

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL

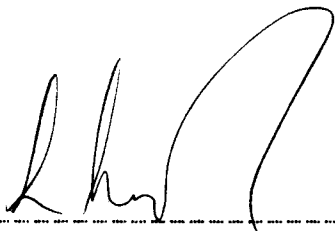
**CARACTERIZAÇÃO DE PRÉDIOS HABITACIONAIS DE PORTO ALEGRE
ATRAVÉS DE VARIÁVEIS GEOMÉTRICAS - UMA PROPOSTA À
PARTIR DAS TÉCNICAS DE ESTIMATIVAS PRELIMINARES DE
CUSTO.**

MÍRIAN OLIVEIRA

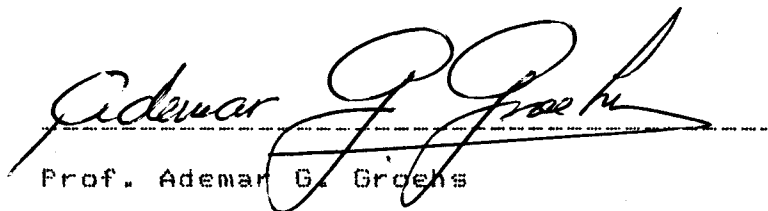
Dissertação apresentada ao corpo docente do Curso de Pós-Graduação em Engenharia Civil da Escola de Engenharia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, como parte dos requisitos para a obtenção do título de MESTRE EM ENGENHARIA CIVIL.

Porto Alegre, Março de 1990.

Esta dissertação foi julgada adequada para a obtenção do título de MESTRE EM ENGENHARIA CIVIL e aprovada em sua forma final pelo Orientador e pelo Curso de Pós-Graduação.



Prof. Luiz F. M. Heineck
Orientador



Prof. Ademair G. Groehs
Coordenador do Curso

Banca Examinadora #

Professor Luiz F. M. Heineck
Ph. D. pela Universidade de Leeds, Inglaterra

Professor Helio A. Greven
Doutor Engenheiro pela Universidade de Hannover,
Alemanha

Professor Juan L. Mascará
Doutor pela Pontifícia Universidade Católica de Buenos
Aires, Argentina

Aos meus pais
e irmão.

AGRADECIMENTOS

- Ao professor Luiz F. M. Heineck pela orientação durante todas as etapas da elaboração da dissertação;

- Ao meu irmão Rômulo S. de Oliveira, pelo auxílio nas diversas fases desta pesquisa;

- À minha mãe e ao meu pai pelo apoio e incentivo transmitidos todos os dias;

- À professora Carin M. Schmitt pela colaboração durante a realização deste trabalho;

- Ao professor F. Franco pelo auxílio prestado na etapa final desta dissertação;

- Aos calculistas que cederam os projetos para o levantamento dos dados, sem os quais este trabalho não teria sido possível;

- Aos professores do Curso de Pós-Graduação em Engenharia Civil, opção construção, desta universidade pelos ensinamentos difundidos;

- A todos que de alguma forma participaram desta dissertação.

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS.....	VII
LISTA DE TABELAS.....	IX
RESUMO.....	XI
ABSTRACT.....	XII
1. INTRODUÇÃO.....	01
1.1. Motivação.....	01
1.2. Objetivos.....	04
1.3. Estrutura do trabalho.....	05
2. REVISÃO DA LITERATURA.....	06
3. METODOLOGIA.....	17
3.1. Rede de interrelacionamento dos serviços.....	17
3.2. Origem dos dados.....	26
3.3. Levantamento e armazenamento dos dados.....	34
3.4. Descrição das variáveis.....	39
4. ANÁLISE ESTATÍSTICA DAS VARIÁVEIS.....	50
4.1. Estudo dos apartamentos.....	50
4.1.1. Sala.....	52
4.1.2. Dormitório de empregada.....	59
4.1.3. Banheiro de empregada.....	61
4.1.4. Lavanderia.....	64
4.1.5. Cozinha.....	68
4.1.6. Circulação.....	74
4.1.7. Banheiro.....	75
4.1.8. Dormitório.....	80
4.2. Comparação dos resultados encontrados com o Código de Obras de Porto Alegre - Lei nº 3615.....	87
4.3. Estudo do prédio.....	89
4.3.1. Pavimento tipo.....	93
4.3.2. Térreo.....	100
4.3.3. Cobertura.....	108
5. CONCLUSÕES.....	110

6. SUGESTÕES.....	117
BIBLIOGRAFIA.....	120

LISTA DE FIGURAS

01.Rede principal de interrelacionamento dos serviços.....	22
02.Rede específica para o item elementos divisórios.....	23
03.Rede específica para o item porta.....	24
04.Rede específica para o item cobertura.....	25
05.Porcentagem da área vistoriada pela Secretaria Municipal de Obras e Viação de Porto Alegre.....	29
06.Porcentagem do número de economias vistoriadas pela Secretaria Municipal de Obras e Viação de Porto Alegre.....	30
07.Planilha de coleta de dados número 1.....	36
08.Planilha de coleta de dados número 2.....	37
09.Planilha de coleta de dados número 3.....	38
10.Encadeamento das variáveis a serem pesquisadas.....	49
11.Histograma de frequência relativa da área da sala.....	53
12.Área útil da unidade x Área da sala.....	56
13.Regressão linear simples entre o perímetro e a área da sala.....	57
14.Área da janela x Área da sala.....	58
15.Histograma de frequência relativa da área do banheiro de de empregada.....	61
16.Área do banheiro de empregada x Área útil da unidade.....	62
17.Regressão linear simples entre o perímetro e a área do banheiro de empregada.....	64
18.Regressão linear simples entre a área da lavanderia e a área útil da unidade.....	67
19.Regressão linear simples entre o perímetro e a área da lavanderia.....	67
20.Histograma de frequência relativa da área da cozinha.....	69
21.Regressão linear simples entre a área da cozinha e a área útil da unidade.....	72
22.Regressão linear simples entre o perímetro e a área da cozinha.....	73
23.Histograma de frequência relativa da razão entre os lados da cozinha.....	73

24. Regressão linear simples entre o perímetro e a área de circulação.....	75
25. Histograma de frequência relativa da área do banheiro.....	76
26. Regressão linear simples entre a área do banheiro e a área útil da unidade.....	79
27. Área do dormitório x Área útil da unidade.....	83
28. Área do segundo e terceiro dormitórios x Área útil da unidade.....	84
29. Regressão linear simples entre a área dos dormitórios e a área útil da unidade.....	85
30. Área do dormitório x Área útil da unidade, apartamentos com 1 dormitório.....	85
31. Área dos dormitórios x Área útil da unidade, apartamentos com 2 dormitórios.....	86
32. Área dos dormitórios x Área útil da unidade, apartamentos com 3 dormitórios.....	86
33. Área útil x Número de dormitórios.....	95
34. Regressão linear simples entre a área útil e a área das unidades.....	96
35. Regressão linear simples entre a área de piso frio e o somatório das áreas das unidades do pavimento tipo.....	98
36. Regressão linear simples entre o somatório da área das unidades e a área do pavimento tipo.....	100
37. Regressão linear simples entre o perímetro externo e a área do pavimento tipo.....	103
38. Área do pavimento tipo x Razão entre o perímetro externo e a área do pavimento tipo.....	104
39. Regressão linear simples entre o perímetro interno e a área do pavimento tipo.....	105
40. Composição do pavimento tipo.....	111
41. Divisão das unidades em compartimentos.....	112

LISTA DE TABELAS

01.Serviços da rede principal.....	20
02.Número de projetos fornecidos pelos respectivos calculistas.....	26
03.Porcentagem de área e número de economias vistoriadas em Porto Alegre de 1983 a 1986.....	28
04.Número de dados necessários para uma amostra, admitindo um erro relativo de 10%, segundo Hirota (1987).....	31
05.Características gerais dos projetos.....	32
06.Distribuição da amostra segundo o número de pavimentos.....	33
07.Distribuição dos apartamentos segundo o número de dormitórios.....	33
08.Número de unidades no pavimento tipo e número total de unidades nos prédios.....	34
09.Variáveis do compartimento sala.....	54
10.Regressões lineares simples entre as variáveis do compartimento sala.....	55
11.Variáveis do compartimento dormitório de empregada.....	59
12.Regressões lineares simples entre as variáveis do compartimento dormitório de empregada.....	60
13.Variáveis do compartimento banheiro de empregada.....	63
14.Regressões lineares simples entre as variáveis do compartimento banheiro de empregada.....	63
15.Variáveis do compartimento lavanderia.....	65
16.Regressões lineares simples entre as variáveis do compartimento lavanderia.....	66
17.Variáveis do compartimento cozinha.....	70
18.Regressões lineares simples entre as variáveis do compartimento cozinha.....	71
19.Variáveis do compartimento circulação.....	74
20.Regressões lineares simples entre as variáveis do compartimento circulação.....	74
21.Variáveis do compartimento banheiro.....	77

22. Regressões lineares simples entre as variáveis do compartimento banheiro.....	70
23. Variáveis do compartimento dormitório.....	81
24. Regressões lineares simples entre as variáveis do compartimento dormitório.....	82
25. Comparação entre as área médias obtidas e as áreas mínimas do Código de Obras de Porto Alegre.....	88
26. Área e área útil das unidades.....	94
27. Regressões entre a área e a área útil das unidades.....	94
28. Área útil determinada através da equação obtida com o conjunto total de dados.....	96
29. Área de piso frio no pavimento tipo.....	97
30. Regressões entre a área de piso frio e a área do pavimento tipo e das unidades.....	97
31. Áreas que compõem o pavimento tipo.....	99
32. Regressões entre a área das unidades e a área do pavimento tipo.....	99
33. Perímetro e área de sacada no pavimento tipo.....	101
34. Regressões entre os perímetros e a área do pavimento tipo..	102
35. Forma geométrica do pavimento tipo.....	106
36. índice de compacidade obtido com a área e o perímetro médios de cada peça.....	107
37. Apartamento do zelador.....	108
38. Área fechada na cobertura.....	109
39. Regressões entre as variáveis do pavimento cobertura.....	109
40. Relação entre os lados dos compartimentos.....	113
41. Área e perímetro médios para cada compartimento, considerando a amostra total.....	115

RESUMO

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

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

A partir da revisão da literatura na determinação de estimativas preliminares de custo da construção, adotou-se critérios para a escolha de variáveis geométricas, de prédios habitacionais de Porto Alegre, a serem estudadas.

Este trabalho apresenta uma análise de variáveis geométricas (área, perímetro, largura, etc) considerando 86 prédios, com número de pavimentos que variam de 4 a 8.

As características estudadas podem ser classificadas em dois segmentos. O primeiro aborda os compartimentos que compõem os apartamentos em termos de área, perímetro, aberturas e a relação com a área da unidade. O outro enfoca relações e índices que visualizam o pavimento de forma global, como por exemplo o índice de compactidade.

Paralelamente verificou-se os serviços que utilizam uma mesma variável para o cálculo do seu quantitativo, criando uma rede de interrelacionamento dos serviços, baseado na lista de serviços e forma de obtenção dos quantitativos elaborados por Schmitt (1987).

Conclui-se que embora exista variabilidade na forma e tamanho de alguns compartimentos, outras relações como o perímetro interno por metro quadrado permitem estimar quantitativos antes da elaboração de projetos, para serviços representativos no custo total.

ABSTRACT

The cost estimates in early design stages have been utilized as one of user's requirement. With the purpose of patterning the construction cost the researchers inquiry one way to characterize the product, through his functional elements, relations or building's shape.

Although there are divergences among the researchers in order to manner of calculating the construction cost, emphasis have been given to utilization of historic and local datas.

Criteria were adopted to choose geometrics variables of building constructed in Porto Alegre, considering the literature review about estimating methods.

This work presents an analysis of the geometrics variables such as area, perimeter, width, etc. The sample is composed by eighty six buildings, with number of storeys between four and eight.

The characteristics studied can be arranged in two segments; the first part considers the rooms, while the other part analysis some relations like rate perimeter/area. Parallely, the elements (structure, window, etc) that use the same variable to calculate his quantity were grouped, creating a net of elements. This net utilized the work of Schmitt (1987) about bill of quantities.

This work concludes that the geometrics variables studied and theirs relations can be utilized in cost estimates before and during the process of projection.

1. INTRODUÇÃO

1.1. Motivação

Estimativas de custo elaboradas antes dos projetos e especificações estarem disponíveis servem como um parâmetro entre os requisitos do proprietário e o trabalho a ser desenvolvido pelo projetista.

A escolha do método de estimativa empregado será influenciada pela informação e tempo disponíveis, assim como na confiança desejada para o resultado.

Seeley (41) discorre sobre alguns métodos rápidos como:

-método unitário, considera a existência de uma unidade funcional que expresse o uso da construção, e para a qual o custo seja constante;

-método cúbico, considera o volume da construção relacionado ao custo;

-método do metro quadrado, utiliza a área da edificação associada a um custo unitário por metro quadrado;

-método do fechamento do andar, atribui pesos a área do térreo, telhado e área de paredes externas, obtendo uma área fictícia, a qual é multiplicada por um custo unitário.

Estes métodos, utilizados como ferramenta inicial, não ponderam à respeito de aspectos como a forma, o tamanho, altura dos pavimentos, localização, qualidade dos acabamentos, etc. Com o intuito de preencher esta lacuna surgiram fatores de correção, primeiramente baseados na experiência do projetista e depois em dados históricos. Por exemplo, Kouskoula e Koehn (22), através do estudo estatístico de projetos existentes, desenvolveram uma

equação que define o custo da área em termos da altura, tipo, localização, ano da construção, qualidade e tecnologia adotada.

A partir dos dados iniciais, requisitos do usuário, determina-se a estimativa preliminar. Existindo a necessidade de modificações, para reduzir o custo, surge a importância de conhecer a influência de cada variável. Um processo iterativo de definições das variáveis e o cálculo de uma nova estimativa por métodos tradicionais demandaria tempo e recursos.

Craig (11) apresenta um estudo baseado em 72 prédios da Inglaterra, onde é abordada a relação entre o custo e cinco principais componentes da construção, que são a subestrutura, a superestrutura, os acabamentos e revestimentos, as instalações e os elevadores.

Algum tempo depois, mais precisamente de 1959 a 1964, sob o título de "Variação do custo da construção em função de diversos parâmetros intervenientes na concepção dos projetos." (26), o "Centre Scientifique et Technique du Batiment" (Centro Científico e Técnico da Construção, CSTB) fez uma série de estudos para determinar a influência sobre o custo dos parâmetros listados abaixo:

- partido construtivo;
- superfície da moradia;
- largura da construção;
- pé direito;
- número de compartimentos;
- número de andares;
- tipos de circulação;
- preços unitários dos serviços.

A metodologia empregada consistia em desenhar as plantas mantendo certas características comuns, tais como a superfície, instalações e o preço unitário dos serviços. Sendo que para cada projeto era elaborado o custo através dos métodos tradicionais.

Os custos eram comparados e reagrupados segundo o parâmetro a ser estudado. As conclusões obtidas com este trabalho permitiram conhecer o valor do metro quadrado, considerando um projeto básico.

Neste mesmo período, surgiu o método ARC ("Analyse Raisonné et Appréciation Rapide du Coût de Construction" - Avaliação Rápida do Custo da Construção) que forneceu uma nova maneira de abordar a estimativa, fazendo variar os parâmetros geométricos. Estabelecendo a divisão do custo total da construção em obras inerentes ao local e obras gerais, e estas subdivididas em obras verticais, horizontais e equipamentos.

Esta área de pesquisa tem sido trabalhada por diversos autores, em diferentes países. Os princípios utilizados pelas pesquisas, com o decorrer do tempo, enfocam aspectos diferentes. Contudo a maioria delas apresentam uma característica em comum, o uso de dados de projetos existentes e próprios de um determinado local.

A análise dos compartimentos e a obtenção de relações geométricas para os prédios, propostas no capítulo IV, estão fundamentadas nos princípios do método ARC (Avaliação Rápida do Custo da Construção). Algumas das variáveis escolhidas, como por exemplo a área de circulação e a razão perímetro-área, são objeto de estudo de vários autores, entre eles Mascaró (25), Rosso (37) e Seeley (41).

Embora esta dissertação não se proponha a criar um método de estimativa de custo da construção, os seus resultados podem ser utilizados :

->para verificar a racionalidade econômica de variáveis de projeto, através de parâmetros obtidos:

->para questionar a adequação dos projetos da NB 140/65 quanto a sua representatividade na cidade de Porto Alegre, uma vez que eles são empregados na determinação aproximada do custo da edificação:

-> para obter o custo das obras inerentes aos compartimentos.

1.2. Objetivos

Esta dissertação tem como objetivos :

-> determinação de parâmetros que auxiliem os projetistas;

-> a divulgação de metodologias existentes na área e seu campo de aplicação;

-> a verificação da existência de características geométricas constantes, nos prédios residenciais;

-> a caracterização, por meio de variáveis geométricas, dos compartimentos que compõem as unidades habitacionais.

Pretende-se ainda, tendo como base a relação dos serviços e a forma de obtenção dos quantitativos elaborados por Schmitt (40), montar uma rede, a qual relacione os serviços considerando as variáveis utilizadas na determinação dos quantitativos dos mesmos.

A partir dos objetivos listados tem-se as seguintes hipóteses :

-> as áreas das unidades habitacionais são função do número de dormitórios;

-> a área e o perímetro são constantes para cada compartimento, independentemente da área total dos apartamentos;

-> as áreas de circulação vertical são constantes;

-> os parâmetros perímetro externo por área do pavimento tipo e perímetro interno por área do pavimento tipo são constantes;

-> a área das janelas estão relacionadas diretamente com a área da peça;

-> os serviços dividem-se em grupos, quanto as variáveis usadas no cálculo dos quantitativos dos mesmos.

1.3.Estrutura do Trabalho

Este trabalho divide-se em seis capítulos. No capítulo I são abordados os objetivos, a motivação e as partes integrantes desta pesquisa.

No capítulo II serão descritos alguns trabalhos existentes no assunto, ressaltando o enfoque dado pelos autores e as limitações encontradas.

A metodologia empregada na criação da rede de serviços, na seleção dos projetos e posterior determinação e análise das variáveis será conteúdo do capítulo III.

No capítulo IV serão mostrados os resultados obtidos com a análise estatística das variáveis.

As considerações sobre a forma de ligação entre os serviços, as conclusões alcançadas quanto as variáveis estudadas e a metodologia utilizada no decorrer deste trabalho formarão o capítulo V.

Por último, no capítulo VI serão apresentadas sugestões para o prosseguimento desta pesquisa, assim como novos aspectos a serem tratados.

2. REVISÃO DA LITERATURA

Observa-se, através das publicações existentes, a preocupação em conhecer o custo da construção antes da elaboração dos projetos. A divergência entre os autores está no enfoque dado ao assunto; enquanto uns buscam a solução em análises da construção como um todo, outros abordam pontos específicos.

Os trabalhos estrangeiros nesta área, que permanecem válidos e são citados por autores atuais, remontam aos anos cinquenta. Um exemplo disto é o método ARC ("Analyse Raisonné et Appréciation Rapide du Coût de Construction" - Avaliação Rápida do Custo da Construção) elaborado na França, no "Centre Scientifique et Technique du Bâtiment" (Centro Científico e Técnico da Construção), o qual está sendo divulgado e trabalhado, atualmente, na França, Itália, Portugal e em outros países.

A idéia fundamental do método ARC é associar o custo ao compartimento e sua respectiva função, sendo que para a utilização do mesmo é necessário um detalhamento das características geométricas e qualidade da construção. Este método baseia-se em 3 princípios :

- existência de relações entre o perímetro por metro quadrado de área útil e as respectivas áreas úteis de cada tipologia;

- decomposição do prédio de forma sistemática;

- estabelecimento de índices de relações de custo entre as diferentes partes do prédio de acordo com a sua decomposição.

Os serviços são seccionados em três categorias: obras onde os preços são proporcionais a superfície do local (obras horizontais), obras onde os preços são proporcionais ao perímetro (obras verticais ou lineares) e aquelas que não dependem nem da

área, nem do perímetro e que em geral variam com o número de compartimentos (equipamentos).

Cada uma das três categorias divide-se em obras inerentes ao local (revestimento do piso, revestimento de paredes, etc) e em obras comuns (fundações, cobertura, etc).

Os compartimentos são classificados segundo a suas superfícies e a partir disto são determinadas as tipologias, para as quais estão calculados índices. Os quartos e salas são locais denominados locais grandes, com área superior a 8 m^2 , a cozinha e os banheiros são locais médios e possuem área entre 5 m^2 e 8 m^2 , áreas de circulação são locais pequenos com área entre 1.5 m^2 e 5 m^2 e o banheiro de empregada e despensa são considerados locais muito pequenos com área inferior a 1.5 m^2 . A tipologia de uma unidade é obtida através do número de cada tipo de local que a unidade possui, da área e do número de peças com piso frio.

A contribuição deste método está baseada na possibilidade que o sistema oferece de conhecer rapidamente a variação do custo de uma solução básica através da modificação dos parâmetros de concepção.

Alguns trabalhos existentes nesta área tem como princípio a segmentação adotada pelo orçamento convencional, detendo-se em estudar os itens responsáveis pelas maiores parcelas do custo total. Como exemplo pode-se citar a pesquisa de Knight e Duck (21), Suga (46), etc.

Knight e Duck (21) estudaram o custo da instalação de elevadores através da análise de uma amostra de prédios, foram considerados no modelo o número de andares servidos, a altura do prédio, a velocidade do elevador e a sua forma de controle. Os principais fatores que geraram um aumento no custo das instalações de elevadores, segundo os autores, são o número de paradas, a velocidade e a forma de controle.

Considerando ser o custo variável com o tempo e o local, os autores Sofat e Jethi (43) estudaram os dados dos orçamentos convencionais na forma de material e mão de obra utilizados para

cada elemento e não o custo dos mesmos. A pesquisa não considera a influência do tamanho e da forma da construção, sendo a amostra classificada apenas segundo o uso (residencial, escolar, etc).

As quantidades médias obtidas para os materiais e para a mão de obra da edificação servem para estimar o custo de novas construções, verificar a racionalidade do projeto e conhecer a porcentagem que cada elemento representa no custo total.

A análise dos "inputs" de materiais e mão de obra, por meio de comparações e a criação de índices, é a forma utilizada para a determinação de estimativas preliminares de custo, pela pesquisa citada acima.

Sofat (42) busca estimar o custo da construção em estágios iniciais com rapidez, propondo uma metodologia baseada no orçamento convencional.

A análise do custo funcional fundamenta-se na sistemática de dividir os dados do custo entre os vários elementos de uma construção. Sua principal função seria fornecer um método de comparação do custo de uma construção com outra. Isto proporcionaria uma avaliação dos efeitos das variações nas especificações e alternativas de projeto. Sofat (42) define um elemento como parte da construção, a qual pode consistir de materiais diferentes, mas desempenha funções específicas.

O estudo limita-se em analisar orçamentos convencionais determinando índices de consumo de materiais e mão de obra. Desconsidera-se nesta pesquisa a influência das variáveis geométricas da construção e o tipo de mão de obra empregada. Este trabalho é uma continuação da pesquisa realizada pelo autor juntamente com Jethi em 1984.

Os autores Suga (46) e Bezelga (8) apresentam estudos para a obtenção de estimativas do custo da estrutura em estágios iniciais. Estes estudos enfocam a necessidade de conhecer o custo antes da existência dos projetos, de um serviço, no caso a estrutura, responsável por uma parcela significativa do custo da edificação, possibilitando modificações em um período de tempo

reduzido. Contudo não analisam a influência das alterações da estrutura nos demais serviços que formam o custo da construção.

Através da análise estatística de 50 projetos de prédios residenciais Bezelga (8) fornece equações que determinam as quantidades aproximadas de concreto, formas e ferro por metro quadrado de área de estrutura, para cada elemento estrutural e para a estrutura como um todo. Entende-se como área da estrutura, neste trabalho, a área entre os eixos das paredes. Este tipo de informação permite verificar a racionalidade econômica do projeto e em uma fase preliminar gerar estimativas das quantidades dos materiais e seu custo. O tipo de estrutura dos prédios que compõem a amostra, estrutura de concreto armado, restringe os resultados obtidos com esta pesquisa.

Segundo o trabalho de Suga (46) o custo da estrutura e a quantidade dos materiais pode ser estimada através de um programa computacional no estágio inicial do projeto. Os elementos considerados para o lançamento da estrutura são : a carga (ton/m^2); os vãos (m); o número de andares (unid); a altura (m) e a existência ou não de terremotos.

A metodologia adotada por Gosselin (14) e Marston (24) para a obtenção de estimativas preliminares é a utilização de informações de projetos anteriores, armazenadas em um banco de dados.

Marston (24) propõe a criação de bancos de dados que armazenem análises do custo funcional para a elaboração de estimativas de custo preliminares através de comparações dos elementos. O princípio fundamental desta metodologia, que consiste na divisão sistemática do custo em elementos e posterior comparação dos mesmos entre diferentes edificações é o mesmo abordado nos trabalhos de Sofat (42 e 43). Porém este autor considera a necessidade de ajustes quanto a localização, condições de mercado e forma da construção.

Duas questões ainda devem ser estudadas quanto a adequabilidade da análise do custo funcional: uma delas é a

interdependência dos elementos e a outra é a variabilidade do custo, necessitando de grandes amostras para minimizá-la.

Gosselin (14) propõe a criação de banco de dados, com os serviços classificados segundo os elementos funcionais previamente estabelecidos, para gerar novos orçamentos. Inicialmente são definidos o tipo de construção, a localização geográfica e o estilo; a seguir são fornecidos 30 dados geométricos (área, área útil, etc), 10 dados técnicos (tipo de estrutura, elevador, etc) 6 dados econômicos especificando o custo dos principais itens (custo das fundações, custo do terreno, etc) e por último 5 dados que podem ser escolhidos pelo usuário. Estes dados são utilizados para selecionar no banco de dados a melhor estimativa do custo do novo projeto. Em um segundo estágio pode-se entrar com o quantitativo de cada item de acordo com os elementos funcionais definidos. A estimativa do custo de um novo projeto pode ser obtida em 4 níveis, de acordo com o estágio de detalhamento do projeto, a partir do banco de dados. Cada um dos níveis é abordado da seguinte forma :

-no primeiro nível a construção é considerada como um todo;

-no segundo nível a estimativa é feita em função da área total, sendo a construção dividida em nove itens;

-no terceiro nível o custo é estimado em função de aproximadamente 56 sub-itens;

-no quarto nível são considerados 250 elementos funcionais para a preparação da estimativa da construção.

O programa está baseado na obtenção de dados históricos, sem fazer considerações sobre a importância e forma de atuação das variáveis geométricas e as relações entre os elementos funcionais.

As variáveis geométricas são objeto de estudo de diversos autores, os quais acreditam na necessidade de verificar a influência destas no custo da construção. Desta maneira seriam

possíveis alterações na edificação sem perdas consideráveis de tempo e trabalho.

Segundo Stone (44) a diminuição do custo da construção pela redução do padrão não significa economia, pois os requisitos e o custo necessitam ser considerados em conjunto.

Um estudo das funções a serem desempenhadas em uma construção indicaria a relativa vantagem de diferentes formas e áreas de piso, distribuição de espaços e os serviços necessários. A forma da construção afeta a estrutura e o ambiente, e ambas o custo.

O primeiro item considerado no planejamento da edificação, segundo Stone (44), é o tamanho, contudo mudanças em áreas podem resultar em pequenas modificações no perímetro de paredes, no telhado e na estrutura, tendo pouco efeito no custo total.

Uma das variáveis analisadas por diversos autores é a altura da construção. Em 1924 Gropius (16) afirmou: "as construções altas não são boas nem más em si mesmas, pois existem, diferentes condicionantes que levam a soluções distintas, onde haverá casos em que a solução mais conveniente seja as altas".

Seeley (41) descreve a relação entre algumas variáveis do projeto e o custo. Entre as variáveis tratadas estão a forma, o tamanho, a altura e a área de circulação. A área de circulação, também denominada área morta, cuja única função é permitir o acesso aos interiores, tende a aumentar com a altura do prédio, e corresponde a 21% da área total segundo este autor, para uma amostra de prédios ingleses.

Flanagan e Norman (13) estudaram a relação entre a altura e o custo da edificação. Na pesquisa realizada pelos autores verifica-se a existência de quatro categorias de serviços:

-aquela em que o custo unitário diminui com o aumento do número de andares, por exemplo o telhado;

-aquela em que o custo unitário aumenta com o acréscimo no número de andares, por exemplo a instalação de elevadores;

-aquela em que o custo unitário não é afetado pelo aumento do número de andares, por exemplo o número de portas;

-aquela em que inicialmente há uma diminuição no custo unitário e então começa a aumentar com o acréscimo do número de andares, por exemplo a estrutura.

Embora o custo dos vários elementos da construção tenham um comportamento diferenciado quando modifica-se a altura do prédio, o custo total começa a aumentar a partir de um certo número de andares.

Segundo Mascaró (25) os principais fatores que acarretam modificações no custo da construção, com relação à altura, atuam da seguinte maneira :

-ocasionam um acréscimo no custo com o aumento do número de pavimentos, por exemplo os elevadores, a fachada, etc;

-ocasionam uma redução no custo com o aumento do número de pavimentos, por exemplo o movimento de terra, a cobertura, etc;

-ocasionam uma redução ou um acréscimo no custo, conforme a situação, por exemplo as fundações, a elevação dos materiais.

Rosso (37) aborda critérios geométricos relacionados ao custo da construção. A figura geométrica que possui o menor perímetro para uma mesma área é o círculo, sendo seguido do quadrado e do retângulo. Contudo a forma circular não é adequada a prédios residenciais pelas dificuldades construtivas e de ocupação dos espaços.

Ferry e Brandon (12) colocam o sistema de custo como uma relação triangular entre a forma e especificação, o tamanho e o custo, concluindo que sempre um dos fatores deve ser resultante, isto é, não é possível estabelecer os três inicialmente. Esta visão do sistema de custo facilita o entendimento do relacionamento existente entre o projeto e o custo.

O autor divide os parâmetros de custo em dois níveis. Considerando parâmetro como uma quantidade constante em uma situação particular, mas a qual varia em diferentes situações. O primeiro refere-se à forma, onde observa-se o efeito da forma e altura no custo, o segundo nível considera os principais componentes e os fatores que influenciam seu tamanho, quantidade e custo.

A forma da construção tem seu maior impacto na área e tamanho dos componentes verticais, como por exemplo paredes, janelas, etc. Ferry e Brandon (12) apresentam várias fórmulas para medir a eficiência da forma da construção. Algumas delas estão listadas abaixo :

$$\rightarrow \frac{P - P_s}{P_s} \times 100$$

P = perímetro da construção,

P_s = perímetro de um quadrado de mesma área,

- esta fórmula relaciona qualquer forma a um quadrado, o qual contém a mesma área;

$$\rightarrow \frac{2\pi((3V/2\pi)^{1/3})^2}{S} \times 100$$

V = volume de uma esfera com igual volume da construção,

S = área da superfície da construção,

- o ponto de referência desta fórmula é a esfera, considerando a compactidade nas três dimensões;

$$\rightarrow \frac{g + \sqrt{(g^2 - 16r)}}{g - \sqrt{(g^2 - 16r)}}$$

g = soma dos perímetros de cada pavimento dividido pelo número de andares,

r = área total do piso dividida pelo número de andares,

- esta fórmula permite verificar a eficiência da forma do plano;

$$\rightarrow I_c = \frac{2 \sqrt{A\pi}}{P} \times 100$$

A = área da construção,

P = perímetro da construção,

- esta fórmula relaciona o perímetro do projeto com o perímetro de um círculo com uma mesma área inscrita.

O índice de compacidade também é indicado por Seeley (41), Rosso (36) e Mascaró (25).

Em sua pesquisa Brandon (10) estabelece modelos de custo, os quais exploram o custo dos elementos de uma construção isolados do projeto, por exemplo, a forma e o tamanho das aberturas. Desta investigação é feita uma seleção de um parâmetro inicial em termos de forma, tamanho e especificação. Os parâmetros selecionados, juntamente com o seu custo, são então transferidos para outro modelo, representando a possível forma geométrica da construção a ser projetada. Este modelo avalia o custo total da edificação, montando um mapa do custo da construção, o qual fornecerá a solução de menor custo.

À medida que existem um número muito grande de alternativas em termos de elementos, a composição das alternativas dos elementos que formam o projeto podem tornar o trabalho complexo e de difícil utilização.

Mascaró (25) classifica os serviços em elementos horizontais, os quais somam 30% do custo, elementos verticais os quais são responsáveis por 40% do custo e instalações, correspondendo a 25%, sendo os 5% restantes atribuídos ao canteiro de obra.

Os custos relativos, segundo o mesmo autor, tendem a aumentar com o acréscimo da razão largura / profundidade. Mas outros fatores devem também ser analisados, como por exemplo a iluminação, a circulação, etc, podendo tornar a forma menos significativa.

Segundo Mascaró (25) os locais com função própria, como as salas, dormitórios, etc, tem um grau de compacidade em geral superior a 80%, enquanto que as áreas de circulação possuem um grau de compacidade geralmente inferior a 70%. A partir desta evidência, este autor conclui que as áreas de circulação tem um custo por unidade de superfície de 20 a 30% maior que os locais funcionais (cozinha, sala, etc).

Estimativas do custo da construção são confeccionadas em várias etapas, antes, durante e depois da elaboração dos projetos, dependendo do propósito pelo qual estão sendo produzidas. O método utilizado para obter o custo da construção está relacionado com o estágio de detalhamento do projeto, com o tempo disponível e com o uso a que se destina. Contudo os métodos invariavelmente contam com dados históricos de projetos anteriores; estes dados compreendem composições, quantitativos e relações entre variáveis geométricas.

Segundo Ferry e Brandon (12) 80 % do custo é definido antes da elaboração dos projetos, pela determinação de algumas variáveis.

Beeston (04) conclui que o coeficiente de variação é da ordem de 10% para orçamentos detalhados. O autor apresenta como importantes causas da variabilidade a localização e a função da construção, afirmando que embora estes fatores sejam importantes, quando são removidos, através de ajustes, o efeito na variabilidade é pequeno.

Ashworth e Skitmore (01) através de uma revisão da literatura concluíram que o nível geral de precisão das estimativas em estágios iniciais teriam um coeficiente de variação da ordem de 15 a 20%, reduzindo para 13 a 18% para estimativas elaboradas imediatamente após a existência dos projetos. Verificando com isto que as informações do projeto detalhado tem pouco efeito sobre a precisão da estimativa.

A proposição fundamental do trabalho de Skitmore (38) é que a precisão da estimativa do custo está diretamente

correlacionada com a quantidade de informações disponíveis de um determinado projeto. Os diferentes tipos de informações afetam distintamente a precisão, sendo os dados básicos (tamanho da construção, localização, número de andares, ...) considerados, algumas vezes, como tendo maior impacto.

Com a intenção de estimar o custo da construção, em um momento inicial, deve-se conhecer a influência das definições de projeto em relação ao custo. Antes de estudar as variáveis de projeto encontra-se a necessidade de verificar quais os serviços que utilizam uma determinada variável para a obtenção dos seus quantitativos, assim como os locais onde estes serviços são encontrados. Caracterizando as unidades habitacionais através de sua forma e tamanho pode-se avaliar a representatividade do compartimento quanto aos serviços inerentes ao local. Pode-se também obter índices capazes de gerar dados na inexistência de projetos e avaliar o uso de banco de dados através da verificação da tipicidade das variáveis.

3. METODOLOGIA

Este capítulo divide-se em quatro partes : no estudo realizado com os serviços que formam um orçamento, propondo uma forma de ligação entre os mesmos: nos critérios adotados para a seleção dos projetos e caracterização da amostra a ser estudada: na forma de levantamento dos dados nos projetos e armazenamento dos mesmos para utilizações posteriores e na descrição das variáveis a serem analisadas.

3.1. Rede de Interrelacionamento dos Serviços

Utilizando a lista de serviços e a forma de obtenção dos quantitativos elaborados por Schmitt (40) criou-se uma rede de interrelacionamento das atividades.

Definiu-se como critério de ligação, na montagem da rede, o tipo de variável geométrica utilizada na obtenção dos quantitativos do orçamento. Por exemplo, o comprimento e a altura de uma parede são usados para determinar a quantidade de alvenaria e do acabamento da mesma. Desta forma, os dois serviços estão ligados através das variáveis comprimento e altura de parede. Embora os acabamentos sejam medidos pela face interna das paredes, a utilização da medida obtida no eixo da parede não introduz um erro significativo.

Para cada item verificou-se a existência ou não de serviços representativos, os quais definem o tipo de solução adotada pelo projeto e que se relacione com outro item. Por exemplo, analisando o item Elementos Divisórios, considera-se representativo o serviço alvenaria de tijolos, por caracterizar o tipo de divisória e pelo seu quantitativo ser usado por outros itens, como Acabamento de Elementos Divisórios. Enquanto, o

serviço andaimes não foi considerado representativo, pela necessidade do serviço não definir o tipo de Elemento Divisório, determinado pelo projeto.

Em alguns casos não foram encontrados serviços representativos, sendo que apenas o item constará na Rede Principal, como exemplo pode ser citado o item cobertura, devido ao seus quantitativos não serem usados por outros itens.

A tabela 1 apresenta os itens, que compõem a Rede de Interrelacionamento, e seus respectivos serviços representativos.

Número	Serviço
03	MOVIMENTOS DE TERRA
03.01	Escavação Manual
03.02	Escavação Mecânica do Solo
03.03	Escavação Sob Muro Existente
03.05	Escavação Manual de Valas
03.06	Escavação Mecanizada de Valas
03.11	Execução de Aterro
04	FUNDAÇÕES E OBRAS DE CONTENÇÃO
04.06	Alicerce de Pedra
04.07	Alicerce de Tijolos
04.09	Bloco de Concreto Não Armado
04.10	Concreto Ciclóptico Aplicado Sem Molde
04.11	Sapata de Concreto Armado
04.17	Estaca Tipo Strauss
04.18	Estaca Pré-Moldada Concreto Maciço
04.19	Estaca Pré-Moldada Concreto Centrifugado
04.20	Estaca Tipo Franki
04.21	Estaca Rotativa
05	SUPRAESTRUTURA
05.08	Laje Pré-Fabricada de Vigota/Tabela
05.09	Laje de Concreto Armado Pré-Fabricada
05.11	Entre-Piso de Madeira
05.17	Concreto Para Estrutura
05.22	Escada de Madeira
05.28	Concreto Para Peças Protendidas
06	ELEMENTOS DIVISÓRIOS
06.01	Alvenaria de Tijolos
06.07	Alvenaria de Pedra
06.08	Alvenaria de Blocos de Concreto
06.13	Alvenaria de Elementos Vazados

06.14	Alvenaria de Blocos de Vidro
06.15	Divisórias Leves
06.16	Parede de Madeira
07	JANELA
07.01	Caixilho de Madeira
07.04	Caixilho Metálico
08	PORTA
08.01	Porta de Madeira
08.04	Porta Metálica
09	ACABAMENTO DE ELEMENTOS DIVISÓRIOS
09.01	Chapisco em Superfícies Verticais
09.14	Aplicação de Chapa Melamínica
09.20	Revestimento com Chapa Lisa de Fibrocimento
09.21	Revestimento com Chapa Acústica Fibra Madeira
09.22	Revestimento com Lambri Macho e Fêmea
09.23	Acabamento de Elemento de Madeira
10	ACABAMENTO DE TETO
10.01	Chapisco de Teto
10.09	Forro de Madeira
10.10	Forro de Fibra de Madeira
10.14	Revestimento com Salpique Rugoso Para Teto
10.15	Forro com Chapa Lisa Fibrocimento
10.17	Forro com Chapa Acústica de Cortica
10.18	Forro Placa Térmica Poliestireno
10.19	Forro Metálico
11	ACABAMENTO DE PISO
11.01	Lastro Para Piso
11.02	Enchimento de Laje Rebaixada
11.39	Regularização de Degraus Para Acabamento
11.51	Escarificação, Escavação e Remoção de Terra Para Calçamento
12	COBERTURA
13	INSTALAÇÕES DE ESGOTO PLUVIAL
14	ISOLAMENTO TÉRMICO
14.01	Isolamento Térmico com Seixo Rolado
14.02	Isolamento Térmico com Tijolo Furado
14.03	Isolamento Térmico com Manta Fibra de Vidro
14.04	Isolamento Térmico com Poliuretano
14.05	Isolamento Térmico com Vermiculite
15	INSTALAÇÕES ELÉTRICAS
16	INSTALAÇÕES TELEFÔNICAS
17	INSTALAÇÕES DE PARA-RAIOS

18	INSTALAÇÃO DE ANTENA EXTERNA
19	INSTALAÇÕES HIDRÁULICAS
20	INSTALAÇÃO DE ESGOTO SANITÁRIO
21	CERCAS E GRADES
22	POCOS
23	INSTALAÇÕES DE DESPEJO DE LIXO

Tabela 1 - itens e serviços da rede principal.

Os itens "serviços iniciais", "instalações provisórias", "despesas de consumo", "administração da obra" e "serviços finais e complementares" da listagem original proposta por Schmitt (40) não integram a rede por ser atribuído verba para os mesmos.

Inicialmente montou-se uma rede com os serviços representativos de cada item, denominada Rede Principal. Por exemplo, para o item PORTA, os serviços que fazem parte do mesmo são :

-porta de madeira; -porta metálica.

A figura 1 apresenta a Rede Principal. Segundo a forma de obtenção dos quantitativos, elaborada por Schmitt (40), os dados retirados em planta para cada trecho independente de parede (TIP) são : comprimento, largura de pilares, altura, altura de viga, largura e altura de porta, largura e altura de janela. O conjunto de TIPs que formam o contorno de uma peça é denominado Divisão Funcional (DF).

Considerando todos os serviços listados por Schmitt (40), para cada item foram determinadas as Redes Específicas. Estas mostram as ligações entre serviços de um item, como observa-se nas figuras 2, 3 e 4.

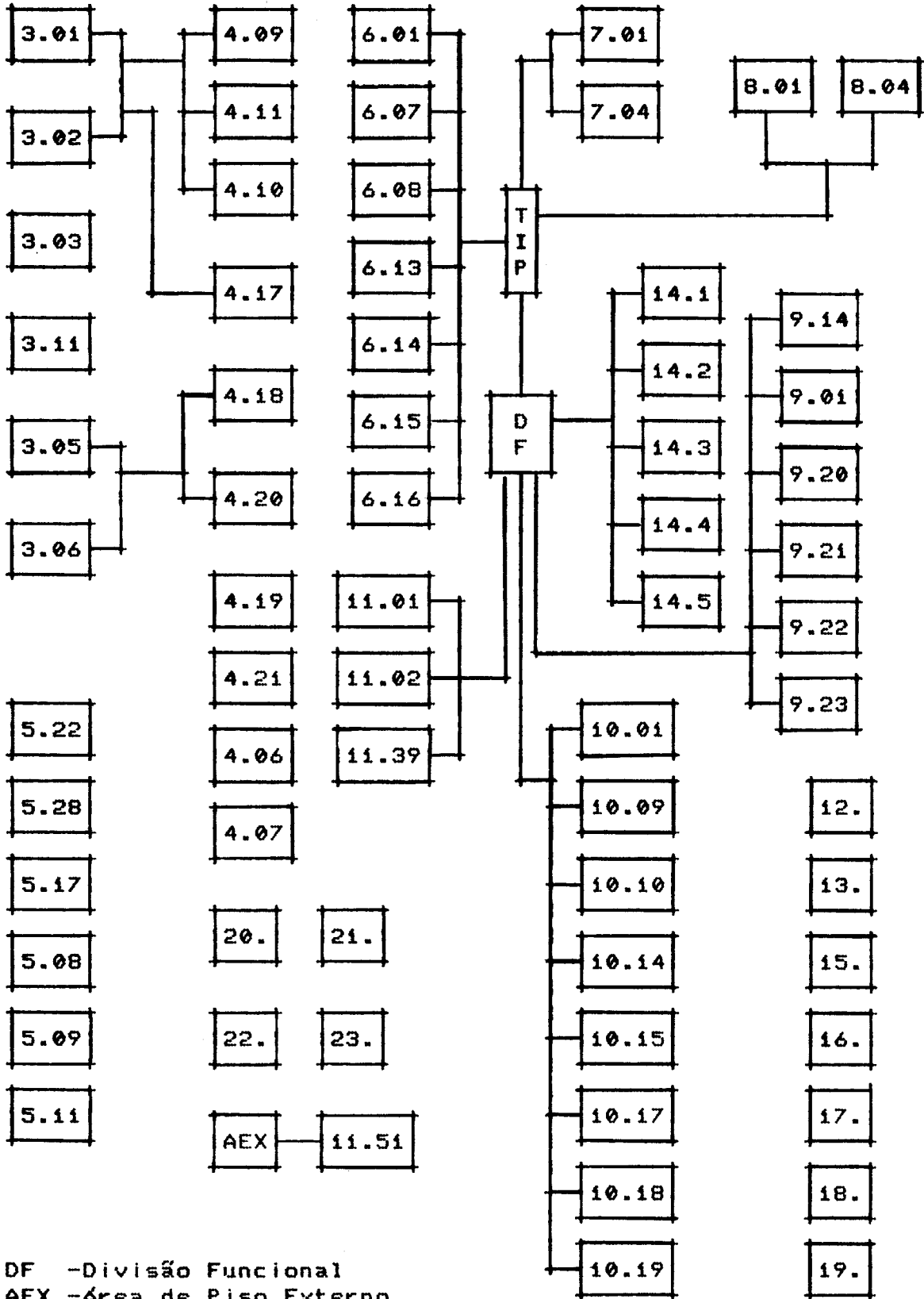
Na Rede Principal verifica-se um conjunto de serviços inter-ligados em função das variáveis geométricas perímetro, área

e área das aberturas. Os itens que formam este grupo são : elementos divisórios, janelas, portas, acabamento de elementos divisórios, isolamento térmico, acabamento de tetos e acabamento de pisos internos. Estes serviços podem ser analisados considerando cada tipo de compartimento, uma vez que as variáveis utilizadas definem fisicamente cada um deles.

Verificou-se, através da montagem das redes, a existência de serviços que possuem seus quantitativos alterados por uma variável, embora não utilize a mesma diretamente. Por exemplo pode-se citar o item estrutura, o qual utiliza as dimensões de seus componentes (vigas, pilares, etc) para o cálculo dos quantitativos, com modificações nas dimensões do prédio conseqüentemente os componentes serão alterados, modificando desta forma os quantitativos.

Observa-se, nas Redes Específicas, a existência de serviços característicos da função da peça. Por exemplo, no item "Instalações Hidráulicas" as louças sanitárias definem o tipo de compartimento.

Os itens Instalações Elétricas e Hidráulicas, embora não apresentem ligações com as divisões funcionais, quanto ao levantamento dos quantitativos, possuem relação com as funções e a forma dos compartimentos.



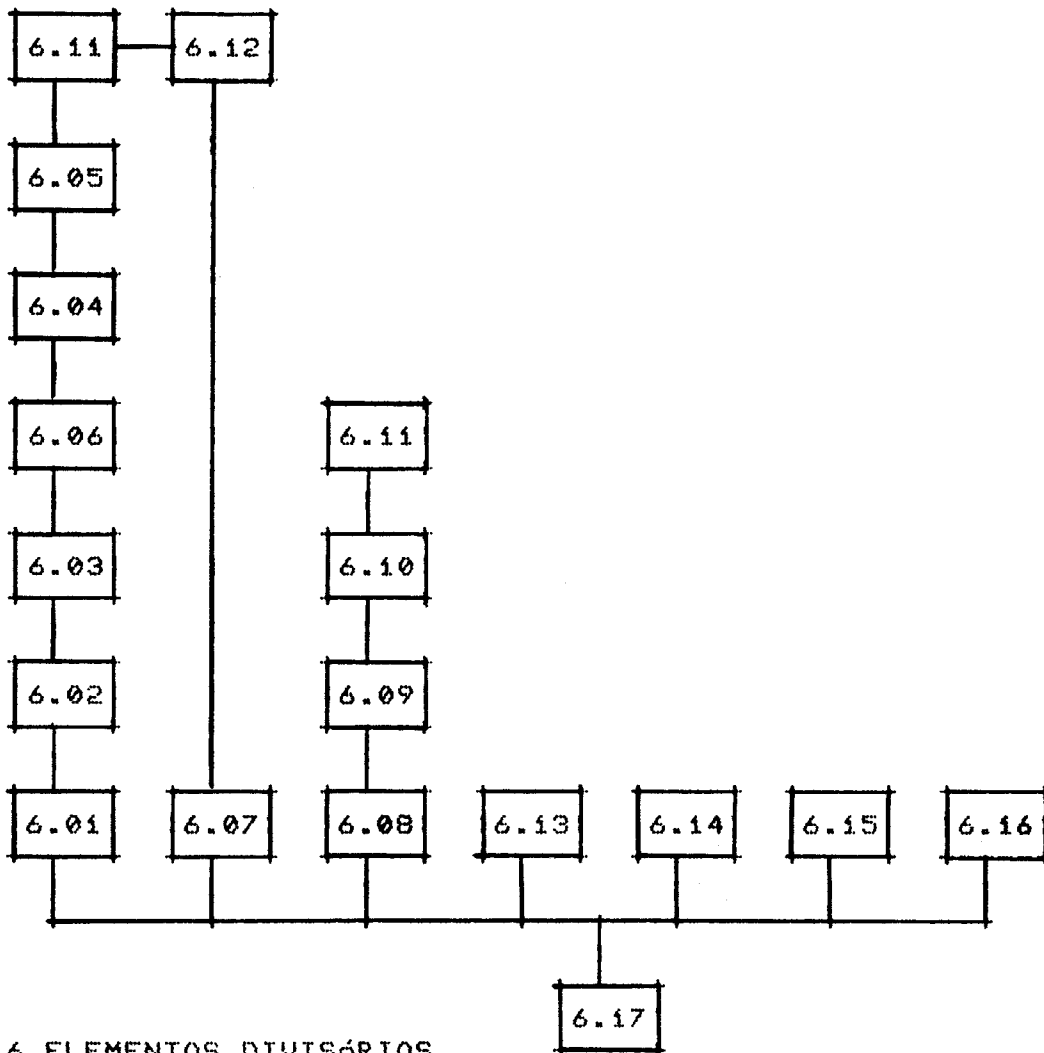
DF -Divisão Funcional

AEX -Área de Piso Externo

TIP -Trecho Independente de Parede

A numeração corresponde aos serviços da tabela 1.

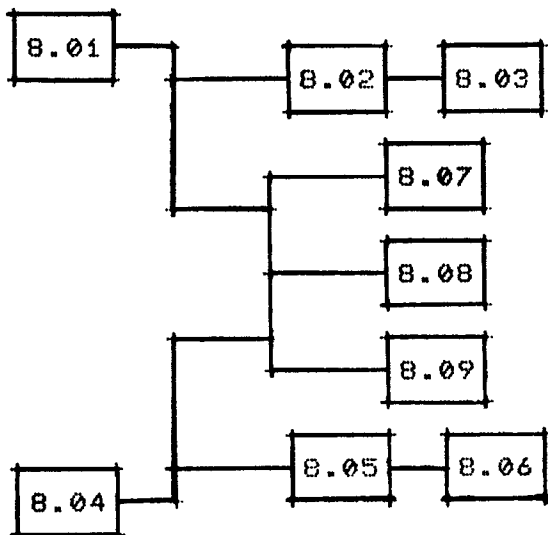
FIGURA 1 -Rede principal de interrelacionamento dos serviços.



6.ELEMENTOS DIVISÓRIOS

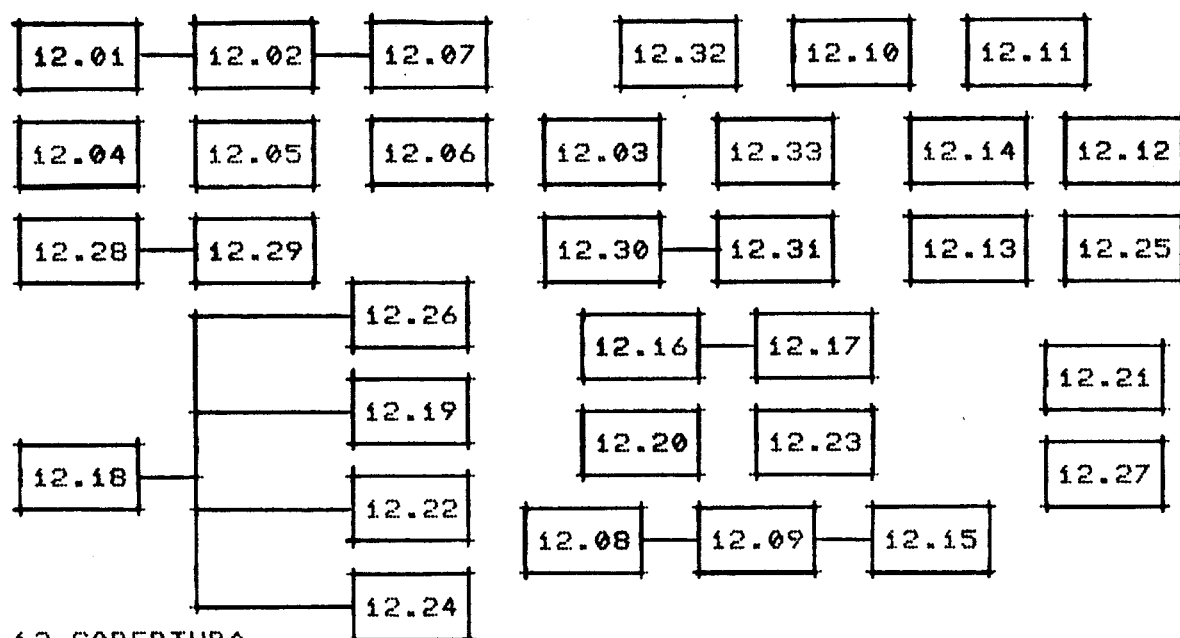
- 6.01 - Alvenaria de tijolos
- 6.02 - Cunhagem de parede.
- 6.03 - Umbral para alvenaria de tijolos.
- 6.04 - Peitoril.
- 6.05 - Preenchimento de juntas de tijolo à vista.
- 6.06 - Verga para alvenaria de tijolos.
- 6.07 - Alvenaria de pedra.
- 6.08 - Alvenaria de blocos de concreto.
- 6.09 - Verga armada.
- 6.10 - Peitoril armado.
- 6.11 - Impermeabilização.
- 6.12 - Proteção da cabeceira da alvenaria com argamassa.
- 6.13 - Alvenaria de elementos vazados.
- 6.14 - Alvenaria de blocos de vidro.
- 6.15 - Divisórias leves.
- 6.16 - Parede de madeira.
- 6.17 - Andaimos.

FIGURA 2 - Rede específica para o item elementos divisórios.

**B.PORTAS**

- B.01 - Porta de madeira.
- B.02 - Tratamento de porta de madeira.
- B.03 - Pintura de porta de madeira.
- B.04 - Porta metálica.
- B.05 - Tratamento de porta metálica.
- B.06 - Pintura de porta metálica.
- B.07 - Ferragens.
- B.08 - Soleiras.
- B.09 - Vidros.

FIGURA 3 - Rede específica para o item porta.



12. COBERTURA

- 12.01 - Estrutura para telhado com telhas cerâmicas.
- 12.02 - Cobertura com telha cerâmica.
- 12.03 - Colocação de telhas de vidro substituindo cerâmicas.
- 12.04 - Execução de cumeeira com telha cerâmica.
- 12.05 - Execução de espigão com telha cerâmica.
- 12.06 - Emboco telhas cerâmicas tipo plan.
- 12.07 - Pintura de telhas cerâmicas.
- 12.08 - Estrutura de telhado com telhas de fibrocimento.
- 12.09 - Cobertura com telha de fibrocimento.
- 12.10 - Execução de cumeeira com telhas de fibrocimento.
- 12.11 - Instalação de rufos de fibrocimento.
- 12.12 - Instalação de espigões de fibrocimento.
- 12.13 - Instalação terminais em coberturas de fibrocimento.
- 12.14 - Telhas de fibrocimento com clarabóia.
- 12.15 - Pintura de telha de fibrocimento.
- 12.16 - Estrutura para telhado com telhas de concreto.
- 12.17 - Cobertura com telha de concreto.
- 12.18 - Estrutura para telhado com telhas leves.
- 12.19 - Cobertura com telha ondulada de alumínio.
- 12.20 - Cumeeira com telha ondulada de alumínio.
- 12.21 - Execução de rufo para telhado com telhas.
- 12.22 - Cobertura com telha galvanizada.
- 12.23 - Cumeeira com telha galvanizada.
- 12.24 - Cobertura com telha PVC.
- 12.25 - Cumeeira com telha PVC.
- 12.26 - Cobertura com telha de poliéster reforçado.
- 12.27 - Instalação de domos.
- 12.28 - Execução de rufos em geral.
- 12.29 - Pintura de rufos.
- 12.30 - Execução de rincões em coberturas.
- 12.31 - Pintura de rincões.
- 12.32 - Beiral de madeira.
- 12.33 - Execução de algeroz em cobertura.

FIGURA 4 - Rede específica para o item cobertura.

3.2.Origem dos Dados

Antes do estudo das variáveis geométricas, analisou-se a forma de coleta dos prédios e o tamanho da amostra. O tipo de prédio (residencial, comercial, etc) a ser estudado foi restringido considerando o tempo disponível para execução deste trabalho e a influência que esta característica poderia causar nos resultados.

Os projetos arquitetônicos dos prédios analisados foram obtidos junto a calculistas, na cidade de Porto Alegre. Com o intuito de evitar que a amostra sofresse influência do estilo e padrões dos escritórios de arquitetura e/ou construtoras, os projetos não foram requisitados nestes locais.

A tabela 02 apresenta a distribuição do número de projetos, segundo os calculistas que os forneceram. Estes projetos são provenientes de diferentes arquitetos e construtoras.

CALCULISTA	NÚMERO
A	01
B	06
C	09
D	13
E	22
F	27
G	02
H	03
I	03

TABELA 02 - Número de projetos fornecidos pelos respectivos calculistas.

Considerando o tempo disponível e a possibilidade de existirem diferenças, quanto a tipologia, entre prédios residenciais, comerciais e mistos optou-se por trabalhar com prédios habitacionais, sem área comercial. Através da eliminação da variável tipo de ocupação buscou-se evitar possíveis distorções nos resultados.

Os projetos coletados foram aprovados na Secretaria Municipal de Obras e Viação (SMOV), no período de 1983 a 1986. Decidiu-se por este período, com prédios submetidos ao mesmo plano diretor, por considerá-lo um condicionante de certas características das construções, como por exemplo a altura.

A SMOV possui um levantamento estatístico das obras vistoriadas anualmente, em Porto Alegre. As construções estão classificadas segundo o número de pavimentos e o uso a que se destinam (comercial, residencial ou misto).

A tabela 03 apresenta, para os anos de 1983 a 1986, a porcentagem da área e do número de economias com 1, 2, 3, 4 e 5 ou mais pavimentos, assim como a área e o número de economias total, destinados à habitação coletiva, vistoriados em cada um dos anos citados anteriormente.

NÚMERO DE PAVIMENTOS	ANO	83	84	85	86
1	% DO NÚMERO DE ECONOMIAS	3.18	0.01	0.28	0.31
	% DA ÁREA	3.08	1.01	0.28	0.19
2	% DO NÚMERO DE ECONOMIAS	2.44	10.98	10.35	2.86
	% DA ÁREA	3.94	19.70	18.58	2.62
3	% DO NÚMERO DE ECONOMIAS	8.60	15.15	9.32	14.48
	% DA ÁREA	10.14	17.04	11.63	18.75
4	% DO NÚMERO DE ECONOMIAS	55.26	35.09	40.30	54.58
	% DA ÁREA	47.99	26.63	29.89	44.19
≥ 5	% DO NÚMERO DE ECONOMIAS	30.52	38.77	39.75	27.77
	% DA ÁREA	34.85	35.62	39.62	34.25
NÚMERO ECONOMIAS TOTAL		15286	7514	6154	3778
ÁREA TOTAL		937152	580268	507618	315410

TABELA 03 - Porcentagem de área e número de economias vistoriadas em Porto Alegre de 1983 a 1986.

Os gráficos de barra apresentados nas figuras 05 e 06 mostram a distribuição da área e do número de economias vistoriadas pela SMOV, no período considerado por esta pesquisa.

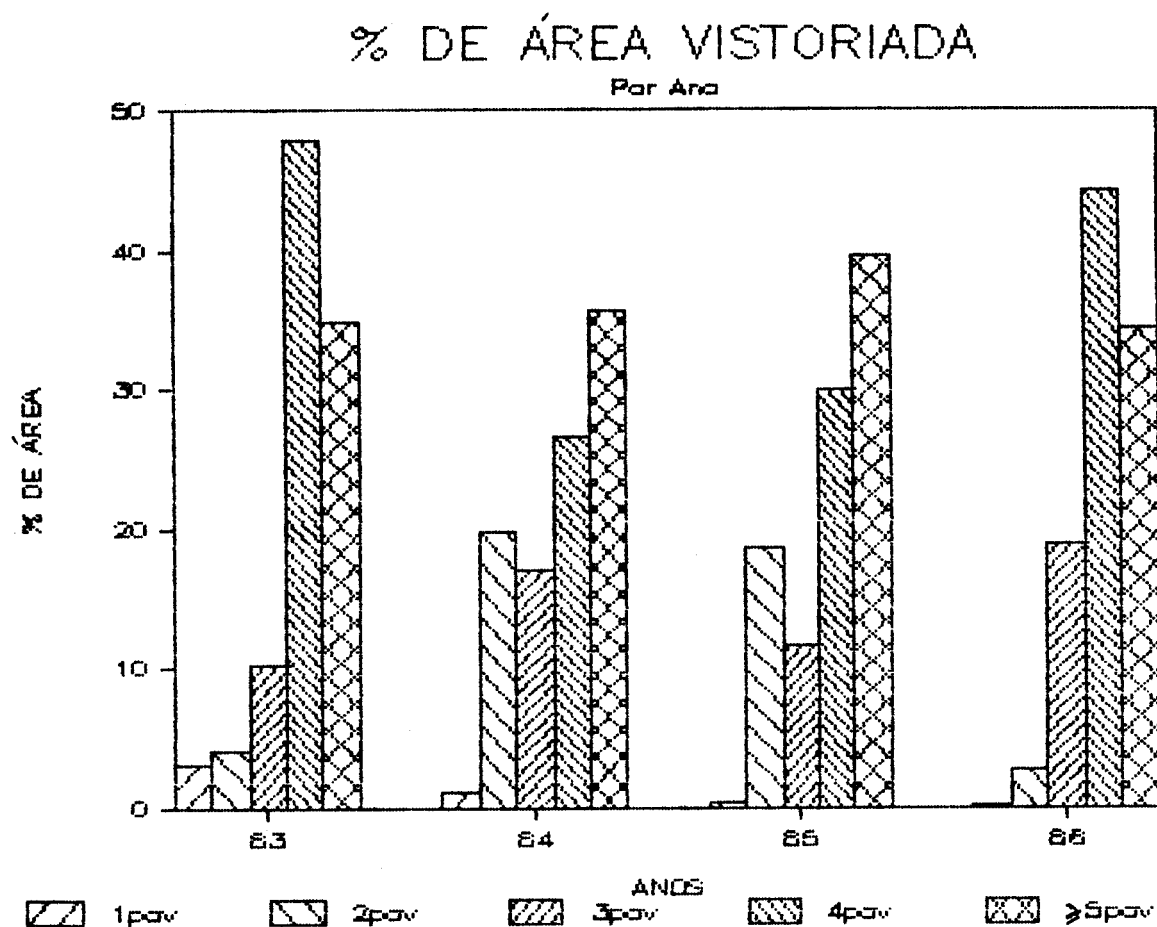


FIGURA 5 - Porcentagem da área vistoriada pela Secretaria Municipal de Obras e Viação de Porto Alegre.

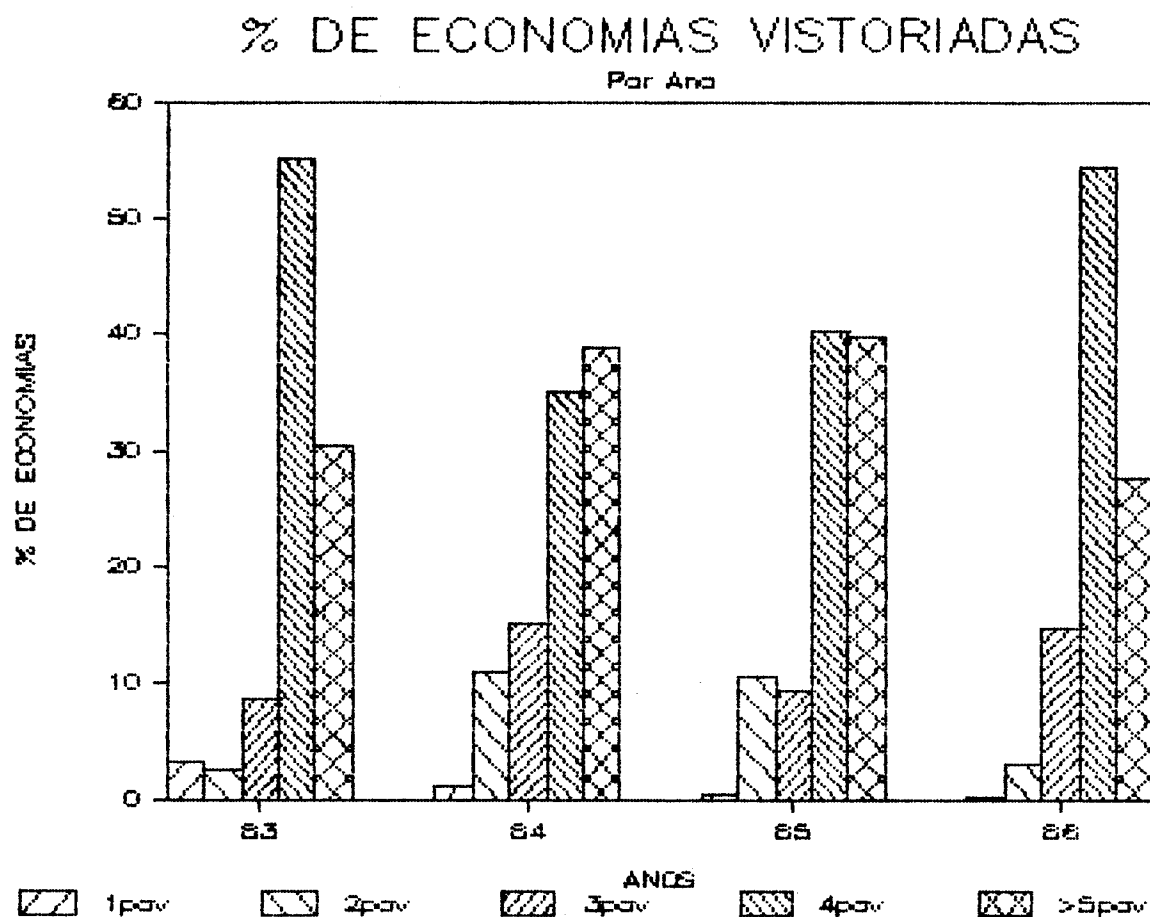


FIGURA 6 - Porcentagem do número de economias vistoriadas pela Secretaria Municipal de Obras e Viação de Porto Alegre.

A altura dos prédios foi restringida em 4 ou mais pavimentos, considerando que, através dos dados levantados pela SMOV, estes correspondem a maioria dos prédios construídos em Porto Alegre.

A amostra é formada por 86 prédios, da cidade de Porto Alegre. Para a determinação do tamanho da amostra foi observada a pesquisa de Hirota (17), a qual apresenta para 9 variáveis o número de dados necessários admitindo um erro relativo de 10%, para esta cidade, como mostra a tabela 04. Embora o trabalho de Hirota (17) não possua o mesmo tipo de análise, nem o mesmo número de variáveis abordadas nesta pesquisa, foi o único encontrado quanto ao dimensionamento da amostra.

VARIAVEIS	N
Área construída no pavimento tipo	59
índice de compactação	07
Área fechada no térreo	71
Área fechada no pavimento cobertura	22
Área de circulação no pavimento tipo	29
Área de circulação horizontal no pavimento tipo	57
Coefficiente de paredes externas	22
Coefficiente de paredes internas	10
Aberturas na envoltória	41

TABELA 04 - Número de dados necessários para uma amostra, admitindo um erro relativo de 10%, segundo Hirota (1987).

O número de pavimentos, o número total de economias, o número de dormitórios de cada unidade e o número de apartamentos no pavimento tipo são algumas das características gerais dos prédios. A tabela 05 apresenta as informações citadas acima associadas aos projetos. Cada projeto nesta pesquisa foi identificado pela letra P, seguida da numeração de 1 a 86.

PROJETO	NÚMERO DE ECONOMIAS	NÚMERO DE PAVIMENTOS	NÚMERO DORMITÓRIOS X NÚMERO UNIDADES
P01	48	4 +c	2dx3 / 3dx1
P02	08	5 +s+c	2dx2
P03	04	5 +s+c	3dx1
P04	08	5 +s+c	2dx2
P05	10	6 +s+c	3dx2
P06	08	5 +s+c	3dx2
P07	12	4 +c	2dx2 / 1dx2
P08	06	4 +c	2dx2
P09	09	4 +s+c	2dx3
P10	12	4 +c	2dx4
P11	12	4 +s+c	2dx4
P12	08	5 +s+c	3dx2
P13	12	4 +c	2dx2 / 1dx2
P14	28	8 +c	2dx4
P15	10	6 +c	2dx1 / 3dx1
P16	24	7 +s+c	2dx4
P17	09	4 +c	1dx2 / 2dx1
P18	03	4 +c	1dx1
P19	15	4 +c	2dx4 / 1dx1
P20	18	4	1dx4 / 2dx2
P21	16	5 +c	2dx2 / 3dx2
P22	09	4	1dx2 / jkx1
P23	08	5 +s+c	3dx2
P24	06	4 +s+c	3dx3
P25	06	4 +s+c	3dx2
P26	05	6 +s+c	4dx1
P27	12	5 +s+c	1dx3
P28	24	7 +c	1dx4
P29	18	4 +c	2dx6
P30	12	6 +s+c	2dx2 / 3dx2
P31	04	5 +s+c	3dx1
P32	10	6 +s+c	3dx2
P33	10	6 +c	3dx2
P34	07	8 +s+c	3dx1
P35	11	4 +c	1dx2 / jkx1
P36	08	5 +c	3dx2
P37	12	5 +c	2dx2 / 1dx1
P38	24	4	1dx5 / jkx3
P39	14	4	1dx4
P40	16	4	2dx4
P41	16	4	3dx4
P42	16	4	2dx4
P43	16	4	2dx2 / 1dx2

PROJETO	NÚMERO DE ECONOMIAS	NÚMERO DE PAVIMENTOS	NÚMERO DORMITÓRIOS X NÚMERO UNIDADES
P44	10	6 +s+c	3dx1 / 4dx1
P45	32	5 +c	2dx8
P46	08	5 +	2dx2
P47	06	4 +c	2dx2
P48	16	5 +s+c	3dx2 / 2dx2
P49	12	4 +c	1dx4
P50	08	5 +c	3dx1 / 2dx1
P51	06	4 +c	2dx2
P52	15	6 +c	3dx3
P53	12	7 +c	3dx2
P54	54	4 +c	1dx12 / jkx6
P55	04	5 +s+c	4dx1
P56	08	5 +s+c	2dx1 / 3dx1
P57	12	5 +c	2dx3
P58	16	5 +c	2dx4
P59	20	6 +c	3dx4
P60	06	4 +s+c	3dx2
P61	09	4 +c	2dx3
P62	28	8 +s+c	1dx2 / 2dx2
P63	60	7 +c	2dx4 / 1dx6
P64	24	7 +c	2dx2 / 1dx2
P65	16	5 +c	2dx1 / 1dx3
P66	12	4 +s+c	3dx4
P67	09	4 +c	2dx2 / 1dx1
P68	06	4 +s+c	3dx2
P69	12	4 +c	2dx1 / 1dx2 / jkx1
P70	12	4 +s+c	2dx2 / 3dx2
P71	12	4 +c	2dx3 / 1dx1
P72	16	5 +c	2dx4
P73	24	7 +c	3dx4
P74	24	4 +c	3dx8
P75	12	4 +c	3dx4
P76	07	5 +s+c	3dx2
P77	06	4	3dx1 / 2dx1
P78	15	6 +c	1dx3
P79	24	6 +c	1dx5
P80	48	4	1dx8 / jkx4
P81	12	4	2dx4
P82	12	5 +s+c	2dx2 / 3dx1
P83	08	5 +c	2dx2
P84	09	4	2dx2 / 1dx1
P85	10	6 +c	2dx2
P86	11	4 +c	1dx4

TOTAL 1227 Unidades

308 Unidades no pavimento tipo.

siglas : s = subsolo c = cobertura d = dormitório

TABELA 05 - Características gerais dos prédios.

Para a caracterização da amostra foram criadas tabelas, as quais mostram a distribuição dos prédios segundo os seguintes itens :

-número de pavimentos, tabela 06:

-número de dormitórios em cada unidade do pavimento tipo, tabela 07:

-número de unidades no pavimento tipo e número de unidades total no prédio, tabela 08:

NÚMERO DE PAVIMENTOS	NÚMERO DE PRÉDIOS
4 PAVIMENTOS	41 - (48%)
5 PAVIMENTOS	45 - (52%)
TOTAL	86 - (100%)

TABELA 06 - Distribuição da amostra segundo o número de pavimentos.

NÚMERO DE DORMITÓRIOS	NÚMERO DE UNIDADES
0	16
1	88
2	124
3	77
4	03
TOTAL	308

TABELA 07 - Distribuição dos apartamentos segundo o número de dormitórios.

	NÚMERO DE UNIDADES	NÚMERO DE PRÉDIOS
PAVIMENTO TIPO	1 / 2	31
	3 / 4	45
	5 / 6	04
	6 a 9	06
	TOTAL	86
PRÉDIO	ATÉ 10	37
	ATÉ 20	36
	ATÉ 30	09
	ATÉ 40	01
	ATÉ 50	01
	> 50	02
	TOTAL	86

TABELA 08 - Número de unidades no pavimento tipo e número de unidades total no prédio.

Dos prédios analisados encontrou-se 75 com terraco (87%), 31 com subsolo (36%) e 29 com apartamento de zelador (34%), considerando em cada item a amostra total de 86 prédios.

Os resultados e conclusões deste trabalho são restritos a prédios habitacionais, construídos na cidade de Porto Alegre, que possuam quatro ou mais pavimentos e que foram submetidos ao plano diretor vigente no período de 1983 a 1986.

3.3. Levantamento e Armazenamento dos Dados

Os dados foram retirados do projeto arquitetônico de cada prédio e armazenados, primeiramente, em planilhas. As figuras 07, 08 e 09 mostram as planilhas de levantamento dos

dados. A primeira apresenta a relação entre os lados dos compartimentos que formam os apartamentos, a segunda contém a área, o perímetro e a área da janela de cada compartimento, e por último na planilha 09 foram colocados os dados à respeito dos pavimentos.

Posteriormente foram criadas tabelas em uma planilha eletrônica para armazenar os dados e para a utilização destas por um pacote estatístico. Cada uma das tabelas criadas possui os valores da variável a ser estudada e daquelas que serão relacionadas com ela.

Os dados foram analisados estatisticamente. Para cada uma das variáveis calculou-se medidas de tendência central, medidas de variação. Foram construídas tabelas de frequência, desenhados histogramas e gráficos de frequência relativa cumulativa.

Como medida de tendência central da amostra adotou-se a média. O programa estatístico utilizado também fornece a moda, a média geométrica e a mediana.

As medidas de variação utilizadas foram :

->desvio padrão - medida de variação dos dados da amostra em relação à média obtida:

->coeficiente de variação - é a porcentagem de variação dos dados de uma amostra, obtido pela divisão do desvio padrão pela média.

Utilizando o mesmo programa computacional obteve-se regressões simples, na maioria dos casos lineares, entre as variáveis.

Alguns dos parâmetros verificados na análise da regressão são :

->coeficiente de determinação (R^2) - é a proporção da variância de y que pode atribuir-se à regressão com a variável x ;

->coeficiente de correlação (r) - é uma medida amostral do grau de relação que existe entre duas variáveis aleatórias y e x , onde $r = \pm 1$ no caso de uma relação linear "perfeita";

->erro padrão da estimativa (E_p) - 68% dos valores estão no intervalo " $y \pm E_p$ " e 95% dos valores estão no intervalo " $y \pm 2E_p$ ".

As variáveis foram processadas com o número total de dados que cada uma possui. Após a análise dos resultados, o conjunto de valores de cada variável foi dividido em grupos, observando para isto uma determinada característica. Por exemplo, os dados da variável área de cozinha foram separados em função do número de dormitórios que o apartamento possui.

PROJETO	1	2	...	85	86
P/L cozinha					
P/L lavanderia					
P/L dormitório empregada					
P/L banheiro empregada					
P/L dormitório principal					
P/L dormitório					
P/L banheiro principal					
P/L banheiro					
P/L sala					
Área útil da unidade					
Número de unidades					

P/L -> Razão entre a profundidade e a largura da peça.

FIGURA 07 - Planilha de coleta de dados.

PROJETO	1	2	...	85	86
área sala					
perímetro sala					
janela sala					
área cozinha					
perímetro cozinha					
janela cozinha					
área lavanderia					
perímetro lavanderia					
janela lavanderia					
área banheiro principal					
perímetro banheiro principal					
janela banheiro principal					
área dormitório					
perímetro dormitório					
janela dormitório					
área banheiro					
perímetro banheiro					
janela banheiro					
área dormitório principal					
perímetro dormitório principal					
janela dormitório principal					
área corredor					
perímetro corredor					
Área útil da unidade					
Número de unidades					

FIGURA 08 - Planilha de coleta de dados 2.

Dados Estatísticos	
PROJETO NÚMERO	
ORIGEM	
01. Nº pavimentos	Nº unidades pavim. tipo
Nº dormitórios	Nº unidades total
02. Largura do prédio	Profundidade
Icm	Iqm
03. Área fechada cobertura	Área terraco
Área fechada térreo	Área pilotis
Área subsolo	
04. Área pavimento tipo	Sacada
05. Área das unidades	Área útil das unidades
06. Área circulação vertical no pavimento tipo	
Área circulação horizontal no pavimento tipo	
07. Portas	
08. Janelas	
09. Comprimento das paredes externas	
Comprimento das paredes internas	
10. Altura dos pavimentos	
11. Ic	Iq
12. Perímetro fachada princ.	esquina
13. Área apartam. zelador	
14. Telhado	
15. Perímetro externo na cobertura	
Perímetro interno na cobertura	

Figura 09 - Planilha de coleta de dados 3.

3.4. Descrição das Variáveis

As variáveis selecionadas por este trabalho visam constatar a existência de relações significativas entre as várias características dos prédios. Através da tipificação de variáveis geométricas planeja-se fornecer parâmetros para a etapa de projeto e estimativas preliminares de custo.

Os valores que compõem cada uma das variáveis foram obtidos de duas formas :

-dados armazenados nas planilhas de levantamento, retirados do projeto arquitetônico, por exemplo a área de cozinha:

-valores obtidos a partir de dois ou mais dados que se encontram nas planilhas de levantamento, transformados em uma nova variável através de somatórios, divisões, etc. Como exemplo pode ser citada a variável piso frio, que é determinada pelo somatório das áreas de cozinha, banheiros e lavanderia de todas as unidades do pavimento tipo.

Na escolha das variáveis a serem estudadas considerou-se aspectos dos pavimentos e dos apartamentos. Algumas das variáveis são utilizadas para caracterizar a amostra ou são relacionadas com outras, não tendo significado a sua análise isoladamente. Como exemplo, pode-se citar a variável número de unidades no pavimento tipo, a qual foi relacionada à área de circulação e a área de sacada no pavimento tipo.

Na análise das unidades habitacionais optou-se por variáveis que caracterizassem os compartimentos, com a intenção de relacionar o custo à função desempenhada pelo mesmo, por exemplo a área das peças.

A associação do custo às peças está fundamentada no método ARC (31). Os compartimentos que compõem os apartamentos da amostra são :

-cozinha;	-banheiro de empregada;
-lavanderia;	-dormitório de empregada;
-sala;	-circulação;
-banheiro;	-dormitório.

Para a descrição das características gerais dos pavimentos examinou-se variáveis que definem o volume da edificação, sua envoltória e as divisões do pavimento tipo. Como exemplo pode ser citada a área do pavimento tipo, o perímetro da fachada principal e a área de circulação do pavimento tipo.

A seguir são apresentadas as variáveis que são usados nesta pesquisa.

Área da unidade - corresponde a área de cada apartamento, localizado no pavimento tipo, não sendo considerada a área de sacada. A unidade de medida é o metro quadrado.

Área útil da unidade fechada - variável formada pelo somatório das áreas dos compartimentos de cada apartamento, desconsiderando a área ocupada pelas paredes e a área de sacada. A unidade de medida é o metro quadrado.

Área de parede - esta variável é obtida subtraindo da área da unidade a sua área útil. A unidade de medida é o metro quadrado.

As variáveis área da unidade e área útil da unidade foram relacionadas com o número de dormitórios e entre si. Através da área da unidade e sua divisão em área útil e de parede tem-se o intuito de verificar se o aumento da área da unidade deve-se a compartimentos maiores, ou a um maior número de peças, com conseqüente aumento na área dos apartamentos. Caracterizando a área dos apartamentos, em função do número de dormitórios.

pode-se gerar dados para um orçamento preliminar ou auxiliar a etapa de projeto.

Verifica-se através da bibliografia revisada, que a associação das áreas deve ser feita não só com o número de dormitórios de cada apartamento, mas também com variáveis qualitativas, sendo para isto necessário um estudo das metodologias existentes quanto à qualidade das construções. Contudo, a análise qualitativa dos apartamentos não é parte integrante desta pesquisa.

A partir da área de parede pode-se obter o perímetro dos elementos divisórios da unidade, conhecendo a espessura de cada parede.

A área útil das unidades foi utilizada como parâmetro para outras variáveis, por isto encontra-se na maioria dos arquivos como pode-se verificar no anexo II.

Área do apartamento do zelador - na área do apartamento está incluída a área ocupada pelas paredes. A unidade de medida é o metro quadrado.

Caso seja encontrada uma uniformidade na área do apartamento de zelador pode-se modelar o custo do mesmo. Esta variável foi relacionada com a área fechada no pavimento térreo, com o número de unidades, número de pavimentos e área do pavimento tipo. Desta forma, é possível verificar se a existência ou não do apartamento de zelador no prédio está condicionada às variáveis citadas anteriormente.

Área de sacada - é formada pelo somatório das áreas das sacadas do pavimento tipo. A unidade de medida é o metro quadrado.

A área de sacada foi relacionada com o número de dormitórios, com o perímetro externo, com o número de unidades e

com a área do pavimento tipo. As sacadas juntamente com o perímetro externo caracterizam a envoltória do prédio.

Perímetro externo - corresponde ao perímetro externo do pavimento tipo. A unidade de medida é o metro.

Esta variável foi relacionada com a profundidade, com a largura do prédio e a relação entre as duas (profundidade/largura), com o intuito de associar a forma do prédio ao terreno. Considera-se estar o número de reentrâncias do prédio condicionado a forma do terreno, que é representada pela relação entre as dimensões máximas do prédio.

Sendo o revestimento externo um item significativo na composição do custo (HIROTA,1985) e importante conhecer a relação entre o perímetro externo e a área circunscrita pelo mesmo, a partir desta relação (m / m^2) tem-se um critério para a verificação da racionalidade da forma do pavimento tipo.

A relação m / m^2 também serve para a obtenção dos quantitativos, dos serviços revestimento externo e elementos divisórios, quando a forma da construção não estiver definida.

Área do térreo - corresponde a área fechada no pavimento térreo, medida pelas paredes externas. A unidade de medida é o metro quadrado.

Área do subsolo - é a área fechada no subsolo da edificação. A unidade de medida é o metro quadrado.

Área na cobertura - área fechada na cobertura. A unidade de medida é o metro quadrado.

Área de terraco - é a área de terraco com acesso pela área fechada na cobertura. A unidade de medida é o m .

Perímetro_externo_na_cobertura - é o perímetro externo da área fechada na cobertura. A unidade de medida é o metro linear.

Perímetro_interno_na_cobertura - é o perímetro interno na área fechada da cobertura. A unidade de medida é o metro linear.

Área_do_pavimento_tipo - na área do pavimento tipo não são consideradas as áreas de sacada. A unidade de medida é o metro quadrado.

As áreas do térreo, subsolo e cobertura foram estudadas com o objetivo de caracterizar a sua homogeneidade, possibilitando desta maneira, a composição dos seus custos.

Sendo o volume principal da edificação formado pela área do pavimento tipo e pela altura, a sua área é utilizada como parâmetro para outras variáveis. Como exemplo pode ser citado o perímetro externo por metro quadrado, o qual é obtido dividindo a variável perímetro externo pela área do pavimento tipo.

As áreas do térreo, subsolo e cobertura foram relacionadas com as variáveis área do pavimento tipo e número de pavimentos.

Perímetro_interno - corresponde ao perímetro interno no pavimento tipo. A unidade de medida é o metro linear.

Esta variável foi relacionada com a profundidade do prédio, com o número de dormitórios e com a área do pavimento tipo.

O perímetro interno foi analisada com o intuito de obter a relação m / m^2 , ou seja, a densidade de paredes no pavimento

tipo. A relação encontrada pode servir como parâmetro para projetistas ou para a elaboração de estimativas preliminares.

Perímetro da Fachada - é o perímetro da fachada principal de prédio. A unidade de medida é o metro linear.

Este comprimento está condicionado a largura do terreno e a sua posição (esquina ou não).

A variável perímetro da fachada foi relacionada com o número de pavimentos, com o número de unidades total e com a área do pavimento tipo.

Índice de compacidade - é a relação do perímetro de um projeto com o perímetro de um círculo para uma mesma área inscrita, conforme fórmula apresentada no capítulo II.

Índice em relação ao quadrado - é a relação do perímetro de um projeto com o perímetro de um quadrado para uma mesma área inscrita, de acordo com a fórmula apresentada no capítulo II.

O I_c e o I_q verificam a racionalidade da forma do prédio, considerando serem as obras verticais responsáveis por uma parcela significativa do custo total da edificação (MASCARÓ, 1985; MORSCH & HIROTA, 1985).

Circulação - área de circulação no pavimento tipo, é formada pela soma da área de circulação vertical e horizontal. A determinação desta área considera o eixo das paredes internas e o lado externo das paredes externas. A unidade de medida é o metro quadrado.

Circulação horizontal - área no pavimento tipo que permite o acesso aos apartamentos. A unidade de medida é o metro quadrado.

Circulação vertical - área que permite o acesso entre dois pavimentos, é formada pela escada e elevadores. A unidade de medida é o metro quadrado.

As áreas de circulação vertical e horizontal foram medidas a partir do eixo das paredes internas e na parte externa das paredes externas.

As áreas de circulação foram relacionadas com a área de pavimento tipo, o número de unidades no pavimento tipo, o número de pavimentos, a largura e a profundidade do prédio.

A área do pavimento tipo pode ser decomposta na área das unidades e na área de circulação. Esta análise tem o intuito de caracterizar o tipo de circulação e a proporção do pavimento tipo que é ocupada por ela.

Somatório das áreas das unidades - corresponde a soma das áreas dos apartamentos no pavimento tipo. A unidade de medida é o metro quadrado.

Somatório das áreas úteis das unidades - é a soma das áreas úteis dos apartamentos do pavimento tipo. A unidade de medida é o metro quadrado.

Estas variáveis foram relacionadas com a área do pavimento tipo, a área de piso frio e entre si. Através destas análises é possível obter a área ocupada pelas paredes internas, conhecendo o comportamento da variável densidade de paredes com a variação na área útil e a relação entre a área total do pavimento e a área ocupada pelos apartamentos.

Área de piso frio - é o somatório das áreas de banheiro, cozinha e lavanderia de todas as unidades do pavimento tipo. A unidade de medida é o metro quadrado.

A área de piso frio foi relacionada com o somatório da área das unidades, com o somatório da área útil das unidades e com a área do pavimento tipo.

Área dos compartimentos - é a área útil de cada peça das unidades. A unidade de medida é o metro quadrado.

A área dos compartimentos foi relacionada com o perímetro do mesmo, com a área útil da unidade e com o número de dormitórios.

Com este estudo pretende-se caracterizar as unidades do pavimento tipo, em função das peças que as compõem, e obter o quantitativo para alguns serviços.

Perímetro dos compartimentos - corresponde ao perímetro de cada peça dos apartamentos, sendo descontados os comprimentos dos vãos com altura superior a 2.20m. A unidade de medida é o metro linear.

O perímetro foi relacionado com a área do compartimento, com a área útil da unidade e com o número de dormitórios. Através da relação entre o perímetro e a área é possível verificar a homogeneidade ou não da forma dos compartimentos.

Área da janela - é a área da janela de cada compartimento dos apartamentos. A unidade de medida é o metro quadrado.

Esta variável foi relacionada com a área do compartimento, com o perímetro e com a área útil da unidade.

Com esta variável torna-se possível comparar a área média de abertura adotada com as recomendações do código de obras, estimar o custo das esquadrias a partir da área e do uso do compartimento.

Razão_entre_profundidade_e_largura - corresponde a relação entre os lados das peças, ou seja, profundidade dividida pela largura de cada compartimento.

Objetiva-se verificar a padronização ou não na forma das peças. Caso existam compartimentos, com a relação entre os lados, diferenciados torna-se necessário estudar a relação entre a área e o perímetro para cada tipo de relação entre os lados das peças, separadamente, uma vez que a relação entre a área e o perímetro depende da forma e do tamanho.

Número_de_dormitórios - é o número de dormitórios de cada unidade do pavimento tipo, será utilizada como um dos critérios para segmentar a amostra.

Número_de_unidades_no_prédio - é o número total de apartamentos no prédio, não estando incluído o apartamento de zelador.

Número_de_pavimentos - é o número total de pavimentos no prédio.

Número_de_unidades_no_pavimento_tipo - é o número de unidades no pavimento tipo.

Largura_máxima_do_prédio - é a maior largura medida no pavimento tipo.

Profundidade_máxima_do_prédio - é a maior profundidade medida no pavimento tipo.

Razão entre a profundidade e a largura - é a relação entre as dimensões máximas medidas no pavimento tipo.

índice de compacidade máximo - é o índice de compacidade calculado utilizando as dimensões máximas medidas no pavimento tipo.

Porcentagem da área - as áreas dos compartimentos foram expressas como uma porcentagem da área útil da unidade, originando a partir das duas uma nova variável. Da mesma forma, a área das unidades e a área de circulação do pavimento tipo juntamente com a área do pavimento tipo formaram as variáveis porcentagem da área do pavimento tipo ocupada pela circulação e a porcentagem da área do pavimento tipo ocupada pelas unidades; a área de circulação vertical e a área de circulação horizontal como porcentagem da área do pavimento tipo; a área útil foi analisada como porcentagem da área da unidade; a área de piso frio como porcentagem do somatório das áreas úteis das unidades do pavimento tipo; a área do apartamento de zelador como uma porcentagem da área fechada no térreo.

Para as variáveis que possuem seu valor médio associado a área, esta forma de apresentação obterá um coeficiente de variação menor ao obtido para a média da variável considerada de forma isolada, uma vez que utiliza a área total das unidades como parâmetro para os compartimentos e a área do pavimento tipo como referência para a área das unidades, área de circulação do pavimento tipo e área fechada nos outros pavimentos. Desta forma, também verifica-se a importância da área na determinação de outras variáveis geométricas do prédio.

A figura 10 mostra a forma de encadeamento das variáveis consideradas neste trabalho.

APARTAMENTOS

PAVIMENTOS

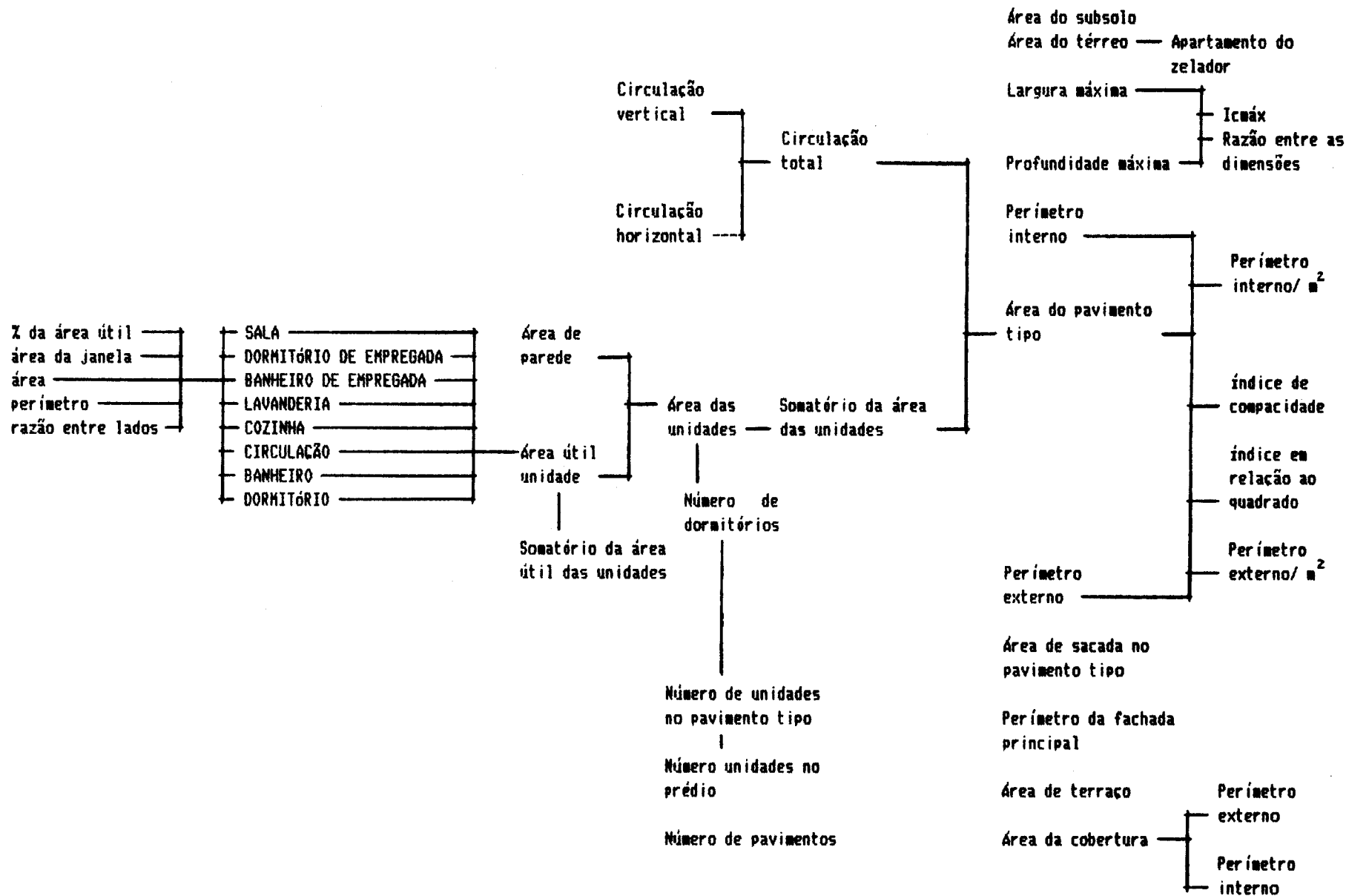


FIGURA 10 - Encadeamento das variáveis a serem pesquisadas.

4. ANÁLISE ESTATÍSTICA DAS VARIÁVEIS

O estudo divide-se nas características dos apartamentos, na comparação dos resultados obtidos com o Código de Obras e na análise do prédio. Neste último considerou-se as plantas do pavimento tipo, térreo e cobertura. Somente as variáveis e regressões que apresentarem coeficiente de variação inferior a 70% e coeficiente de determinação superiores a 35%, tendo sido considerados estes valores com o objetivo de reduzir o volume de dados, serão comentadas neste capítulo.

4.1. Estudo dos Apartamentos

As variáveis que definem geometricamente os compartimentos foram estudadas estatisticamente uma a uma, e as relações entre elas analisadas através de regressões simples.

A amostra é composta por 86 prédios. Na análise dos compartimentos foram utilizados os apartamentos do pavimento tipo de cada prédio, num total de 308 unidades.

O número total de dados de cada compartimento considera as 308 unidades e o número de peças existente em cada apartamento. Por exemplo, o número total de dados para o dormitório de empregada é 91, pois nem todos os apartamentos possuem esta peça. O número de apartamentos no pavimento tipo de cada prédio pode ser verificado na tabela 5 que encontra-se no capítulo III.

A variável área da janela possui um número de dados diferente por ter sido obtida posteriormente e não existir acesso

a todos os projetos. Em alguns casos a ventilação da peça é feita através da porta ou ter ventilação mecânica.

A análise dos dados de cada compartimento foi feita para a :

-amostra total;

-amostra total segmentada segundo o número de dormitórios de cada unidade;

-amostra total segmentada segundo faixas de áreas observadas nos histogramas de frequência relativa da área da peça;

-amostra total retirado alguns valores considerados atípicos do conjunto.

As variáveis analisadas foram : área, perímetro, área da janela, porcentagem da área útil ocupada pelo compartimento, razão entre os lados.

Os resultados obtidos, para cada variável, estão apresentados abaixo, considerando cada compartimento da unidade habitacional. Foram estudados os compartimentos : sala, dormitório de empregada, banheiro de empregada, lavanderia, cozinha, circulação, banheiro e dormitório. As peças estão apresentadas na seguinte sequência : área social, área de serviço e área íntima.

Para cada compartimento foram consideradas as seguintes variáveis :

-área da peça;

-perímetro da peça;

-porcentagem da área útil da unidade ocupada pela peça;

-razão entre os lados da peça;

-área da janela;

-área útil das unidades;

-número de dormitórios das unidades.

Utilizando as variáveis acima fez-se regressões lineares simples entre :

- o perímetro e a área;
- a área da peça e a área útil da unidade;
- a área da janela e a área da peça;
- a área da janela e o perímetro da peça;
- a área da peça e o número de dormitórios da unidade;
- o perímetro e a área útil da unidade;
- o número de dormitórios da unidade e a área útil da unidade.

4.1.1.SALA

Inicialmente analisou-se a amostra total, com 249 dados. Este conjunto de dados considera as variáveis área, perímetro e área da janela das salas de cada unidade.

Observando a existência de 4 prédios cuja a área desta peça possui valores extremos decidiu-se retirar estas unidades, por serem um número pequeno e com valores distantes dos demais. Desta forma, o número de dados reduz-se a 238 valores.

Os dados foram separados segundo o número de dormitórios que o apartamento possui (1 dormitório - 82 dados, 2 dormitórios - 95 dados, 3 dormitórios - 67 dados). Busca-se com isto caracterizar a área das unidades através do número de dormitórios e de seus compartimentos. Não analisou-se os apartamentos JK, nem os com 4 dormitórios, por apresentarem um número reduzido de dados.

Observando ser a área da sala maior nos apartamentos de 4 dormitórios e em alguns com 3 dormitórios, os dados foram divididos em 2 grupos. Tendo como base o histograma de frequência da área, apresentado na figura 11, optou-se pela seguinte segmentação :

- área da sala inferior ou igual a 20 m^2 , com 190 dados;

-área da sala superior a 20 m^2 , com 59 dados.

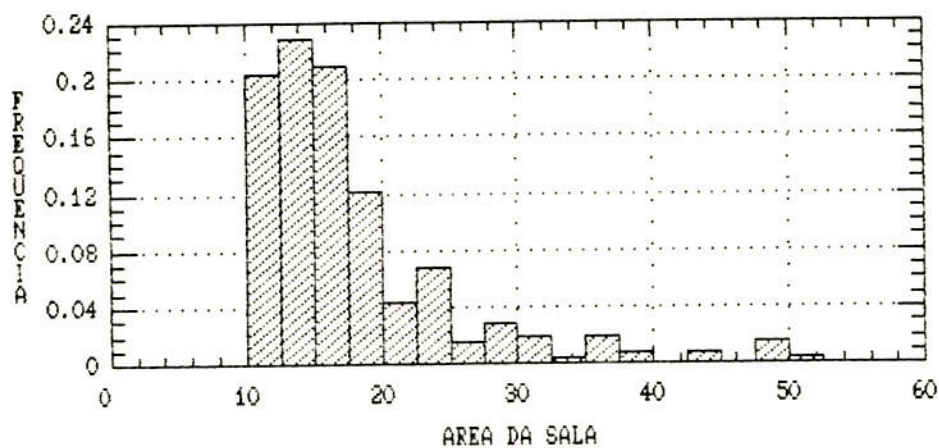


FIGURA 11 - Histograma de frequência relativa da área da sala.

Obteve-se a razão entre os lados (lado maior/lado menor) das peças com o objetivo de caracterizar a sua forma e verificar a relação entre a área e o perímetro.

As tabelas 9 e 10 mostram os resultados obtidos para as situações citadas acima.

VARIÁVEL	N	Xmín	Xmáx	\bar{X}	cv Z	s	Nº DOR
ÁREA	249	10.52	50.60	18.08	42.87	7.75	1 A 4
PERÍMETRO	249	8.35	33.40	17.66	21.57	3.81	1 A 4
ÁREA DA JANELA	249	1.96	27.40	5.33	68.58	3.65	1 A 4
ÁREA	238	10.72	48.56	17.64	40.93	7.22	1 A 4
PERÍMETRO	238	8.35	28.50	17.43	20.19	3.52	1 A 4
ÁREA DA JANELA	238	1.96	22.17	5.10	63.83	3.26	1 A 4
% DA ÁREA ÚTIL UNID	238	6.62	68.95	30.94	23.72	7.34	1 A 4
ÁREA	190	10.72	19.98	14.59	16.38	2.39	1 A 3
PERÍMETRO	190	8.35	23.40	15.96	11.10	1.77	1 A 3
ÁREA DA JANELA	190	1.96	22.17	4.10	60.97	2.50	1 A 3
% DA ÁREA ÚTIL UNID	190	5.15	47.09	30.77	24.12	7.42	1 A 3
ÁREA	59	20.05	50.60	29.34	28.43	8.34	3/4
PERÍMETRO	59	16.60	33.40	23.13	14.87	3.44	3/4
ÁREA DA JANELA	59	5.14	27.40	9.28	42.87	3.98	3/4
ÁREA	82	11.70	18.21	12.99	10.34	1.34	1
PERÍMETRO	82	8.35	19.36	15.04	8.78	1.32	1
ÁREA DA JANELA	82	1.96	11.70	3.26	42.44	1.38	1
ÁREA	95	12.00	43.68	16.99	31.09	5.28	2
PERÍMETRO	95	14.00	23.80	16.85	12.37	2.08	2
ÁREA DA JANELA	95	2.08	10.58	4.61	42.60	1.96	2
ÁREA	67	10.72	48.56	24.90	35.23	8.77	3
PERÍMETRO	67	13.30	28.50	21.54	18.16	3.91	3
ÁREA DA JANELA	67	2.31	22.17	8.46	50.72	4.29	3
RAZÃO ENTRE LADOS	259	1.02	2.52	1.64	22.08	0.36	0 A 4

N - Número de dados; X_{mín} - Valor mínimo; X_{máx} - Valor máximo; \bar{X} - Média;
 cv Z - Coeficiente de variação; s - Desvio padrão; Nº DOR - Número de Dormitórios na unidade.

TABELA 9 - Variáveis do compartimento sala.

DEPENDENTE (Y)	INDEP. (X)	EQUAÇÃO	R ²	r	Ep	N
PERÍMETRO	ÁREA	Y= 9.72+0.44X	79.75	0.89	1.72	249
ÁREA	ÁREA ÚTIL	Y= 8.59+0.14X	49.87	0.71	5.50	249
ÁREA JANELA	ÁREA	Y=-1.02+0.35X	55.44	0.74	2.44	249
ÁREA	ÁREA ÚTIL	Y= 5.50+0.20X	60.54	0.78	4.54	238
PERÍMETRO	ÁREA	Y= 7.21+0.60X	65.39	0.81	1.04	190

R² - Coeficiente de determinação; r - Coeficiente de correlação
Ep - Erro padrão da estimativa; N - Número de dados.

TABELA 10 - Regressões lineares simples entre as variáveis do compartimento sala.

Analisando a amostra total, com apartamentos de 1 a 4 dormitórios, verifica-se um coeficiente de variação alto para as variáveis. O perímetro apresenta um coeficiente de variação substancialmente inferior ao da área, já a área da janela é bastante variável.

Classificando a amostra segundo o tamanho do compartimento observa-se que as unidades com 1, 2 e parte das que possuem 3 dormitórios apresentam uma variação aceitável, menos para a área da janela. O coeficiente de variação é considerado aceitável até 25% (NANNI, 1987). Enquanto isto, o grupo de peças com área superior a 20 m², apartamentos com 3 e 4 dormitórios, possuem um coeficiente acima do aceitável. Com estes resultados nota-se a segmentação dos apartamentos de 3 dormitórios em dois grupos.

A área desta peça só mostra-se homogênea nos apartamentos de 1 dormitório. Isto pode ser verificado pelo baixo coeficiente de variação e também através do gráfico, na figura 12, entre a área e a área útil da unidade, onde observa-se uma concentração de dados com uma mesma área para uma faixa de

área útil da unidade. Já o perímetro apresenta um coeficiente de variação baixo em todos os tipos de análise, o que justifica-se pela variação na área conduzir a pequenas modificações no perímetro.

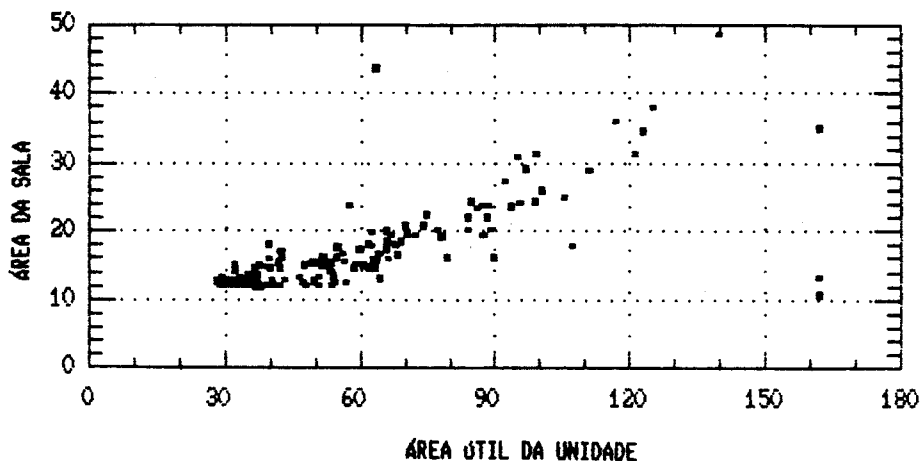


FIGURA 12 - Área útil da unidade x Área da sala.

A figura 13 mostra o gráfico da regressão simples linear entre o perímetro e a área da sala.

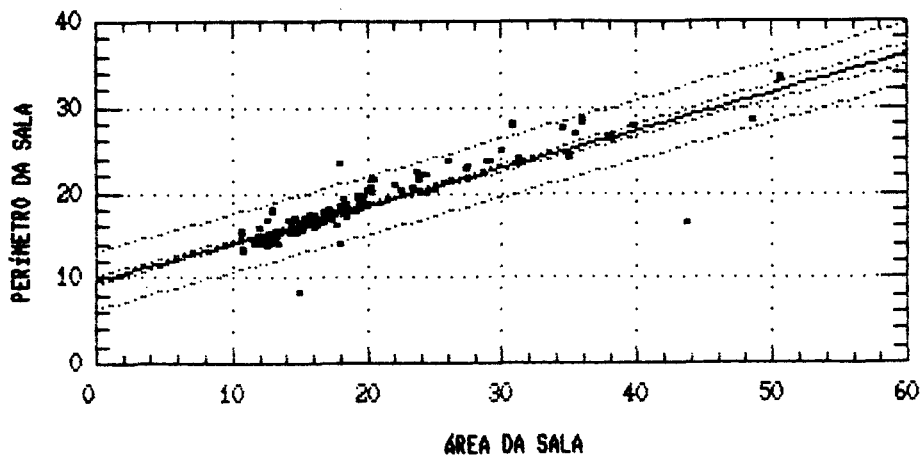


FIGURA 13 - Regressão simples linear entre o perímetro e a área da sala.

A área da janela não apresenta relação com a área do compartimento, o que pode ser verificado através do coeficiente de determinação. Segundo a regressão simples linear 55.44% da variação da área da janela pode ser explicada pela variação da área da peça, considerando a amostra total. A figura 14 apresenta o gráfico da relação entre área da janela e área da sala.

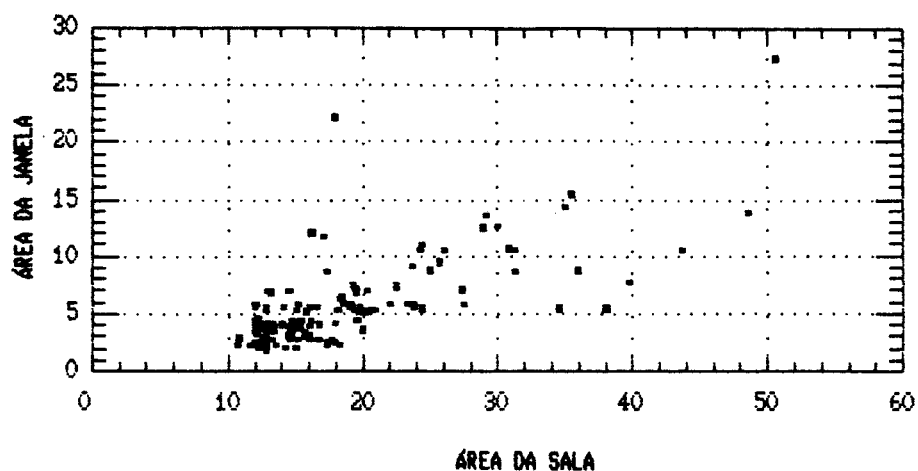


FIGURA 14 - Área da janela x Área da sala.

Neste estudo determinou-se a porcentagem da área útil do apartamento destinada a esta peça. Considerando a amostra com 238 dados a porcentagem da área útil ocupada pela sala apresentou um coeficiente de variação aceitável.

A variável razão entre os lados possui um coeficiente de variação aceitável. A forma da sala varia de um quadrado a um retângulo, sendo que a média é um retângulo com o lado maior 1.64 vezes o lado menor, como mostra a tabela 9.

4.1.2.DORMITÓRIO DE EMPREGADA

Para o compartimento dormitório de empregada analisou-se duas amostras, uma contendo todos os dados (91 valores) e a segunda retirando os apartamentos com 4 dormitórios (89 valores).

As tabelas 11 e 12 apresentam os resultados obtidos para os parâmetros estatísticos, com os dados citados anteriormente.

VARIÁVEL	N	X _{mín}	X _{máx}	\bar{X}	cv %	s	N DOR
ÁREA	91	5.00	10.20	5.32	12.65	0.67	2 A 4
PERÍMETRO	91	8.90	12.80	9.46	6.04	0.57	2 A 4
ÁREA DA JANELA	91	0.00	2.10	0.99	56.29	0.56	2 A 4
ÁREA	89	5.00	6.43	5.23	6.05	0.32	2/3
PERÍMETRO	89	8.90	10.60	9.40	4.26	0.40	2/3
ÁREA DA JANELA	89	0.00	2.10	0.98	56.99	0.56	2/3
% DA ÁREA ÚTIL UNID	89	3.11	9.92	6.53	27.20	1.78	2/3
RAZÃO ENTRE LADOS	89	1.07	2.23	1.43	17.19	0.24	2/3

N - Número de dados; X_{mín} - Valor mínimo; X_{máx} - Valor máximo; \bar{X} - Média;
 cv % - Coeficiente de variação; s - Desvio padrão; N DOR - Número de Dormitórios na unidade.

TABELA 11 - Variáveis do compartimento dormitório de empregada.

DEPENDENTE (Y)	INDEP. (X)	EQUAÇÃO	R ²	r	Ep	N
PERÍMETRO ÁREA	ÁREA	Y= 5.37+0.78X	81.98	0.90	0.24	91
	ÁREA ÚTIL	Y= 4.04+0.01X	49.49	0.70	0.48	91
PERÍMETRO	ÁREA	Y= 3.90+1.05X	68.98	0.83	0.22	89

R² - Coeficiente de determinação; r - Coeficiente de correlação
Ep - Erro padrão da estimativa; N - Número de dados.

TABELA 12 - Regressões lineares simples entre as variáveis do compartimento dormitório de empregada.

Observa-se que as unidades que apresentam este compartimento possuem 2 ou mais dormitórios.

Desconsiderou-se os dados dos apartamentos com 4 dormitórios, por dois motivos: são valores muito superiores aos demais encontrados na amostra e são um número muito reduzido de dados.

A área e o perímetro desta peça são homogêneos. Contudo, a área da janela apresenta um coeficiente de variação alto.

A regressão linear entre a área da peça e a área útil da unidade não fornece resultados satisfatórios, o que pode ser justificado pelo baixo coeficiente de variação da área (6.05%).

A área do dormitório de empregada corresponde a 6.53% da área útil da unidade. Porém, a área da peça não se altera significativamente com a modificação na área da unidade. Também verifica-se ser pequena a relação entre a área e a área útil da unidade através da regressão entre as duas variáveis.

A variável que caracteriza a forma da peça, a razão entre os lados, apresenta um coeficiente de variação aceitável, embora a forma da peça varie de um quadrado a um retângulo com um dos lados 2.23 vezes maior que o outro lado.

Através destes resultados conclui-se que a decisão de projeto sobre o dormitório de empregada restringe-se a sua existência ou não e a pequenas modificações na sua forma.

4.1.3. BANHEIRO DE EMPREGADA

As unidades que apresentam este compartimento (162 dados) possuem de 1 a 4 dormitórios. Verificou-se a presença desta peça em apartamentos que não possuem dormitório de empregada.

Observando, através do histograma da área, a existência de duas faixas de tamanho a amostra foi dividida em dois grupos. O primeiro com área inferior a 2.10 m^2 (138 dados), correspondendo a 80% dos dados, e o outro igual ou superior a 2.10 m^2 (24 dados). A figura 15 mostra o histograma de frequência relativa da área do banheiro de empregada, considerando a amostra total.

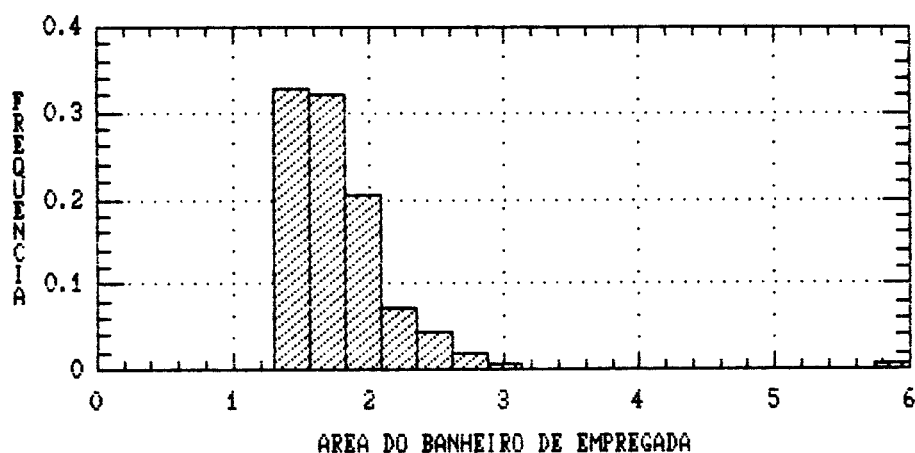


FIGURA 15 - Histograma de frequência relativa da área do banheiro de empregada.

Observa-se nos gráficos que um aumento elevado na área útil da unidade corresponde a um acréscimo na área do banheiro de empregada muito pequeno, como mostra a figura 16, podendo ser observado apenas em unidades com 4 dormitórios e algumas com 3 dormitórios.

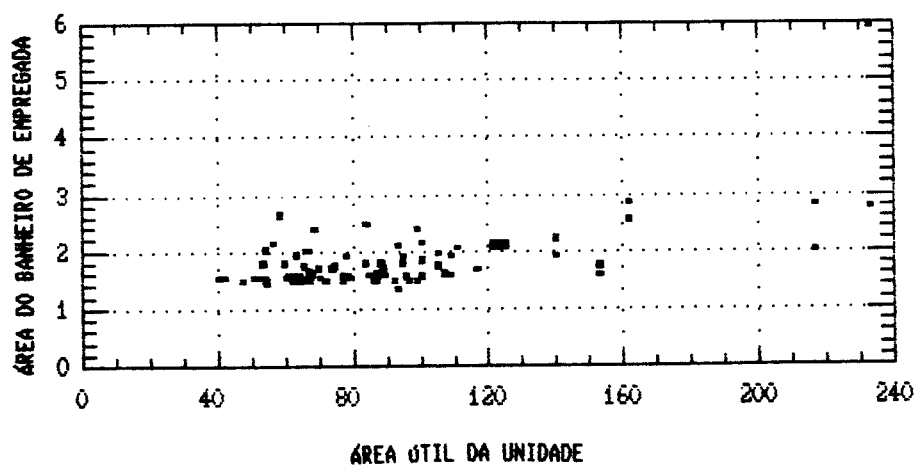


FIGURA 16 - Área do banheiro de empregada x Área útil da unidade.

As tabelas 13 e 14 apresentam os resultados estatísticos para esta peça.

VARIÁVEL	N	Xmín	Xmáx	\bar{X}	cv %	s	Nº DOR
ÁREA	162	1.36	5.93	1.81	24.75	0.45	1 A 4
PERÍMETRO	162	4.20	11.20	5.45	12.93	0.70	1 A 4
% DA ÁREA ÚTIL UNID	162	0.93	4.52	2.20	29.26	0.64	1 A 4
ÁREA DA JANELA	92	0.32	1.05	0.50	28.98	0.15	1 A 4
ÁREA	138	1.36	2.08	1.69	11.52	0.19	1 A 4
PERÍMETRO	138	4.20	6.00	5.24	6.32	0.33	1 A 4
ÁREA	24	2.10	5.93	2.50	30.59	0.76	2 A 4
PERÍMETRO	24	5.90	11.20	6.63	15.85	1.05	2 A 4
RAZÃO ENTRE LADOS	120	1.04	2.65	1.60	23.27	0.37	1 A 4

N - Número de dados; Xmín - Valor mínimo; Xmáx - Valor máximo; \bar{X} - Média;
 cv % - Coeficiente de variação; s - Desvio padrão; Nº DOR - Número de Dormitórios na unidade.

TABELA 13 - Variáveis do compartimento banheiro de empregada.

DEPENDENTE (Y)	INDEP. (X)	EQUAÇÃO	R ²	r	Ep	N
PERÍMETRO	ÁREA	Y = 2.84 + 1.44X	84.12	0.92	0.28	162
ÁREA	ÁREA ÚTIL	Y = 1.13 + 0.01X	36.08	0.60	0.36	162

R² - Coeficiente de determinação; r - Coeficiente de correlação
 Ep - Erro padrão da estimativa; N - Número de dados.

TABELA 14 - Regressões lineares simples entre as variáveis do compartimento banheiro de empregada.

A área e o perímetro apresentam coeficientes de variação aceitáveis para o conjunto total dos dados. Para a amostra separada em dois grupos os resultados são homogêneos para o grupo

com 138 dados e mostram uma variação alta para os dados com área superior a 2.10 m^2 .

A relação entre a área e o perímetro é boa como observa-se no gráfico da regressão linear entre os dois, apresentado na figura 17.

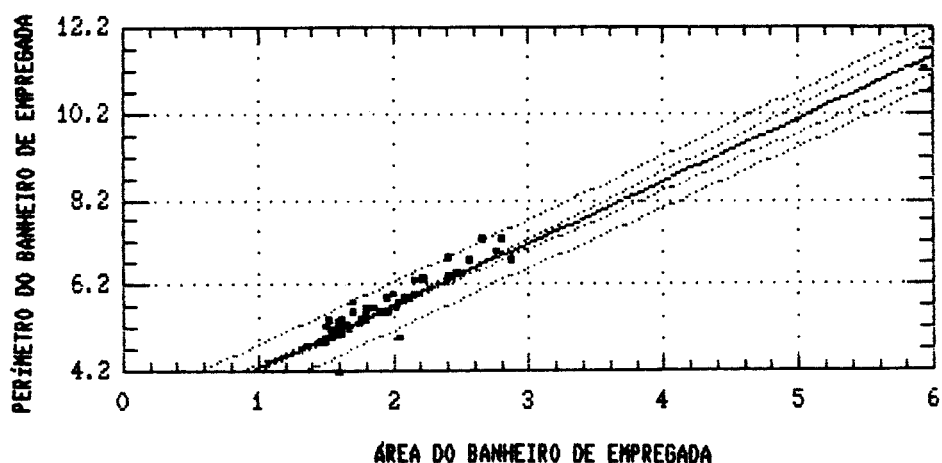


FIGURA 17 - Regressão linear simples entre o perímetro e a área do banheiro de empregada.

A área da janela não apresenta relação com a área do compartimento através da regressão linear simples entre as duas, e por este motivo não consta na tabelas 13 e 14.

4.1.4.LAVANDERIA

As variáveis do compartimento lavanderia foram analisadas de duas maneiras :

-amostra total, composta por unidades tipo jk, 1, 2, 3 e 4 dormitórios, com 232 dados;

-amostra classificada segundo o número de dormitórios de cada apartamento (1 dormitório - 73 dados, 2 dormitórios - 81 dados, 3 dormitórios - 65 dados), excluindo as unidades jk e 4 dormitórios por terem um número reduzido de dados.

Os resultados da análise das variáveis deste compartimento encontram-se nas tabelas 15 e 16.

VARIÁVEL	N	X _{mín}	X _{máx}	\bar{X}	cv %	s	Nº DOR
ÁREA	232	1.26	12.44	3.34	57.09	1.91	0 A 4
PERÍMETRO	232	4.60	16.20	7.57	31.25	2.36	0 A 4
% DA ÁREA ÚTIL UNID	232	2.74	9.47	5.26	23.01	1.21	0 A 4
ÁREA	73	1.26	3.54	1.89	28.59	0.54	1
PERÍMETRO	73	4.60	8.75	5.74	17.70	1.02	1
ÁREA	81	1.35	5.52	3.02	27.88	0.84	2
PERÍMETRO	81	4.80	10.00	7.29	16.68	1.22	2
ÁREA	65	2.87	9.20	5.42	31.92	1.73	3
PERÍMETRO	65	7.10	14.50	10.12	20.50	2.08	3
RAZÃO ENTRE LADOS	221	1.03	3.34	1.90	27.19	0.52	1 A 4
ÁREA DA JANELA	217	0.89	6.60	2.50	41.69	1.04	1 A 4

N - Número de dados; X_{mín} - Valor mínimo; X_{máx} - Valor máximo; \bar{X} - Média;
 cv % - Coeficiente de variação; s - Desvio padrão; Nº DOR - Número de Dormitórios na unidade.

TABELA 15 - Variáveis do compartimento lavanderia.

DEPENDENTE (Y)	INDEP. (X)	EQUAÇÃO	R ²	r	Ep	N
PERÍMETRO ÁREA	ÁREA	Y= 3.52+1.21X	95.30	0.98	0.51	232
	ÁREA ÚTIL	Y= 0.09+0.05X	81.05	0.90	0.83	232
PERÍMETRO	ÁREA	Y= 2.27+1.83X	95.18	0.98	0.22	73
PERÍMETRO	ÁREA	Y= 3.06+1.40X	93.95	0.97	0.30	81
PERÍMETRO	ÁREA	Y= 3.98+1.13X	89.32	0.94	0.68	65

R² - Coeficiente de determinação; r - Coeficiente de correlação
Ep - Erro padrão da estimativa; N - Número de dados.

TABELA 16 - Regressões lineares simples entre as variáveis do compartimento lavanderia.

A área desta peça apresenta relação com a área útil da unidade e com o perímetro do compartimento, como observa-se a partir dos resultados obtidos nas regressões entre estas variáveis. As figuras 18 e 19 mostram os gráficos das regressões citadas acima.

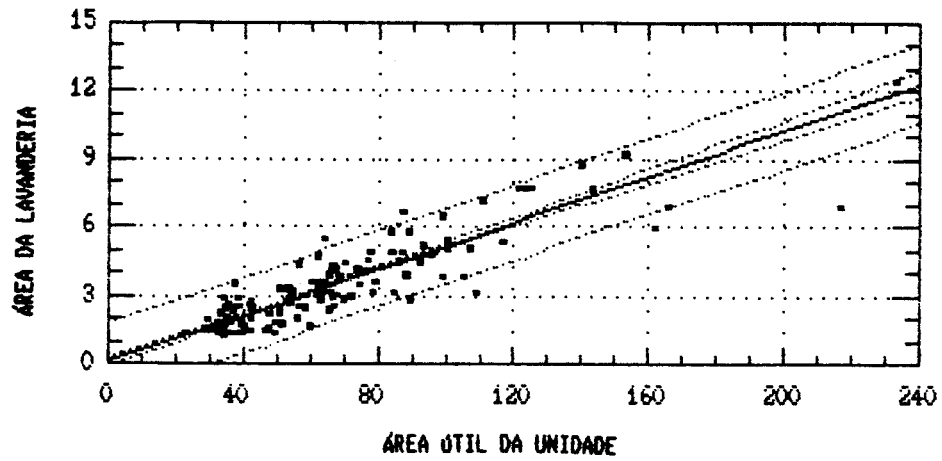


FIGURA 18 - Regressão entre a área da lavanderia e a área útil da unidade.

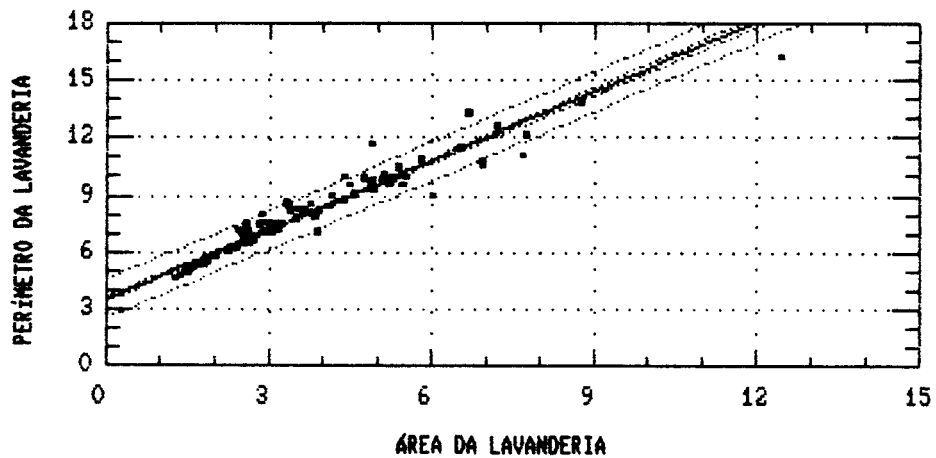


FIGURA 19 - Regressão entre o perímetro e a área da lavanderia.

As variáveis área e perímetro possuem um coeficiente de variação elevado. A área da lavanderia pode ser considerada como uma porcentagem da área útil da unidade.

A área da janela apresenta-se heterogênea e não apresenta uma relação definida com a área do compartimento.

O coeficiente de variação é superior ao aceitável para a variável razão entre os lados.

4.1.5.COZINHA

Inicialmente analisou-se o total de dados desta peça, com 273 dados. A seguir retirou-se os valores extremos, os quais poderiam deturpar os resultados, ficando a amostra com 264 dados.

As variáveis também foram estudadas segundo o número de dormitórios da unidade; não considerou-se os apartamentos com 4 dormitórios e os jk por serem em número reduzido.

Através do histograma da área, apresentado na figura 20, verificou-se a existência de 3 grupos. A amostra foi dividida da seguinte forma :

--área inferior ou igual a 5.00 m^2 , 40 dados;

--área superior a 5.00 m^2 e inferior ou igual a 8.00 m^2 , 178 dados;

--área superior a 8.00 m^2 , 55 dados.

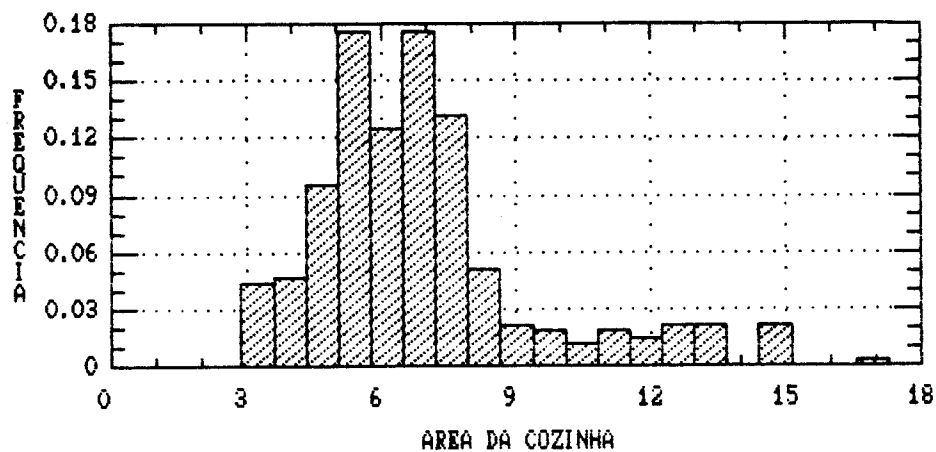


FIGURA 20 - Histograma de frequência relativa da área da cozinha..

As tabelas 17 e 18 contém os parâmetros estatísticos para as variáveis relacionadas ao compartimento cozinha.

VARIÁVEL	N	Xmín	Xmáx	\bar{X}	cv %	s	Nº DOR
ÁREA	273	3.00	17.04	6.98	36.06	2.52	0 A 4
PERÍMETRO	273	4.38	18.40	11.14	19.02	2.12	0 A 4
ÁREA	264	3.00	13.40	6.76	32.08	2.17	0 A 4
PERÍMETRO	264	7.00	15.90	11.00	16.96	1.87	0 A 4
% DA ÁREA ÚTIL UNID	264	6.31	25.04	12.66	27.07	3.43	0 A 4
ÁREA	86	3.00	7.98	5.31	17.86	0.95	1
PERÍMETRO	86	4.38	12.75	9.78	13.89	1.36	1
ÁREA	98	5.02	9.79	6.58	15.29	1.01	2
PERÍMETRO	98	8.97	13.44	10.94	10.64	1.16	2
ÁREA	70	6.71	17.04	9.87	26.08	2.57	3
PERÍMETRO	70	10.60	18.40	13.42	13.62	1.83	3
ÁREA	40	3.00	4.99	4.14	15.21	0.63	0/1
PERÍMETRO	40	4.38	9.90	8.32	11.99	1.00	0/1
ÁREA	178	5.02	7.98	6.38	14.04	0.90	0 A 4
PERÍMETRO	178	8.97	12.85	10.84	10.00	1.08	0 A 4
ÁREA	55	8.05	17.04	10.97	21.54	2.36	2 A 4
PERÍMETRO	55	11.70	18.40	14.16	11.26	1.59	2 A 4
ÁREA DA JANELA	251	0.35	4.40	1.18	51.76	0.61	1 A 4
RAZÃO ENTRE LADOS	260	1.04	2.97	1.85	28.28	0.52	1 A 4

N - Número de dados; Xmín - Valor mínimo; Xmáx - Valor máximo; \bar{X} - Média;
 cv % - Coeficiente de variação; s - Desvio padrão; Nº DOR - Número de Dormitórios na unidade.

TABELA 17 - Variáveis do compartimento cozinha.

DEPENDENTE (Y)	INDEP. (X)	EQUAÇÃO	R ²	r	Ep	N
PERÍMETRO ÁREA	ÁREA ÁREA ÚTIL	Y= 5.54+0.81X	88.30	0.94	0.64	264
		Y= 2.81+0.07X	75.52	0.87	1.07	264
PERÍMETRO	ÁREA	Y=-0.66+0.61X	76.41	0.87	0.46	86
PERÍMETRO	ÁREA	Y=-1.83+0.77X	78.94	0.89	0.46	98
PERÍMETRO	ÁREA	Y=-7.76+1.31X	87.00	0.93	0.93	70
PERÍMETRO	ÁREA	Y= 0.90+0.39X	37.98	0.62	0.50	40
PERÍMETRO	ÁREA	Y=-1.40+0.72X	75.46	0.87	0.44	178
PERÍMETRO	ÁREA	Y=-8.06+1.34X	82.27	0.91	1.00	55

R² - Coeficiente de determinação; r - Coeficiente de correlação
Ep - Erro padrão da estimativa; N - Número de dados.

TABELA 18 - Regressões lineares simples entre as variáveis do compartimento cozinha.

Analisando a área e o perímetro médios e seus respectivos desvio padrão verifica-se ter o perímetro uma variação inferior a da área, isto também pode ser constatado através do coeficiente de variação o qual é aceitável somente para o perímetro.

A área deste compartimento esta relacionada com a área útil do apartamento, como observa-se no gráfico da regressão (figura 21) entre as duas variáveis e através dos parâmetros da regressão apresentados na tabela.

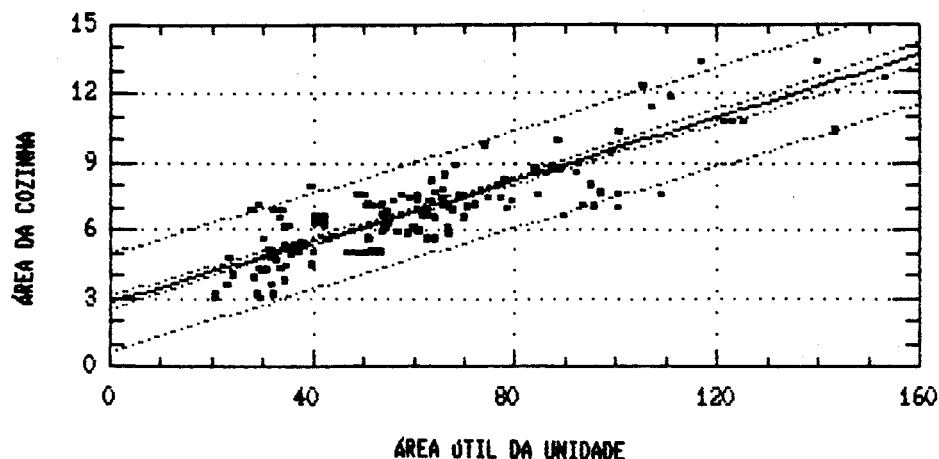


FIGURA 21 - Regressão linear simples entre a área e a área útil da unidade.

Observando a área média da cozinha e o seu desvio padrão nos apartamentos com 1, 2, e 3 dormitórios, verifica-se uma maior variação na área das unidades com 3 dormitórios.

A regressão entre o perímetro e a área mostra a correlação existente entre as duas variáveis, com exceção do conjunto de dados onde a área é inferior a 5 m^2 ; nesta situação o coeficiente de determinação é baixo. A figura 22 apresenta o gráfico da regressão simples linear entre o perímetro e a área da cozinha.

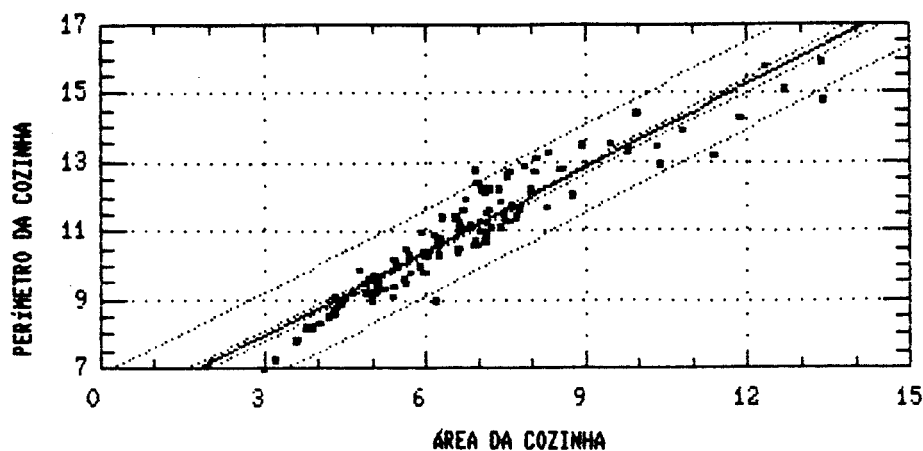


FIGURA 22 - Regressão linear simples entre o perímetro e a área da cozinha.

O coeficiente de variação da razão entre os lados é superior ao aceitável. Como observa-se no histograma da figura 23 existe uma variação na relação entre os lados da cozinha.

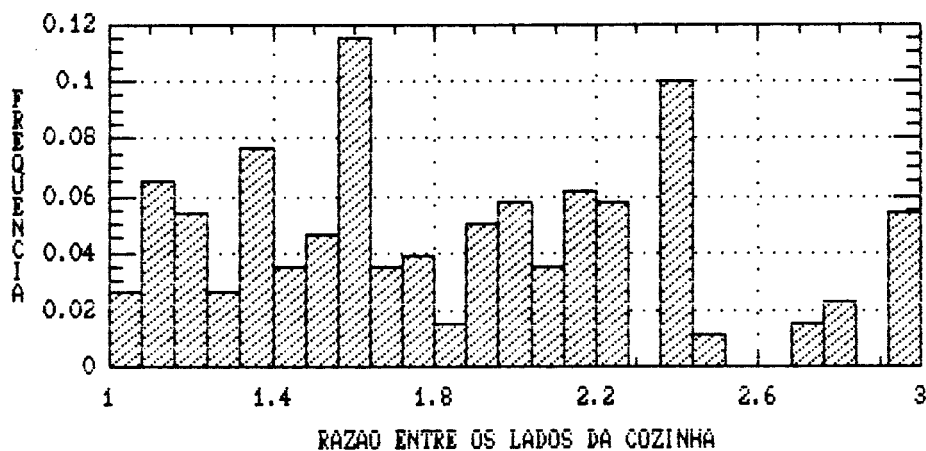


FIGURA 23 - Histograma de frequência relativa da razão entre os lados.

4.1.6. CIRCULAÇÃO

A área, dentro das unidades, destinada a circulação foi considerada de duas formas :

-a área de cada peça, 348 dados;

-a área de circulação de cada unidade, 214 dados..

As tabelas 19 e 20 mostram os resultados estatísticos obtidos para esta peça..

VARIÁVEL	N	Xmín	Xmáx	\bar{X}	cv %	s	Nº DOR
ÁREA	348	0.80	10.39	2.42	57.16	1.38	0 A 4
PERÍMETRO	348	3.00	22.78	6.58	39.24	2.58	0 A 4
ÁREA	214	1.00	12.89	3.96	58.32	2.31	0 A 4
PERÍMETRO	214	3.00	29.78	10.73	44.69	4.79	0 A 4
% DA ÁREA ÚTIL UNID	214	1.76	13.32	6.14	37.98	2.33	0 A 4

N - Número de dados; X_{mín} - Valor mínimo; X_{máx} - Valor máximo; \bar{X} - Média;
cv % - Coeficiente de variação; s - Desvio padrão; Nº DOR - Número de Dormitórios na unidade.

TABELA 19 - Variáveis do compartimento circulação.

DEPENDENTE (Y)	INDEP. (X)	EQUAÇÃO	R ²	r	Ep	N
PERÍMETRO	ÁREA	Y= 2.20+1.81X	93.83	0.97	0.64	348
ÁREA	ÁREA ÚTIL	Y= 0.49+0.03X	51.52	0.72	0.96	348
PERÍMETRO	ÁREA	Y= 2.80+2.00X	92.97	0.96	1.27	214
ÁREA	ÁREA ÚTIL	Y= 0.43+0.05X	61.59	0.78	1.43	214

R² - Coeficiente de determinação; r - Coeficiente de correlação
Ep - Erro padrão da estimativa; N - Número de dados.

TABELA 20 - Regressões lineares simples entre as variáveis do compartimento circulação.

A área e o perímetro deste compartimento apresentam um coeficiente de variação alto. A área útil das unidades, segundo os resultados da regressão, explica 61.59% da variabilidade da área de circulação dentro do apartamento.

A relação existente entre a área e o perímetro pode ser verificada na figura 24.

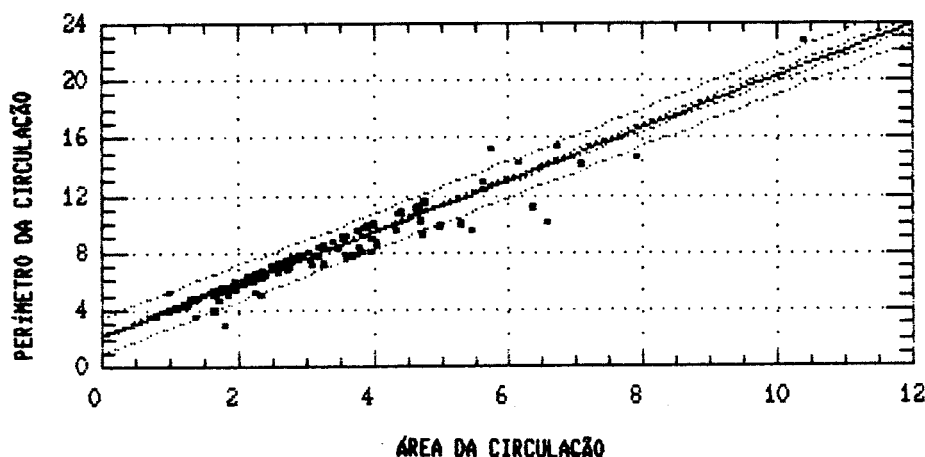


FIGURA 24 - Regressão linear simples entre o perímetro e a área.

4.1.7. BANHEIRO

As variáveis do banheiro foram estudadas para o conjunto dos dados (339 valores), para a amostra dividida segundo o número de dormitórios da unidade (1 dormitório - 86 dados, 2 dormitórios - 106 dados, 3 dormitórios - 123 dados) e segundo 3 grupos de tamanho (2.36 a 3.00 m² - 154 dados, 3.24 a 4.73 m² - 153 dados, 4.86 a 8.69 m² - 32 dados), como observa-se na figura 25. Por último analisou-se o banheiro da suíte (58 dados).

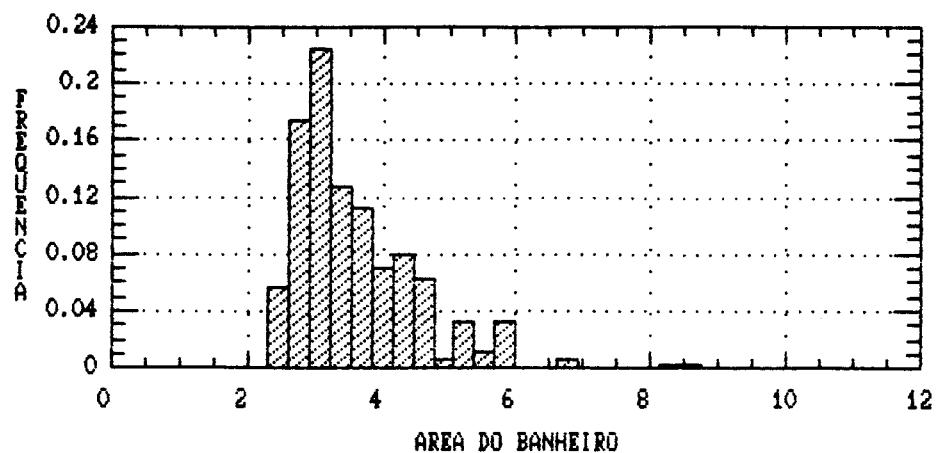


FIGURA 25 - Histograma de frequência relativa da área do banheiro.

As tabelas 21 e 22 apresentam os parâmetros estatísticos obtidos para cada conjunto de dados.

VARIÁVEL	N	X _{mín}	X _{máx}	\bar{X}	cv %	s	N DOR
ÁREA	339	2.36	8.69	3.59	26.05	0.94	0 A 4
PERÍMETRO	339	4.40	14.20	8.03	13.81	1.11	0 A 4
% DA ÁREA ÚTIL UNID	339	1.88	12.28	6.10	35.80	2.18	0 A 4
ÁREA DA JANELA	313	0.09	1.76	0.60	43.72	0.26	0 A 4
RAZÃO ENTRE LADOS	259	1.05	4.38	1.81	26.53	0.48	0 A 4
ÁREA	154	2.36	3.18	2.87	7.20	0.21	0 A 3
PERÍMETRO	154	6.20	8.30	7.25	5.49	0.40	0 A 3
ÁREA	153	3.24	4.73	3.88	11.03	0.43	1 A 4
PERÍMETRO	153	4.40	9.80	8.35	8.33	0.70	1 A 4
ÁREA	32	4.86	8.69	5.72	15.17	0.88	2 A 4
PERÍMETRO	32	8.40	14.20	10.25	12.46	1.28	2 A 4
ÁREA	86	2.40	3.99	2.92	10.87	0.32	1
PERÍMETRO	86	6.40	8.30	7.28	6.76	0.49	1
ÁREA	106	2.40	5.34	3.31	15.21	0.50	2
PERÍMETRO	106	6.70	10.00	7.79	8.46	0.66	2
ÁREA	123	2.99	6.74	4.27	18.72	0.80	3
PERÍMETRO	123	4.40	11.10	8.71	12.08	1.05	3
ÁREA	58	3.00	6.89	4.53	20.18	0.92	3/4
PERÍMETRO	58	4.40	14.00	8.90	15.62	1.40	3/4
ÁREA DA JANELA	58	0.00	1.76	0.80	47.80	0.38	3/4

N - Número de dados; X_{mín} - Valor mínimo; X_{máx} - Valor máximo; \bar{X} - Média;
 cv % - Coeficiente de variação; s - Desvio padrão; N DOR - Número de Dormitórios na unidade.

TABELA 21 - Variáveis do compartimento banheiro.

DEPENDENTE (Y)	INDEP. (X)	EQUAÇÃO	R ²	r	Ep	N
PERÍMETRO ÁREA	ÁREA	Y = -2.31 + 0.73X	75.80	0.87	0.46	339
	ÁREA ÚTIL	Y = 2.22 + 0.02X	63.66	0.80	0.56	339
PERÍMETRO	ÁREA	Y = 2.90 + 1.52X	61.79	0.79	0.25	154
PERÍMETRO	ÁREA	Y = 4.26 + 1.05X	50.66	0.71	0.91	32
PERÍMETRO	ÁREA	Y = 3.15 + 1.41X	83.07	0.91	0.20	86
PERÍMETRO	ÁREA	Y = 3.94 + 1.16X	79.04	0.89	0.30	106
PERÍMETRO	ÁREA	Y = 4.79 + 0.92X	48.62	0.70	0.76	123

R² - Coeficiente de determinação; r - Coeficiente de correlação
Ep - Erro padrão da estimativa; N - Número de dados.

TABELA 22 - Regressões lineares simples entre as variáveis do compartimento banheiro.

A área do banheiro não possui uma relação definida com a área útil da unidade, o que se verifica através do baixo coeficiente de determinação entre as duas variáveis. A figura 26 mostra o gráfico da regressão entre a área e a área útil da unidade.

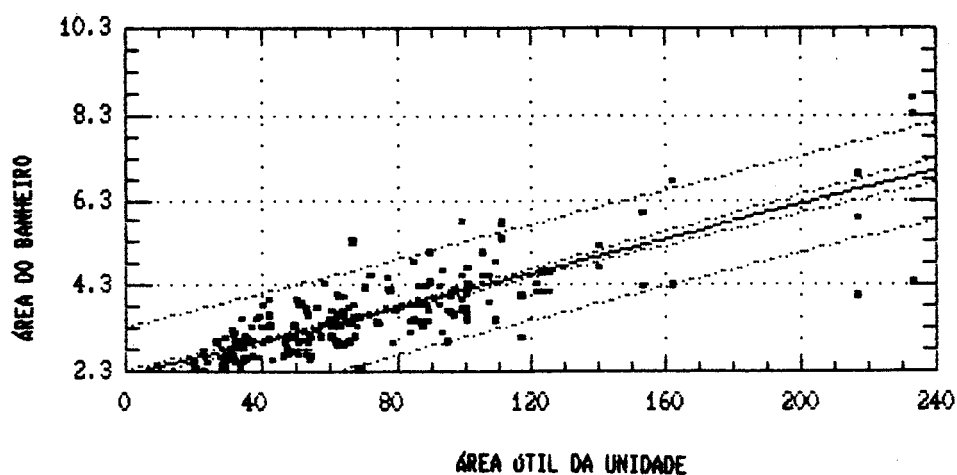


FIGURA 26 - Regressão linear simples entre a área e a área útil da unidade.

Os resultados obtidos com a amostra segmentada em 3 faixas de tamanho e segundo o número de dormitórios são homogêneos. A área da janela apresenta-se bastante variável e sem relação com a área da unidade, verificada através da regressão linear simples entre as duas variáveis.

A amostra analisada pode ser representada por 3 tipos de banheiros. A área e o perímetro médio do conjunto de dados segmentados segundo o número de dormitórios aproxima-se dos resultados obtidos com a divisão dos dados em 3 grupos de tamanhos. Conclui-se que a área deste compartimento está relacionada ao número de dormitórios do apartamento, sendo invariável para pequenas modificações na área útil da unidade.

O coeficiente de variação da área do banheiro da suíte é aceitável, embora seja maior que o determinado na análise dos

dados agrupados de acordo com o número de dormitórios das unidades.

4.1.8.DORMITÓRIO

A análise das variáveis geométricas dos dormitórios foi realizada para os seguintes conjuntos de dados :

-481 dormitórios, amostra total:

-103 dormitórios, cuja área da janela corresponde a porta da sacada:

-378 dormitórios, cuja área da janela não é porta de sacada:

-256 valores, somatório das áreas de dormitórios nos apartamentos (denominada na tabela área total);

-240 valores, somatório das áreas de dormitórios nos apartamentos após retirar os dados extremos:

-85 valores, apartamentos com 1 dormitório:

-174 valores, apartamentos com 2 dormitórios:

-198 valores, apartamentos com 3 dormitórios:

-233 valores, dormitório principais:

-250 valores, razão entre os lados do dormitório principal:

-225 valores, segundo e terceiro dormitórios.

-219 valores, razão entre os lados do segundo e terceiro dormitórios:

As tabelas 23 e 24 contém os resultados obtidos para as variáveis de cada conjunto de dados.

VARIAVEL	N	X _{mín}	X _{máx}	\bar{X}	cv %	s	N DOR
ÁREA	481	9.00	26.16	11.43	23.05	2.64	0 A 4
PERÍMETRO	481	11.49	34.90	14.14	22.56	3.19	0 A 4
ÁREA DA JANELA	481	1.68	8.36	3.03	39.70	1.20	0 A 4
% DA ÁREA ÚTIL UNID	240	19.04	53.02	34.88	17.45	6.09	0 A 4
ÁREA	103	9.00	19.74	12.12	20.32	2.46	1 A 3
PERÍMETRO	103	11.49	26.22	15.05	23.05	3.47	1 A 3
ÁREA DA JANELA	103	2.90	8.36	4.86	27.50	1.34	1 A 3
ÁREA	378	9.00	26.16	11.24	23.59	2.65	0 A 4
PERÍMETRO	378	11.92	34.90	13.89	22.08	3.07	0 A 4
ÁREA DA JANELA	378	1.68	4.90	2.53	17.76	0.45	0 A 4
ÁREA	85	9.00	15.21	10.32	16.52	1.71	1
PERÍMETRO	85	12.00	16.90	13.07	9.67	1.26	1
% DA ÁREA ÚTIL UNID	85	23.76	40.14	29.38	12.40	3.64	1
ÁREA TOT.	85	9.00	15.21	10.32	16.52	1.70	1
ÁREA	174	9.00	14.42	10.91	14.40	1.57	2
PERÍMETRO	174	11.49	16.00	13.38	8.31	1.11	2
% DA ÁREA ÚTIL UNID	87	19.04	52.08	38.50	12.11	4.66	2
ÁREA TOT.	87	9.04	25.34	21.68	7.48	1.62	2
ÁREA	198	9.00	22.85	11.79	25.04	2.95	3
PERÍMETRO	198	12.00	34.90	14.89	29.16	4.34	3
% DA ÁREA ÚTIL UNID	66	28.02	53.02	37.34	13.70	5.12	3
ÁREA TOT.	66	30.19	46.65	35.37	12.29	4.34	3
ÁREA	233	9.00	17.85	12.15	17.84	2.17	0 A 3
PERÍMETRO	233	11.49	25.40	14.60	16.46	2.40	0 A 3
ÁREA	225	9.00	16.73	9.99	11.92	1.19	2 A 4
PERÍMETRO	225	11.92	22.00	12.84	8.57	1.10	2 A 4
RAZÃO ENTRE LADOS	250	1.00	2.25	1.37	18.56	0.26	1 A 4
RAZÃO ENTRE LADOS	219	1.00	1.62	1.20	12.01	0.14	1 A 4

N - Número de dados; X_{mín} - Valor mínimo; X_{máx} - Valor máximo; \bar{X} - Média;
 cv % - Coeficiente de variação; s - Desvio padrão; N DOR - Número de Dormitórios na unidade.

TABELA 23 - Variáveis do compartimento dormitório.

DEPENDENTE (Y)	INDEP. (X)	EQUAÇÃO	R ²	r	Ep	N
PERÍMETRO	ÁREA	Y= 2.02+1.06X	76.69	0.88	1.54	481
ÁREA DORMI- TÓRIO TOTAL	ÁREA ÚTIL UNIDADE	Y= 2.58+0.32X	88.83	0.94	3.61	256
ÁREA DORMI- TÓRIO TOTAL	ÁREA ÚTIL UNIDADE	Y= 1.35+0.33X	90.63	0.95	3.38	240
PERÍMETRO	ÁREA	Y= 5.54+0.73X	96.92	0.98	0.22	85
PERÍMETRO	ÁREA	Y= 6.16+0.66X	87.34	0.93	0.40	174
PERÍMETRO	ÁREA	Y=-0.90+1.34X	82.96	0.91	1.80	198
PERÍMETRO ÁREA	ÁREA ÁREA ÚTIL	Y= 2.86+0.97X Y= 8.14+0.07X	76.00 60.93	0.87 0.78	1.18 1.36	233 233
PERÍMETRO ÁREA	ÁREA ÁREA ÚTIL	Y= 4.56+0.83X Y= 7.76+0.03X	80.47 60.75	0.90 0.78	0.49 22.29	225 225

R² - Coeficiente de determinação; r - Coeficiente de correlação
Ep - Erro padrão da estimativa; N - Número de dados.

TABELA 24 - Regressões lineares simples entre as variáveis do compartimento dormitório.

O coeficiente de variação obtido para a variável área e perímetro são aceitáveis. A área da janela, quando não corresponde a porta de sacada, também possui um coeficiente de variação aceitável.

Para os apartamentos com 1,2 e 3 dormitórios a porcentagem da área útil da unidade ocupada por esta peça é homogênea. A regressão entre a área útil da unidade e o somatório da área dos dormitórios de cada apartamento obteve um coeficiente de determinação alto.

A forma dos dormitórios é pouco variável. A área e o perímetro são homogêneos, existindo pequenas alterações nos

valores mínimos determinados pelo código de obras de Porto Alegre.

O gráfico da figura 27 e 28 mostram a relação entre a área do dormitório principal e do segundo e terceiro dormitórios com a área útil da unidade, respectivamente.

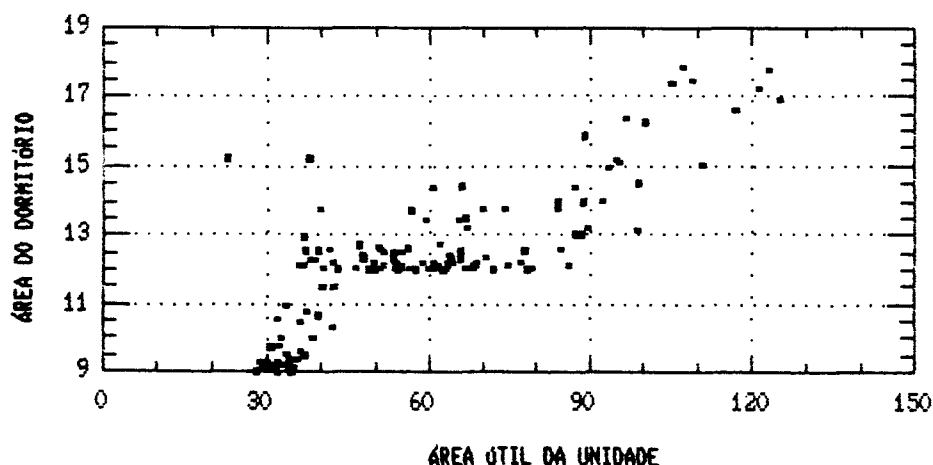


FIGURA 27 - Área do dormitório principal x Área útil da unidade.

Observa-se na figura 27 a existência de 3 tipos de dormitórios : aqueles onde a área seria insuficiente (área inferior a área mínima do Código de Obras de Porto Alegre): aqueles onde a área é aproximadamente igual a área mínima do Código de Obras de Porto Alegre e aqueles onde a área é superior a $12m^2$ e aumenta em função do aumento da área do apartamento.

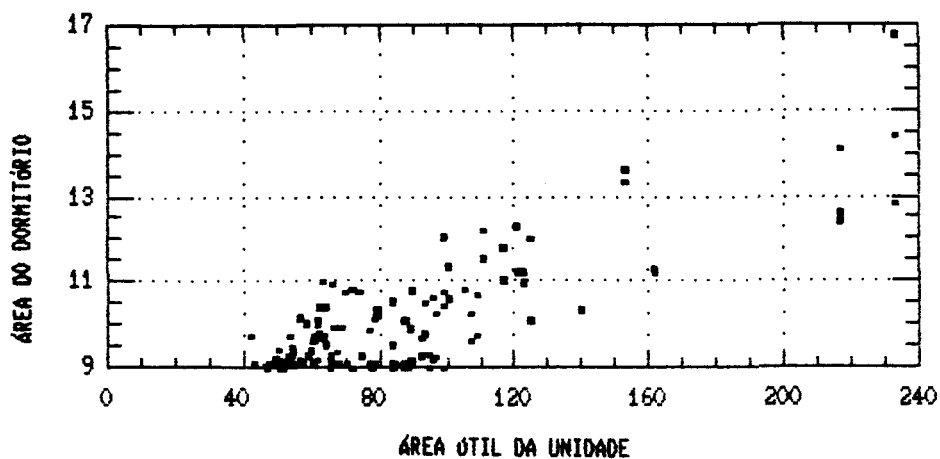


FIGURA 28 - Área do segundo e terceiro dormitório x Área útil da unidade.

Observa-se um crescimento na área do dormitório principal em dois segmentos do gráfico, intercalados por um patamar. Os trechos em que existe um aumento na área do dormitório correspondem a apartamentos com 1 e 3 dormitórios, enquanto os dormitórios com área constante pertencem a unidades com 2 dormitórios. O segundo e terceiro dormitório das unidades apresentam um acréscimo na área para apartamentos maiores, permanecendo próximo a área mínima para unidades menores.

A figura 29 contém o gráfico da regressão linear simples entre a área ocupada pelos dormitórios e a área útil da unidade. As figuras 30, 31 e 32 apresentam o gráfico entre a área ocupada pelos dormitórios e a área útil da unidade para apartamentos com 1, 2 e 3 dormitórios, respectivamente.

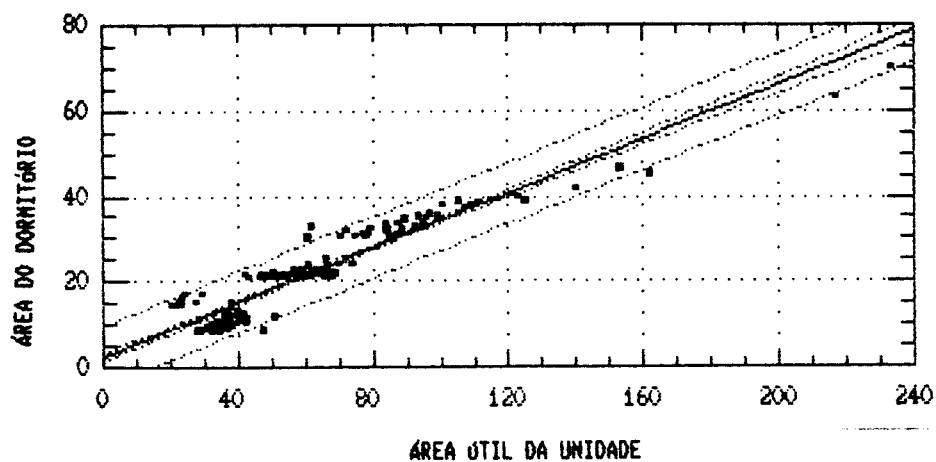


FIGURA 29 - Regressão linear simples entre a área dos dormitórios e a área útil da unidade.

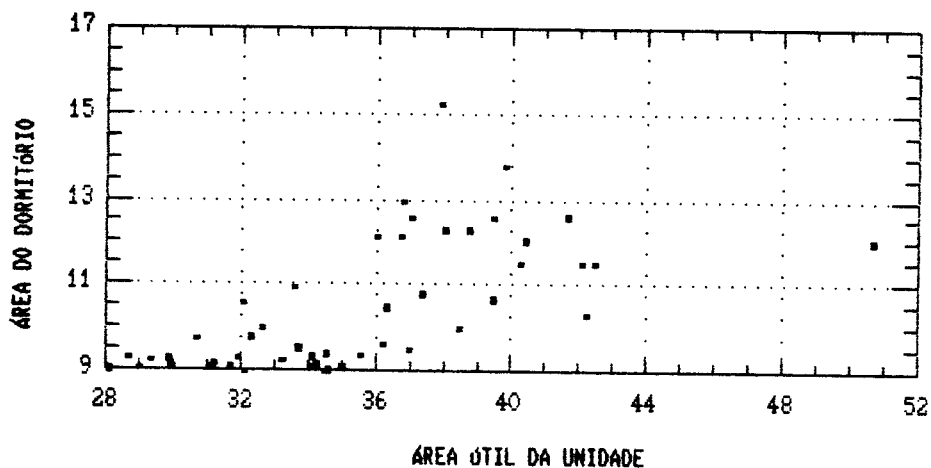


FIGURA 30 - Área do dormitório x Área útil da unidade, apartamentos com 1 dormitório.

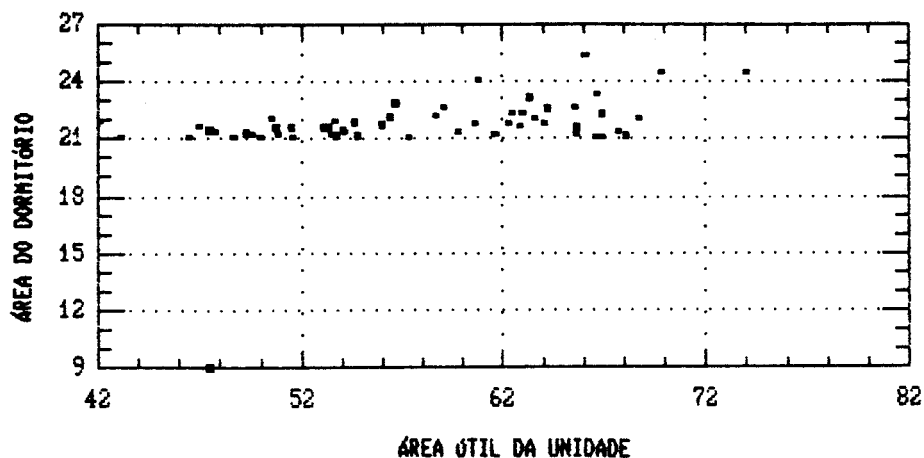


FIGURA 31 - Área de dormitórios x Área útil da unidade, apartamentos com 2 dormitórios.

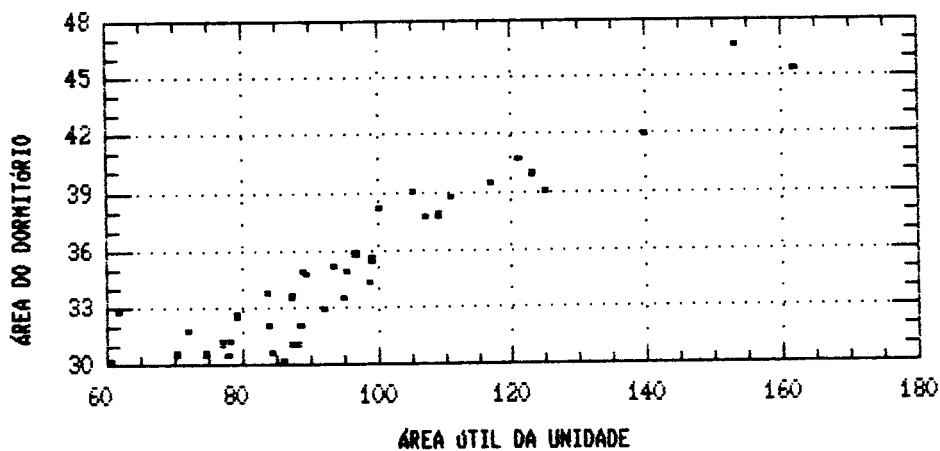


FIGURA 32 - Área de dormitórios x Área útil da unidade, apartamentos com 3 dormitórios.

Os 3 agrupamentos de valores que observa-se no gráfico da regressão linear simples correspondem a unidades com 1, 2 e 3 dormitórios, isto pode ser verificado através dos gráficos construídos com os dados segmentados segundo o número de dormitórios da unidade (figuras 30, 31 e 32). Pode-se assim concluir que existe um aumento na área destinada aos dormitórios pelo aumento do seu número, enquanto que a área de cada dormitório apresenta modificações significativas apenas em unidades maiores.

4.2 Comparação dos resultados encontrados com o Código de Obras.

Alguns dos resultados obtidos com a análise estatística dos dados podem ser confrontados com as áreas mínimas impostas pelo Código de Obras da cidade de Porto Alegre (34).

Para os compartimentos analisados nesta dissertação o Código de Obras apresenta as áreas mínimas como mostra a tabela 25.

COMPARTIMENTO	ÁREA MÍNIMA DO CÓDIGO DE OBRAS	ÁREA ENCONTRADA NESTA PESQUISA
LAVANDERIA	5.00	3.34
COZINHA	5.00	6.98
DORMITÓRIO EMPREGADA	5.00	5.23
BANHEIRO EMPREGADA	1.50	1.81
SALA	12.00	18.08
BANHEIRO	1.50	3.59
DORMITÓRIO (1 ^o)	12.00	12.15
(2/3 ^o)	9.00	9.99
(4 ^o)	7.50	-

TABELA 25 - Área dos compartimentos.

A partir dos resultados conclui-se que o dormitório de empregada, o banheiro de empregada e o dormitório possuem uma área média aproximadamente igual a área mínima, independentemente do tamanho da unidade. Os compartimentos cozinha e sala tem em apartamentos com 1 dormitório, uma área média próxima a área mínima, sendo superior a ela em unidades com 2 e 3 dormitórios. O banheiro apresenta uma área maior que a área mínima e a lavanderia uma área inferior em unidades com 1 e 2 dormitórios e aproximadamente igual em apartamentos com 3 dormitórios.

A área da lavanderia é inferior a área mínima do código de obras quando está permanentemente ligada a cozinha, ou seja, quando não existe porta separando as duas.

As peças, para as quais constatou-se terem como área média um valor semelhante a área mínima estabelecida pelo Código de Obras independentemente do número de dormitórios da unidade, caracterizam-se por não serem função da área útil da unidade.

4.3. Estudo do Prédio

Nesta análise considerou-se os pavimentos subsolo, térreo, tipo e cobertura. Para cada um buscou-se estudar a sua forma de segmentação e as suas variáveis geométricas, as quais definem serviços significativos na composição do custo da edificação.

Os resultados encontrados no estudo estatístico das variáveis selecionadas estão dispostos abaixo, segundo o pavimento ao qual pertencem.

As variáveis área do pavimento tipo, área útil do apartamento e área de piso frio são utilizadas para caracterizar a amostra, sendo bastante variáveis uma vez que os prédios são de vários tamanhos.

Para a análise dos pavimentos foram consideradas as seguintes variáveis :

- área útil das unidades;
- área das unidades;
- número de dormitórios;
- área de parede;
- porcentagem da área da unidade ocupada pela área útil;
- área de piso frio das unidades do pavimento tipo;
- área do pavimento tipo;
- somatório da área útil das unidades do pavimento tipo;
- somatório das área das unidades;
- porcentagem do pavimento tipo ocupado pela área das unidades;
- porcentagem do pavimento tipo ocupado pela circulação;
- área de circulação;

- área de circulação vertical;
- área de circulação horizontal;
- porcentagem da área do pavimento tipo ocupada pela escada e elevador;
- porcentagem da área do pavimento tipo ocupada pelo corredor;
- número de unidades no prédio;
- número de pavimentos;
- número de unidades no pavimento tipo;
- largura do prédio;
- profundidade do prédio;
- razão profundidade/largura do prédio;
- perímetro externo no pavimento tipo;
- perímetro interno no pavimento tipo;
- relação perímetro externo/área do pavimento tipo;
- relação perímetro interno/área do pavimento tipo;
- índice de compacidade;
- índice de compacidade máximo;
- índice em relação ao quadrado;
- área do apartamento do zelador;
- área fechada no térreo;
- porcentagem da área fechada no térreo ocupada pelo apartamento do zelador;
- área de sacada no pavimento tipo;
- área no subsolo;
- perímetro da fachada principal;
- área fechada na cobertura;
- área de terraço;

-perímetro externo na cobertura;

-perímetro interno na cobertura.

Utilizando as variáveis acima fez-se regressões lineares simples entre :

-a área útil das unidades e o número de dormitórios;

-a área útil das unidades e a área das unidades;

-o número de dormitórios e a área das unidades;

-a área de paredes e a área das unidades;

-a área de piso frio e o somatório da área útil das unidades do pavimento tipo;

-a área de piso frio e o somatório da área das unidades do pavimento tipo;

-a área de piso frio e a área do pavimento tipo;

-a área do pavimento tipo e o somatório da área das unidades do pavimento tipo;

-a área do pavimento tipo e o somatório da área útil das unidades do pavimento tipo;

-a área de circulação vertical e a área do pavimento tipo;

-a área de circulação vertical e o número de unidades do pavimento tipo;

-a área de circulação vertical e o número de pavimentos;

-a área de circulação horizontal e a área do pavimento tipo;

-a área de circulação horizontal e o número de unidades do pavimento tipo;

-a área de circulação horizontal e o número de pavimentos;

-a área de circulação horizontal e a profundidade do prédio;

-a área de circulação horizontal e a razão profundidade/largura do prédio;

-a área de circulação e a área do pavimento tipo;

-a área de circulação e o número de pavimentos;

-a área de circulação e número de unidades no pavimento tipo;

-a área de circulação e a razão profundidade/largura do prédio;

-o perímetro externo do pavimento tipo e a área do pavimento tipo;

-o perímetro interno do pavimento tipo e a área do pavimento tipo;

-o perímetro interno do pavimento tipo e o perímetro externo do pavimento tipo;

-a área do apartamento do zelador e a área fechada no térreo;

-a área do apartamento do zelador e o número de unidades no prédio;

-a área do apartamento do zelador e o número de pavimentos;

-a área fechada no térreo e a área do pavimento tipo;

-a área fechada no térreo e o número de unidades no prédio;

-a área fechada no térreo e o número de pavimentos;

-a área de sacada no pavimento tipo e a área do pavimento tipo;

-a área de sacada no pavimento tipo e número de unidades no pavimento tipo;

-a área de sacada no pavimento tipo e perímetro externo do pavimento tipo;

-o perímetro da fachada principal e a área do pavimento tipo;

-a área fechada na cobertura e a área do pavimento tipo;

-a área fechada na cobertura e o número de unidades no pavimento tipo;

-a área do subsolo e a área do pavimento tipo;

-o perímetro externo na cobertura e a área fechada na cobertura;

-o perímetro interno na cobertura e a área fechada na cobertura.

4.3.1.PAVIMENTO TIPO

A área das unidades que compõem o pavimento tipo foram estudadas globalmente e separadas segundo o número de dormitórios de cada apartamento. A amostra total possui 308 dados, que dividem-se da seguinte forma :

-088 apartamentos com 1 dormitório;

-124 apartamentos com 2 dormitórios;

-077 apartamentos com 3 dormitórios;

-016 apartamentos jk.

As 3 unidades com 4 dormitórios não foram consideradas individualmente por serem em número muito pequeno.

As tabelas 26 e 27 apresentam os resultados obtidos para as variáveis área e área útil da unidade de cada conjunto de dados. A área útil corresponde a área da unidade menos a área ocupada pelas paredes.

VARIAVEL	N	Xmín	Xmáx	\bar{X}	cv %	s	N DOR
ÁREA	308	23.40	258.61	71.10	50.92	36.20	0 A 4
ÁREA ÚTIL	308	20.52	233.18	62.20	52.39	32.59	0 A 4
AU= %ÁREA	308	72.07	98.25	87.22	4.38	3.82	0 A 4
ÁREA	88	32.26	59.08	40.52	10.29	4.17	1
ÁREA ÚTIL	88	28.14	50.68	34.96	10.89	3.81	1
ÁREA	124	47.89	93.95	67.53	13.46	9.09	2
ÁREA ÚTIL	124	42.15	77.17	59.06	13.61	8.04	2
ÁREA	77	68.58	186.64	115.58	23.90	27.62	3
ÁREA ÚTIL	77	60.61	165.60	101.51	26.18	26.58	3
ÁREA	16	23.40	32.80	27.73	13.25	3.67	JK
ÁREA ÚTIL	16	29.52	29.22	24.45	13.45	3.29	JK

AU = %ÁREA -> Porcentagem da área ocupada pela área útil.

N - Número de dados:

Xmín - Valor mínimo:

Xmáx - Valor máximo:

\bar{X} - Média:

cv % - Coeficiente de variação:

s - Desvio padrão:

N DOR - Número de Dormitórios na unidade.

TABELA 26 - Área e área útil das unidades.

DEPENDENTE (Y)	INDEP. (X)	EQUAÇÃO	R ²	r	Ep	N
ÁREA ÚTIL	ÁREA	Y= -1.46+0.90X	98.96	0.99	3.33	308
ÁREA ÚTIL	ÁREA	Y= 0.90+0.84X	84.76	0.92	1.49	88
ÁREA ÚTIL	ÁREA	Y= 2.80+0.83X	88.71	0.94	2.71	124
ÁREA ÚTIL	ÁREA	Y= -7.55+0.94X	96.13	0.98	5.26	77

R² - Coeficiente de determinação; r - Coeficiente de correlação

Ep - Erro padrão da estimativa; N - Número de dados.

TABELA 27 - Regressões lineares simples entre a área e a área útil das unidades.

Os apartamentos jk possuem uma área homogênea, como pode-se verificar através do coeficiente de variação obtido, contudo deve-se observar o número reduzido de dados desta amostra.

A área média das unidades com 1 e 2 dormitórios apresentam um coeficiente de variação inferior a 15%, sendo que o número de compartimentos destas unidades sofre poucas alterações. Enquanto nos apartamentos com 3 dormitórios a variação da área é maior, o que pode ser explicado pela existência ou não de determinados compartimentos, ou pelo aumento na área das peças. A figura 33 mostra a variação na área útil das unidades em função do número de dormitórios de cada apartamento.

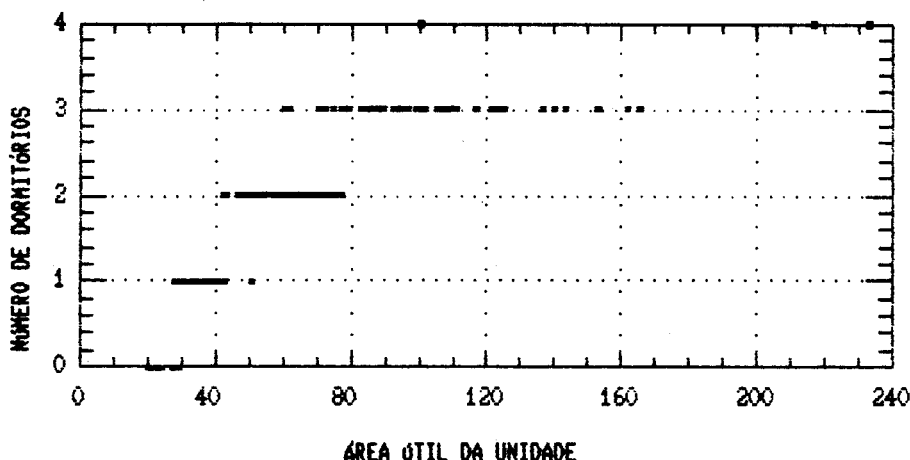


FIGURA 33 - Área útil x Número de dormitórios.

A área útil da unidade quando expressa como uma porcentagem da área do apartamento possui um coeficiente de variação pequeno. A partir disto verifica-se que o quantitativo aproximado dos elementos divisórios, pode ser estimado previamente.

A regressão linear simples entre a área útil e a área para os dados agrupados segundo o número de dormitórios forneceu

coeficientes de determinação e correlação inferiores aos obtidos com a amostra total. Isto pode ter ocorrido pela redução do número de dados, considerando ser pequena a diferença nos resultados. A figura 34 mostra a regressão linear simples entre a área útil e a área da unidade, para o conjunto de 308 dados.

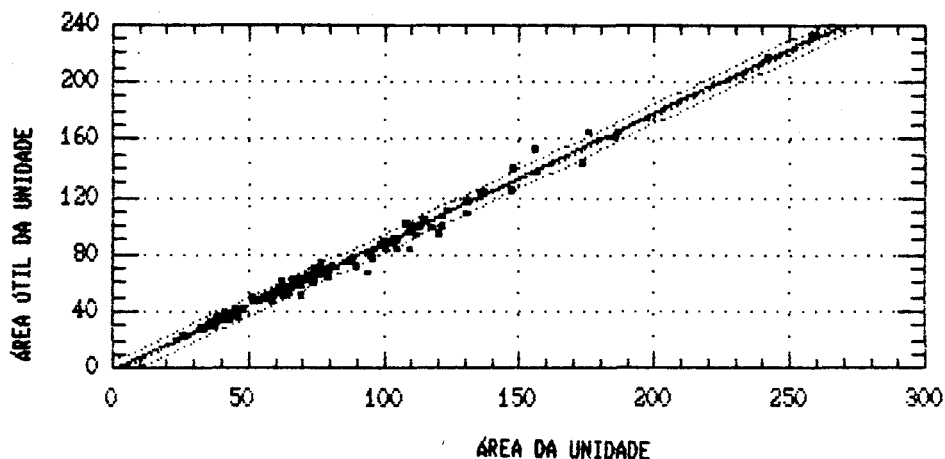


FIGURA 34 - Regressão linear simples entre a área útil e a área das unidades.

Utilizando a regressão linear simples entre a área útil e a área da unidade comprova-se que apartamentos maiores possuem um aumento na porcentagem de área ocupada pela área útil. A tabela 28 ilustra a afirmação feita acima.

ÁREA (A)	Nº DORM	ÁREA ÚTIL (AU)	AU = % A
50	1	43.54	87.08%
70	2	61.54	87.90%
90	3	79.54	88.78%

TABELA 28 - Área útil determinada através da equação obtida com o conjunto total de dados.

O somatório das áreas dos banheiros, cozinha e lavanderia, de todas as unidades do pavimento tipo, constitui a área de piso frio. Relacionando a área de piso frio com o somatório das áreas úteis das unidades do pavimento tipo obteve-se a porcentagem da área útil das unidades ocupada pelo mesmo. Para o estudo destas variáveis utilizou-se uma amostra composta de 83 pavimentos tipo. Os resultados estatísticos obtidos são apresentados nas tabelas 29 e 30.

VARIÁVEL	N	X _{mín}	X _{máx}	\bar{X}	cv %	s
PISO FRIO	83	11.68	255.44	56.87	62.07	35.30
PF = %ÁREA	83	17.69	36.76	25.54	13.89	3.55

PF = ÁREA -> Porcentagem do somatório da área da unidade ocupado pelo piso frio.

N - Número de dados; X_{mín} - Valor mínimo; X_{máx} - Valor máximo; \bar{X} - Média;

cv % - Coeficiente de variação; s - Desvio padrão;

TABELA 29 - Área de piso frio no pavimento tipo.

DEPENDENTE (Y)	INDEP. (X)	EQUACÃO	R ²	r	Ep	N
PISO FRIO	Σ AU	$Y = -5.37 + 0.28X$	94.26	0.97	8.51	83
PISO FRIO	Σ A	$Y = -7.30 + 0.25X$	94.53	0.97	8.30	83
PISO FRIO	A PAU	$Y = -10.58 + 0.24X$	93.49	0.97	9.06	83

Σ AU -> Somatório da área útil das unidades do pavimento tipo.

Σ A -> Somatório da área das unidades do pavimento tipo.

A PAU -> Área do pavimento tipo.

R² - Coeficiente de determinação; r - Coeficiente de correlação

Ep - Erro padrão da estimativa; N - Número de dados.

TABELA 30 - Regressões lineares simples entre a área de piso frio e a área do pavimento tipo e das unidades.

A área de piso frio mostra-se muito variável, uma vez que a área dos pavimentos tipos não são iguais. Contudo a variável porcentagem da área útil das unidades do pavimento tipo ocupada pelo piso frio apresenta um coeficiente de variação

pequeno. O somatório das áreas das unidades, o somatório das áreas úteis das unidades e a área do pavimento tipo estão diretamente relacionadas com a área de piso frio, como observa-se através das regressões entre estas variáveis. O gráfico da figura 35 mostra a regressão linear simples entre o piso frio e o somatório das áreas das unidades do pavimento tipo.

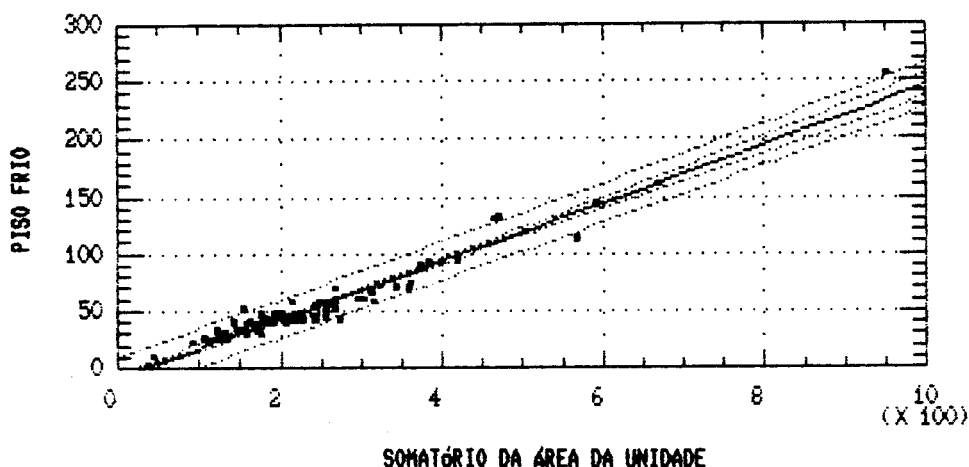


FIGURA 35 - Regressão linear simples entre o piso frio e o somatório das áreas das unidades do pavimento tipo.

A área do pavimento tipo divide-se na área das unidades e na área de circulação. Considerando o somatório das áreas das unidades determinou-se a variável porcentagem da área do pavimento tipo ocupada pelos apartamentos e conseqüentemente a porcentagem do pavimento tipo correspondente a circulação.

As tabelas 31 e 32 mostram as variáveis relacionadas a área ocupada pelos apartamentos e a área de acesso aos mesmos.

VARIÁVEL	N	Xmín	Xmáx	\bar{X}	cv %	s
A = ZPAV T	83	59.44	96.78	88.28	6.51	5.75
C = ZPAV T	83	3.22	40.56	11.72	49.04	5.75
CIRCULAÇÃO	86	8.25	86.54	29.74	49.22	14.64
CIRC VERT	86	5.12	34.58	12.93	40.97	5.30
VERT= ZCIR	86	0.98	12.47	5.06	41.57	2.10
CIRC HORIZ	86	1.65	79.18	16.81	75.40	12.68
HORIZ=ZCIR	86	1.18	23.18	5.96	55.94	3.34

A = ZPAV T -> Porcentagem da área do pavimento tipo ocupada pela área das unidades.

C = ZPAV T -> Porcentagem da área do pavimento tipo ocupada pela área de circulação.

CIRCULAÇÃO -> Área de circulação vertical e horizontal.

CIRC VERT -> Área de circulação vertical.

VERT= ZCIR -> Porcentagem da área de circulação ocupada pela escada e elevadores.

CIRC HORIZ -> Área de circulação horizontal.

HORIZ=ZCIR -> Porcentagem da área de circulação ocupada por corredor.

N - Número de dados; Xmín - Valor mínimo; X máx - Valor máximo; \bar{X} - Média;

cv % - Coeficiente de variação; s - Desvio padrão;

TABELA 31 - Áreas que compõem o pavimento tipo.

DEPENDENTE (Y)	INDEP. (X)	EQUAÇÃO	R ²	r	Ep	N
AU	PAV T	$Y = -16.58 + 0.83X$	97.54	0.99	19.32	83
A	PAV T	$Y = -12.02 + 0.93X$	98.20	0.99	18.37	83

ΣAU -> Somatório da área útil das unidades do pavimento tipo.

ΣA -> Somatório da área das unidades do pavimento tipo.

PAV T -> Área do pavimento tipo.

R² - Coeficiente de determinação; r - Coeficiente de correlação

Ep - Erro padrão da estimativa; N - Número de dados.

TABELA 32 - Regressões lineares simples entre a área das unidades e a área do pavimento tipo.

A porcentagem da área do pavimento tipo destinada as unidades possui um baixo coeficiente de variação. Isto permite verificar as possíveis alternativas quanto ao número de unidades e ao tamanho das mesmas. A figura 36 mostra a regressão linear

simples entre o somatório da área das unidades e a área do pavimento tipo.

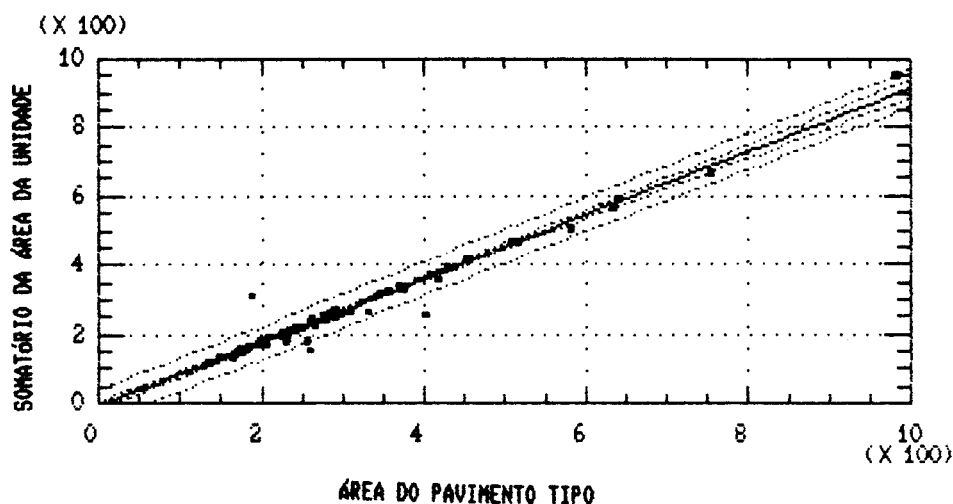


FIGURA 36 - Regressão simples linear entre o somatório da área das unidades e a área do pavimento tipo.

A área destinada a circulação apresenta uma grande variação. Pequenas modificações na área destinada as unidades correspondem a alterações significativas na circulação, por esta representar uma reduzida porcentagem do pavimento tipo.

Outros 3 itens considerados no estudo do pavimento tipo foram o perímetro externo, o perímetro interno e a área de sacada. A amostra analisada possui 84 dados.

Através da relação obtida entre o somatório da área útil e o somatório da área das unidades pode-se obter o perímetro interno, pois a espessura das paredes internas na sua maioria é de 15cm. Contudo, decidiu-se levantar nas plantas o perímetro interno do pavimento tipo, evitando o erro devido a variação na espessura das paredes.

Segundo Hirota (17) a porcentagem da área do pavimento tipo ocupada pela circulação total (horizontal e vertical) é 8% e a porcentagem da área do pavimento tipo destinada a circulação horizontal é 4.1%. Os valores e os coeficientes de variação obtidos nesta pesquisa são mais altos.

As tabelas 33 e 34 mostram os resultados obtidos para estas variáveis.

VARIÁVEL	N	X _{mín}	X _{máx}	\bar{X}	cv %	s
PERÍM EXT	84	30.60	166.76	89.77	28.18	25.30
PERÍM EXT/ A PAV T	84	0.16	0.61	0.35	24.53	0.08
PERÍM INT	84	21.67	595.10	136.93	65.62	89.85
PERÍM INT/ A PAV T	84	0.28	0.65	0.47	14.16	0.07
ÁREA SACADA	86	0.00	100.40	24.02	88.32	21.22
ÁREA SACADA	74	3.38	100.40	27.92	72.88	20.34

PERÍM EXT -> Perímetro externo.

PERÍM EXT/A PAV T -> Perímetro externo/área do pavimento tipo.

PERÍM INT -> Perímetro interno.

PERÍM INT/A PAV T -> Perímetro interno/área do pavimento tipo.

N - Número de dados;

X_{mín} - Valor mínimo;

X_{máx} - Valor máximo;

\bar{X} - Média;

cv % - Coeficiente de variação;

s - Desvio padrão;

TABELA 33 - Perímetro e área de sacada no pavimento tipo.

DEPEND. (Y)	INDEP. (X)	EQUAÇÃO	R ²	r	Ep	N
PERÍM EXT	A PAV T	Y= 47.95+0.15X	69.66	0.83	14.02	84
PERÍM INT	A PAV T	Y=- 35.14+0.61X	93.52	0.97	23.00	84
PERÍM INT	PERÍM EXT	Y=-112.26+2.78X	61.10	0.78	56.38	84

PERÍM EXT -> Perímetro externo.

PERÍM INT -> Perímetro interno.

A PAV T -> Área do pavimento tipo.

R²- Coeficiente de determinação; r - Coeficiente de correlação

Ep - Erro padrão da estimativa; N - Número de dados.

TABELA 34 - Regressões entre os perímetros e a área do pavimento tipo.

A relação entre o perímetro externo e a área do pavimento tipo e o perímetro interno e a área do pavimento tipo obtidos nesta pesquisa são iguais aos encontrados por Hirota (17).

O perímetro externo juntamente com as sacadas definem as fachadas dos prédios. A área das sacadas não apresentou relação com a área do pavimento tipo, nem com o perímetro externo. Dos 86 prédios analisados 74 (86.05%) possuem sacada no pavimento tipo, porém a área é altamente variável.

O perímetro externo apresenta um coeficiente de variação superior ao aceitável, sendo um resultado esperado uma vez que esta variável depende do tamanho e forma do pavimento tipo. A razão perímetro externo / área do pavimento tipo expressa em m/m², retira a variabilidade atribuída ao tamanho, tornando a forma do pavimento tipo responsável pelas alterações na variável, sendo o coeficiente de variação aceitável. A regressão linear simples entre o perímetro externo e a área do pavimento tipo mostra a existência de um crescimento do perímetro com o aumento da área.

porém o coeficiente de determinação não é elevado, como observamos no gráfico da figura 37.

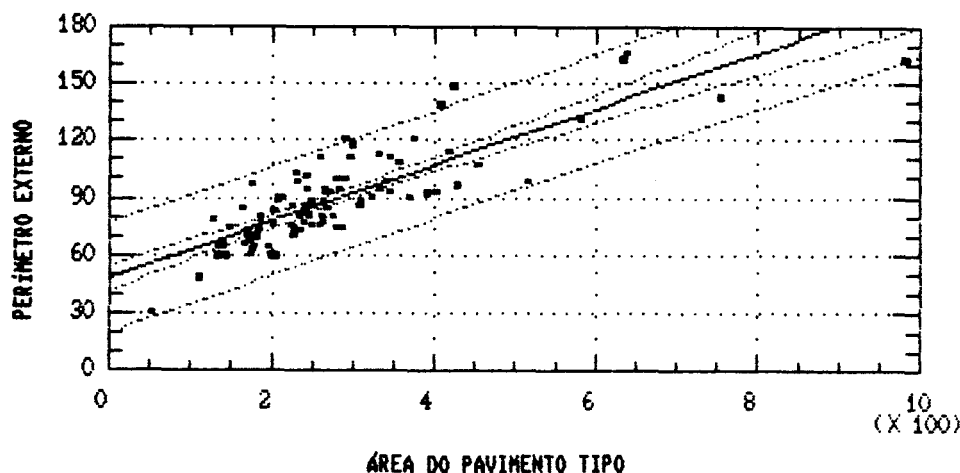


FIGURA 37 - Regressão linear simples entre o perímetro externo e a área do pavimento tipo.

A figura 38 apresenta o gráfico da relação entre a área do pavimento tipo e a variável m/m^2 (perímetro externo / área do pavimento tipo), através do qual verifica-se a redução no perímetro à medida que a área do pavimento tipo aumenta. A bibliografia revisada coloca serem os planos verticais responsáveis por uma grande parcela do custo (aproximadamente 40% do custo total). pela utilização de áreas maiores podemos reduzir a relação entre o perímetro externo e a área havendo uma redução no custo do m^2 .

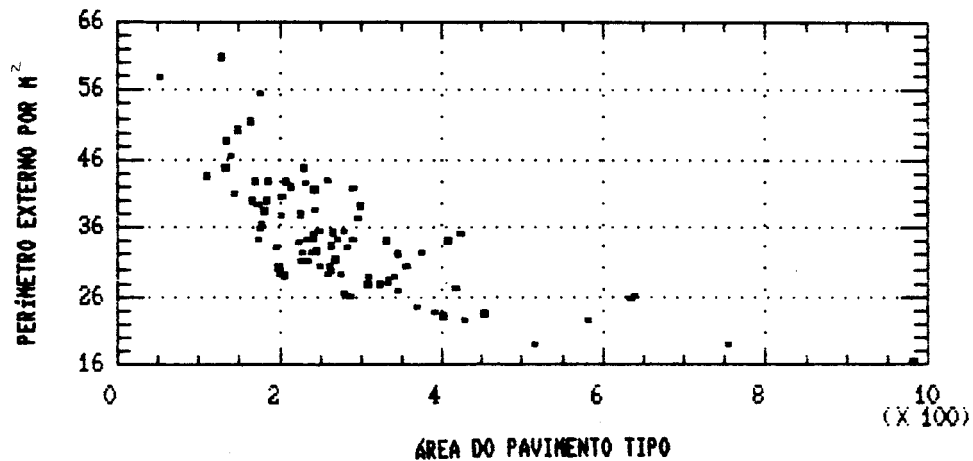


FIGURA 38 - Área do pavimento tipo x relação entre o perímetro externo e a área do pavimento tipo.

O coeficiente de variação da variável perímetro interno é elevado, o que se justifica pela sua relação com a área. A razão perímetro interno/área do pavimento tipo (m/m^2) mostra-se homogênea. A regressão entre o perímetro interno e a área do pavimento tipo fornece um coeficiente de determinação muito bom, como verifica-se na figura 39. O quantitativo do serviço elementos divisórios pode ser estimado a partir da área do pavimento tipo, considerando a pequena variabilidade da relação existente entre ambos.

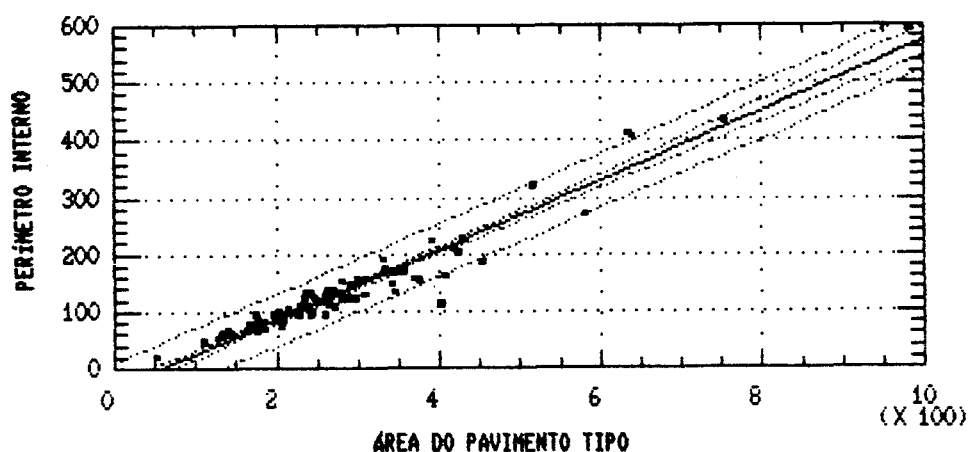


FIGURA 39 - Regressão linear simples entre o perímetro interno e a área do pavimento tipo.

Determinou-se o índice de Compacidade (I_c) para 84 prédios da amostra, por ser este índice adotado por diversos autores (Mascaró,1985; Seeley,1976; Brandon,1981) para a verificação da relação entre a área e sua envoltória. Considerando a dificuldade na execução e ocupação da forma circular, e da inexistência de prédios com esta forma na amostra calculou-se o índice apresentado por Brandon (12), que tem como parâmetro um quadrado. A tabela 35 registra os resultados obtidos para estas variáveis.

VARIÁVEL	N	Xmín	Xmáx	\bar{X}	cv %	s
PROF/LARG	84	0.28	6.68	2.51	53.40	1.34
Ic	84	48.18	85.02	66.30	13.90	9.22
Iq	84	16.11	95.79	63.68	30.99	19.73
Icmáx	84	59.60	88.60	79.48	8.98	7.14

PROF/LARG -> Profundidade/largura do pavimento tipo.

Ic -> índice de compactação.

Iq -> índice relacionado a forma quadrada.

Icmáx -> índice de compactação, utilizando as dimensões máximas.

N - Número de dados; X_{mín} - Valor mínimo; X_{máx} - Valor máximo; \bar{X} - Média;

cv % - Coeficiente de variação; s - Desvio padrão;

TABELA 35 - Forma geométrica do pavimento tipo.

O índice de Compactação encontrado por Hirota (17) foi de 68.4, superior ao obtido nesta pesquisa. A diferença entre os resultados obtidos, por Hirota (17) e para as mesmas variáveis obtidas nesta análise, é pouco significativa.

O índice de compactação (Icmáx) foi determinado utilizando as dimensões máximas do pavimento tipo para o cálculo do perímetro e da área, ou seja, considerou-se o pavimento tipo como um retângulo sem reentrâncias. O valor médio do Icmáx obtido é superior ao Ic e ambos apresentam um baixo coeficiente de variação.

A forma dos prédios está condicionada ao terreno, sendo na maioria das vezes retangular. A relação entre os lados dos prédios da amostra, considerando dimensões máximas do pavimento tipo, possui um coeficiente de variação alto.

Considerando a observação feita por Mascaró (25), que o índice de Compactação é em torno de 80% para os compartimentos com função própria, determinou-se o mesmo utilizando a área e o perímetro médio de cada compartimento, como é apresentado na tabela 36.

VARIÁVEL	ÁREA	PERÍMETRO	ÍNDICE DE COMPACIDADE
SALA	12.99	15.04	84.93
	16.99	16.85	86.69
	24.90	21.54	82.10
DORMITÓRIO	12.15	14.60	84.61
	9.99	12.84	87.24
BANHEIRO EMPREGADA	1.81	5.45	87.48
DORMITÓRIO EMPREG.	5.23	9.40	86.22
LAVANDERIA	3.34	7.57	85.56
BANHEIRO	2.92	7.28	83.19
	3.31	7.79	82.77
	4.27	8.71	84.08
COZINHA	5.31	9.78	83.50
	6.58	10.94	83.10
	9.87	13.42	82.97

TABELA 36 - índice de Compacidade obtido com a área e o perímetro médios de cada peça.

O baixo valor encontrado para o índice de compacidade do pavimento tipo não está relacionado ao índice de compacidade dos compartimentos, mas a forma do terreno e conseqüentemente do pavimento tipo, uma vez que os índices de compacidade encontrados para os compartimentos foram superiores a 80%.

4.3.2.TÉRREO

A área fechada no térreo é muito variável, devendo estar relacionada ao padrão da edificação. O pavimento térreo é composto por áreas de circulação, lazer e o apartamento de zelador, sendo que apenas a área de circulação está presente em todos os projetos. A tabela 37 mostra os resultados obtidos para a variável área do apartamento de zelador.

VARIÁVEL	N	X _{mín}	X _{máx}	\bar{X}	cv %	s
ÁREA APARTAMENTO ZELADOR	29	21.48	41.88	27.78	18.37	5.10

N - Número de dados; X_{mín} - Valor mínimo; X_{máx} - Valor máximo; \bar{X} - Média;
 cv % - Coeficiente de variação; s - Desvio padrão;

TABELA 37 - Apartamento do zelador.

A área do apartamento de zelador apresenta um coeficiente de variação aceitável, contudo a sua existência não está relacionada às características geométricas do prédio.

4.3.3.COBERTURA

Dos 86 prédios estudados, 87% possuem terraco na cobertura. Buscou-se caracterizar a peça existente neste

pavimento e o seu relacionamento com a área do pavimento tipo, como mostram as tabelas 38 e 39.

VARIÁVEL	N	X _{mín}	X _{máx}	\bar{X}	cv Z	s
C= XPAV T	75	7.57	63.09	28.16	29.65	8.35

C= XPAV T -> Porcentagem do pavimento tipo que corresponde a área fechada na cobertura.

N - Número de dados; X_{mín} - Valor mínimo; X_{máx} - Valor máximo; \bar{X} - Média;
cv Z - Coeficiente de variação; s - Desvio padrão.

TABELA 38 - Área fechada na cobertura.

DEPEND. (Y)	INDEP. (X)	EQUAÇÃO	R ²	r	Ep	N
A FECH C	A PAV T	Y = 9.67+0.24X	67.97	0.82	25.24	75
TERRAÇO	A PAV T	Y = 19.09+0.54X	74.52	0.86	47.27	75
PERÍM EXT C	A FECH C	Y = 5.52+0.64X	81.71	0.90	15.18	75

A FECH C -> Área fechada na cobertura.

A PAV T -> Área do pavimento tipo.

PERÍM EXT C -> Perímetro externo da área fechada da cobertura.

R² - Coeficiente de determinação; r - Coeficiente de correlação

Ep - Erro padrão da estimativa; N - Número de dados.

TABELA 39 - Regressões lineares simples entre as variáveis do pavimento cobertura.

A área fechada na cobertura é heterogênea. A relação existente entre a variável área fechada na cobertura e área do pavimento tipo observa-se através do R², devendo existir outras variáveis influenciando a definição da mesma.

5. CONCLUSÕES

Embora o produto da construção civil, restrito nesta dissertação a prédios de habitação coletiva, seja muito variável a bibliografia revisada mostra ser possível estimar o seu custo pela caracterização geométrica ou de elementos funcionais da edificação.

A divisão da edificação pode ser em termos de variáveis geométricas ou elementos, para os quais são abordados fatores que influenciam o custo da obra, considerando as características próprias do produto e que diferem em cada região. A importância de trabalhar com amostras locais pode ser verificada nas diferentes formas de segmentação da construção, por exemplo na área dos compartimentos que compõem a unidade, no tipo de estrutura acotada, nos materiais de acabamento, etc.

As variáveis estudadas por Hirota (17), e que também são tratadas nesta pesquisa, apresentam valores médios e coeficientes de variação semelhantes, sendo que o aumento no tamanho da amostra não reduziu a variabilidade dos resultados.

As figuras 40 e 41 apresentam um resumo dos resultados obtidos, quanto a variáveis geométricas do pavimento tipo. A amostra de cada variável foi estudada de diversas maneiras, ou seja, amostra total e segmentada em grupos; as figuras 40 e 41 mostram apenas a forma que apresentou a menor variabilidade nos resultados. Estes dados podem ser utilizados para uma verificação inicial da representatividade dos projetos da NB140/65, para a determinação de estimativas de custo dos serviços inerentes a cada peça, para examinar a racionalidade econômica de decisões de projeto através de parâmetros como o índice de compactidade, a razão perímetro por área, a relação entre as áreas com função própria e as áreas de circulação, etc.

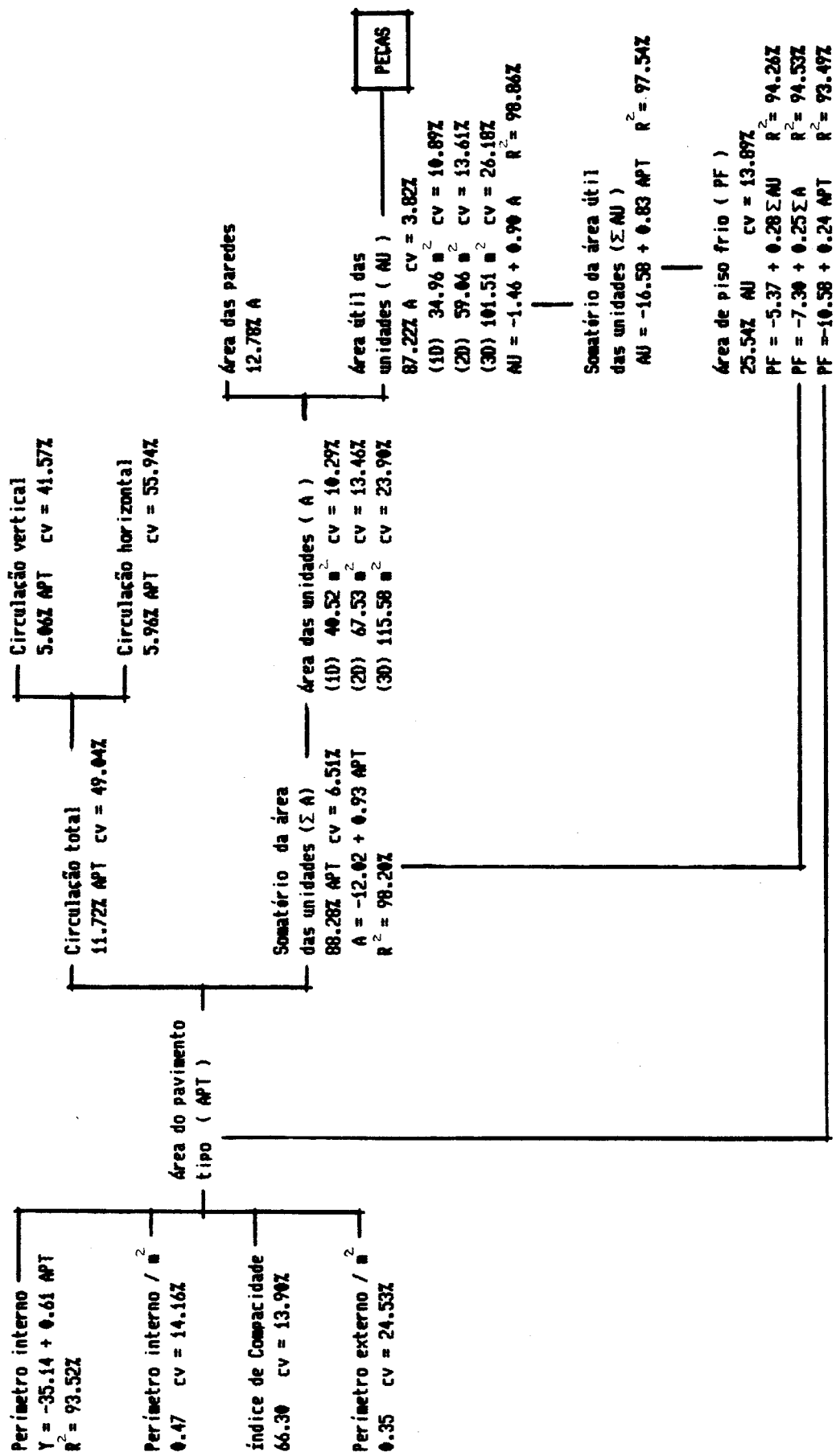


FIGURA 40 - Composição do pavimento tipo.

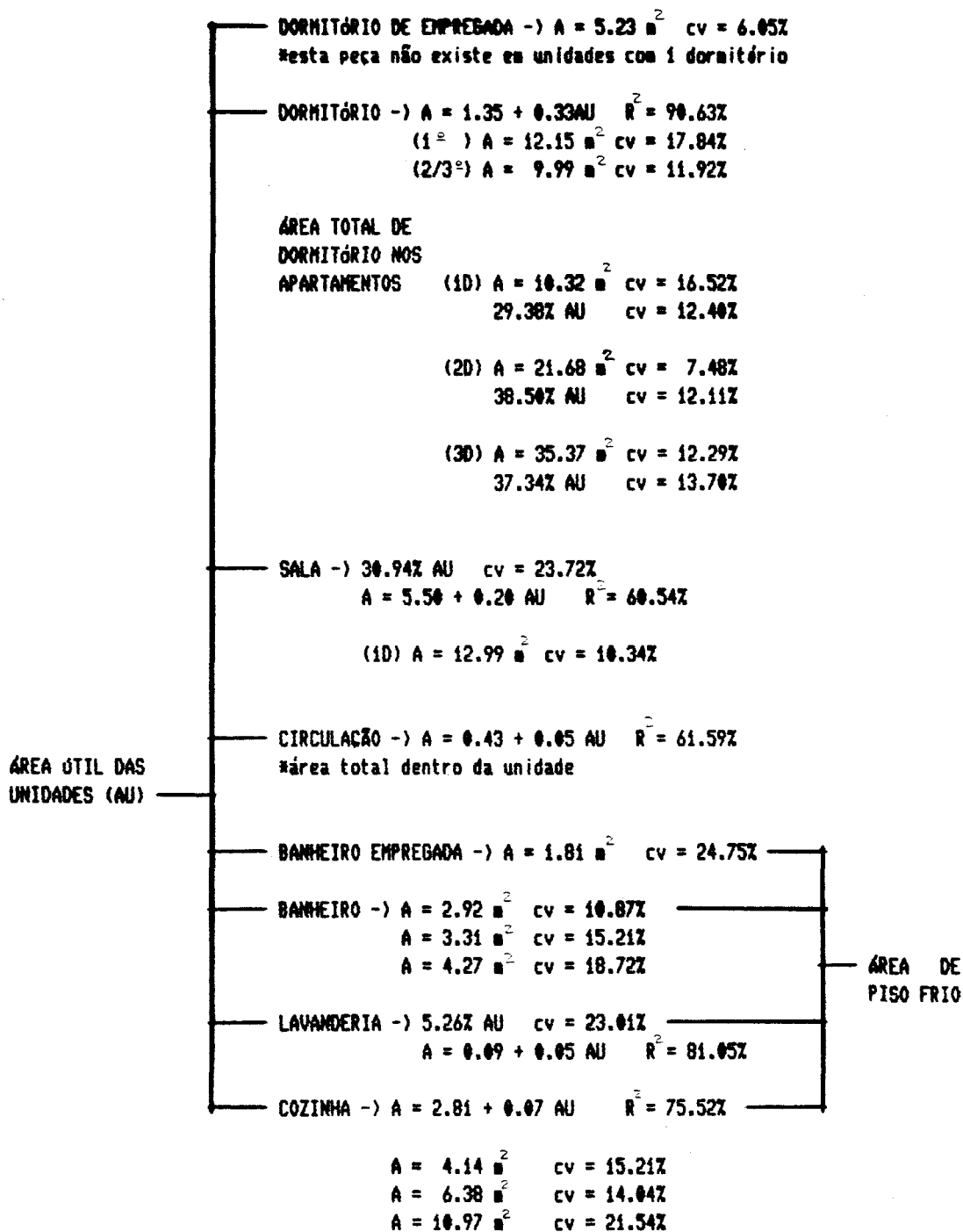


FIGURA 41 - Divisão das unidades em compartimentos.

Na análise estatística dos dados não se fez nenhuma abordagem quanto a qualidade dos prédios. No estudo da amostra verificou-se, para alguns compartimentos, a segmentação dos dados em faixas de tamanho, assim como uma maior variabilidade em apartamentos com três dormitórios, o que justifica analisar os prédios classificados segundo critérios de qualidade, por exemplo o padrão de acabamento das peças.

Dos compartimentos que compõem as unidades habitacionais em questão, a sala, os dormitórios, o banheiro de empregada e o dormitório de empregada possuem forma retangular, contudo não se caracterizam por serem peças alongadas. No entanto, a cozinha, a lavanderia e o banheiro possuem a relação entre os lados superior às peças citadas anteriormente e uma maior variabilidade. A tabela 40 apresenta a relação entre os lados de cada compartimento e o respectivo coeficiente de variação.

COMPARTIMENTO	VALOR MÉDIO LADO MAIOR / LADO MENOR	CV %
SALA	1.64	22.08
DORMITÓRIO PRINCIPAL 2º / 3º	1.37 1.20	18.56 12.01
BANHEIRO EMPREGADA	1.60	23.27
DORMITÓRIO EMPREGADA	1.43	17.19
LAVANDERIA	1.90	27.19
BANHEIRO	1.81	26.53
COZINHA	1.85	28.28

TABELA 40 - Relação entre os lados dos compartimentos.

O estudo da área da janela de cada compartimento, somente apresentou um resultado homogêneo nos dormitórios, onde a

área média obtida foi de 2.53 m^2 . A área da abertura mostrou-se independente da área da unidade, correspondendo a área mínima estabelecida pelo Código de Obras para peças com área igual ou superior a 12 m^2 e é maior que a área mínima para dormitórios com área inferior a 12 m^2 . Nos casos onde a área de iluminação e ventilação do dormitório correspondem a porta de sacada a variabilidade é acentuada, não havendo sido encontrada uma relação com a área do compartimento.

A área da janela do banheiro e do banheiro de empregada é muito variável e não apresenta relação com a área das peças, sendo utilizada a ventilação mecânica em alguns casos.

A área de ventilação e iluminação da cozinha e do dormitório de empregada muitas vezes é feita através da lavanderia. Os três compartimentos possuem a área da janela variável e não apresenta relação com a área da peça.

O coeficiente de determinação obtido para a regressão linear simples entre a área da janela e a área da sala é de apenas 55.44%, devendo existir outros fatores, não verificados nesta dissertação, que influenciam na determinação da área desta abertura.

Observou-se que os compartimentos dormitório de empregada, banheiro de empregada e dormitórios possuem área aproximadamente igual a área mínima imposta pelo Código de Obras da cidade de Porto Alegre, já as demais peças possuem área superior a área mínima e são função da área útil do apartamento.

Os compartimentos podem ser divididos em dois grupos: aqueles que possuem a área constante (dormitório de empregada, dormitório e banheiro de empregada) e aqueles que possuem a área como função da área útil da unidade (lavanderia, cozinha, banheiro e sala).

O perímetro externo por m do pavimento tipo apresentou-se mais variável que o perímetro interno por m^2 do pavimento tipo. A regressão linear entre o perímetro interno e a área do pavimento tipo forneceu um coeficiente de determinação alto

(93.52%), já a regressão entre o perímetro externo e a área forneceu um coeficiente de determinação médio igual a 69.66%. A variabilidade do perímetro externo pode ser explicada pelas diferenças existentes quanto ao tamanho e forma do pavimento tipo.

O coeficiente de variação obtido para o perímetro de cada compartimento foi significativamente inferior ao coeficiente de variação encontrado para a área das mesmas. De acordo com a bibliografia (Mascaró, 1985; Hirota & Morch, 1985) os planos verticais são responsáveis por uma parcela maior do custo, logo é importante que não exista uma variação alta nos perímetros. A tabela 41 apresenta a área e o perímetro médio de cada compartimento e seus respectivos coeficientes de variação, considerando a amostra total de cada compartimento.

COMPARTIMENTO	ÁREA	cv %	PERÍMETRO	cv %
SALA	18.08	42.87	17.66	21.57
DORMITÓRIO EMPREGADA	5.32	12.65	9.46	6.04
BANHEIRO DE EMPREGADA	1.81	24.75	5.45	12.93
LAVANDERIA	3.34	57.09	7.57	31.25
COZINHA	6.98	36.06	11.14	19.02
CIRCULAÇÃO	2.42	57.16	6.58	39.24
BANHEIRO	3.59	26.05	8.03	13.81
DORMITÓRIO	11.43	23.05	14.14	22.56

TABELA 41 - Área e perímetro médios para cada compartimento, considerando a amostra total.

A área média dos apartamentos apresentou-se constante para a amostra segmentada segundo o número de dormitórios, com exceção dos apartamentos com três dormitórios que mostraram uma variação na sua área.

A regressão linear entre a área das unidades e a área do pavimento tipo apresentou um alto coeficiente de determinação

(98.20%), já a variação da área de circulação não pode ser explicada unicamente pela área do pavimento tipo. A área de circulação vertical (escada e elevadores) apresenta-se menos variável que a área de circulação horizontal, contudo o coeficiente de variação dos dois tipos de circulação são muito elevados.

Observa-se na rede de interrelacionamento dos serviços a existência de um grupo, composto pelos elementos divisórios, aberturas e acabamentos, que podem ser associados a cada compartimento. Para estes serviços encontrou-se no estudo das variáveis geométricas resultados homogêneos com exceção da área das janelas.

Para os serviços que não possuem uma ligação direta com os demais e que não são inerentes as peças, deve-se estudar a influência das variáveis geométricas sobre eles. Considerando, que alguns destes serviços que se apresentam independentes dos outros em relação à determinação dos seus quantitativos são responsáveis por parcelas significativas no custo, como é o caso da estrutura (Hirota & Morch, 1985). Porque embora a forma de obtenção dos quantitativos não inclua as variáveis geométricas diretamente, o volume dos serviços está condicionado a geometria da construção, o que pode ser verificado através dos trabalhos de autores como Bezelga (8) e Suga (46). Por exemplo, uma alteração na largura do prédio pode modificar a estrutura e conseqüentemente o seu custo.

Os resultados obtidos, através da análise da amostra, permitem gerar dados para o cálculo de estimativas de custo de edificações quando não existirem valores reais, necessitando ser verificada a variabilidade no custo em relação ao valor encontrado com o uso de orçamentos convencionais.

6. SUGESTÕES

A seguir são listadas sugestões para estudos a serem desenvolvidos :

->estudo da área das aberturas na envoltória, a partir da constatação de que a relação entre a área das janelas e cada compartimento é pequena buscar outras formas de caracterizá-la, como por exemplo relacionar a área da janela ao perímetro externo do pavimento tipo ou transformar a área das janelas em uma fração da área da peça para comparar com a área mínima do Código de Obras:

->estudo dos vãos nas alvenarias, considerar a área das portas e janelas no perímetro interno e externo, verificando os descontos feitos na área das alvenarias;

->estudo do perímetro interno por área para cada unidade, verificando a existência ou não de diferenças significativas entre o perímetro interno por área de apartamentos com 1, 2 ou 3 dormitórios:

->estudo detalhado da área de circulação no pavimento tipo, considerando as dimensões da caixa da escada, a largura e comprimento do corredor, a relação entre o seu perímetro e a área, etc;

->estudo da área de circulação dentro da unidade para a amostra classificada segundo o número de dormitórios do apartamento:

->estudo comparativo entre os resultados obtidos para as variáveis deste trabalho e os projetos utilizados pela NB140/65:

->estudo dos compartimentos que formam o pavimento térreo (hall, escada, salão de festas, etc) e os fatores que determinam a existência ou não dos mesmos;

->estudo do custo das obras inerentes a cada local e a alteração ocasionada nestes caso a área seja modificada;

->estudo das peças agregadas em três tipos : área de serviço, área íntima e área social, visando caracterizar o comportamento das mesmas;

->estudo da área de piso frio para cada unidade, considerando o número de dormitórios das mesmas;

->estudo dos métodos de avaliação da qualidade da construção para a classificação dos prédios segundo a sua qualidade;

->estudo das variáveis de cada compartimento relacionadas ao padrão do prédio, ou seja, utilizar o padrão de qualidade como uma variável explicativa para a área e forma da peça;

->estudo da influência de cada variável no custo dos serviços, a partir de estimativas detalhadas e alterações nas variáveis;

->análise de variáveis para todos os serviços da rede de interrelacionamento, por exemplo instalações e estrutura:

->estudo das variáveis para projetos atuais, criando um banco de dados que atualize as variáveis à medida que novos projetos sejam introduzidos.

BIBLIOGRAFIA

01. ASHWORTH, A. & SKITMORE, R. Accuracy in estimating. The Chartered Institute of Building, 1983. (Occasional paper, 27).
02. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. Avaliação de custos unitários e preparo de orçamento de construção para incorporação de edifícios em condomínio : NB 140. Rio de Janeiro, 1965.
03. BANCO NACIONAL DA HABITACÃO. Departamento de Estudos e Pesquisas Aplicadas. Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e índices da Construção Civil. Manual de utilização. 4.ed. Rio de Janeiro, 1986.
04. BEESTON, D. T. One statistician's view on estimating. The Building Economist, p.139-45, Dez. 1975.
05. BEZELGA, A. A. Design optimization of housing projects and same studies. In : INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON BUILDING ECONOMICS, 4., Copenhagen, 1987. Proceedings ... Copenhagen, Danish Building Research Institute, 1987. Session D, p.228-39.
06. BEZELGA, A. A. Elaboration automatique de graphiques de variation du cout des batiments, en fonction des parametres de conception, à partir de solutions de base choisies au prealable. In : SYMPOSIUM QUALITY AND COST IN BUILDING. Lausanne, 1980. Proceedings ... Lausanne. Institut de Recherche Sur L'Environnement Construit, 1980. v.4. p.33-47.
07. BEZELGA, A. A. Edifícios de habitação; caracterização e estimação técnico-econômica. Lisboa, Imprensa Nacional Casa da Moeda, 1984.

08. BEZELGA, A. A. Estimation of steel-formwork-concrete in column-beam complex traditional methods and new approaches. In : INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON BUILDING ECONOMICS, 4., Copenhagen, 1987. Proceedings ... Copenhagen, Danish Building Research Institute, 1987. Session C, p.69-79.
09. BEZELGA, A. A. Evaluation and automatique classification of performance/cost relation of building projects based on multicriteria analysis. In : INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON BUILDING ECONOMICS, 4., Copenhagen, 1987. Proceedings ... Copenhagen, Danish Building Research Institute, 1987. Session A, p.136-47.
10. BRANDON, P. S. Cost versus quality : a zero sum game ? Construction Management and Economics, 2 : 111-26, 1984.
11. CRAIG, C. N. Factors affecting economy in multi-storey flat design. R I B A Journal, 63 : 240-49, April 1956.
12. FERRY, D. J. & BRANDON, P. S. Cost planning of building. 4.ed. London, Granada, 1981. 331p.
13. FLANAGAN, R. & NORMAN, G. The relationship between construction price and height. Chartered Surveyor B and QS Quarterly. p.69-71, 1978.
14. GOSSELIN, Ph. A rate data bank for the cost estimating of a building. In : Brandon, P. S. Ed., Building Cost Modelling And Computers, E & FN SPON, 1987, p.287-97.
15. GERO, J. Architectural optimization - a review. Engineering Optimization, 1 : 189-99, 1975.
16. GROPIUS, W. Bauhaus : Novarquitetura. São Paulo, Perspectiva, 1974. p.157-171.

17. HIROTA, E. Estudo exploratório sobre a tipificação de projetos de edificações visando a reformulação da Norma Brasileira NB 140/65. Porto Alegre, CPGEC/UFRGS, 1987. Diss. maestr.
18. HIROTA, E. & MORSCH, D. S. Participação percentual dos serviços em um orçamento. Porto Alegre, CPGEC/UFRGS, 1986. (Caderno Técnico, 85).
19. KARSHENAS, S. Predesign cost estimating method for multistory buildings. *Journal of Construction Engineering And Management*, 110 (1) : 79-86, Mar. 1984.
20. KELLY, J. R. A methodology for determining variable cost of building elements at sketch stage. In : SYMPOSIUM ON QUALITY AND COST IN BUILDING, Lausanne, 1980. *Proceedings ...* Lausanne, Institut de Recherche Sur L'Environnement Construit, 1980. v.1, p.35-49.
21. KNIGHT, T. L. & DUCK, A. E. The cost of lifts in multi-storey flats for local authorities. *Chartered Surveyor*, 94 (8), 1962.
22. KOUSKOULA, V. & KOEHN, E. Predesign cost-estimation function for building. *ASCE Journal of the Construction Division*, p.589-604, Dec. 1974.
23. MANSO, A. C. & DIAS, L. A. Technical-economic evaluation of urban planning. In : INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON BUILDING ECONOMICS, 4., Copenhagen, 1987. *Proceedings ...* Copenhagen, Danish Building Research Institute, 1987. Session D, p.228-39.
24. MARSTON, V. Data for cost planning : some observations. In : INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON BUILDING ECONOMICS, 4., Copenhagen, 1987. *Proceedings ...* Copenhagen, Danish Building Research Institute, 1987. Session B, p.67-78.

25. MASCARÓ, J. L. O custo das decisões arquitetônicas. São Paulo, Nobel, 1985. 100p.
26. MEYRAT, M. R. F. Calcul algébrique du coût de la construction. Cahiers du Centre Scientifique et Technique du Batiment, 922 (105), dez. 1969.
27. NANNI, L. I. Programas computacionais para o processamento estatístico de dados. Porto Alegre, CPGEC/UFRGS, 1983. (Caderno Técnico, 40).
28. NETO, F. S. Generation and analysis of solution regarding building design in iterative optimization processes. In : INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON BUILDING ECONOMICS, 4., Copenhagen, 1987. Proceedings ... Copenhagen. Danish Building Research Institute, 1987. Session B, p.223-32.
29. NOEL, Ch. Estimation rapide et comparaison des prix de divers locaux. Cahiers du Centre Scientifique et Technique du Batiment, 54 (429), fev. 1962.
30. NOEL, Ch. Méthode d'analyse raisonnée d'appréciation rapide du coût de construction ARC. Cahiers du Centre Scientifique et Technique du Batiment, 82 (714), oct. 1966.
31. NOEL, Ch. La Méthode ARC en graphiques. Cahiers du Centre Scientifique et Technique du Batiment, 110 (962), juin. 1970.
32. NOEL, Ch. Variation du coût de la construction. Cahiers du Centre Scientifique et Technique du Batiment, 71 (601), dec. 1964.
33. OGUNLANA, O. & THORPE, T. Design phase cost estimating: the state of the art. International Journal of Construction Management & Technology. London, July 1987.

34. Porto Alegre. Leis municipais, etc. Lei n 3615, institui o Código de Obras de Porto Alegre. Porto Alegre, Prefeitura Municipal, 1977. 81p.
35. Porto Alegre. Prefeitura Municipal. Secretaria do Planejamento Municipal. Estatísticas. Porto Alegre, 1986.
36. ROSSO, T. Aspectos geométricos do custo das edificações. In : SIMPÓSIO SOBRE BARATEAMENTO DA CONSTRUÇÃO HABITACIONAL. Anais ... Salvador, 1978. Tema I, p. 83.
37. ROSSO, T. Racionalização da construção. São Paulo, Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da USP, 1980. cap. 8, p. 137-66.
38. SKITMORE, M. The effect of project information on the accuracy of building price forecasts. In : Brandon, P. S. Ed., Building Cost Modelling and Computers, E & FN SPON, 1987, p.327-36.
39. SCHMITT, C. Instalações elétricas : levantamento sistematizado de dados para fins orçamentários. Porto Alegre, CPGEC/UFRGS, 1988. (Caderno de Engenharia, 20).
40. SCHMITT, C. Orçamentos de edificações residenciais : método sistematizado para levantamento de dados em planta e cálculo de quantitativos. Porto Alegre, CPGEC/UFRGS, 1987. Diss. maestr.
41. SEELEY, I. H. Building economics. 2.ed. London, MacMillan, 1976. 332p.
42. SOFAT, G. C. Data base elemental cost analysis of building. In : INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON BUILDING ECONOMICS, 4., Copenhagen, 1987. Proceedings ... Copenhagen, Danish Building Research Institute, 1987. Session B, p.95-105.

- 43.SOFAT, G. C. & JETHI, A. K. Elemental cost analysis of residential building. *Indian Concrete Journal*, 58 (7) : 175-81, July 1984.
- 44.STONE, P. A. *Building economy : design, production and organization*. 2.ed. London, Pergamon Press, 1976. 293p.
- 45.STONE, P. A. Cost prediction - a guide to design decision. *Architects Journal*, Mar. 1961.
- 46.SUGA, Y. Cost study on the structural frame. In : INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON BUILDING ECONOMICS, 4., Copenhagen, 1987. *Proceedings ... Copenhagen, Danish Building Research Institute, 1987. Session C, p.187-97.*
- 47.URIEN, R. Repartition et évolution des couts à l'interieur de la filiere construction. *Cahiers du Centre Scientifique et Technique du Batiment*, 283 (1838), avr. 1983.
- 48.WILSON, A. Building design optimization. In : INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON BUILDING ECONOMICS, 4., Copenhagen, 1987. *Proceedings ... Copenhagen, Danish Building Research Institute, 1987. Session B, p.58-71.*
- 49.WILSON, A. Cost modelling in building design. *Chartered Surveyor Quantity Surveying Quarterly*, 5 (4), p.64-65, 1978.