da Amostra	17

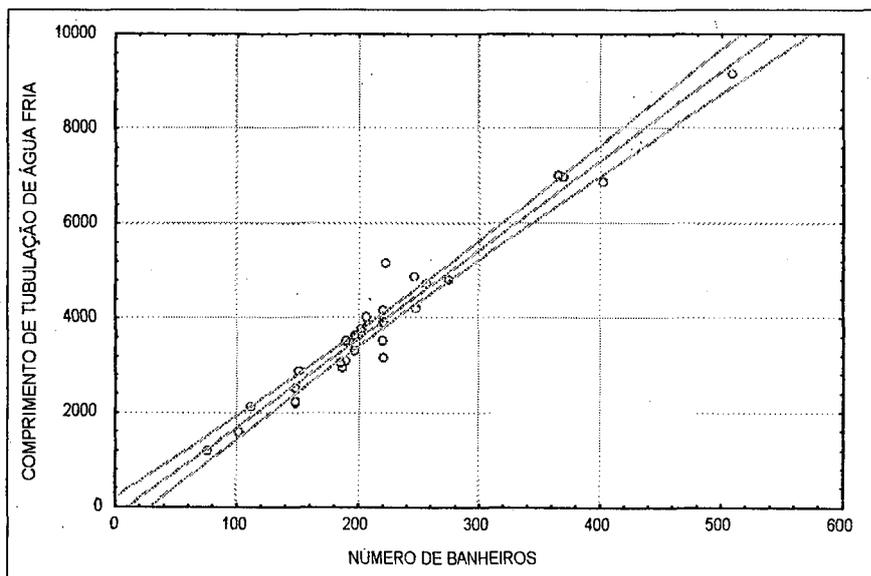
Figura C.6 - Regressão Linear entre Número de Pontos de Água Fria e Número de Banheiros



$$CTBA = -737,4 + 0,36333 * AR$$

R	0,9526
R ²	0,9075
R ² Ajustado	0,9041
Erro Padrão	548,97
Tamanho da Amostra	29

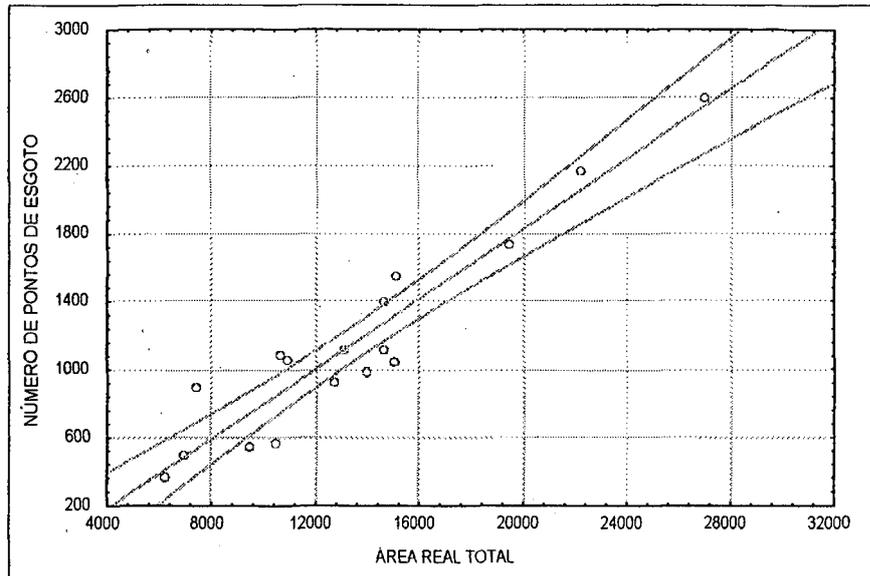
Figura C.7 - Regressão Linear entre Comprimento de Tubulação de Água Fria e Área Real Total



$$CTBA = 9,0631 + 5,1030 * NB$$

R	0,9777
R ²	0,9559
R ² Ajustado	0,9542
Erro Padrão	386,15
Tamanho da Amostra	28

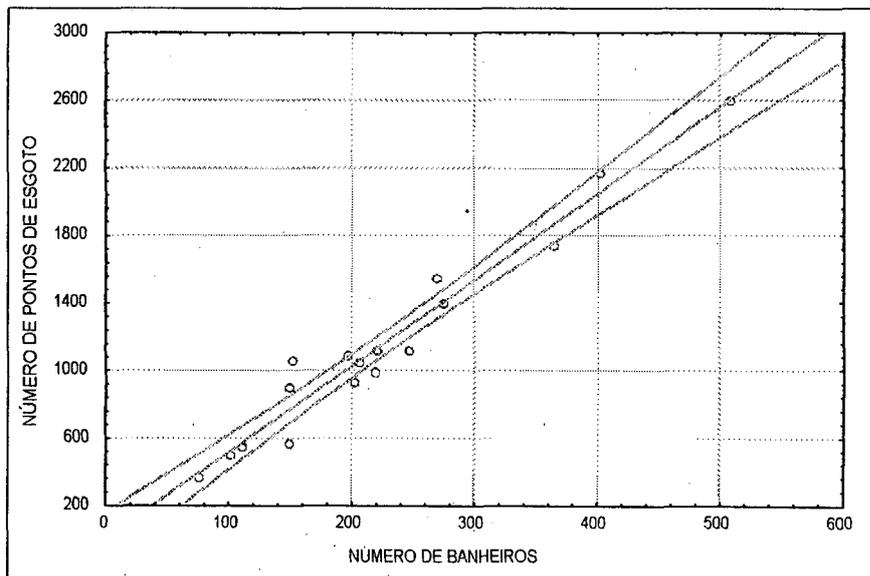
Figura C.8 - Regressão Linear entre Comprimento de Tubulação de Água Fria e Número de Banheiros



$$NPES = -227,2 + 0,10281 * AR$$

R	0,9469
R ²	0,8966
R ² Ajustado	0,8897
Erro Padrão	196,67
Tamanho da Amostra	17

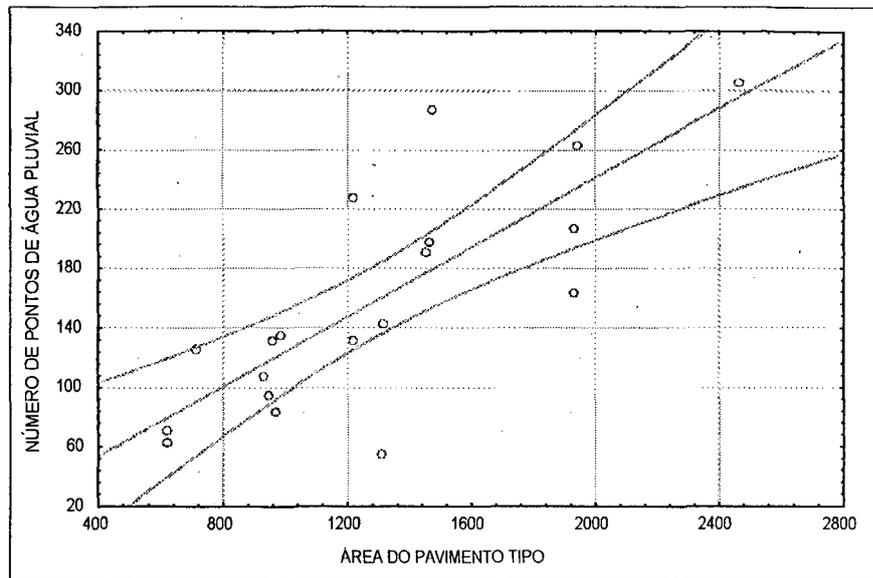
Figura C.9 - Regressão Linear entre Número de Pontos de Esgoto e Área Real Total



$$NPES = 9,0631 + 5,1030 * NB$$

R	0,9774
R ²	0,9552
R ² Ajustado	0,9522
Erro Padrão	129,39
Tamanho da Amostra	17

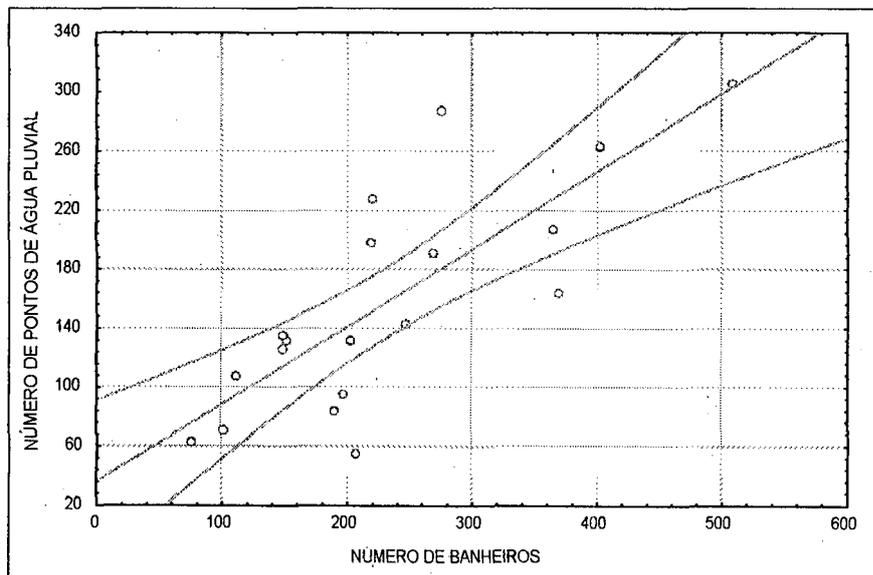
Figura C.10 - Regressão Linear entre Número de Pontos de Esgoto e Número de Banheiros



$$NPAP = 7,2272 + 0,11706 * ATP$$

R	0,7789
R ²	0,6066
R ² Ajustado	0,5835
Erro Padrão	48,54
Tamanho da Amostra	19

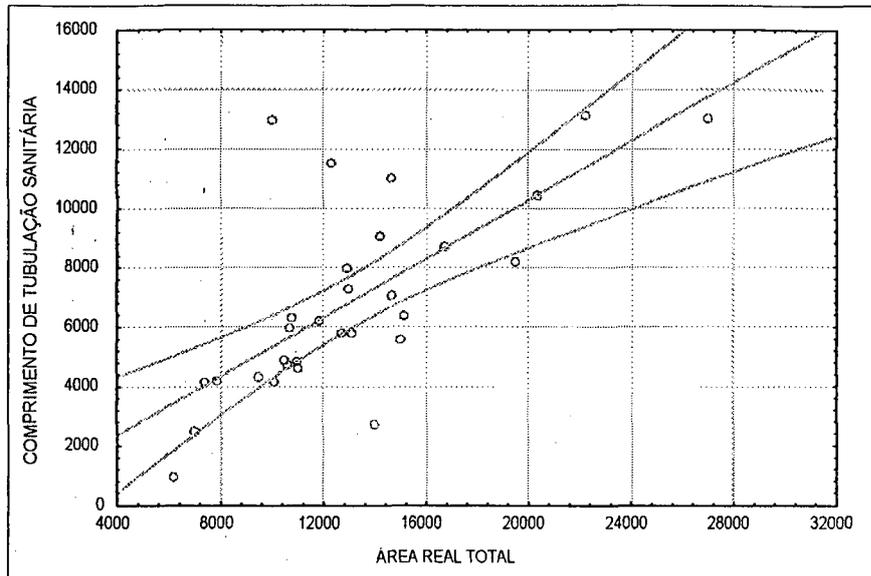
Figura C.11 - Regressão Linear entre Número de Pontos de Água Pluvial e Área do Pavimento Tipo



$$NPAP = 36,366 + 0,52471 * NB$$

R	0,7835
R ²	0,6139
R ² Ajustado	0,5912
Erro Padrão	48,09
Tamanho da Amostra	19

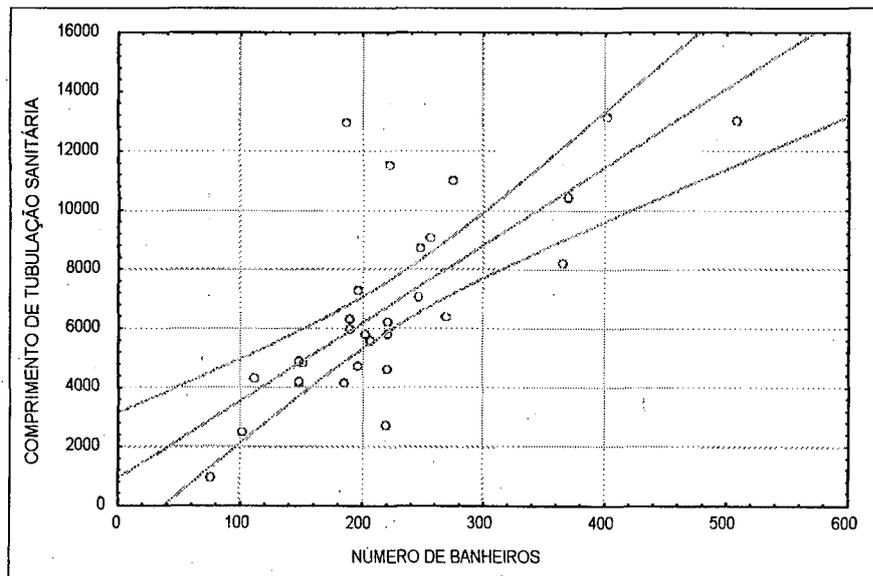
Figura C.12 - Regressão Linear entre Número de Pontos de Água Pluvial e Número de Banheiros



$$CTBS = 397,50 + 0,49762 * AR$$

R	0,7046
R ²	0,4965
R ² Ajustado	0,4785
Erro Padrão	2.323,38
Tamanho da Amostra	30

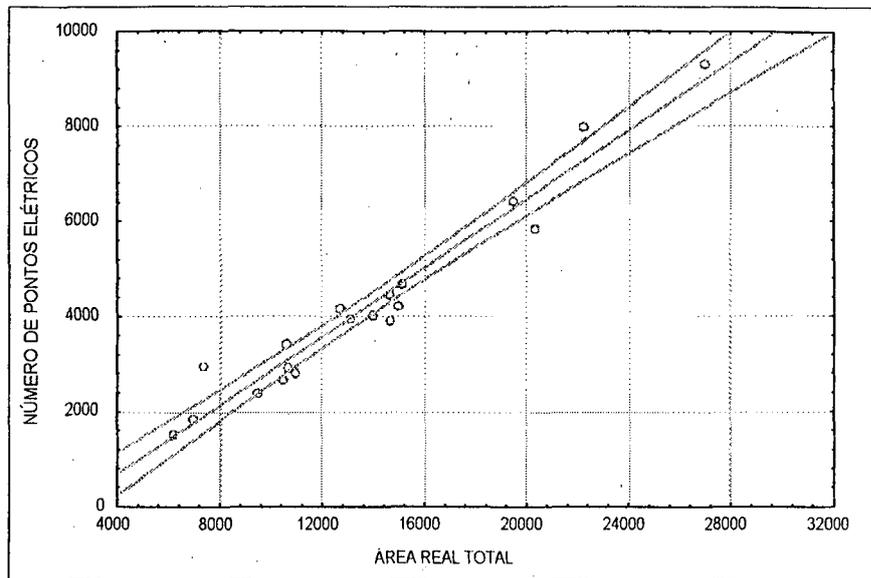
Figura C.13 - Regressão Linear entre Comprimento de Tubulação Sanitária e Área Real Total



$$CTBS = 931,23 + 26,340 * NB$$

R	0,7473
R ²	0,5584
R ² Ajustado	0,5420
Erro Padrão	2.210,67
Tamanho da Amostra	29

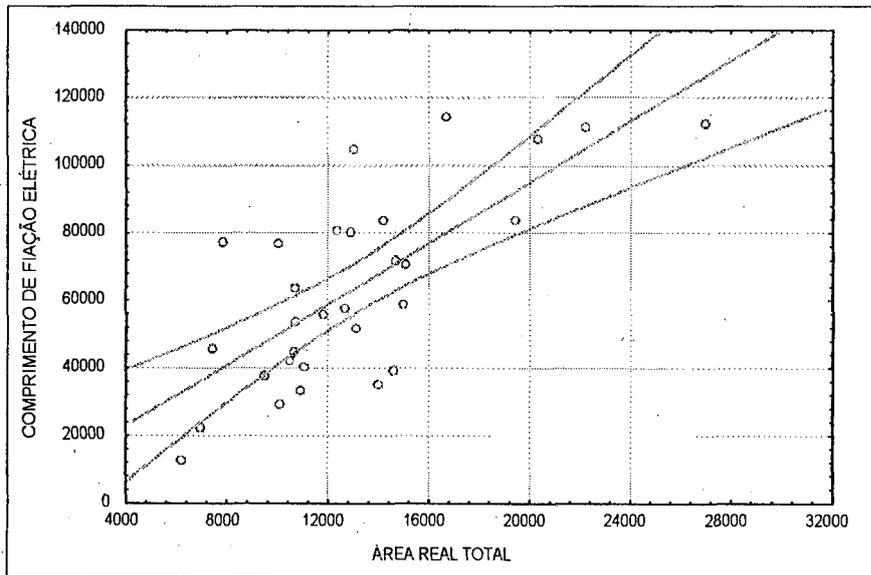
Figura C.14 - Regressão Linear entre Comprimento de Tubulação Sanitária e Número de Banheiros



$$NP\text{EL} = -756,8 + 0,36124 * AR$$

R	0,9753
R ²	0,9512
R ² Ajustado	0,9483
Erro Padrão	456,69
Tamanho da Amostra	19

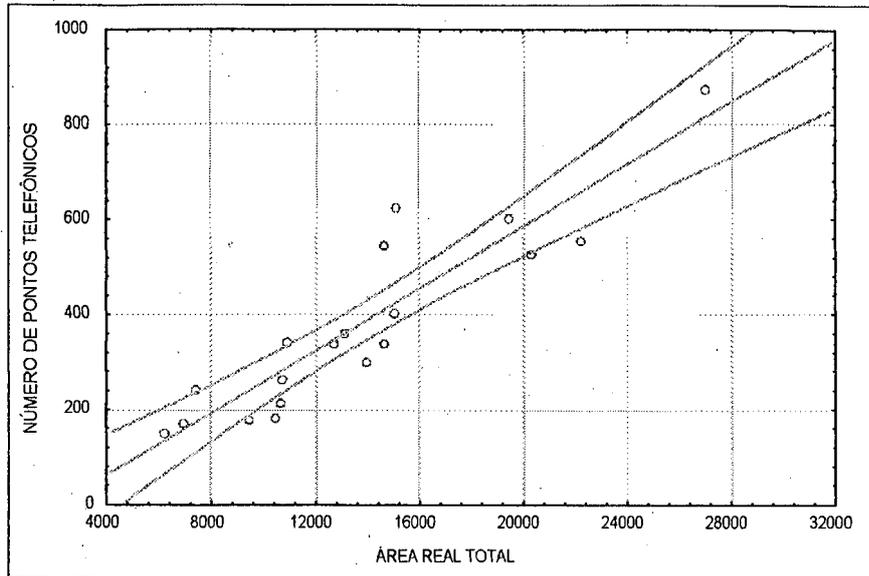
Figura C.15 - Regressão Linear entre Número de Pontos Elétricos e Área Real Total



$$CF\text{EL} = 4.949,2 + 4,5028 * AR$$

R	0,7287
R ²	0,5310
R ² Ajustado	0,5143
Erro Padrão	19.738,90
Tamanho da Amostra	30

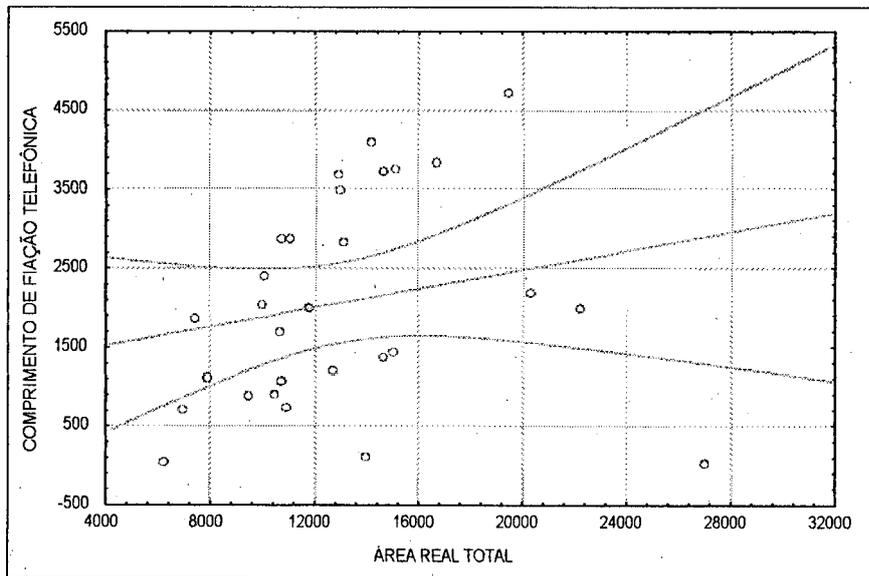
Figura C.16 - Regressão Linear entre Comprimento de Fiação Elétrica e Área Real Total



$$NPTF = -68,32 + 0,03275 * AR$$

R	0,9105
R ²	0,8291
R ² Ajustado	0,8190
Erro Padrão	82,95
Tamanho da Amostra	19

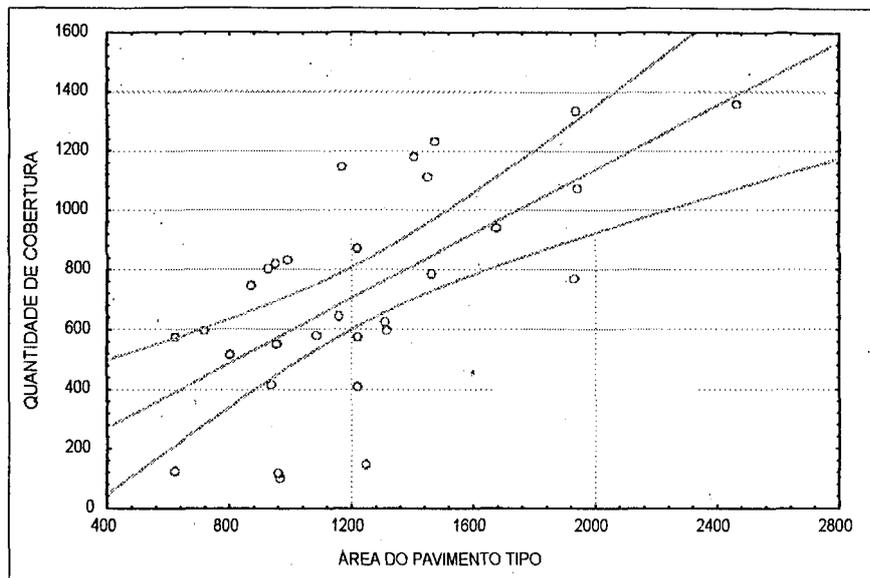
Figura C.17 - Regressão Linear entre Número de Pontos Telefônicos e Área Real Total



$$CFIF = 1.292,9 + 0,05972 * AR$$

R	0,2112
R ²	0,0446
R ² Ajustado	0,0092
Erro Padrão	1.311,97
Tamanho da Amostra	29

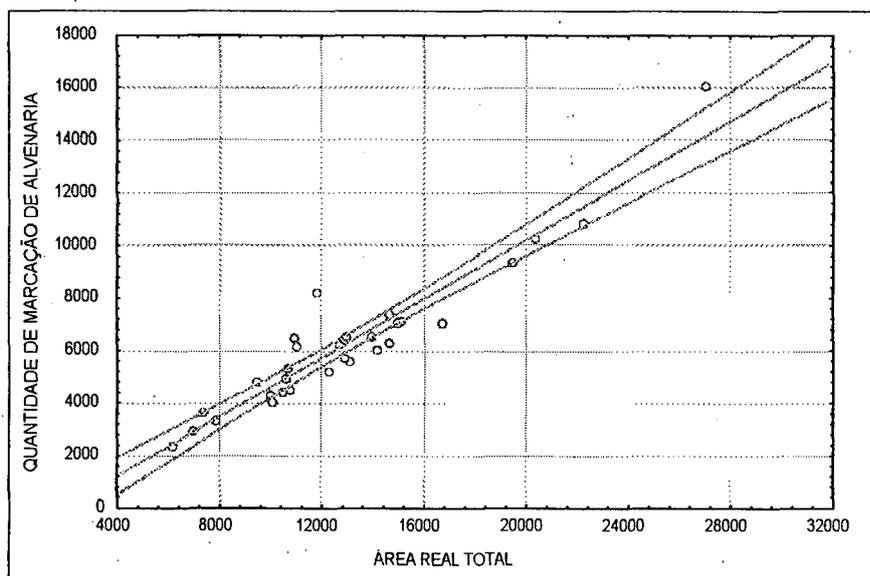
Figura C.18 - Regressão Linear entre Comprimento de Fiação Telefônica e Área Real Total



$$QCOB = 56,420 + 0,54057 * ATP$$

R	0,6531
R ²	0,4266
R ² Ajustado	0,4061
Erro Padrão	272,71
Tamanho da Amostra	30

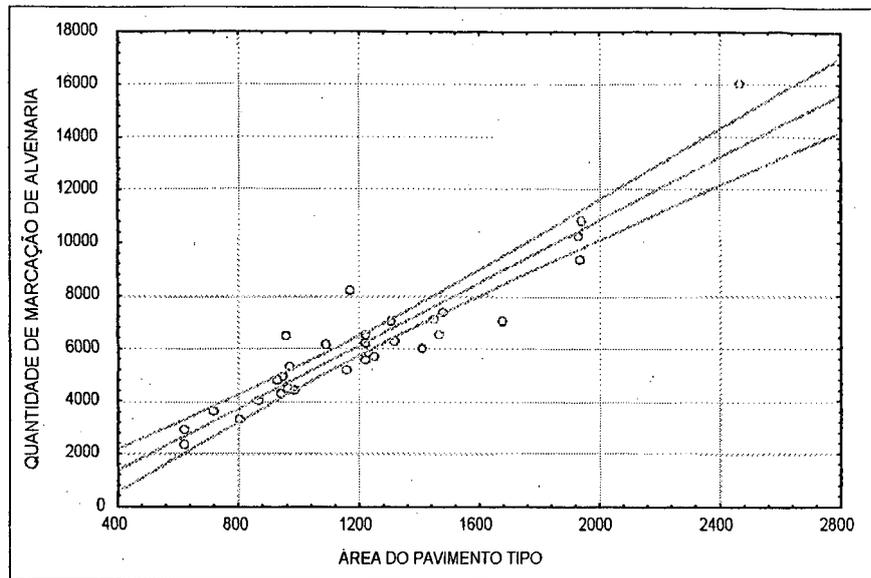
Figura C.19 - Regressão Linear entre Quantidade de Cobertura e Área do Pavimento Tipo



$$QMAL = -1.018 + 0,56279 * AR$$

R	0,9500
R ²	0,9025
R ² Ajustado	0,8991
Erro Padrão	862,62
Tamanho da Amostra	30

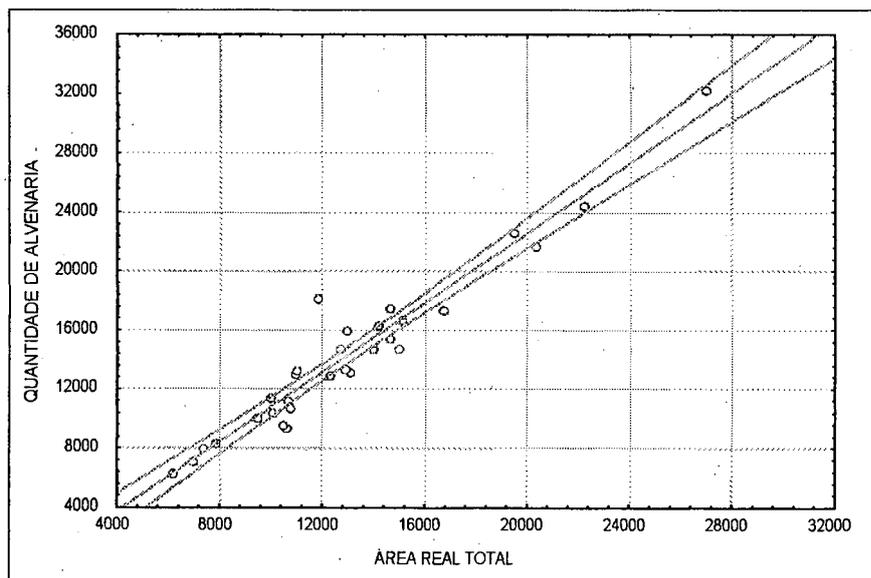
Figura C.20 - Regressão Linear entre Quantidade de Marcação de Alvenaria e Área Real Total



$$QMAL = -1.005 + 5,9422 * ATP$$

R	0,9357
R ²	0,8755
R ² Ajustado	0,8710
Erro Padrão	975,07
Tamanho da Amostra	30

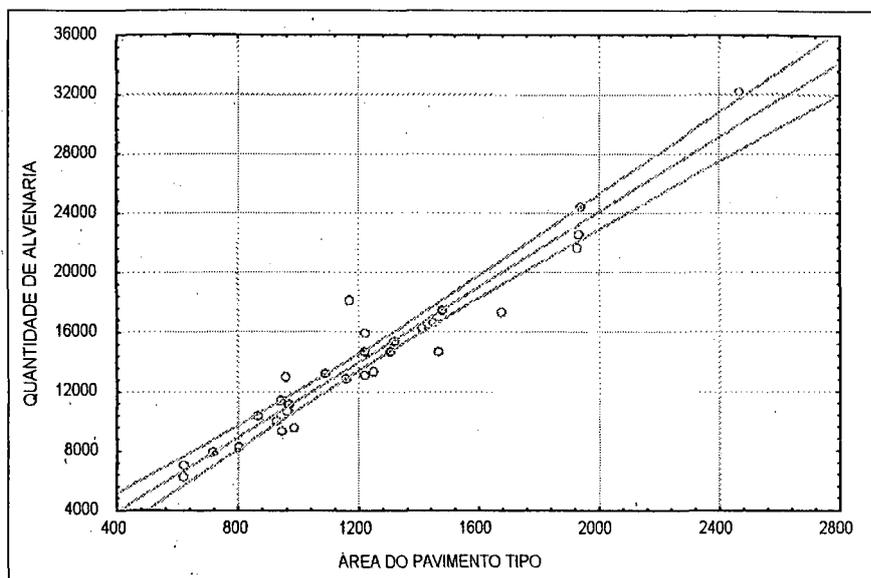
Figura C.21 - Regressão Linear entre Quantidade de Marcação de Alvenaria e Área do Pavimento Tipo



$$QALV = -957,5 + 1,1786 * AR$$

R	0,9664
R ²	0,9340
R ² Ajustado	0,9316
Erro Padrão	1.461,52
Tamanho da Amostra	30

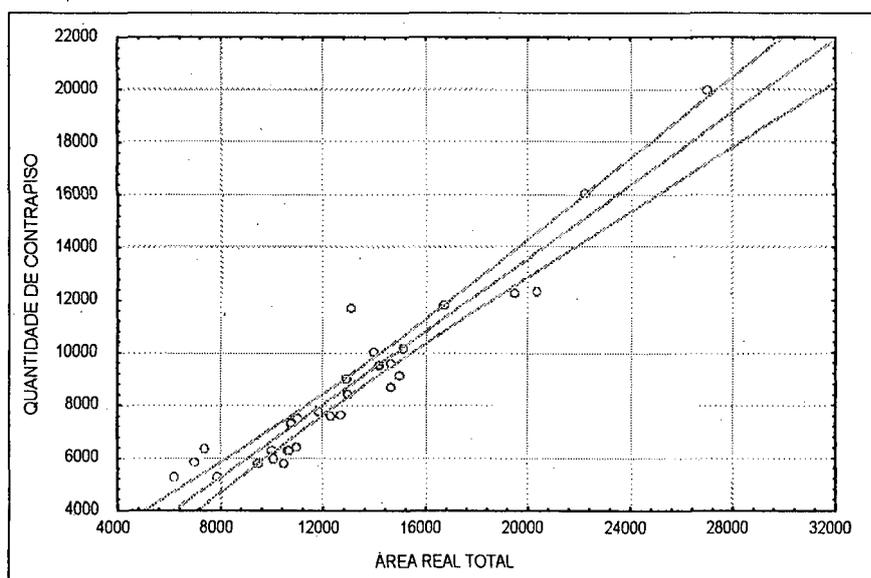
Figura C.22 - Regressão Linear entre Quantidade de Alvenaria e Área Real Total



$$QALV = -1.138 + 12,614 * ATP$$

R	0,9648
R ²	0,9309
R ² Ajustado	0,9284
Erro Padrão	1.495,57
Tamanho da Amostra	30

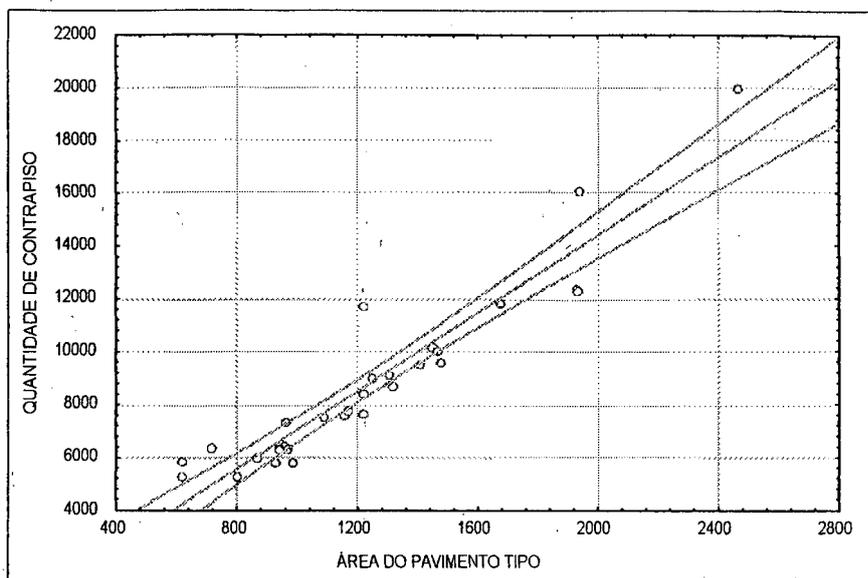
Figura C.23 - Regressão Linear entre Quantidade de Alvenaria e Área do Pavimento Tipo



$$QCPS = -289,3 + 0,69468 * AR$$

R	0,9533
R ²	0,9089
R ² Ajustado	0,9056
Erro Padrão	1.026,07
Tamanho da Amostra	30

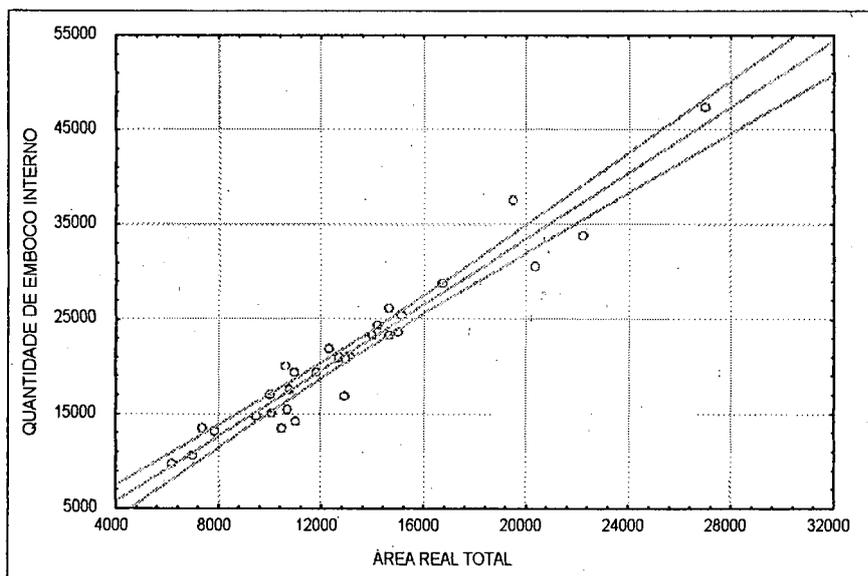
Figura C.24 - Regressão Linear entre Quantidade de Contrapiso e Área Real Total



$$QCPS = -313,3 + 7,3680 * ATP$$

R	0,9432
R ²	0,8896
R ² Ajustado	0,8857
Erro Padrão	1.129,18
Tamanho da Amostra	30

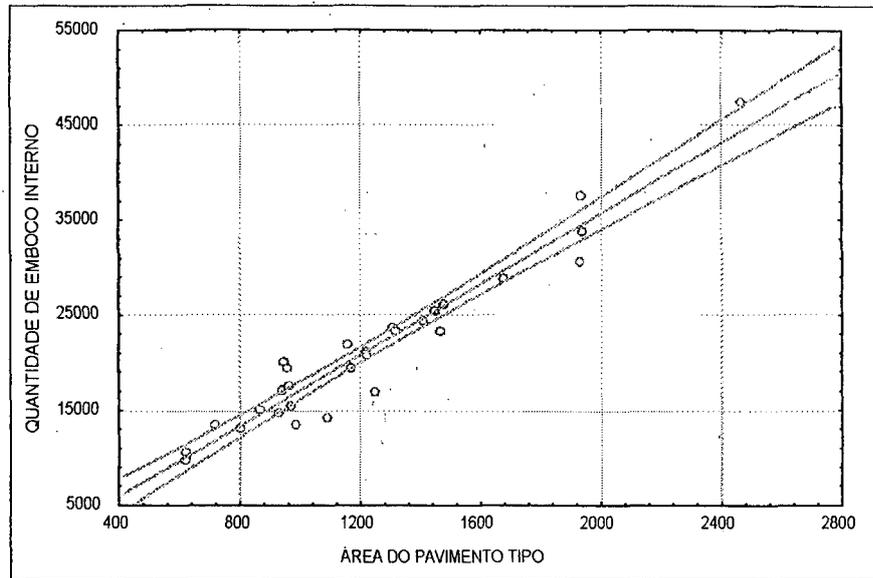
Figura C.25 - Regressão Linear entre Quantidade de Contrapiso e Área do Pavimento Tipo



$$QRBI = -1.224 + 1,7387 * AR$$

R	0,9669
R ²	0,9349
R ² Ajustado	0,9326
Erro Padrão	2.139,61
Tamanho da Amostra	30

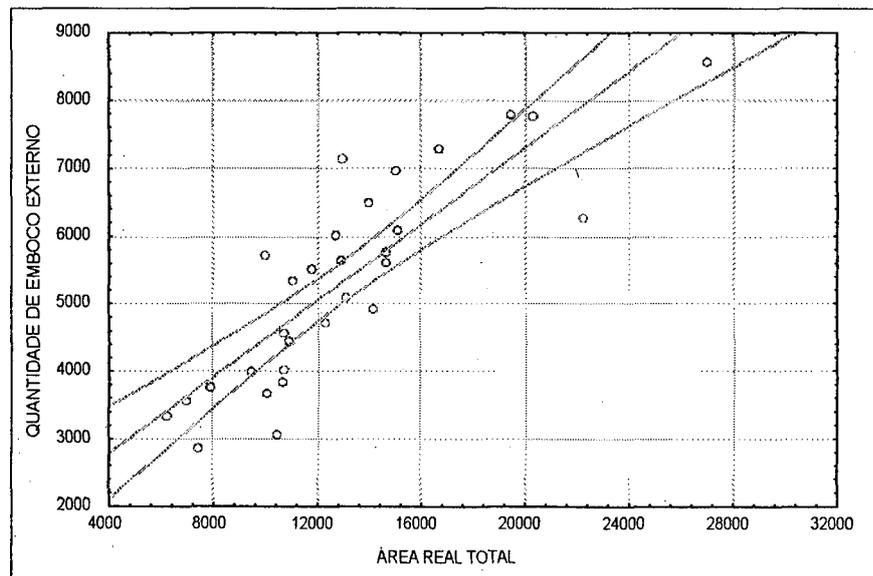
Figura C.26 - Regressão Linear entre Quantidade de Emboco Interno e Área Real Total



$$QRBI = -1.498 + 18,6156 * ATP$$

R	0,9657
R ²	0,9325
R ² Ajustado	0,9301
Erro Padrão	2.179,38
Tamanho da Amostra	30

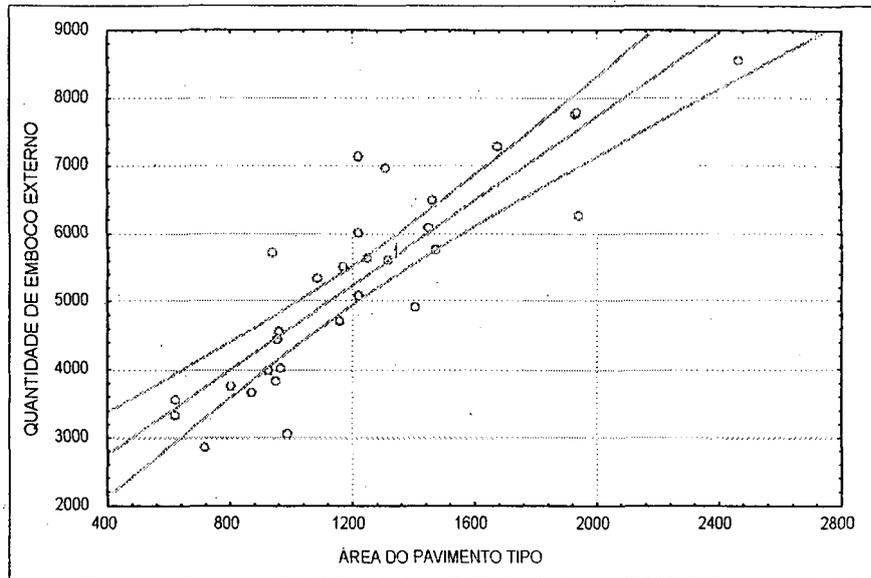
Figura C.27 - Regressão Linear entre Quantidade de Emboco Interno e Área do Pavimento Tipo



$$QRBE = -1.670 + 0,28173 * AR$$

R	0,8486
R ²	0,7202
R ² Ajustado	0,7102
Erro Padrão	819,21
Tamanho da Amostra	30

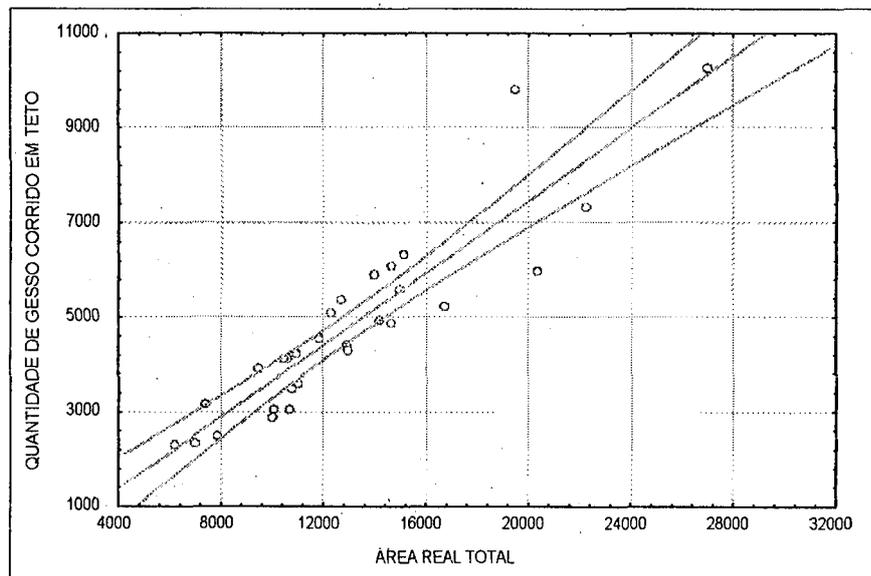
Figura C.28 - Regressão Linear entre Quantidade de Emboco Externo e Área Real Total



$$QRBE = 1.515 + 3,1061 * ATP$$

R	0,8727
R ²	0,7617
R ² Ajustado	0,7532
Erro Padrão	755,97
Tamanho da Amostra	30

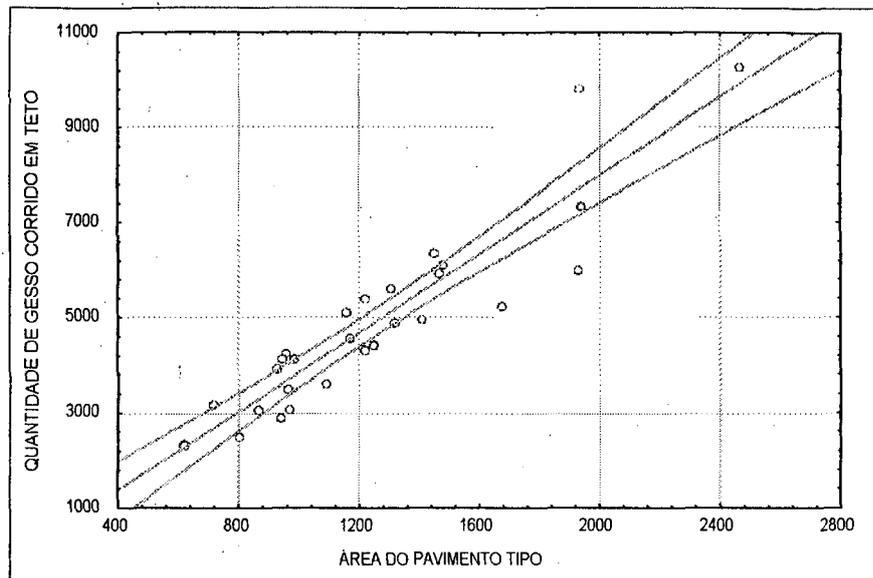
Figura C.29 - Regressão Linear entre Quantidade de Emboço Externo e Área do Pavimento Tipo



$$QGST = -148,3 + 0,38095 * AR$$

R	0,9156
R ²	0,8384
R ² Ajustado	0,8324
Erro Padrão	794,50
Tamanho da Amostra	29

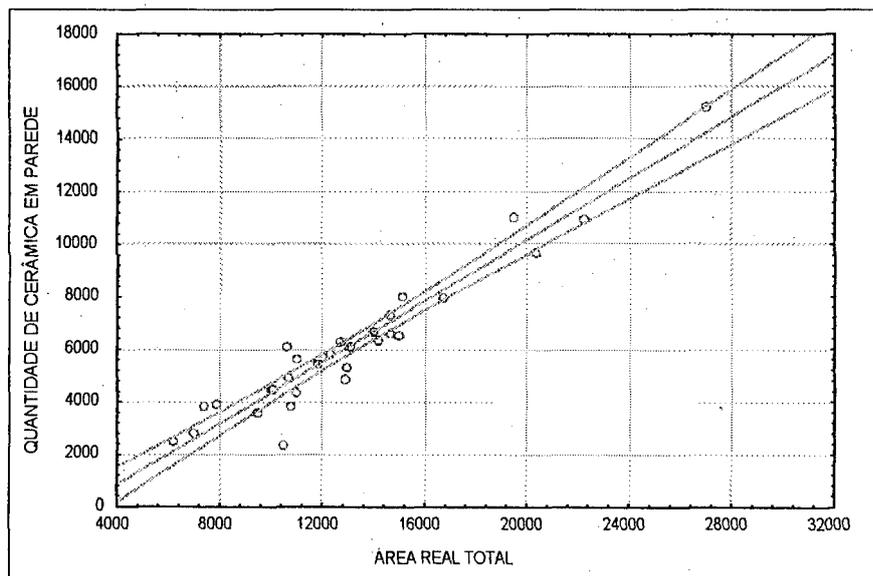
Figura C.30 - Regressão Linear entre Quantidade de Gesso Corrido em Teto e Área Real



$$QGST = -285,8 + 4,1396 * ATP$$

R	0,9281
R ²	0,8614
R ² Ajustado	0,8562
Erro Padrão	735,83
Tamanho da Amostra	29

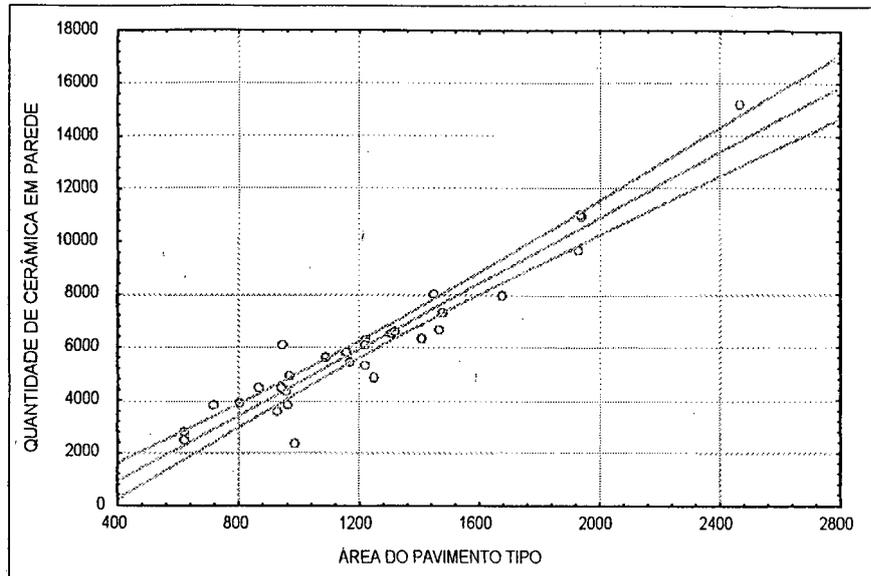
Figura C.31 - Regressão Linear entre Quantidade de Gesso Corrido em Teto e Área do Pavimento Tipo



$$QCPR = -1.482 + 0,58394 * AR$$

R	0,9601
R ²	0,9219
R ² Ajustado	0,9191
Erro Padrão	793,02
Tamanho da Amostra	30

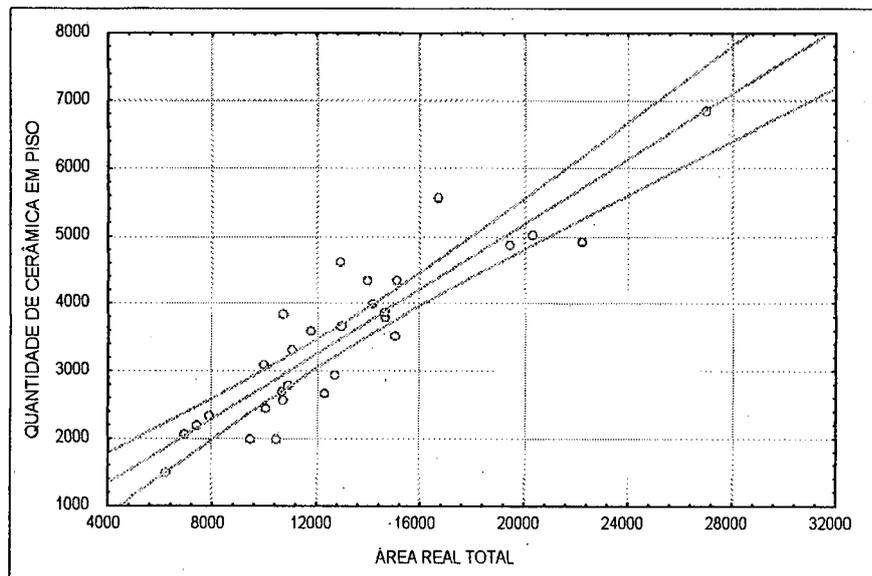
Figura C.32 - Regressão Linear entre Quantidade de Cerâmica em Parede e Área Real Total



$$QCPR = -1.549 + 6,2313 * ATP$$

R	0,9557
R ²	0,9134
R ² Ajustado	0,9103
Erro Padrão	834,80
Tamanho da Amostra	30

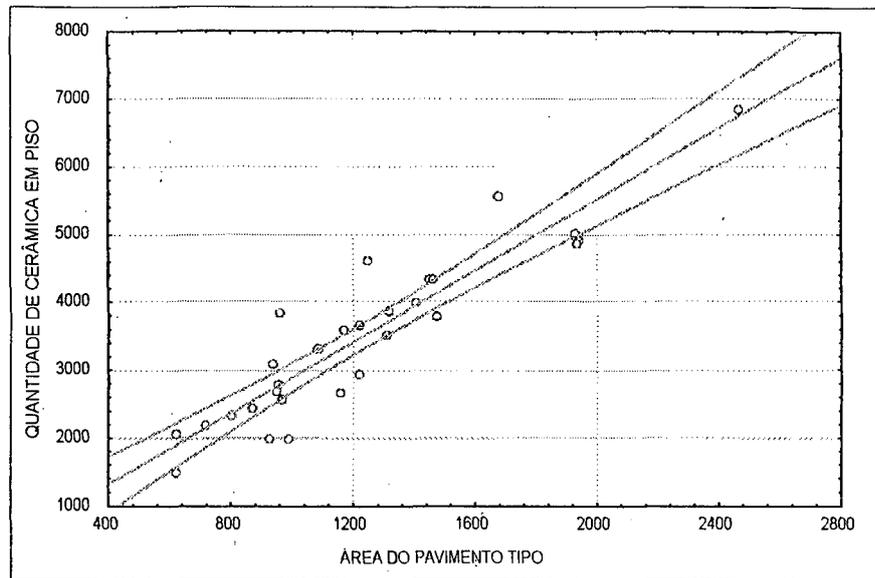
Figura C.33 - Regressão Linear entre Quantidade de Cerâmica em Parede e Área do Pavimento Tipo



$$QCPI = 376,88 + 0,24023 * AR$$

R	0,9048
R ²	0,8186
R ² Ajustado	0,8119
Erro Padrão	537,19
Tamanho da Amostra	29

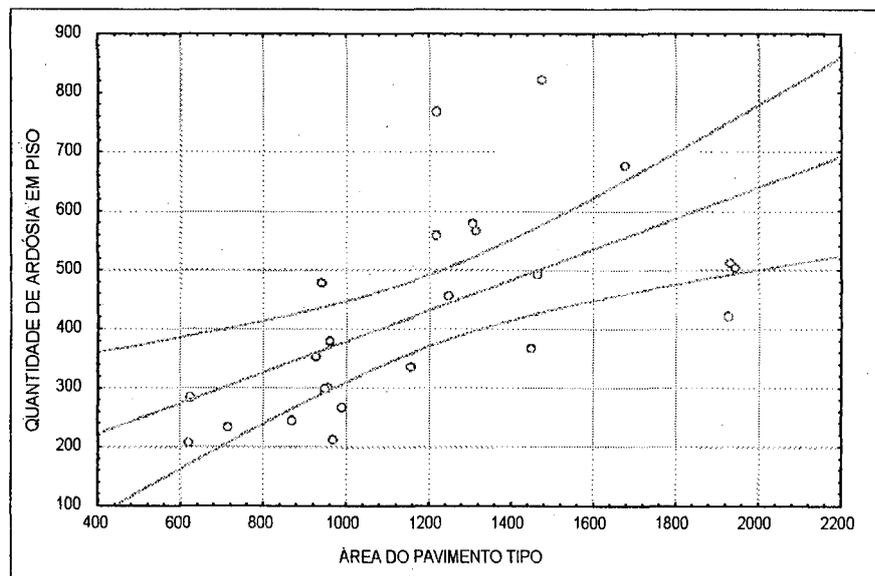
Figura C.34 - Regressão Linear entre Quantidade de Cerâmica em Piso e Área Real Total



$$QCPI = 272,72 + 2,6246 * ATP$$

R	0,9221
R ²	0,8502
R ² Ajustado	0,8446
Erro Padrão	488,15
Tamanho da Amostra	29

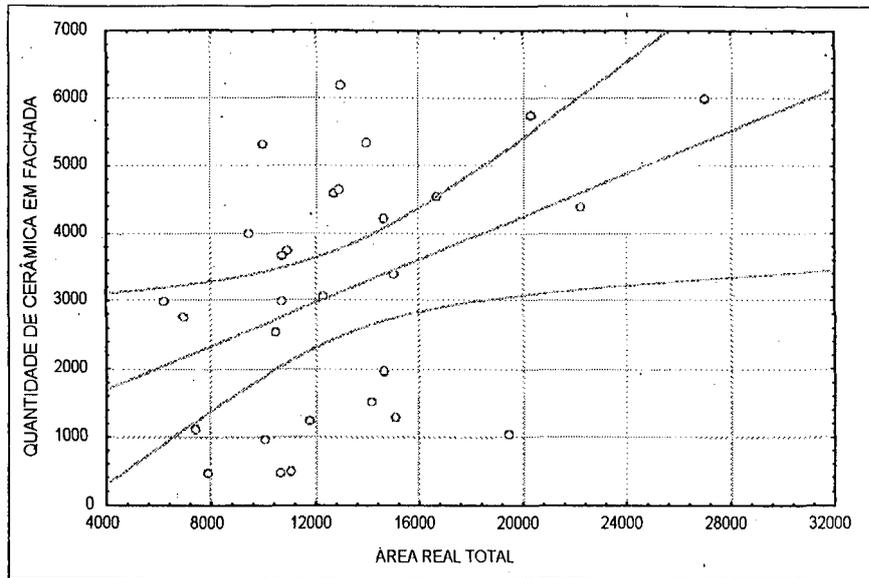
Figura C.35 - Regressão Linear entre Quantidade de Cerâmica em Piso e Área do Pavimento Tipo



$$QAPI = 118,29 + 0,26094 * ATP$$

R	0,5954
R ²	0,3545
R ² Ajustado	0,3251
Erro Padrão	140,83
Tamanho da Amostra	24

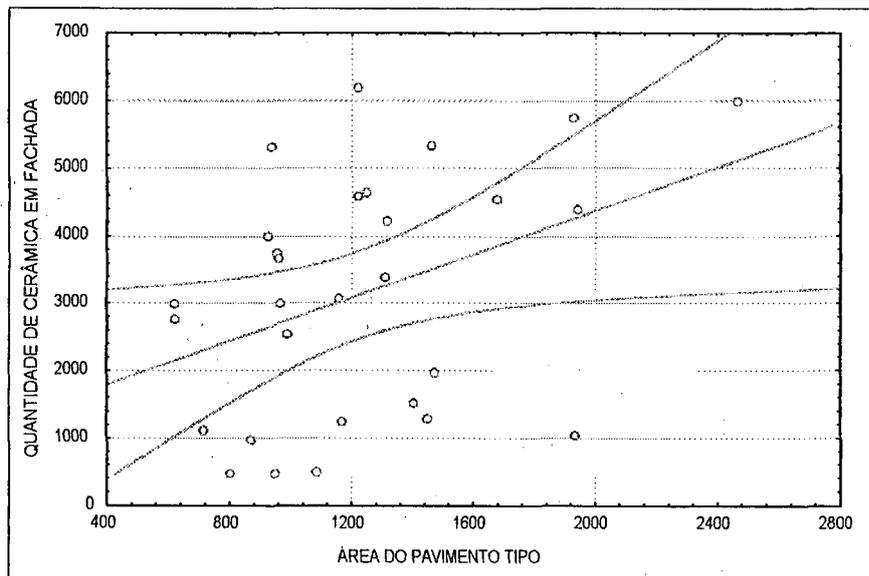
Figura C.36 - Regressão Linear entre Quantidade de Ardósia em Piso e Área do Pavimento Tipo



$$QCFC = 1.068 + 0,15894 * AR$$

R	0,4125
R ²	0,1702
R ² Ajustado	0,1394
Erro Padrão	1.667,17
Tamanho da Amostra	29

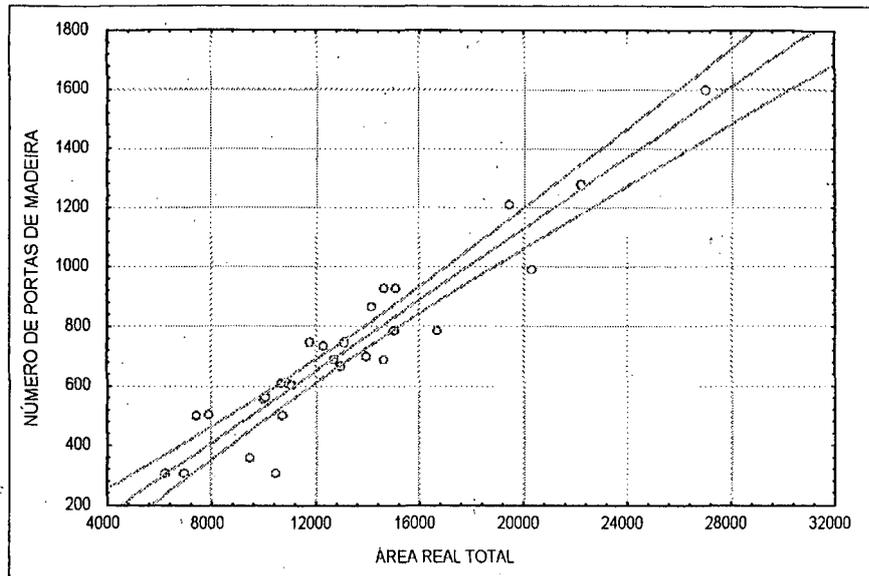
Figura C.37 - Regressão Linear entre Quantidade de Cerâmica em Fachada e Área Real Total



$$QCFC = 1.153 + 1,6114 * ATP$$

R	0,3901
R ²	0,1522
R ² Ajustado	0,1208
Erro Padrão	1.685,13
Tamanho da Amostra	29

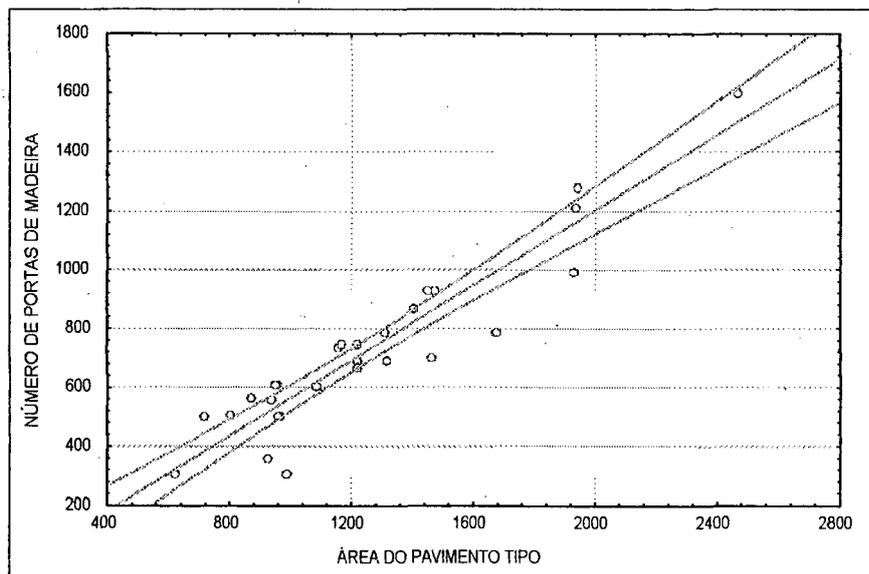
Figura C.38 - Regressão Linear entre Quantidade de Cerâmica em Fachada e Área do Pavimento Tipo



$$\text{NPRM} = -68,43 + 0,05992 * \text{AR}$$

R	0,9457
R ²	0,8943
R ² Ajustado	0,8904
Erro Padrão	97,86
Tamanho da Amostra	29

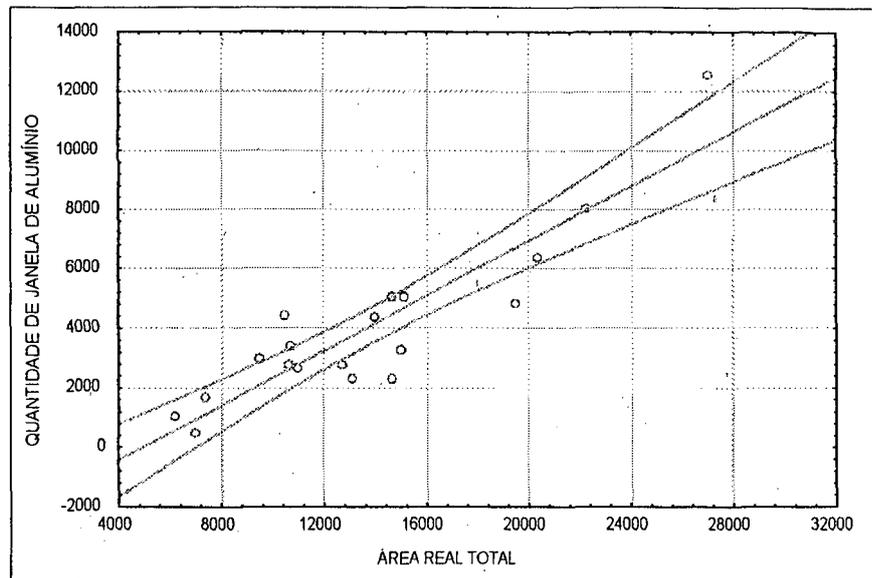
Figura C.39 - Regressão Linear entre Número de Portas de Madeira e Área Real Total



$$\text{NPRM} = -73,81 + 0,63877 * \text{ATP}$$

R	0,9403
R ²	0,8842
R ² Ajustado	0,8799
Erro Padrão	102,41
Tamanho da Amostra	29

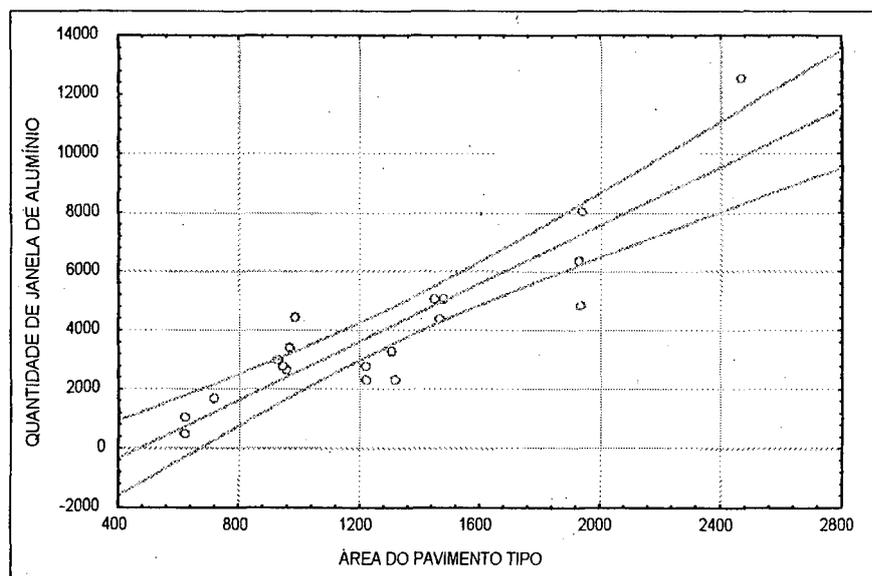
Figura C.40 - Regressão Linear entre Número de Portas de Madeira e Área do Pavimento Tipo



$$QJAL = -2.266 + 0,46090 * AR$$

R	0,9047
R ²	0,8184
R ² Ajustado	0,8077
Erro Padrão	1.211,20
Tamanho da Amostra	19

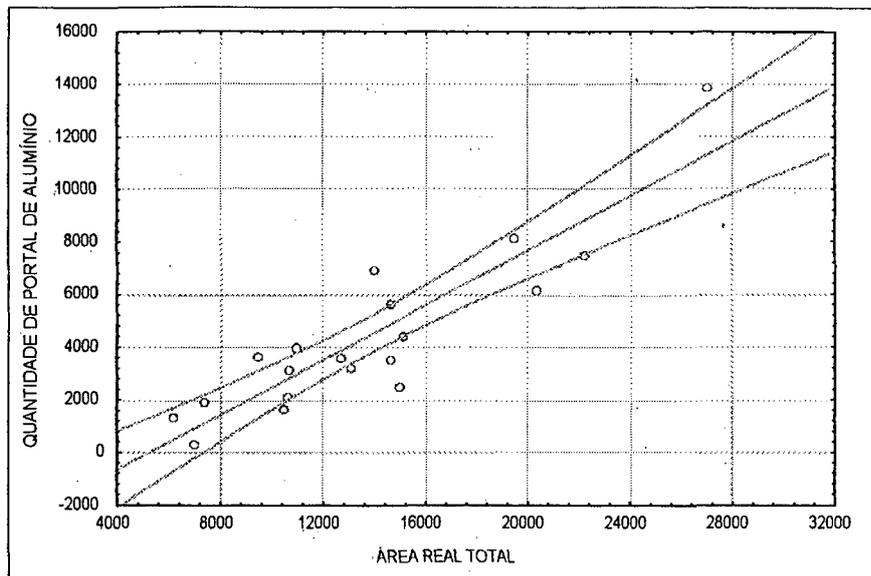
Figura C.41 - Regressão Linear entre Quantidade de Janela de Alumínio e Área Real Total



$$QJAL = -2.307 + 4,9461 * ATP$$

R	0,8961
R ²	0,8031
R ² Ajustado	0,7915
Erro Padrão	1.261,30
Tamanho da Amostra	19

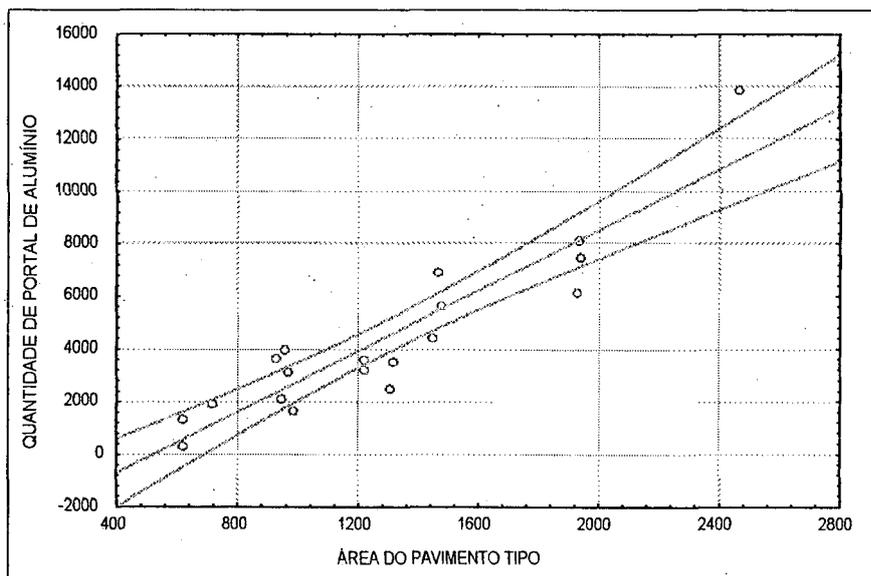
Figura C.42 - Regressão Linear entre Quantidade de Janela de Alumínio e Área do Pavimento Tipo



$$QPAL = -2.724 + 0,52083 * AR$$

R	0,8979
R ²	0,8062
R ² Ajustado	0,7948
Erro Padrão	1.424,70
Tamanho da Amostra	19

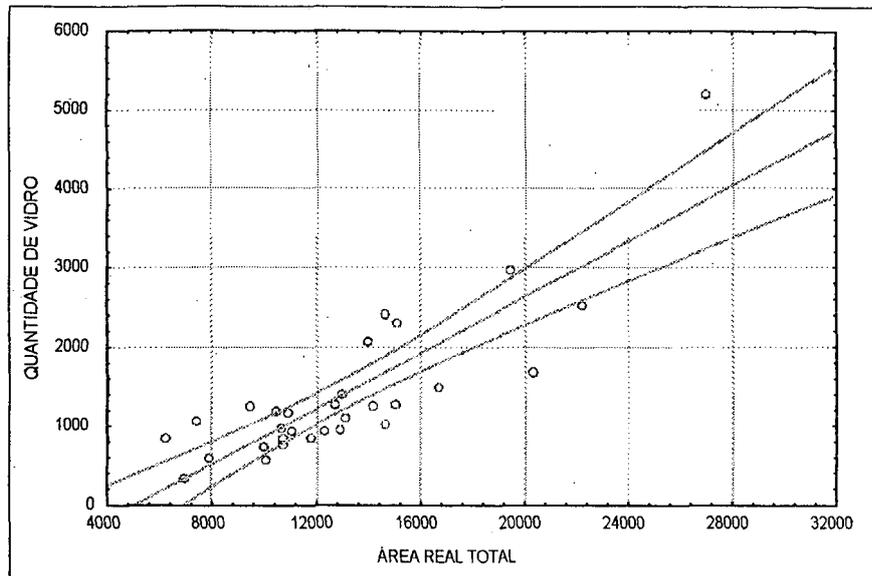
Figura C.43 - Regressão Linear entre Quantidade de Portal de Alumínio e Área Real Total



$$QPAL = -3.014 + 5,7790 * ATP$$

R	0,9196
R ²	0,8457
R ² Ajustado	0,8366
Erro Padrão	1.271,14
Tamanho da Amostra	19

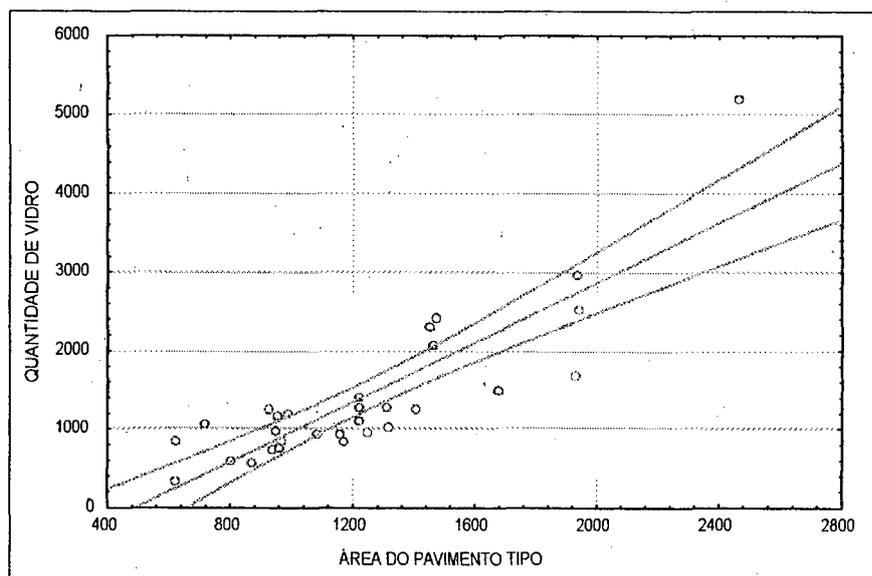
Figura C.44 - Regressão Linear entre Quantidade de Portal de Alumínio e Área do Pavimento Tipo



$$QVDC = -880,7 + 0,17577 * AR$$

R	0,8496
R ²	0,7219
R ² Ajustado	0,7120
Erro Padrão	508,88
Tamanho da Amostra	30

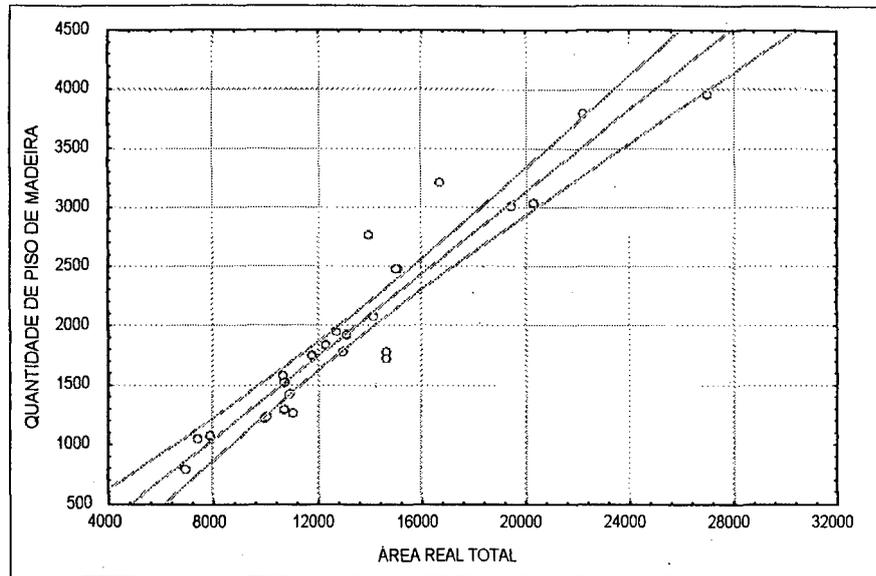
Figura C.45 - Regressão Linear entre Quantidade de Vidro e Área Real Total



$$QVDC = -935,4 + 1,9038 * ATP$$

R	0,8584
R ²	0,7369
R ² Ajustado	0,7275
Erro Padrão	495,01
Tamanho da Amostra	30

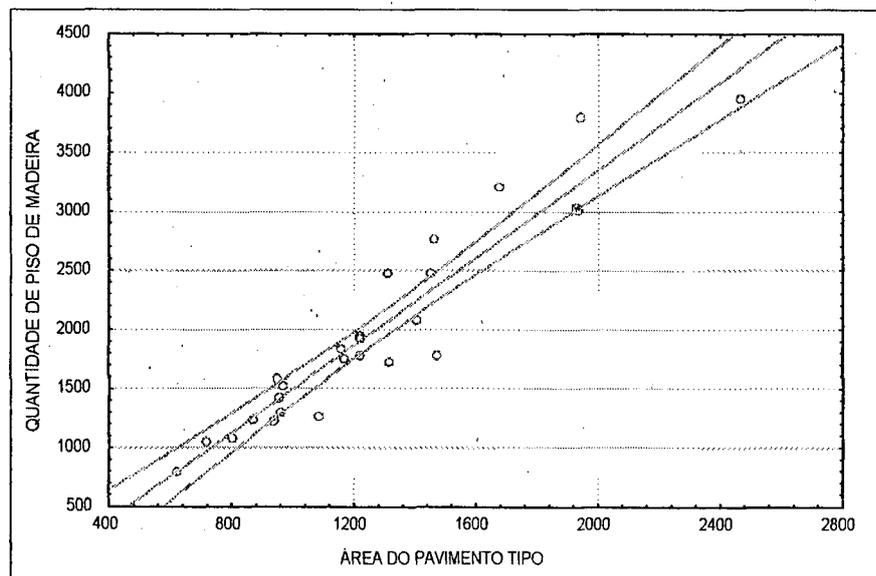
Figura C.46 - Regressão Linear entre Quantidade de Vidro e Área do Pavimento Tipo



$$QPMD = -336,7 + 0,17336 * AR$$

R	0,9459
R ²	0,8947
R ² Ajustado	0,8903
Erro Padrão	281,08
Tamanho da Amostra	26

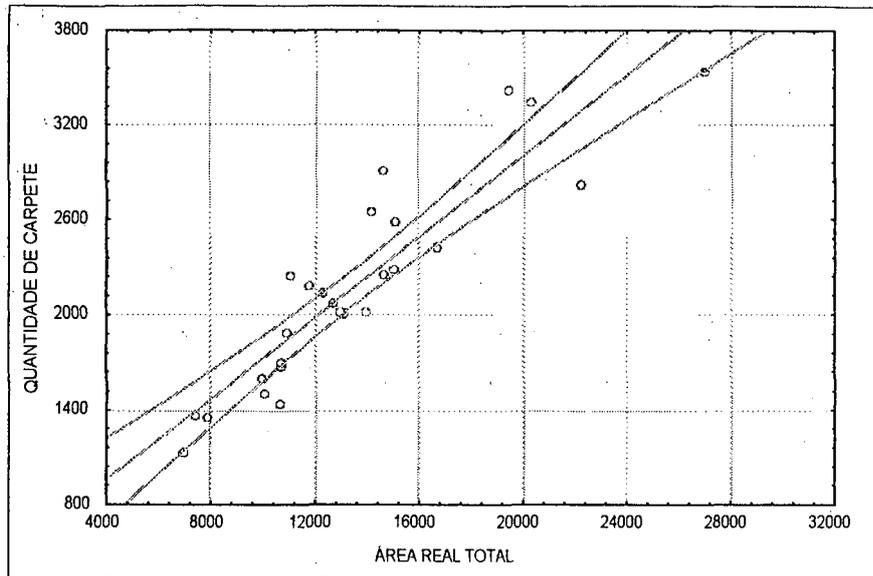
Figura C.47 - Regressão Linear entre Quantidade de Piso de Madeira e Área Real Total



$$QPMD = -354,9 + 1,8533 * ATP$$

R	0,9489
R ²	0,9005
R ² Ajustado	0,8963
Erro Padrão	273,28
Tamanho da Amostra	26

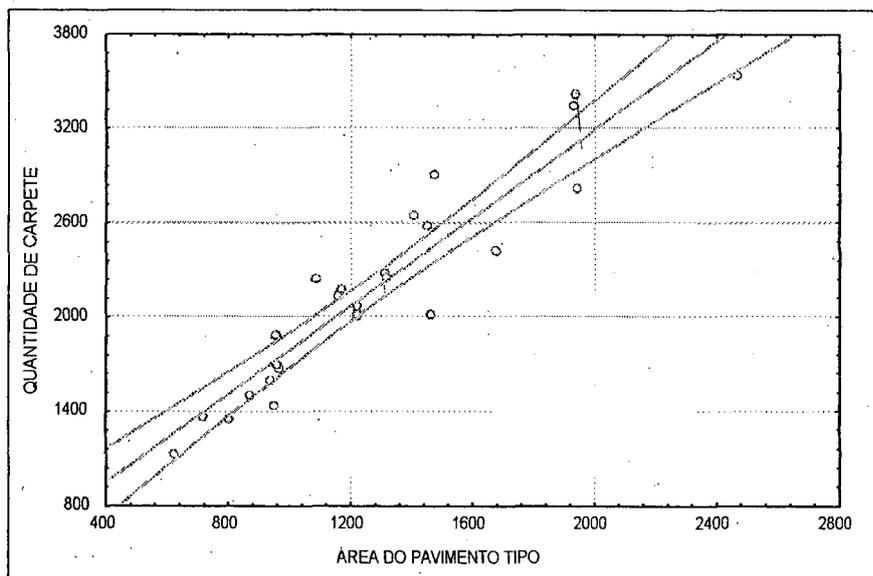
Figura C.48 - Regressão Linear entre Quantidade de Piso de Madeira e Área do Pavimento Tipo



$$QCAR = 448,7 + 0,12788 * AR$$

R	0,9092
R ²	0,8267
R ² Ajustado	0,8195
Erro Padrão	276,73
Tamanho da Amostra	26

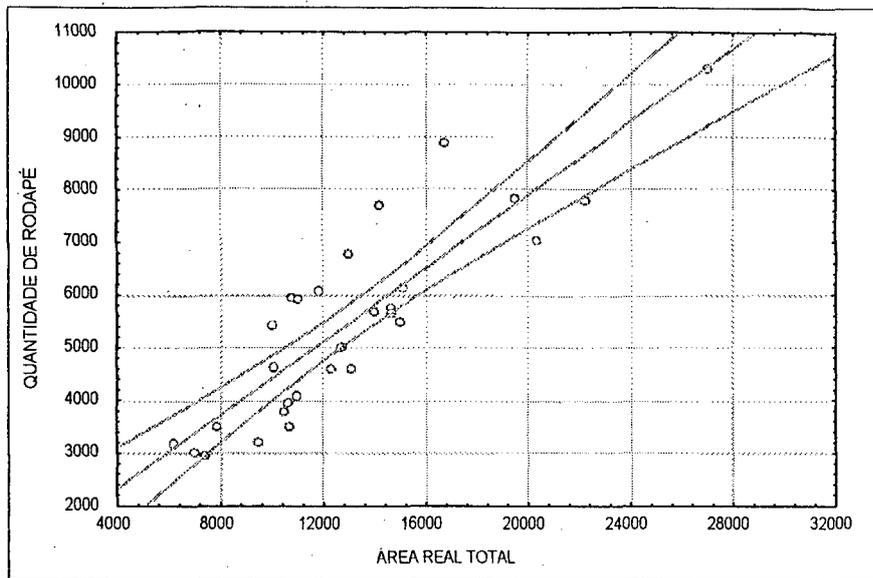
Figura C.49 - Regressão Linear entre Quantidade de Carpete e Área Real Total



$$QCAR = 387,36 + 1,4048 * ATP$$

R	0,9372
R ²	0,8784
R ² Ajustado	0,8734
Erro Padrão	231,79
Tamanho da Amostra	26

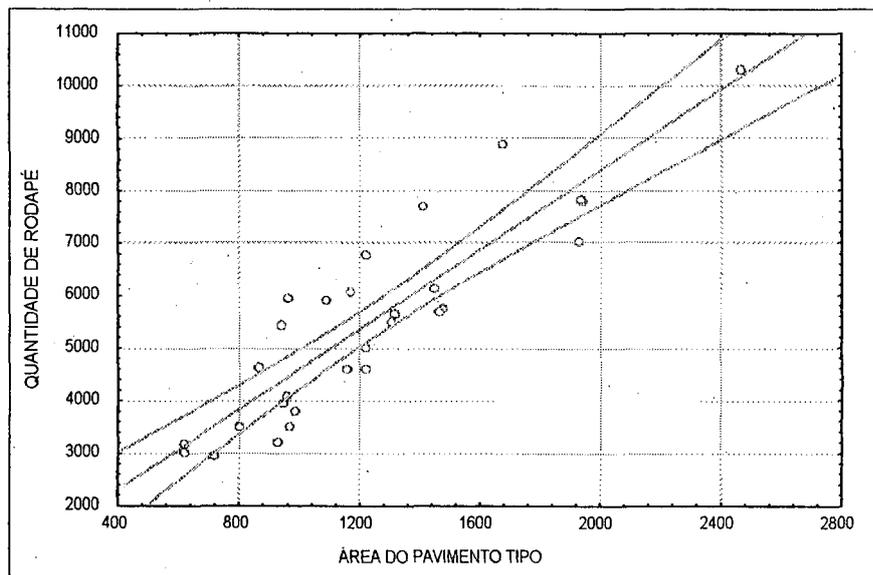
Figura C.50 - Regressão Linear entre Quantidade de Carpete e Área do Pavimento Tipo



$$QRDP = 938,58 + 0,34838 * AR$$

R	0,8740
R ²	0,7639
R ² Ajustado	0,7552
Erro Padrão	919,91
Tamanho da Amostra	29

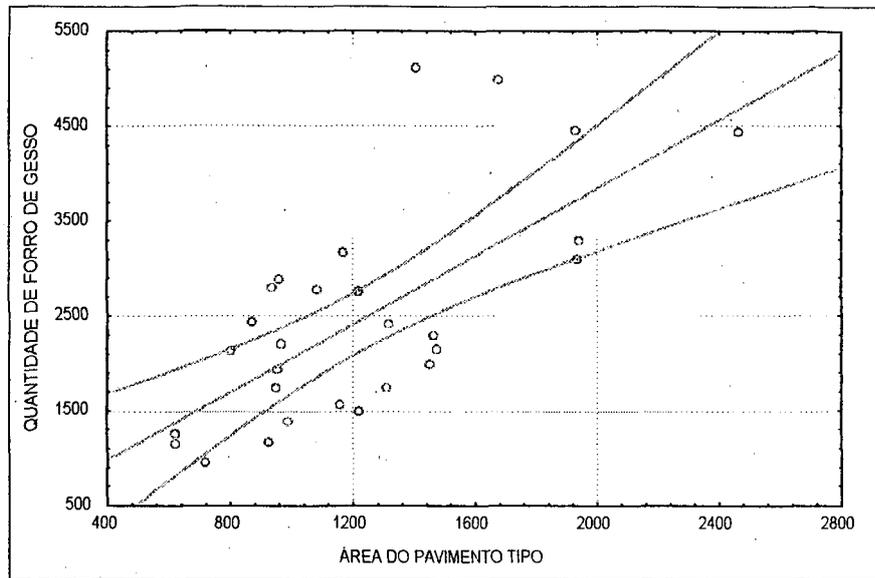
Figura C.51 - Regressão Linear entre Quantidade de Rodapé e Área Real



$$QRDP = 788,06 + 3,8106 * ATP$$

R	0,8918
R ²	0,7953
R ² Ajustado	0,7877
Erro Padrão	856,67
Tamanho da Amostra	29

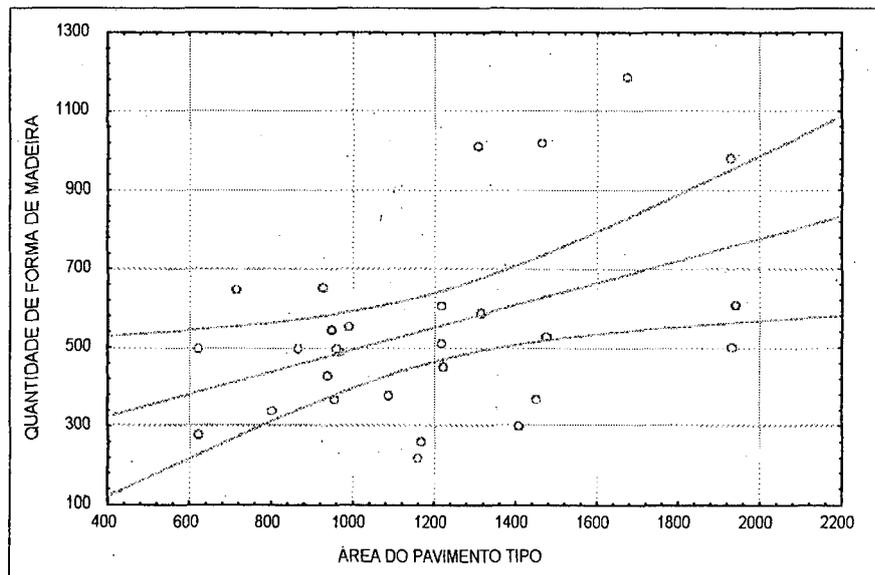
Figura C.52 - Regressão Linear entre Quantidade de Rodapé e Área do Pavimento Tipo



$$QFGS = 265,89 + 1,7907 * ATP$$

R	0,6857
R ²	0,4702
R ² Ajustado	0,4506
Erro Padrão	842,21
Tamanho da Amostra	29

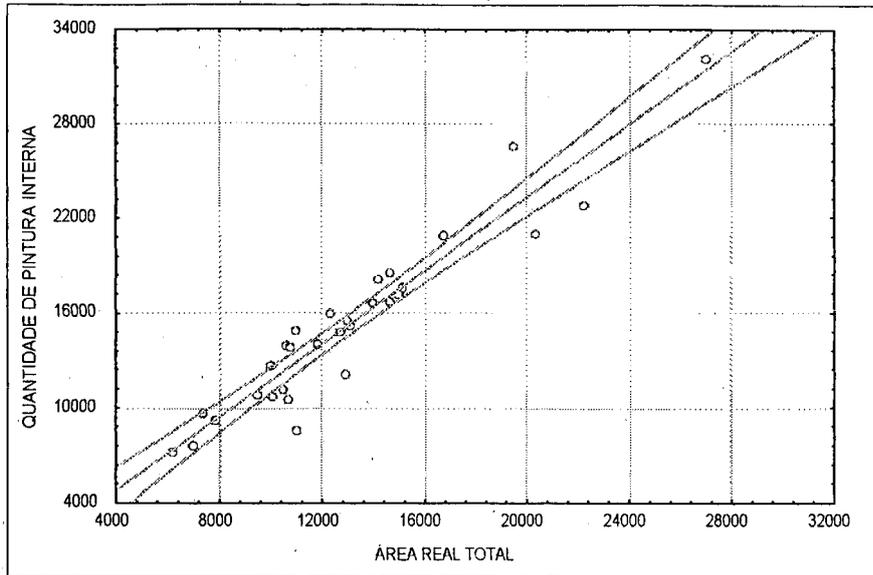
Figura C.53 - Regressão Linear entre Quantidade de Forro de Gesso e Área do Pavimento Tipo



$$QFMD = 211,89 + 0,28338 * ATP$$

R	0,4377
R ²	0,1916
R ² Ajustado	0,1605
Erro Padrão	220,41
Tamanho da Amostra	28

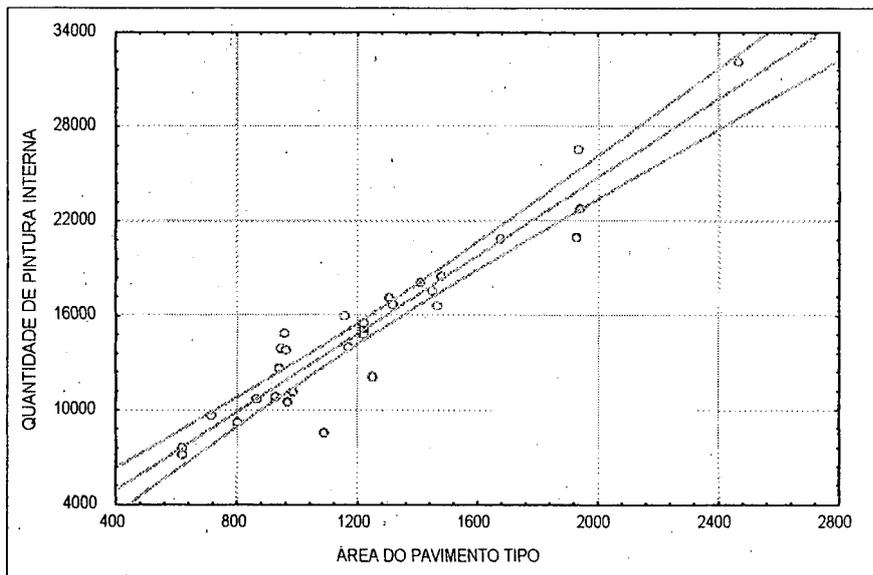
Figura C.54 - Regressão Linear entre Quantidade de Forro de Madeira e Área do Pavimento Tipo



$$QPIN = 146,07 + 1,1600 * AR$$

R	0,9514
R ²	0,9052
R ² Ajustado	0,9018
Erro Padrão	1.751,52
Tamanho da Amostra	30

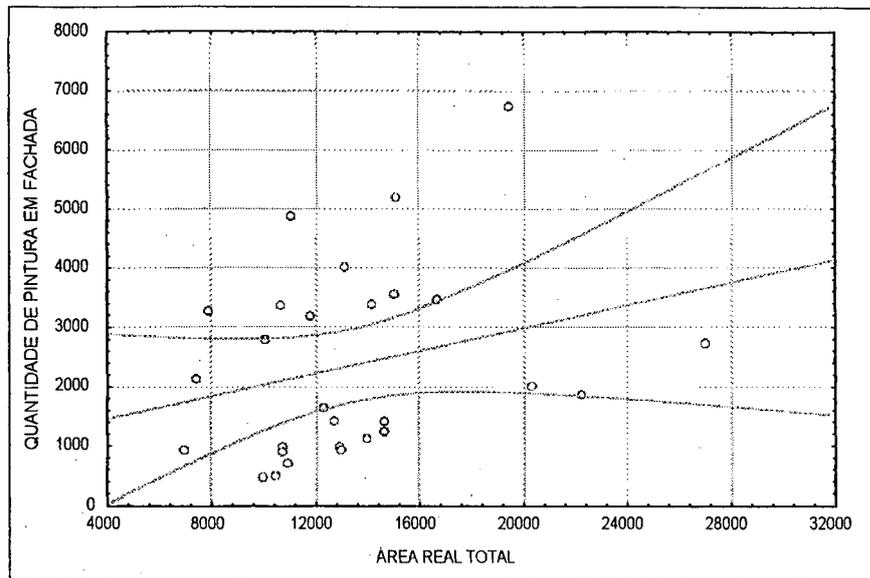
Figura C.55 - Regressão Linear entre Quantidade de Pintura Interna e Área Real Total



$$QPIN = -59,05 + 12,438 * ATP$$

R	0,9515
R ²	0,9054
R ² Ajustado	0,9020
Erro Padrão	1.749,16
Tamanho da Amostra	30

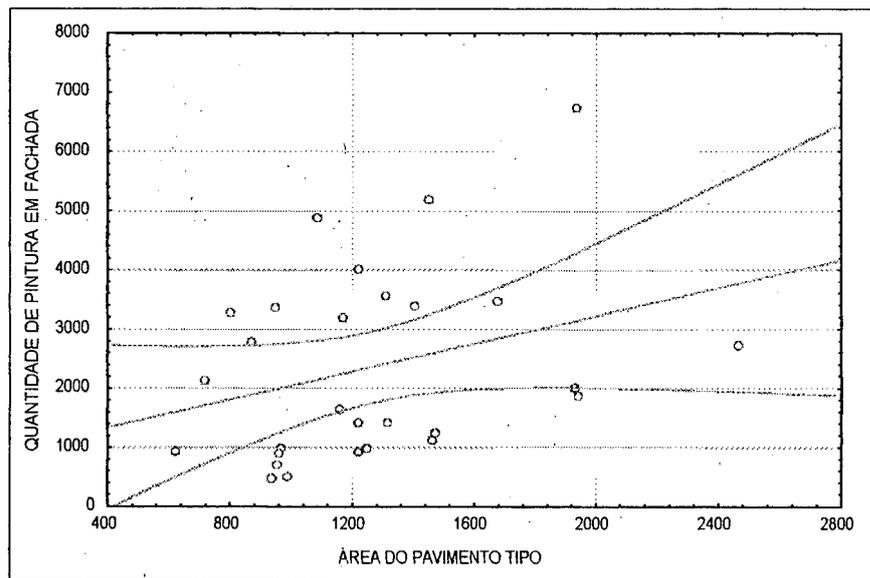
Figura C.56 - Regressão Linear entre Quantidade de Pintura Interna e Área do Pavimento Tipo



$$QPFC = 1.082,9 + 0,09563 * AR$$

R	0,2707
R ²	0,0733
R ² Ajustado	0,0376
Erro Padrão	1.557,82
Tamanho da Amostra	28

Figura C.57 - Regressão Linear entre Quantidade de Pintura de Fachada e Área Real Total



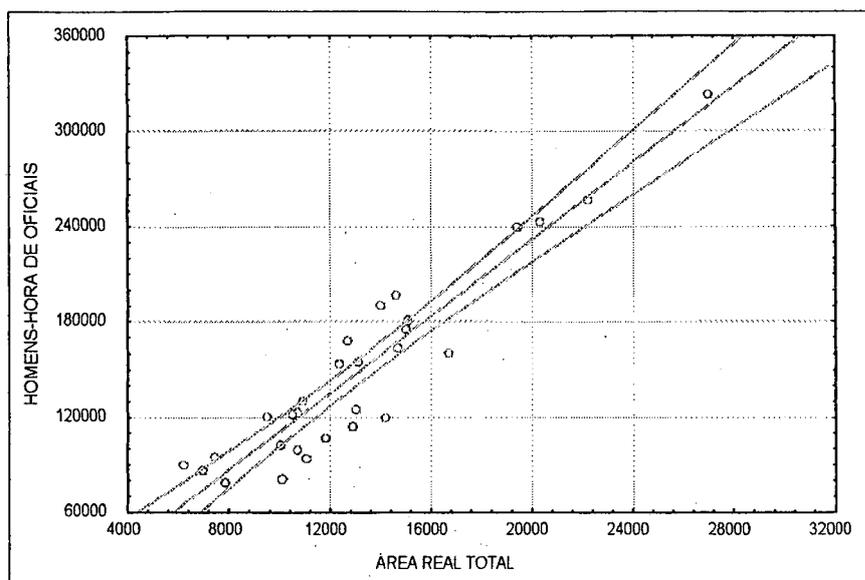
$$QPFC = 872,77 + 1,1799 * ATP$$

R	0,3133
R ²	0,0982
R ² Ajustado	0,0635
Erro Padrão	1.536,74
Tamanho da Amostra	28

Figura C.58 - Regressão Linear entre Quantidade de Pintura de Fachada e Área do Pavimento Tipo

Anexo D

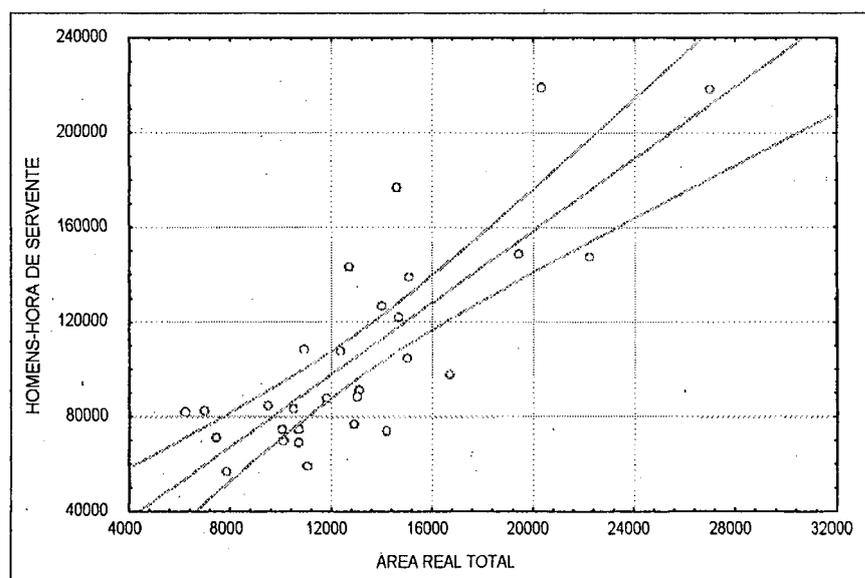
Análises de Regressão para Mão-de-Obra e Materiais



$$HOFC = -9.379 + 12,069 * AR$$

R	0,9391
R ²	0,8819
R ² Ajustado	0,8777
Erro Padrão	20.600,27
Tamanho da Amostra	30

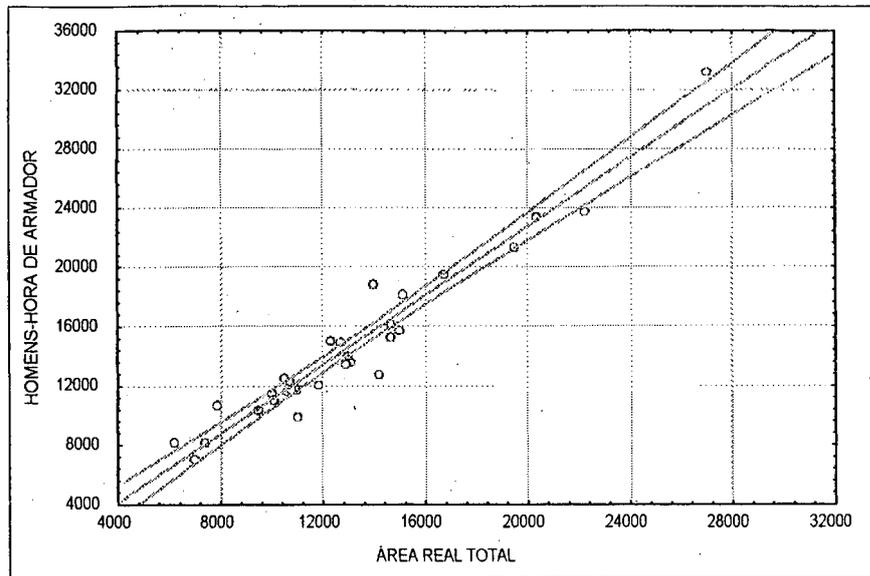
Figura D.1 - Regressão Linear entre Número de Homens-Hora de Oficial e Área Real Total



$$HSER = 6.573,1 + 7,6112 * AR$$

R	0,8117
R ²	0,6588
R ² Ajustado	0,6467
Erro Padrão	25.547,79
Tamanho da Amostra	30

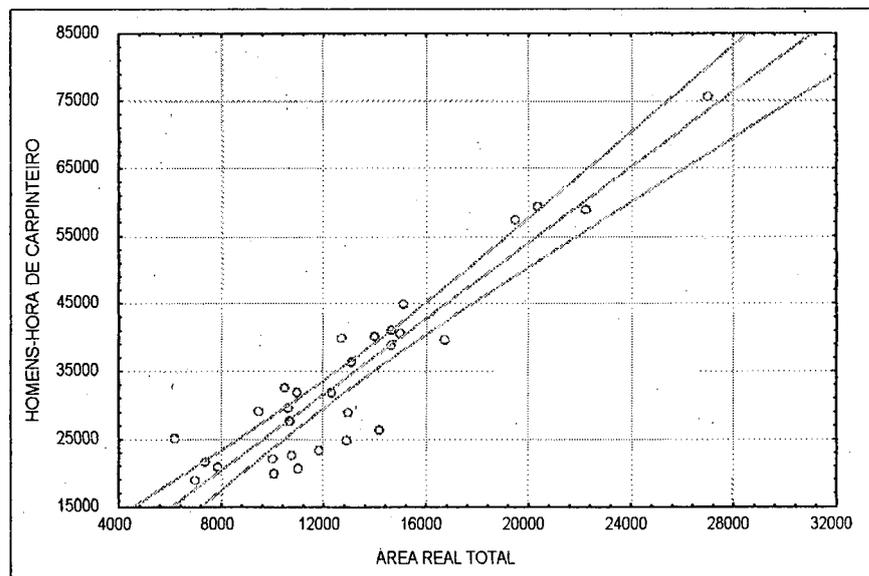
Figura D.2 - Regressão Linear entre Número de Homens-Hora de Servente e Área Real Total



$$\text{HARM} = -508,5 + 1,1632 * \text{AR}$$

R	0,9696
R ²	0,9400
R ² Ajustado	0,9379
Erro Padrão	1.370,28
Tamanho da Amostra	30

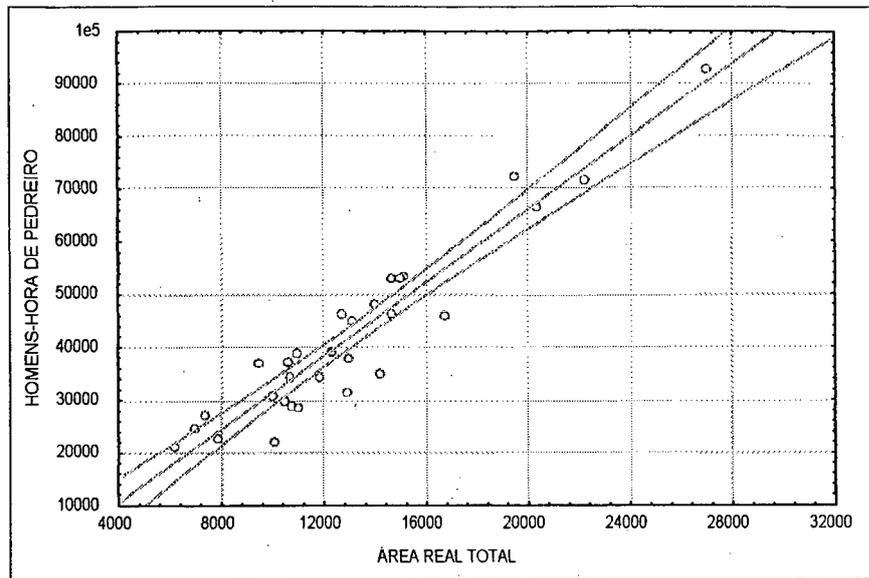
Figura D.3 - Regressão Linear entre Número de Homens-Hora de Armador e Área Real Total



$$\text{HCAR} = -1.932 + 2,7994 * \text{AR}$$

R	0,9276
R ²	0,8605
R ² Ajustado	0,8555
Erro Padrão	5.257,22
Tamanho da Amostra	30

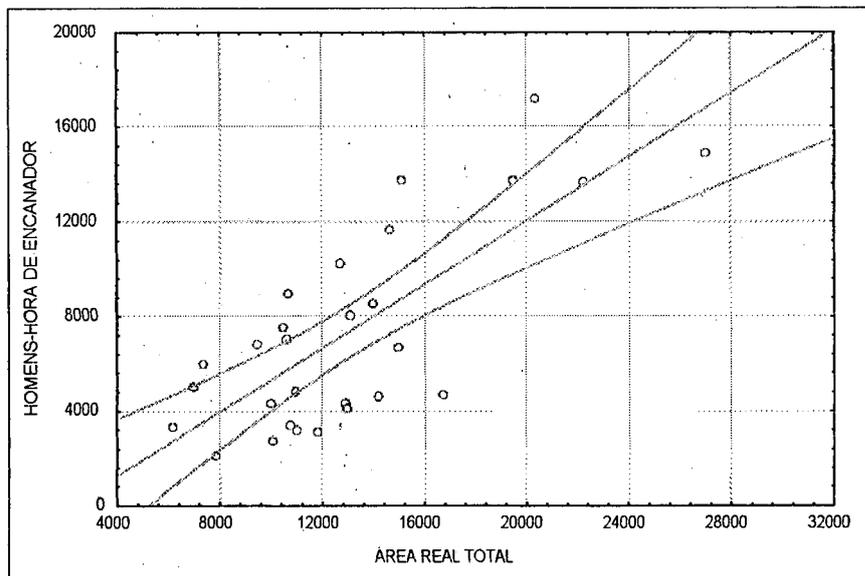
Figura D.4 - Regressão Linear entre Número de Homens-Hora de Carpinteiro e Área Real Total



$$HPED = -3.255 + 3,4696 * AR$$

R	0,9481
R ²	0,8988
R ² Ajustado	0,8952
Erro Padrão	5.429,15
Tamanho da Amostra	30

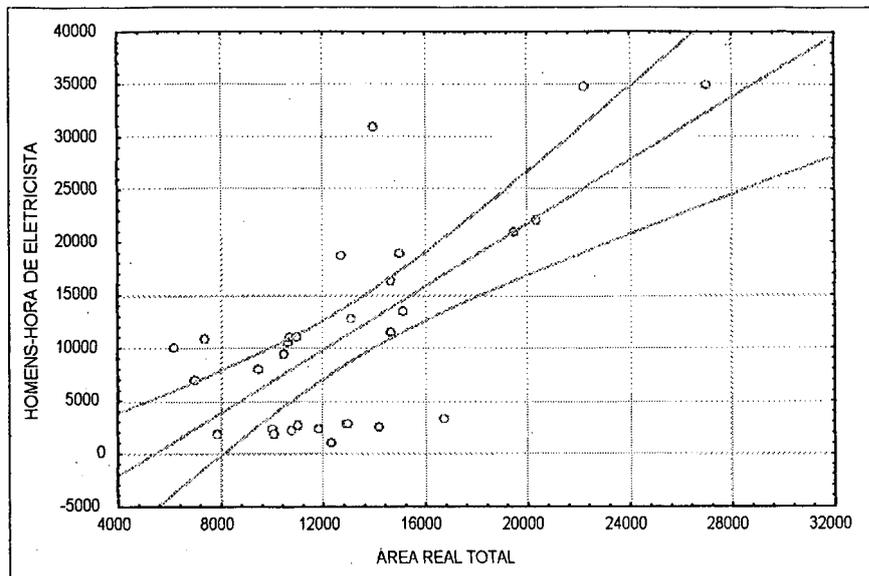
Figura D.5 - Regressão Linear entre Número de Homens-Hora de Pedreiro e Área Real Total



$$HENC = -1.412 + 0,67384 * AR$$

R	0,7565
R ²	0,5723
R ² Ajustado	0,5559
Erro Padrão	2.812,69
Tamanho da Amostra	28

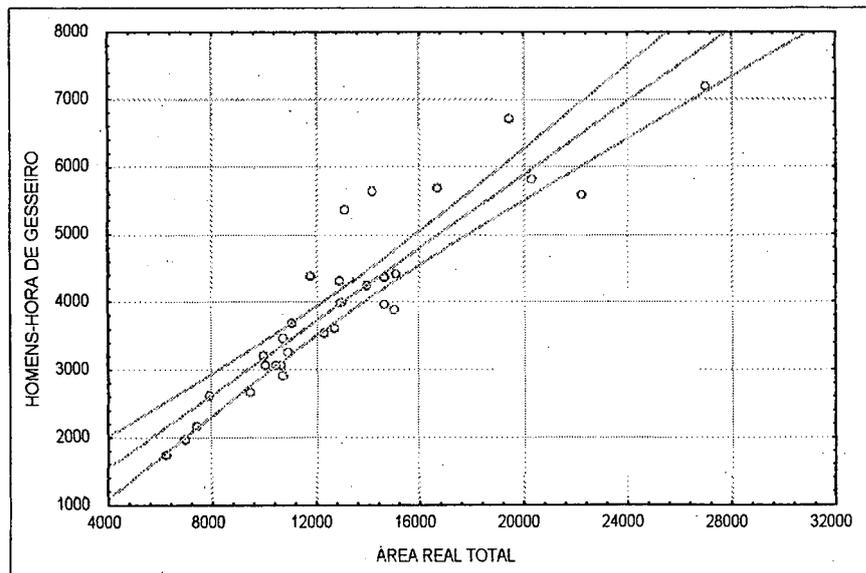
Figura D.6 - Regressão Linear entre Número de Homens-Hora de Encanador e Área Real Total



$$\text{HELE} = -8.099 + 1,4954 * \text{AR}$$

R	0,7002
R ²	0,4903
R ² Ajustado	0,4721
Erro Padrão	7.112,60
Tamanho da Amostra	30

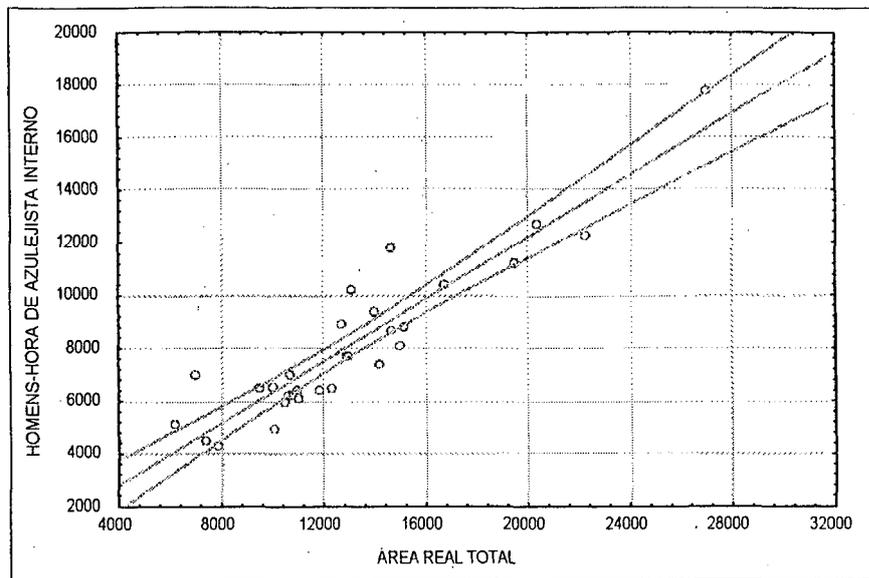
Figura D.7 - Regressão Linear entre Número de Homens-Hora de Eletricista e Área Real Total



$$\text{HGES} = 469,68 + 0,27096 * \text{AR}$$

R	0,9158
R ²	0,8387
R ² Ajustado	0,8330
Erro Padrão	554,25
Tamanho da Amostra	30

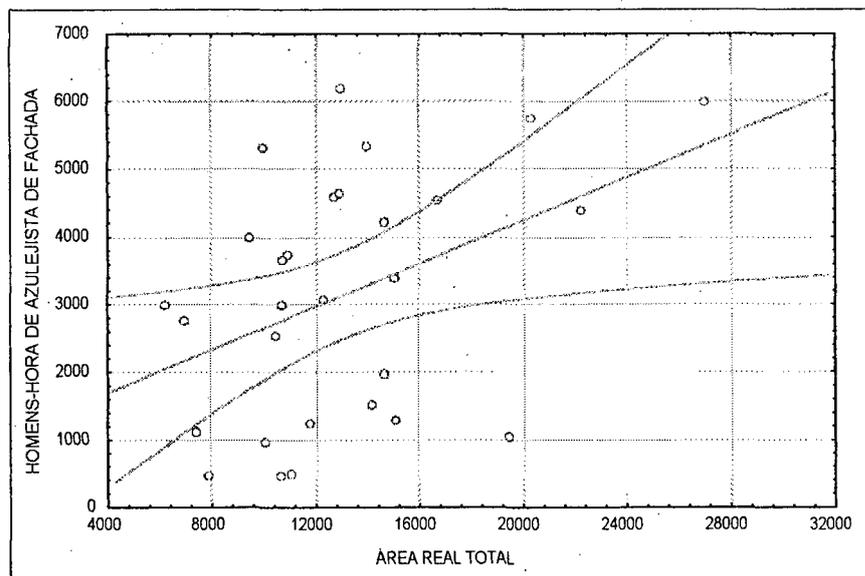
Figura D.8 - Regressão Linear entre Número de Homens-Hora de Gesso e Área Real Total



$$\text{HAZI} = 453,48 + 0,58846 * \text{AR}$$

R	0,9237
R ²	0,8531
R ² Ajustado	0,8479
Erro Padrão	1.138,89
Tamanho da Amostra	30

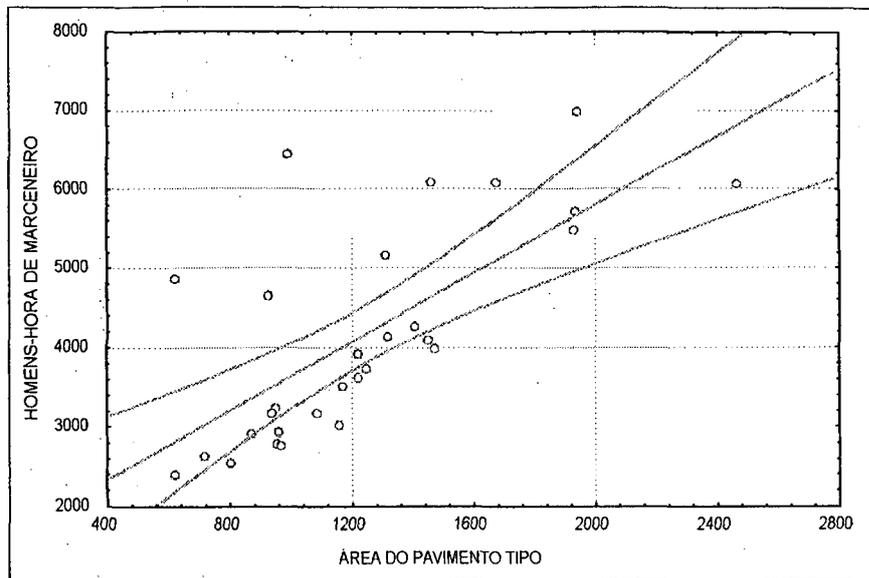
Figura D.9 - Regressão Linear entre Número de Homens-Hora de Azulejista Interno e Área Real Total



$$\text{HAZF} = 1.068 + 0,15894 * \text{AR}$$

R	0,4125
R ²	0,1702
R ² Ajustado	0,1394
Erro Padrão	1.667,17
Tamanho da Amostra	29

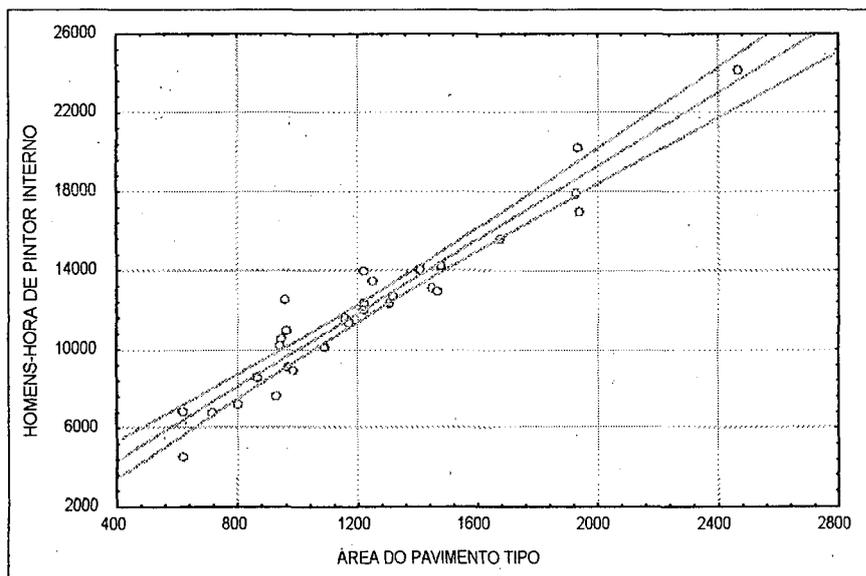
Figura D.10 - Regressão Linear entre Número de Homens-Hora de Azulejista de Fachada e Área Real Total



$$\text{HMAR} = 1.476,2 + 2,1675 * \text{ATP}$$

R	0,7022
R ²	0,4931
R ² Ajustado	0,4750
Erro Padrão	956,19
Tamanho da Amostra	30

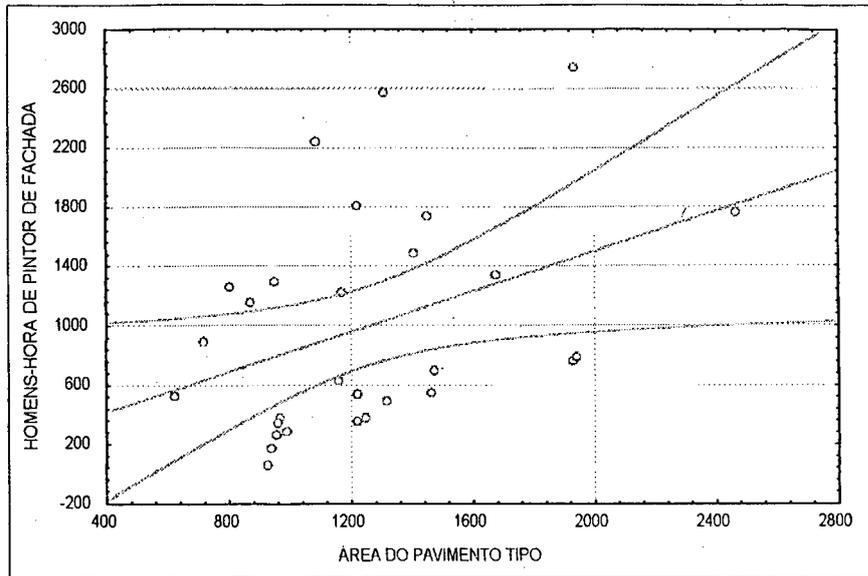
Figura D.11 - Regressão Linear entre Número de Homens-Hora de Marceneiro e Área do Pavimento Tipo



$$\text{HPIN} = 658,43 + 9,3200 * \text{ATP}$$

R	0,9616
R ²	0,9247
R ² Ajustado	0,9220
Erro Padrão	1.157,31
Tamanho da Amostra	30

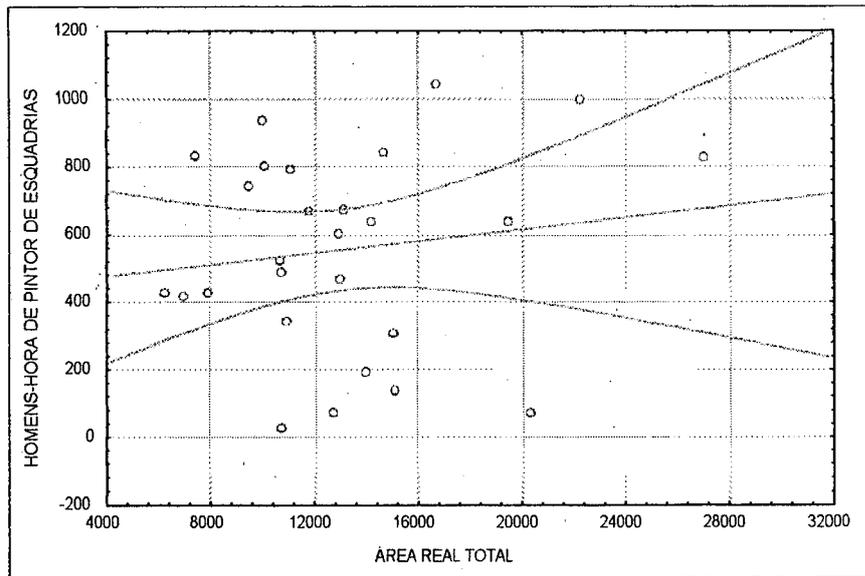
Figura D.12 - Regressão Linear entre Número de Homens-Hora de Pintor Interno e Área do Pavimento Tipo



$$HPFC = 150,94 + 0,67554 * ATP$$

R	0,3883
R ²	0,1508
R ² Ajustado	0,1193
Erro Padrão	683,84
Tamanho da Amostra	29

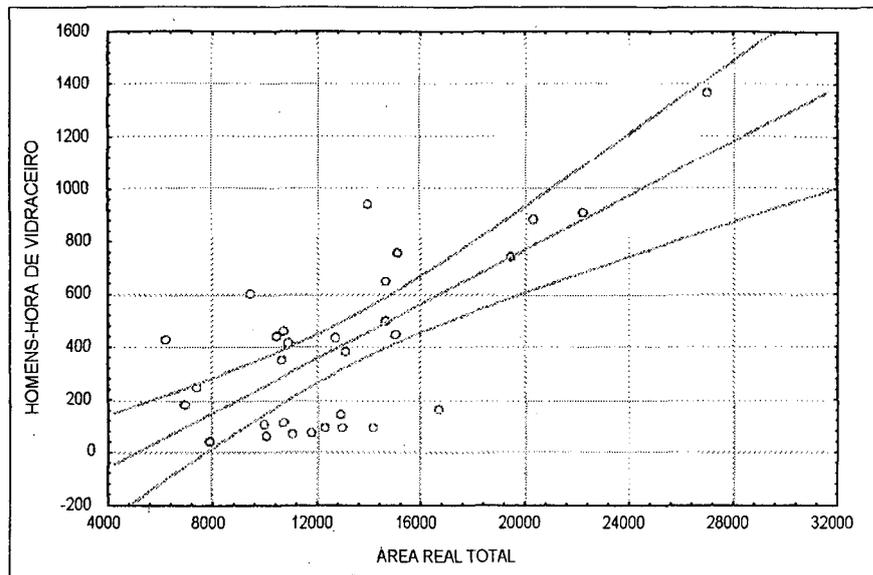
Figura D.13 - Regressão Linear entre Número de Homens-Hora de Pintor de Fachada e Área do Pavimento Tipo



$$HPES = 441,36 + 0,00874 * AR$$

R	0,1433
R ²	0,0205
R ² Ajustado	-0,0186
Erro Padrão	295,60
Tamanho da Amostra	27

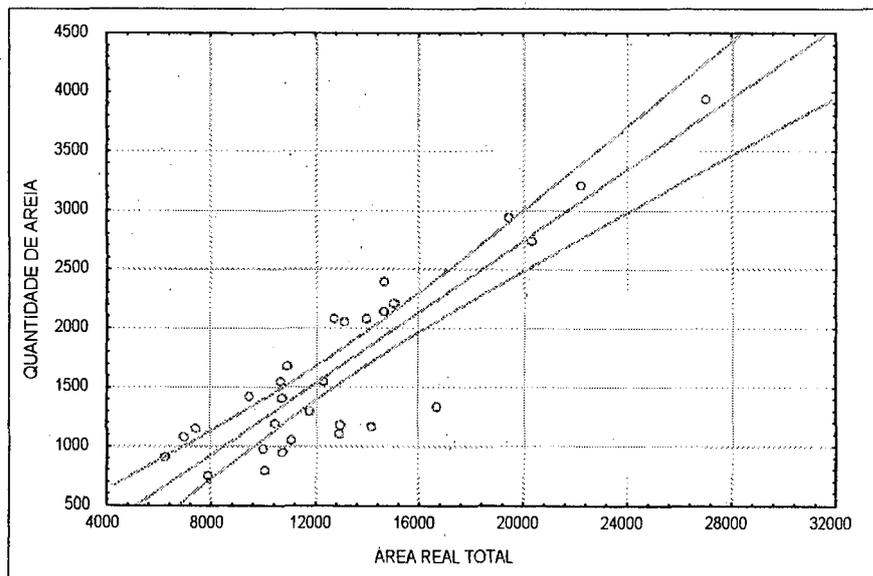
Figura D.14 - Regressão Linear entre Número de Homens-Hora de Pintor de Esquadrias e Área Real Total



$$HVID = -262,1 + 0,05155 * AR$$

R	0,7127
R ²	0,5080
R ² Ajustado	0,4904
Erro Padrão	236,66
Tamanho da Amostra	30

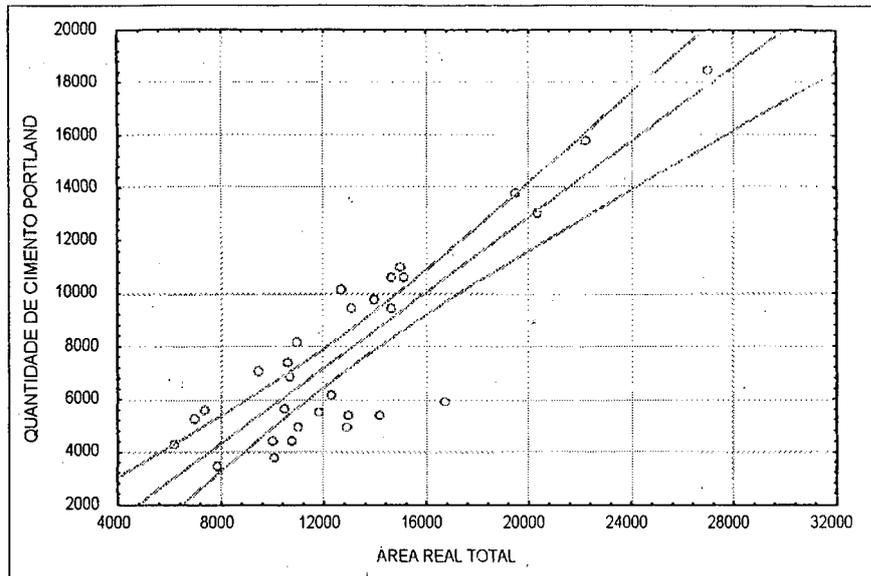
Figura D.15 - Regressão Linear entre Número de Homens-Hora de Vidraceiro e Área Real Total



$$QARE = -273,3 + 0,15076 * AR$$

R	0,8853
R ²	0,7837
R ² Ajustado	0,7760
Erro Padrão	369,46
Tamanho da Amostra	30

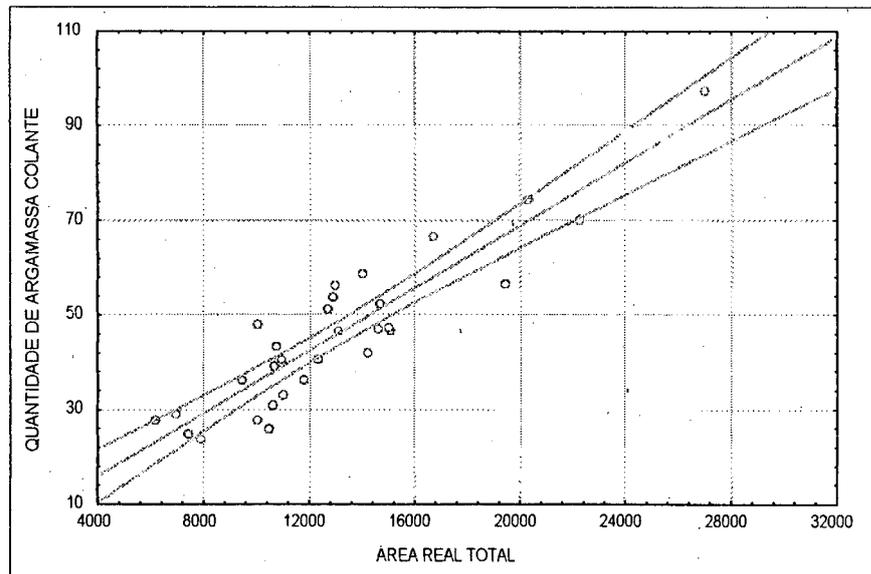
Figura D.16 - Regressão Linear entre Quantidade de Areia e Área Real Total



$$QCIM = -1.388 + 0,71432 * AR$$

R	0,8715
R ²	0,7596
R ² Ajustado	0,7510
Erro Padrão	1.874,63
Tamanho da Amostra	30

Figura D.17 - Regressão Linear entre Quantidade de Cimento Portland e Área Real Total



$$QARG = 2,780 + 0,00331 * AR$$

R	0,9156
R ²	0,8382
R ² Ajustado	0,8325
Erro Padrão	6,79
Tamanho da Amostra	30

Figura D.18 - Regressão Linear entre Quantidade de Argamassa Colante e Área Real Total

Anexo E

Caracterização de Edifícios da Amostra



*Figura E.1 - Fotografia do Edifício 035 (SsTr6TpCm, 3Qsdvg, UMS 37,88 / m²)**



Figura E.2 - Fotografia do Edifício 041 (SsTr6TpCm, 3/4Qsdvg-90, UMS 39,10 / m²)

* Simbologia entre parênteses descreve programação de pavimentos e de apartamentos dos edifícios (ver Tabela 3.1), enquanto valor descreve o custo por área total da obra.



Figura E.3 - Fotografia do Edifício 042 (SsTr6TpCm, 2/3Qsvg-120, UMS 35,98 / m²)



Figura E.4 - Fotografia do Edifício 043 (SsTr6TpCbCm, 4Qsdv2g-24, UMS 40,28 / m²)

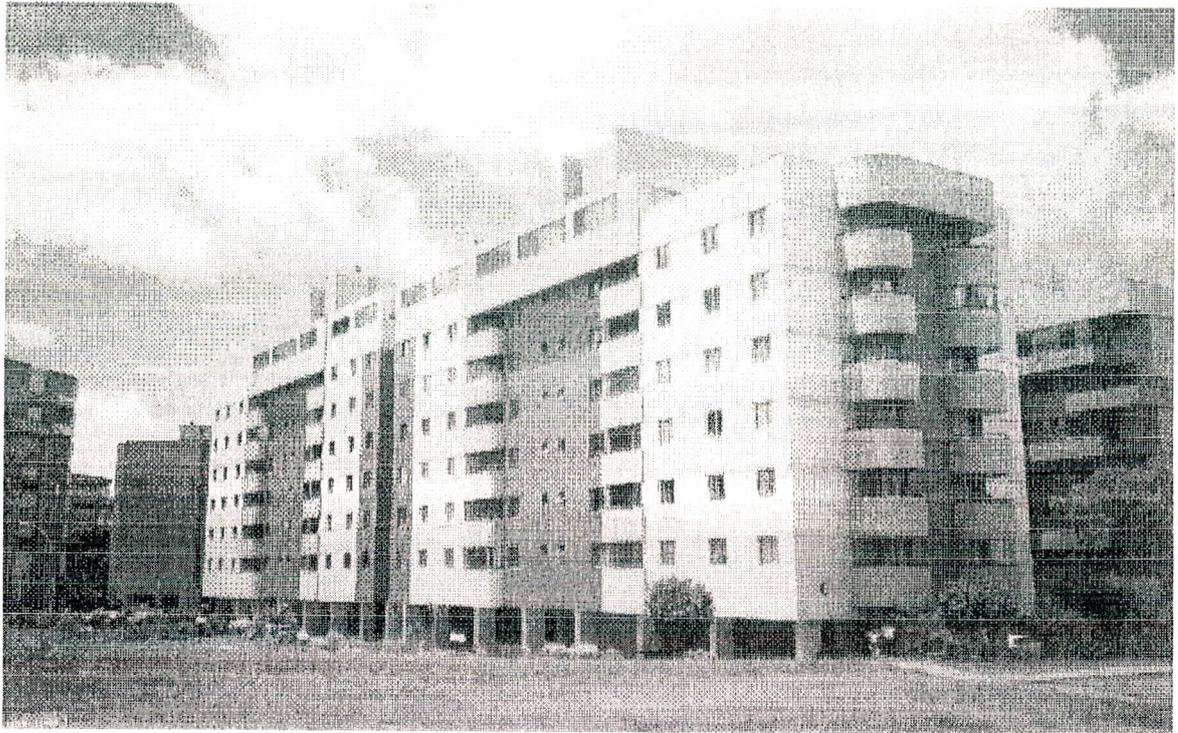


Figura E.5 - Fotografia do Edifício 044 (SsTr6TpCbCm, 4Qsdv2g-48, UM\$ 35,09 / m²)

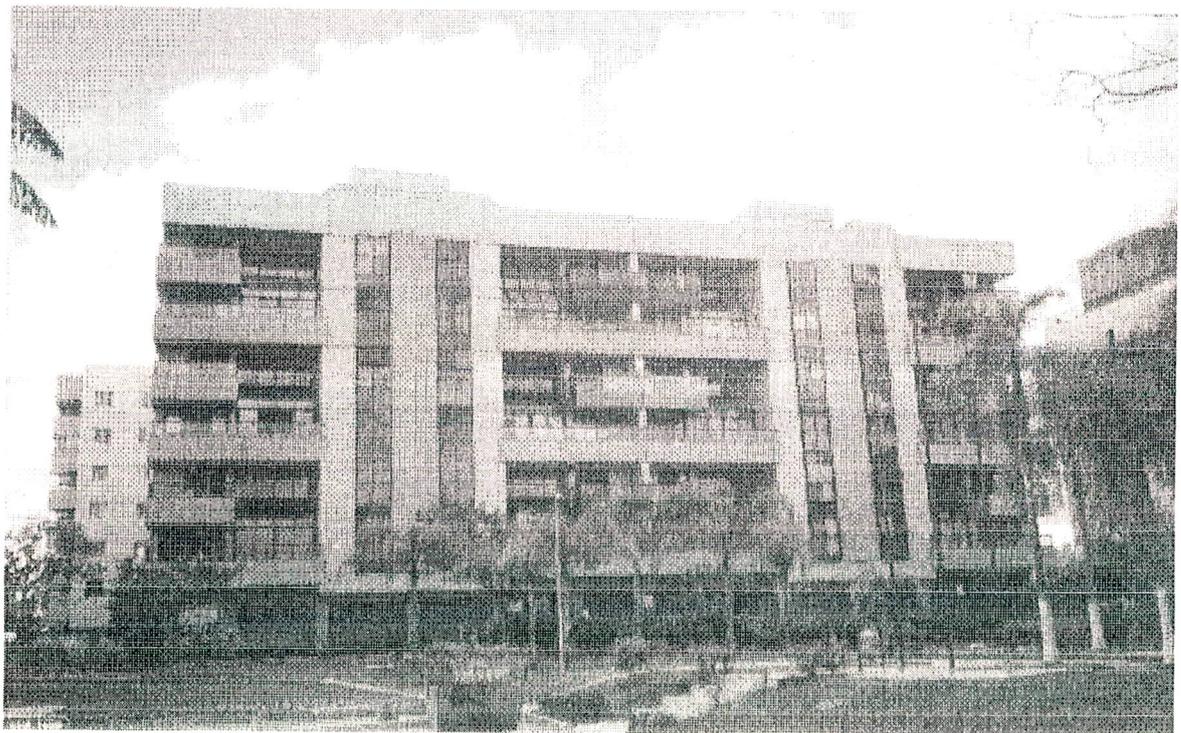


Figura E.6 - Fotografia do Edifício 045 (SsTr6TpCm, 5Q4sdv3g-12, UM\$ 45,02 / m²)



Figura E.7 - Fotografia do Edifício 046 (SsTr6TpCbCm, 2/3Qsdvg-168, UM\$ 35,10 / m²)



Figura E.8 - Fotografia do Edifício 047 (SsTr6TpCbCm, 4Q2sdv2g-48, UM\$ 41,42 / m²)



Figura E.9 - Fotografia do Edifício 052 (SsTr6TpCbCm, 4Qsdv2g-66, UM\$ 32,19 / m²)



Figura E.10 - Fotografia do Edifício 053 (SsTr6TpCm, 3Qsdvg-72, UM\$ 33,55 / m²)



Figura E.11 - Fotografia do Edifício 055 (SsTr6TpCm, 5Q4sdv3g-18, UMS 41,85 / m²)



Figura E.12 - Fotografia do Edifício 056 (SsTr6TpCbCm, 4Qsdv2g-36, UMS 37,23 / m²)



Figura E.13 - Fotografia do Edifício 065 (SsTr6TpCbCm, 4Q2sdv2g-72, UMS 38,93 / m²)



Figura E.14 - Fotografia do Edifício 066 (SsTr6TpCbCm, 2Qsv/3Qsdvg-132, UMS 30,52 / m²)



Figura E.15 - Fotografia do Edifício 074 (SsTr6TpCm, 5Q5sd2v4g-18, UMS 36,56 / m²)



Figura E.16 - Fotografia do Edifício 076 (SsTr6TpCm, 3Qsdvg-72, UMS 32,18 / m²)

Anexo F

Base de Dados Original Utilizada

	Custo Total	Área Real Total	Tempo de Construção	Área do Pavimento Tipo	Área de Sub-Solo	Quantidade de Elevadores	Número de Banheiros
Obra 035	279.529	7.379	31	714	1.423	4	148
Obra 041	570.412	14.590	45	1.473	2.499	8	274
Obra 042	541.773	15.058	46	1.448	2.917	6	268
Obra 043	279.448	6.938	32	619	1.128	4	101
Obra 044	382.834	10.911	32	953	2.179	4	151
Obra 045	277.658	6.167	31	618	1.064	2	75
Obra 046	947.187	26.983	35	2.463	4.868	14	508
Obra 047	524.918	12.673	41	1.215	2.056	8	201
Obra 051	363.308	10.600	42	945	2.240	4	196
Obra 052	482.157	14.977	47	1.305	3.032	6	205
Obra 053	412.089	12.284	44	1.156	2.377	4	221
Obra 054	438.201	13.057	45	1.218	2.584	6	220
Obra 055	394.939	9.437	37	926	1.680	6	110
Obra 056	397.206	10.668	44	966	1.802	6	189
Obra 065	789.595	20.285	45	1.926	3.596	12	369
Obra 066	677.313	22.195	45	1.940	3.717	10	402
Obra 068	640.803	19.421	43	1.930	3.265	10	364
Obra 069	521.501	13.963	43	1.461	1.927	8	218
Obra 070	366.779	9.976	39	938	1.634	6	186
Obra 072	340.269	10.703	27	958	1.818	6	188
Obra 074	382.283	10.455	39	986	2.144	6	148
Obra 075	509.829	14.611	41	1.314	2.744	8	246
Obra 076	378.696	11.767	30	1.165	2.193	6	220
Obra 079	515.622	16.667	35	1.674	2.596	8	247
Obra 080	399.590	14.162	24	1.404	2.662	6	256
Obra 082	309.050	10.033	39	865	1.794	4	184
Obra 084	325.481	11.014	39	1.084	2.060	6	220
Obra 104	274.623	7.825	27	801	1.568	4	148
Obra 105	394.907	12.862	27	1.245	1.978	8	
Obra 112	430.165	12.960	37	1.217	2.134	8	196

	Custo de Serviços Gerais	Custo de Fundações	Custo de Obra Bruta	Custo de Estrutura	Custo de Formas	Custo de Armadura	Custo de Concreto Estrutural
Obra 035	45.647	21.608	124.636	47.570	19.069	12.362	16.139
Obra 041	90.484	38.566	257.765	95.002	38.356	24.474	32.172
Obra 042	69.085	44.224	255.440	104.985	41.663	27.328	35.994
Obra 043	58.772	14.237	108.109	39.063	14.208	10.822	14.033
Obra 044	62.865	28.793	170.583	74.392	35.551	17.468	21.373
Obra 045	53.496	16.019	109.278	51.438	22.075	12.365	16.998
Obra 046	130.085	72.962	424.300	179.816	80.252	43.534	56.030
Obra 047	116.321	26.908	211.260	86.055	35.298	22.010	28.747
Obra 051	50.073	31.164	166.391	71.530	32.332	17.505	21.693
Obra 052	57.286	41.770	218.811	92.519	37.594	23.707	31.218
Obra 053	72.058	32.068	188.807	73.399	25.638	24.100	23.661
Obra 054	68.891	29.838	195.884	80.772	32.935	20.697	27.140
Obra 055	57.422	26.054	147.731	60.179	25.079	15.301	19.799
Obra 056	50.332	30.547	173.968	68.644	25.412	18.649	24.583
Obra 065	139.248	56.555	327.798	130.248	48.740	35.187	46.321
Obra 066	61.520	39.829	329.426	128.931	51.403	34.373	43.155
Obra 068	66.201	44.931	308.558	124.420	49.314	32.464	42.642
Obra 069	61.419	25.584	238.791	93.726	34.832	27.597	31.297
Obra 070	57.950	28.180	158.441	64.964	21.431	17.679	25.854
Obra 072	51.814	25.991	149.450	64.334	21.838	18.423	24.073
Obra 074	44.776	31.189	159.280	74.434	31.214	18.663	24.557
Obra 075	67.650	40.062	229.478	84.747	31.723	22.860	30.164
Obra 076	63.996	32.515	164.051	64.239	21.502	18.461	24.276
Obra 079	63.802	29.164	238.010	115.006	37.353	31.895	45.758
Obra 080	42.890	33.898	180.735	73.930	26.691	19.589	27.650
Obra 082	53.251	26.997	139.289	68.659	26.524	17.211	24.924
Obra 084	34.747	30.035	147.528	58.717	22.144	14.836	21.737
Obra 104	46.214	20.161	127.552	59.448	21.764	17.348	20.336
Obra 105	53.635	27.148	173.477	75.175	25.578	21.410	28.187
Obra 112	68.058	25.197	189.675	79.991	27.200	22.635	30.156

	Custo de Instalações Hidro-Sanitárias	Custos de Instalações Elétricas e Telefônicas	Custo de Instalações Complementares	Custo de Impermeabilização	Custo de Cobertura
Obra 035	8.254	16.171	12.976	7.646	1.470
Obra 041	37.319	24.127	22.340	9.599	3.027
Obra 042	13.858	27.470	29.414	10.455	2.726
Obra 043	9.105	9.856	12.314	8.012	329
Obra 044	7.457	14.978	13.882	10.219	1.355
Obra 045	4.679	13.181	8.830	5.041	1.411
Obra 046	22.614	46.395	35.814	25.074	3.336
Obra 047	14.734	24.049	13.803	14.433	1.593
Obra 051	11.015	15.106	16.324	7.742	2.405
Obra 052	10.627	24.594	15.835	12.675	1.727
Obra 053	43.716	10.351	5.831	9.164	1.747
Obra 054	12.191	17.002	17.105	9.713	2.146
Obra 055	10.136	15.785	11.925	8.377	1.969
Obra 056	15.567	23.037	16.496	8.080	250
Obra 065	29.368	45.465	25.647	14.153	1.896
Obra 066	22.820	42.160	26.098	18.847	3.000
Obra 068	21.067	29.478	27.638	13.321	3.275
Obra 069	13.822	37.524	20.347	11.078	1.925
Obra 070	14.628	20.859	12.618	9.094	1.016
Obra 072	10.453	18.619	12.461	8.736	273
Obra 074	11.352	17.907	12.510	5.276	2.043
Obra 075	20.663	36.269	16.488	12.203	1.477
Obra 076	8.125	19.387	12.857	7.157	2.817
Obra 079	15.579	27.351	14.315	10.589	2.234
Obra 080	11.795	22.874	13.521	10.087	2.902
Obra 082	6.690	13.404	12.714	7.342	1.827
Obra 084	7.666	18.923	12.922	8.635	1.428
Obra 104	5.718	18.445	9.502	7.037	1.208
Obra 105	11.750	23.014	14.167	8.928	371
Obra 112	12.282	25.837	13.767	9.275	959

	Custo de Alvenaria	Custo de Contrapiso	Custo de Emboco Interno	Custo de Emboco Externo	Custo de Revestimento em Gesso	Custo de Obra Fina	Custo de Louças, Metais e Bancas
Obra 035	10.487	4.069	9.807	4.589	1.597	84.153	7.656
Obra 041	28.149	5.908	19.461	9.760	3.074	177.294	15.122
Obra 042	27.622	6.107	18.671	10.916	3.213	166.626	15.177
Obra 043	10.910	3.739	7.925	5.663	1.193	96.372	7.469
Obra 044	21.049	3.852	13.707	7.557	2.135	115.216	6.898
Obra 045	8.211	3.317	6.831	5.159	1.183	96.433	5.609
Obra 046	45.197	12.779	35.206	12.895	5.173	305.654	30.805
Obra 047	23.529	4.636	15.560	10.167	2.703	165.034	18.431
Obra 051	15.103	3.823	14.823	6.455	2.068	110.192	11.484
Obra 052	23.566	5.560	17.395	11.503	2.809	158.976	11.717
Obra 053	17.493	4.621	12.763	7.154	2.568	113.351	12.555
Obra 054	20.628	7.040	15.885	8.732	4.671	134.619	11.232
Obra 055	16.104	3.526	10.944	6.830	1.955	159.240	7.897
Obra 056	18.339	3.844	11.167	6.988	1.556	135.473	10.504
Obra 065	34.843	7.454	22.173	13.523	3.028	255.265	20.604
Obra 066	38.023	9.861	25.133	10.853	3.700	240.484	20.263
Obra 068	36.643	7.399	27.121	13.234	4.961	211.640	18.431
Obra 069	23.018	6.096	17.180	11.093	2.981	191.286	13.500
Obra 070	17.755	2.246	5.517	8.298	1.447	118.083	11.458
Obra 072	17.375	2.726	5.922	6.818	1.733	110.702	11.172
Obra 074	15.128	3.515	9.826	5.214	2.074	142.972	10.877
Obra 075	24.251	5.238	17.422	8.223	2.495	167.466	14.219
Obra 076	27.660	4.702	6.669	8.159	2.280	114.432	14.483
Obra 079	26.304	4.190	9.107	10.716	2.620	177.407	13.267
Obra 080	24.451	3.432	7.901	7.362	2.478	136.426	14.902
Obra 082	15.756	2.147	3.582	5.641	1.528	87.121	10.550
Obra 084	21.859	2.721	4.870	7.991	1.798	109.693	14.836
Obra 104	13.241	1.911	4.167	5.630	1.245	77.712	9.889
Obra 105	21.753	3.338	4.120	8.659	2.204	137.790	14.202
Obra 112	24.724	3.052	6.963	10.678	2.146	143.971	14.335

	Custo de Revestimento de Paredes Internas	Custo de Revestimento de Piso	Custo de Revestimento de Fachada	Custo de Esquadrias de Madeira	Custo de Esquadrias Metálicas	Custo de Vidros
Obra 035	5.730	7.255	4.434	10.513	11.214	1.751
Obra 041	14.152	10.584	16.886	21.342	29.529	5.445
Obra 042	21.994	13.997	7.754	20.345	25.789	4.102
Obra 043	8.489	7.583	22.368	6.489	10.887	1.259
Obra 044	8.102	7.555	13.912	12.515	16.372	2.262
Obra 045	8.745	7.972	17.252	6.528	9.432	4.284
Obra 046	24.811	20.999	21.462	29.292	60.056	9.185
Obra 047	17.395	14.474	20.273	15.481	15.382	2.537
Obra 051	9.717	8.140	2.742	13.895	18.033	2.031
Obra 052	10.896	10.019	17.767	19.608	23.577	2.384
Obra 053	8.212	7.192	5.336	16.186	15.841	
Obra 054	8.979	20.570	5.657	15.340	13.911	1.968
Obra 055	12.929	13.154	17.365	13.584	32.774	5.169
Obra 056	16.626	11.394	13.586	10.487	19.817	4.042
Obra 065	32.745	18.849	25.995	20.414	34.834	7.711
Obra 066	16.231	21.038	17.501	33.720	38.049	5.276
Obra 068	16.782	15.279	5.192	26.337	35.596	4.996
Obra 069	17.964	15.433	16.517	16.959	29.580	
Obra 070	7.129	10.185	18.100	13.155	14.693	
Obra 072	6.189	9.205	13.710	11.735	13.834	
Obra 074	8.895	12.529	15.986	12.526	15.115	2.625
Obra 075	18.784	16.219	16.057	15.708	15.432	5.033
Obra 076	8.850	6.738	5.202	16.770	13.362	
Obra 079	13.281	17.224	16.273	24.434	22.574	
Obra 080	10.031	10.498	6.661	19.701	18.726	
Obra 082	6.434	5.664	4.446	13.415	10.012	
Obra 084	8.447	7.963	3.040	13.349	15.216	
Obra 104	5.429	5.030	2.394	12.253	9.640	
Obra 105	7.791	11.140	17.348	14.988	17.411	
Obra 112	8.668	9.930	20.672	16.374	19.216	

	Custo de Piso de Madeira	Custo de Carpetes	Custo de Rodapés e Alizares	Custo de Forro de Gesso	Custo de Forro de Madeira	Custo de Pintura Interna	Custo de Pintura Externa
Obra 035	4.966	1.685	1.673	1.221	1.831	7.375	1.877
Obra 041	8.419	3.592	3.084	2.734	1.487	15.566	706
Obra 042	10.692	3.034	2.068	2.520	1.048	14.679	4.117
Obra 043	4.080	1.389	1.116	1.603	794	7.448	735
Obra 044	6.706	2.335	1.362	2.459	1.141	12.868	528
Obra 045	10.615		2.396	1.457	1.403	4.887	4.297
Obra 046	18.375	4.360	2.920	5.608		26.484	2.303
Obra 047	9.763	2.550	1.615	1.894	1.707	12.815	907
Obra 051	6.821	1.781	1.257	2.208	1.538	11.908	2.548
Obra 052	11.304	2.816	2.484	2.211	2.857	14.257	3.974
Obra 053	6.947	2.301	1.197	1.747	627	12.356	1.779
Obra 054	8.978	2.476	1.691	1.892	1.268	14.866	3.290
Obra 055	12.885		2.543	1.497	1.834	8.907	5.625
Obra 056	7.483	2.062	1.203	2.783	1.386	9.569	690
Obra 065	14.185	4.124	2.410	5.632	2.772	18.638	1.245
Obra 066	17.204	3.481	3.346	4.175	1.716	19.285	2.401
Obra 068	13.760	4.213	3.363	3.912	1.420	21.097	5.259
Obra 069	15.450	2.491	1.949	2.913	2.873	13.845	649
Obra 070	4.694	1.730	1.393	4.511	1.231	10.422	267
Obra 072	4.951	1.833	1.438	4.566	1.429	10.213	510
Obra 074	14.541		3.406	1.765	1.564	9.676	293
Obra 075	9.136	2.779	3.371	3.061	1.656	13.972	1.822
Obra 076	6.746	2.350	1.516	5.567	758	11.008	2.587
Obra 079	12.143	2.608	2.244	8.021	3.410	14.741	2.392
Obra 080	7.933	2.860	1.902	7.731	861	14.327	2.715
Obra 082	4.741	1.620	1.163	3.997	1.429	8.606	2.254
Obra 084	4.827	2.421	1.459	5.218	1.085	10.097	3.539
Obra 104	4.142	1.459	915	3.507	982	6.865	2.430
Obra 105	6.264	2.350	1.793	5.699	1.832	12.549	570
Obra 112	7.724	2.175	1.735	4.520	1.464	11.956	527

	Custo de Pintura de Esquadrias	Custo de Limpeza	Custo de Elevadores	Custo de Urbanização	Quantidade de Concreto em Fundação	Quantidade de Formas Estruturais	Quantidade de Aço Estrutural
Obra 035	2.734	952	11.225	3.484	544,5	14.390,00	88,55
Obra 041	5.696	1.883	21.046	6.302	1.052,1	28.733,00	176,89
Obra 042	1.615	1.911	15.785	6.400	1.204,7	30.071,00	197,46
Obra 043	2.039	822	11.801	1.958	483,4	12.606,00	77,69
Obra 044	3.761	1.283	15.156	5.378	727,0	19.305,00	126,25
Obra 045	318	619	7.145	2.431	509,7	12.272,00	88,77
Obra 046	8.172	3.290	37.533	14.186	2.223,3	50.612,00	311,84
Obra 047	4.414	1.543	23.853	5.394	442,5	25.857,00	159,08
Obra 051	3.601	1.262	11.225	5.488	839,9	19.446,70	126,52
Obra 052	5.136	1.834	16.136	5.313	1.081,3	27.835,00	171,35
Obra 053	3.146	1.570	15.735	5.804	857,9	20.965,00	174,18
Obra 054	5.053	1.618	15.785	8.970	670,0	24.205,00	149,59
Obra 055	475	1.166	21.435	4.493	740,4	17.963,00	110,59
Obra 056	3.509	1.390	18.942	6.885	889,2	18.494,00	134,79
Obra 065	6.696	2.629	35.779	10.729	1.716,9	41.312,00	254,32
Obra 066	7.225	2.563	27.010	6.053	608,0	40.167,00	225,44
Obra 068	7.227	2.470	26.308	9.473	1.285,7	38.096,00	234,40
Obra 069	5.989	1.867	23.151	4.421	560,0	28.184,00	199,46
Obra 070	1.178	1.152	16.719	4.125	800,5	16.512,00	127,78
Obra 072	769	1.410	17.702	2.313	707,7	17.747,00	132,92
Obra 074	5.721	1.278	21.435	4.065	873,8	21.920,00	134,89
Obra 075	4.572	1.777	23.853	5.172	1.107,1	26.926,00	165,23
Obra 076	1.040	1.560	15.785	3.702	885,9	18.501,00	133,43
Obra 079	957	2.203	21.636	7.238	850,6	30.524,00	230,53
Obra 080	1.097	1.694	14.752	5.641	846,9	20.780,00	141,64
Obra 082	630	1.029	11.041	2.391	743,8	15.429,63	124,40
Obra 084	1.036	1.425	15.735	3.479	758,0	15.464,00	107,23
Obra 104	589	965	11.225	2.984	526,3	14.474,00	125,39
Obra 105	1.045	1.650	21.124	2.858	825,2	20.663,94	154,47
Obra 112	865	1.518	22.291	3.264	619,0	21.990,00	163,60

	Quantidade de Concreto Estrutural	Número de Pontos de Água Fria	Comprimento de Tubos de Água Fria	Número de Ponto de Esgoto	Número de Pontos de Água Pluvial	Comprimento de Tubos Sanitários	Número de Pontos Elétricos
Obra 035	1.108,00	756	2.545,90	900	126	4.191,1	2.976
Obra 041	2.209,00	1.374	4.831,20	1.404	288	11.012,0	4.478
Obra 042	2.468,00	1.550	2.044,00	1.552	192	6.373,8	4.682
Obra 043	976,00	452	1.611,60	498	72	2.535,6	1.848
Obra 044	1.485,00	804	2.884,30	1.062	132	4.866,9	2.826
Obra 045	1.180,60	324	1.215,00	370	63	944,9	1.526
Obra 046	3.897,00	2.598	9.179,50	2.604	306	13.021,8	9.324
Obra 047	1.991,00	971	3.776,90	929	132	5.845,8	4.176
Obra 051	1.495,90	870	3.337,50	1.092	96	4.770,1	3.438
Obra 052	2.142,00	1.042	4.019,30	1.050	56	5.624,5	4.207
Obra 053	1.623,00		5.182,40			11.547,1	
Obra 054	1.870,00	1.122	4.194,90	1.120	228	5.817,4	3.972
Obra 055	1.357,00	474	2.138,00	552	108	4.325,9	2.382
Obra 056	1.685,00	168	3.526,20	192	84	5.975,8	2.928
Obra 065	3.177,00	336	7.011,50	378	164	10.481,9	5.850
Obra 066	2.979,00	1.805	6.901,90	2.168	264	13.156,5	7.990
Obra 068	2.930,00	1.855	7.029,80	1.740	207	8.244,6	6.414
Obra 069	2.167,00	948	3.553,40	990	198	2.722,1	4.044
Obra 070	1.633,00		2.977,00			12.985,2	
Obra 072	1.584,00		3.094,80			6.361,9	
Obra 074	1.684,00	495	2.219,10	571	136	4.918,7	2.679
Obra 075	2.063,00	1.165	4.896,90	1.122	144	7.079,7	3.937
Obra 076	1.575,50		3.166,70			6.212,7	
Obra 079	3.007,00		4.214,70			8.720,7	
Obra 080	1.804,80		4.749,40			9.074,6	
Obra 082	1.626,19		3.075,00			4.154,4	
Obra 084	1.366,00		3.912,20			4.654,1	
Obra 104	1.280,00		2.251,10			4.222,2	
Obra 105	1.855,47		3.933,50			7.997,2	
Obra 112	1.938,00		3.639,60			7.293,7	

	Comprimento de Fiação Elétrica	Número de Pontos Telefônicos	Comprimento de Fiação Telefônica	Quantidade de Cobertura	Comprimento de Marcação de Alvenaria	Quantidade de Alvenaria
Obra 035	45.979,7	242	1.888,9	600	3.654,00	7.988
Obra 041	39.381,0	548	3.751,0	1.236	7.379,00	17.536
Obra 042	71.135,6	626	3.772,1	1.113	7.158,00	16.742
Obra 043	22.294,8	171	721,6	124	2.981,00	7.145
Obra 044	33.334,9	342	740,4	553	6.501,00	13.004
Obra 045	12.812,4	150	63,4	576	2.405,00	6.315
Obra 046	112.675,6	876	43,2	1.362	16.103,96	32.254
Obra 047	58.186,6	339	1.218,0	575	6.263,00	14.715
Obra 051	45.087,8	216	1.705,6	820	4.981,00	9.355
Obra 052	58.772,3	402	1.444,2	629	7.047,00	14.715
Obra 053	80.776,3			648	5.240,00	12.938
Obra 054	52.111,0	362	2.842,9	876	5.604,00	13.175
Obra 055	37.785,5	180	904,1	804	4.841,00	10.112
Obra 056	53.994,5	265	1.095,8	102	5.319,00	11.241
Obra 065	107.889,7	528	2.191,7	774	10.292,00	21.746
Obra 066	111.600,8	558	2.004,9	1.074	10.839,00	24.453
Obra 068	84.060,8	602	4.738,1	1.337	9.364,00	22.640
Obra 069	35.438,3	300	126,8	786	6.575,00	14.727
Obra 070	76.843,3		2.046,0	415	4.298,00	11.445
Obra 072	64.258,7		2.884,1	118	4.515,00	10.733
Obra 074	42.540,9	183	919,2	834	4.413,00	9.657
Obra 075	72.079,6	338	1.394,7	603	6.316,00	15.489
Obra 076	56.159,1		2.000,7	1.150	8.255,81	18.219
Obra 079	114.340,4		3.844,8	944	7.079,00	17.407
Obra 080	84.150,6		4.109,6	1.185	6.026,00	16.339
Obra 082	29.721,9		2.416,4	746	4.036,00	10.434
Obra 084	40.558,3		2.884,1	583	6.161,00	13.316
Obra 104	77.731,4		1.138,7	522	3.337,00	8.364
Obra 105	80.414,8		3.697,7	151	5.748,55	13.413
Obra 112	105.256,2		3.498,6	414	6.554,00	16.055

	Quantidade de Contrapiso	Quantidade de Emboco Interno	Quantidade de Reboco Externo	Quantidade de Gesso Corrido	Quantidade de Cerâmica em Parede	Quantidade de Granito em Parede	Quantidade de Cerâmica em Piso
Obra 035	6.381	13.615	2.880	3.186	3.889		2.208
Obra 041	9.579	26.255	5.781	6.126	7.344	368	3.799
Obra 042	10.146	25.610	6.091	6.366	8.010		4.346
Obra 043	5.849	10.761	3.577	2.353	2.819	244	2.073
Obra 044	6.450	19.521	4.450	4.255	4.390	237	2.800
Obra 045	5.277	9.775	3.349	2.327	2.501	71	1.501
Obra 046	20.018	47.471	8.569	10.304	15.259		6.844
Obra 047	7.676	21.136	6.020	5.384	6.332		2.961
Obra 051	6.300	20.100	3.852	4.146	6.108		2.697
Obra 052	9.164	23.752	6.973	5.608	6.578		3.529
Obra 053	7.573	21.899	4.728	5.120	5.845		2.665
Obra 054	11.745	21.309	5.102	9.354	6.081		7.077
Obra 055	5.815	14.766	4.011	3.930	3.614	267	2.006
Obra 056	6.330	15.480	4.021	3.087	4.947		2.572
Obra 065	12.371	30.746	7.775	6.009	9.718		5.027
Obra 066	16.118	33.871	6.280	7.370	10.964		4.935
Obra 068	12.294	37.626	7.797	9.831	11.048		4.868
Obra 069	10.068	23.310	6.499	5.930	6.674		4.340
Obra 070	6.337	17.196	5.738	2.909	4.505		3.105
Obra 072	7.334	17.683	4.574	3.484	3.855		3.857
Obra 074	5.810	13.662	3.074	4.145	2.364	134	1.995
Obra 075	8.674	23.408	5.636	4.891	6.645		3.886
Obra 076	7.782	19.500	5.517	4.585	5.476		3.611
Obra 079	11.815	28.886	7.305	5.268	7.989		5.578
Obra 080	9.514	24.500	4.930	4.982	6.372		4.009
Obra 082	5.985	15.217	3.686	3.072	4.516		2.441
Obra 084	7.560	14.221	5.363	3.616	5.648		3.325
Obra 104	5.284	13.237	3.772	2.504	3.946		2.349
Obra 105	9.007	17.058	5.657	4.431	4.877		4.632
Obra 112	8.423	20.905	7.142	4.316	5.320		3.673

	Quantidade de Granito em Piso	Quantidade de Ardósia em Piso	Quantidade de Piso São Tomé em Piso	Quantidade de Cerâmica em Fachada	Quantidade de Pastilha em Fachada	Quantidade de Granito em Fachada	Número de Portas de Madeira
Obra 035	28	235		1.125			505
Obra 041	49	823		1.970	2.557		934
Obra 042		370		1.307			934
Obra 043		287		2.777		1.080	308
Obra 044		302		3.763			610
Obra 045	286	208		2.998		351	307
Obra 046			983	5.998			1.600
Obra 047	34	768	537	4.598			692
Obra 051		301		480			614
Obra 052		581		3.404			786
Obra 053		337		3.075			735
Obra 054		561			1.069		749
Obra 055	408	355		4.011			361
Obra 056		215	300	3.011			504
Obra 065		422	300	5.757			997
Obra 066		505	473	4.405			1.281
Obra 068		513		1.054			1.213
Obra 069	95	493		5.347			705
Obra 070		480	99	5.330			562
Obra 072		380	48	3.669			504
Obra 074	558	268		2.553		423	306
Obra 075	63	570	96	4.214			693
Obra 076	21			1.238			749
Obra 079		676	102	4.558			789
Obra 080	15			1.538			866
Obra 082	3	246		980			564
Obra 084				494			608
Obra 104				474			507
Obra 105		456	43	4.645			
Obra 112	6			6.207			669

	Quantidade de Janelas de Alumínio	Quantidade de Portais de Alumínio	Quantidade de Vidros	Quantidade de Piso de Madeira	Quantidade de Carpete	Quantidade de Forro de Gesso	Quantidade de Forro de Madeira
Obra 035	1.704	1.954	1.073,2	1.055	1.368	968	650
Obra 041	5.101	5.657	2.427,2	1.783	2.916	2.168	528
Obra 042	5.091	4.424	2.304,4	2.487	2.586	1.999	372
Obra 043	497	307	340,2	804	1.128	1.271	282
Obra 044	2.692	3.978	1.181,1	1.428	1.896	1.950	372
Obra 045	1.083	1.373	858,7	2.469		1.155	498
Obra 046	12.568	13.876	5.200,1	3.957	3.540	4.447	
Obra 047	2.819	3.609	1.277,6	1.955	2.070	1.502	606
Obra 051	2.779	2.093	984,9	1.586	1.446	1.751	546
Obra 052	3.294	2.521	1.281,6	2.489	2.286	1.753	1.014
Obra 053			934,8	1.850	2.139	1.572	218
Obra 054	2.340	3.231	1.110,3	1.930	2.010	1.500	450
Obra 055	3.020	3.679	1.262,1	2.750		1.187	651
Obra 056	3.402	3.157	861,9	1.527	1.674	2.207	492
Obra 065	6.428	6.149	1.697,9	3.042	3.348	4.466	984
Obra 066	8.083	7.527	2.523,3	3.796	2.826	3.311	609
Obra 068	4.839	8.157	2.987,9	3.018	3.420	3.102	504
Obra 069	4.401	6.963	2.070,7	2.777	2.022	2.310	1.020
Obra 070			741,7	1.236	1.608	2.807	429
Obra 072			763,8	1.305	1.704	2.897	498
Obra 074	4.458	1.689	1.200,8	3.350		1.400	555
Obra 075	2.357	3.515	1.036,4	1.736	2.256	2.427	588
Obra 076			861,9	1.758	2.184	3.174	264
Obra 079			1.505,9	3.210	2.424	4.994	1.188
Obra 080			1.259,6	2.088	2.658	5.130	300
Obra 082			571,7	1.248	1.506	2.440	498
Obra 084			945,4	1.278	2.250	2.793	378
Obra 104			597,3	1.089	1.356	2.148	342
Obra 105			963,0				
Obra 112			1.412,9	1.783	2.022	2.776	510

	Quantidade de Rodapés e Alizares	Quantidade de Pintura Interna	Quantidade de Pintura de Fachada	Quantidade de Oficiais	Quantidade de Serventes	Quantidade de Armador	Quantidade de Carpinteiro
Obra 035	2.970	9.726	2.148	95.804,7	71.689,4	8.219,9	21.761,9
Obra 041	5.747	18.543	1.254	196.707,6	177.421,2	16.277,8	41.334,1
Obra 042	6.160	17.600	5.210	181.387,9	139.509,7	18.181,9	45.002,4
Obra 043	3.014	7.698	945	87.200,6	83.166,3	7.064,0	19.104,8
Obra 044	4.101	14.894	702	131.212,7	108.689,3	11.734,1	32.090,8
Obra 045	3.201	7.203		90.128,5	82.225,3	8.177,6	25.222,1
Obra 046	10.337	32.212	2.734	324.089,8	218.744,3	33.236,2	75.859,0
Obra 047	5.014	14.804	1.422	168.310,8	143.352,1	14.955,6	39.907,0
Obra 051	3.977	13.992	3.372	124.837,6	74.981,3	11.607,2	29.751,4
Obra 052	5.494	17.174	3.569	175.816,5	105.071,8	15.812,7	40.810,9
Obra 053	4.604	16.054	1.653	154.564,8	107.743,7	15.127,5	32.055,7
Obra 054	4.592	15.228	4.033	155.290,2	91.754,8	13.601,4	36.448,1
Obra 055	3.224	10.885		121.543,4	84.912,6	10.353,3	29.219,6
Obra 056	3.521	10.533	1.010	122.944,6	75.031,5	12.339,0	27.656,7
Obra 065	7.044	21.028	2.018	243.474,9	219.303,3	23.415,8	59.617,9
Obra 066	7.817	22.907	1.875	257.326,9	148.110,9	23.779,4	59.111,4
Obra 068	7.843	26.578	6.743	240.169,7	149.179,1	21.380,0	57.398,0
Obra 069	5.713	16.636	1.152	190.748,3	126.902,9	18.804,1	40.255,5
Obra 070	5.442	12.691	474	103.311,9	75.021,8	11.521,3	22.362,5
Obra 072	5.939	13.828	905	99.465,8	69.563,4	11.763,8	22.804,3
Obra 074	3.808	11.164	521	122.621,4	83.463,4	12.575,8	32.809,3
Obra 075	5.658	16.763	1.422	163.476,9	122.440,8	15.348,2	39.118,9
Obra 076	6.090	14.024	3.205	106.870,0	87.912,3	12.106,3	23.467,5
Obra 079	8.908	20.897	3.494	160.853,3	97.934,4	19.564,3	39.881,6
Obra 080	7.725	18.128	3.392	119.692,6	74.282,7	12.834,6	26.632,1
Obra 082	4.641	10.701	2.803	81.837,9	69.942,4	11.113,2	19.997,8
Obra 084	5.917	8.573	4.884	93.810,2	59.063,3	9.901,3	20.787,5
Obra 104	3.522	9.291	3.298	79.416,2	57.311,5	10.784,1	21.078,8
Obra 105		12.181	1.012	114.748,1	76.882,9	13.525,7	25.071,5
Obra 112	6.803	15.585	935	125.232,5	88.683,3	14.017,1	28.923,1

	Quantidade de Pedreiro	Quantidade de Encanador	Quantidade de Eletricista	Quantidade de Gesseiro	Quantidade de Azulejista de Interiores	Quantidade de Azulejista de Fachadas	Quantidade de Marceneiro
Obra 035	27.498,8	5.994,2	10.905,3	2.178,2	4.527,2	1.125,0	2.638,8
Obra 041	53.098,6	26.864,8	16.400,6	4.380,4	11.838,2	1.970,0	3.999,3
Obra 042	53.404,5	13.813,2	13.567,2	4.435,3	8.838,1	1.307,0	4.091,1
Obra 043	24.794,9	5.086,7	7.068,6	1.988,1	7.040,7	2.777,0	2.417,6
Obra 044	38.944,6	4.859,1	11.126,2	3.275,5	6.461,3	3.763,0	2.792,0
Obra 045	21.329,9	3.333,6	10.127,0	1.738,7	5.136,6	2.998,0	4.878,7
Obra 046	92.906,0	14.935,9	34.982,9	7.202,0	17.794,5	5.998,0	6.075,8
Obra 047	46.277,0	10.316,5	18.780,8	3.629,7	8.964,8	4.598,0	3.625,5
Obra 051	37.241,0	7.081,6	10.550,8	3.064,0	6.258,0	480,0	3.245,4
Obra 052	53.179,0	6.694,0	18.938,2	3.892,3	8.124,1	3.404,0	5.167,7
Obra 053	39.221,4	32.479,1	1.127,5	3.559,4	6.480,3	3.074,8	3.034,9
Obra 054	45.089,3	8.089,0	12.823,4	5.379,0	10.262,7		3.639,5
Obra 055	37.078,5	6.830,1	8.082,5	2.671,1	6.524,8	4.011,0	4.658,6
Obra 056	34.311,3	9.006,7	11.144,3	2.932,7	6.987,6	3.011,0	2.761,6
Obra 065	66.637,4	17.204,6	22.224,1	5.817,3	12.714,6	5.757,0	5.499,6
Obra 066	71.589,8	13.712,0	34.875,5	5.607,1	12.317,5	4.405,0	6.993,1
Obra 068	72.494,3	13.770,1	21.074,2	6.721,4	11.242,1	1.054,0	5.737,5
Obra 069	48.113,9	8.591,2	31.075,6	4.255,4	9.394,8	5.347,0	6.086,7
Obra 070	30.749,3	4.338,5	2.356,5	3.218,5	6.580,8	5.330,0	3.181,5
Obra 072	28.884,0	3.463,2	2.285,9	3.474,5	6.230,1	3.669,0	2.951,8
Obra 074	29.909,6	7.547,9	9.502,5	3.081,2	5.973,9	2.553,0	6.464,8
Obra 075	46.489,0	11.713,3	11.510,6	3.982,8	8.699,3	4.214,0	4.140,7
Obra 076	34.557,4	3.110,2	2.440,6	4.397,4	6.432,2	1.238,4	3.532,0
Obra 079	46.026,3	4.729,8	3.298,3	5.693,4	10.418,5	4.558,0	6.099,0
Obra 080	34.997,5	4.627,9	2.623,6	5.638,4	7.391,9	1.538,0	4.280,0
Obra 082	22.261,0	2.823,3	1.838,0	3.087,5	4.947,2	979,5	2.916,9
Obra 084	28.534,9	3.210,3	2.639,4	3.691,8	6.131,9	494,0	3.180,6
Obra 104	22.779,2	2.171,7	1.994,2	2.625,8	4.333,1	474,0	2.566,9
Obra 105	31.392,8	4.355,6	2.830,3	4.315,3	7.700,4	4.645,4	3.733,3
Obra 112	37.866,5	4.154,7	2.959,9	3.999,2	7.723,3	6.207,0	3.935,0

	Quantidade de Pintor de Interiores	Quantidade de Pintor de Fachada	Quantidade de Pintor de Esquadrias	Quantidade de Vidraceiro	Quantidade de Arcia	Quantidade de Cimento Portland	Quantidade de Argamassa Colante
Obra 035	6.795,2	895,1	834,0	250,6	1.155	5.619	25
Obra 041	14.221,5	708,3	1.804,7	649,4	2.400	10.597	47
Obra 042	13.115,9	1.742,5	137,8	755,9	2.210	10.597	47
Obra 043	6.906,9	529,2	419,4	186,7	1.082	5.271	29
Obra 044	12.506,6	269,6	347,1	418,1	1.691	8.177	41
Obra 045	4.593,9		429,7	429,0	911	4.291	28
Obra 046	24.221,2	1.763,5	829,2	1.368,7	3.939	18.499	97
Obra 047	12.415,0	546,0	73,9	439,8	2.090	10.189	51
Obra 051	10.601,6	1.294,8	527,6	356,2	1.551	7.432	31
Obra 052	12.387,2	2.581,1	310,9	450,6	2.209	11.024	48
Obra 053	11.606,3	634,8	3.553,2	98,6	1.565	6.166	41
Obra 054	14.015,9	1.808,3	674,3	387,4	2.062	9.479	47
Obra 055	7.655,9	65,7	742,7	606,6	1.429	7.107	36
Obra 056	9.132,0	387,8	29,8	460,6	1.422	6.860	39
Obra 065	17.908,1	774,9	76,5	888,6	2.743	13.074	75
Obra 066	17.018,8	791,3	998,3	911,9	3.208	15.836	70
Obra 068	20.293,9	2.753,5	639,7	742,5	2.946	13.815	57
Obra 069	12.949,8	553,4	196,4	944,8	2.088	9.764	59
Obra 070	10.264,7	182,0	942,5	105,7	980	4.438	48
Obra 072	10.971,9	347,5	489,7	114,8	951	4.418	44
Obra 074	8.958,5	289,9		445,7	1.198	5.673	26
Obra 075	12.705,6	501,8	847,3	499,9	2.139	9.481	52
Obra 076	11.403,9	1.230,7	671,9	78,2	1.294	5.548	36
Obra 079	15.602,2	1.341,7	1.046,2	168,2	1.339	5.934	67
Obra 080	14.108,0	1.496,3	638,4	94,8	1.174	5.412	42
Obra 082	8.613,5	1.160,2	804,8	62,8	803	3.825	28
Obra 084	10.148,5	2.241,8	795,2	68,5	1.059	4.956	33
Obra 104	7.245,5	1.266,2	429,7	45,8	759	3.488	24
Obra 105	13.525,0	388,4	603,8	146,0	1.111	4.987	54
Obra 112	12.017,1	359,0	467,9	98,0	1.183	5.416	57