

ORÇAMENTOS DE EDIFICAÇÕES RESIDENCIAIS:  
MÉTODO SISTEMATIZADO PARA LEVANTAMENTO  
DE DADOS EM PLANTA E CÁLCULO DE  
QUANTITATIVOS

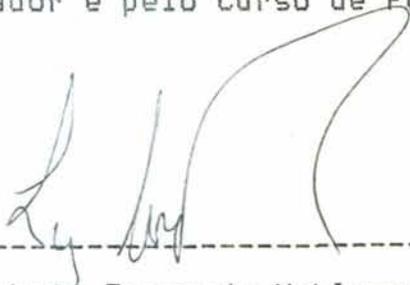
CARIN MARIA SCHMITT

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 obtenção do título de Mestre em Engenharia Civil.

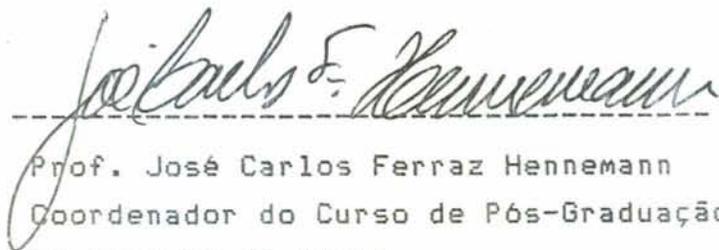
PORTO ALEGRE

ABRIL 1987

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



-----  
Prof. Luiz Fernando Mahlmann Heineck  
Orientador



-----  
Prof. José Carlos Ferraz Hennemann  
Coordenador do Curso de Pós-Graduação  
em Engenharia Civil

BANCA EXAMINADORA

- Prof. Luiz Fernando Mahlmann Heineck  
Ph.D. pela Universidade de Leeds
  
- Prof. Isar Trajano da Costa  
M.Sc. pela Universidade Federal Fluminense
  
- Prof. Henrique Jorge Brodbeck  
M.Sc. pelo CPGEC/UFRGS

"Melhor que tudo é aprender; o dinheiro pode ser perdido ou roubado, a saúde e a força podem faltar, mas aquilo que você colocou na sua mente é para sempre seu".

(Louis L'Amour, escritor norte americano)

Ao meu marido que reafirmou o seu companheirismo, regra básica de nossas vidas, ao ser um conselheiro em todas as horas desta trajetória.

## AGRADECIMENTOS

Ao professor Luiz Fernando M. Heineck pelo incentivo, orientação e colaboração durante a realização deste trabalho.

Ao professor José Carlos Hennemann, coordenador do Curso de Pós-Graduação em Engenharia Civil da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, pelo apoio dado para a realização deste trabalho.

Ao CNPq e à CAPES, pelo apoio financeiro através da concessão de bolsas de estudos.

A minha irmã, Sylvia Irene K.Hanke, pela revisão realizada com tanto empenho.

A bibliotecária Janise Silva Borges da Costa, pela organização da bibliografia.

A colega Eng. Berenice Martins Tomalles, pela sua amizade e apoio.

A todos os colegas, professores e funcionários, hoje amigos, que de uma forma direta ou indireta participaram deste trabalho e possibilitaram o seu término.

## SUMÁRIO

Lista de figuras.....	VII
Lista de quadros.....	IX
Lista de planilhas.....	XII
Resumo.....	XIV
Abstract.....	XV
1.Introdução.....	1
2.Revisão bibliográfica.....	12
2.1.Propostas de sistematização verificadas.....	12
2.2.Orçamentos para realização de obras de edificação.....	15
2.2.1.Estimativa de custo total.....	16
2.2.2.Estimativa pelo custo dos elementos construtivos.....	17
2.2.3.Estimativa pelo custo dos serviços.....	20
2.2.4.Análise da sistemática orçamentária.....	22
3.Metodologia para sistematizar o procedimento de orçamen- tação discriminada tradicional.....	24
3.1.Considerações preliminares.....	24
3.2.Primeiras tentativas de sistematização.....	25
3.2.1.Guia do usuário.....	26
3.2.2.Relatório para seleção de serviços.....	31
3.3.Método sistematizado - proposta final.....	34
3.3.1.Constituição da lista de serviços e planilha de ca- racterização.....	34
3.3.2.Caracterização do interrelacionamento entre os vá- rios serviços.....	43
3.3.3.Análise das regras de medição.....	52
3.3.4.Identificação dos valores que são retirados de plan- ta.....	60
3.3.5.Fórmulas matemáticas para cálculo de quantitativos..	67
3.3.6.Planilhas para dados retirados de planta, quantita- tivos e discriminações.....	72
3.3.6.1.Planilhas de dados retirados de planta.....	72
3.3.6.2.Planilhas para anotação de quantitativos e discri- minação do serviço.....	80

4.Método sistematizado: aplicações e dificuldades da im- plantação.....	91
4.1.Aplicação do método sistematizado para o caso de pro- jetos completos.....	91
4.2.Aplicação do método sistematizado para o caso de pro- jetos incompletos.....	94
4.3.Dificuldades na implantação do método sistematizado...	97
4.3.1.Composições unitárias.....	97
4.3.2.Regras de medição.....	100
5.Sumário, conclusões e sugestões.....	113
ANEXO 1 - Estudo dirigido: levantamento de dados da insta- lação elétrica sobre o projeto arquitetônico.....	117
ANEXO 2 - Estudo comparativo entre levantamentos tradicio- nal e sistematizado (este considerando a inexistência de projeto específico) dos eletrodutos e fios de instala- ções elétricas de unidades residenciais.....	176
ANEXO 3 - Estudo comparativo entre regras de medição para cálculo de quantitativos para alvenarias de tijolos.....	190
BIBLIOGRAFIA.....	209

## LISTA DE FIGURAS

1.Fluxograma de atividades do procedimento tradicional de orçamentação.....	8
2.Gráfico de barras demonstrativo das durações das atividades do procedimento tradicional de orçamentação.....	9
3.Esquema de interrelacionamento para alvenaria de tijolos cerâmicos.....	44
4.Esquema de interrelacionamento para escavação mecânica do solo.....	45
5.Esquema de interrelacionamento para caixilhos de madeira para janelas.....	46
6.1.Esquema de interrelacionamento para colocação de tubos das instalações hidráulicas.....	47
6.2.Esquema de interrelacionamento geral para instalações hidráulicas.....	48
7.Esquema de interrelacionamento para aplicação de azulejos.....	51
8.Obtenção dos trechos independentes de parede em planta..	55
9.Medição da altura de vergas curvas.....	56
10.Viga tipo 1.....	58
11.Viga tipo 2.....	58
12.Viga tipo 3.....	59
13.Viga tipo 4.....	59
14.Viga tipo 5.....	60
15.Distribuição arquitetônica formando canto (caracterizada como caso 1).....	110
16.Distribuição arquitetônica formando canto (caracterizada como caso 2).....	112
A.1.1.Redes de eletrodutos na unidade residencial traçados sobre o projeto arquitetônico.....	122
A.1.2.Indicação dos circuitos que estão presentes em cada trecho da rede de eletrodutos da figura A.1.1.....	128
A.1.3.Medidas das peças com recortes na consideração dos circuitos elétricos.....	133

A.1.4. Configurações típicas de corredores de edifícios residenciais.....	148
A.2.1. Planta do pavimento térreo - projeto de instalação elétrica.....	178
A.2.2. Planta do pavimento tipo - projeto de instalação elétrica.....	179
A.2.3. Planta do apartamento do pavimento térreo - projeto de instalação elétrica.....	180
A.2.4. Planta do apartamento do pavimento tipo - projeto de instalação elétrica.....	181
A.3.1. Gráfico demonstrando relação entre espessura da alvenaria (mm) e consumo de mão-de-obra.....	194

## LISTA DE QUADROS

1.Tarefas da orçamentação discriminada (método tradicional).....	5
2.Comparação entre tarefas a serem realizadas pelo orçamentista quando do procedimento manual ou computadorizado.....	10
3.Participação percentual dos serviços num orçamento discriminado para edifícios residenciais de 8 a 12 pavimentos, padrão normal, com elevador.....	19
4.Constituição do custo da edificação segundo planos verticais e horizontais.....	20
5.Valores assumidos por COMPLVN.....	69
6.Massa linear (Kg/m) dos aços para armaduras de concreto armado conforme as bitolas das barras.....	72
7.Dados referentes às escavações (m <sup>3</sup> ), executados manualmente (homens-horas), apresentados por: (1)FRANARIN, (2)PINI, (3)PTACEK.....	99
8.Comprimentos dos trechos independentes de parede e paredes, segundo levantamento pelos métodos sistematizado e tradicional.....	104
9.Quantitativos obtidos com dados do levantamento pelo método tradicional.....	105
10.Quantitativos obtidos com dados do levantamento pelo método sistematizado.....	105
11.Comparativo dos resultados dos quadros 9 e 10.....	106
12.Quantitativos obtidos com os dados da planilha 10.....	107
13.Comparativo dos resultados dos quadros 9 e 12.....	109
A.1.1.Carga de luz (watt/m <sup>2</sup> ) em função da divisão funcional da unidade residencial.....	123
A.1.2.Carga comercial de lâmpadas incandescentes e seus múltiplos (watts).....	123
A.1.3.Bitola de fios x produtos (carga x distância).....	131
A.1.4.Siglas para os pontos de energia elétrica e elementos complementares da instalação.....	135

A.1.5.Metragem horizontal dos pontos de energia elétrica..	136
A.1.6.Número máximo de fios de cada bitola num mesmo eletroduto - fio termoplástico 600 volts.....	139
A.1.7.Alturas características dos pontos de energia elétrica e elementos complementares da instalação.....	140
A.1.8.Correspondência entre amperagem do circuito e do disjuntor (em Amperes).....	144
A.1.9.Tamanho das caixas de passagem em função do número de unidades residenciais no pavimento.....	162
A.1.10.Amperagem dos disjuntores em função da capacidade máxima das bitolas de fios.....	166
A.1.11.Bitola do fio terra em função da bitola do ramal de entrada.....	167
A.2.1.Valores comparativos dos levantamentos tradicional e sistematizado sobre projeto arquitetônico.....	188
A.2.2.Custos unitários dos insumos para instalação elétrica (Cz\$-julho 86/m).....	189
A.2.3.Comparativo de custos entre valores obtidos pelo método tradicional e sistematizado.....	189
A.3.1.Consumo de mão-de-obra por área de alvenaria contínua na Inglaterra.....	191
A.3.2.Consumo de mão-de-obra por área de alvenaria contínua para todas as espessuras utilizadas no Brasil, conforme dados ingleses.....	193
A.3.3.Percentual das horas consumidas (pedreiro = servente) por metro quadrado de alvenaria contínua para execução de um metro de umbral e peitoril.....	193
A.3.4.Consumo de mão-de-obra por área de alvenaria contínua.....	197
A.3.5.Consumo de mão-de-obra por metro cúbico de verga de concreto armado.....	199
A.3.6.Consumo de mão-de-obra (pedreiro = servente) para o acabamento de 1,00 metro de umbral ou peitoril.....	199
A.3.7.Consumo de mão-de-obra (horas/m) para execução de vergas de tijolo armado.....	200

A.3.8.Valores relativos aos comprimentos de vergas em função das espessuras de alvenaria para o exemplo em estudo	201
A.3.9.Valores comparativos de consumo de mão-de-obra variando o método de cálculo de quantitativos (horas).....	203
A.3.10.Diferenças encontradas entre os valores dos métodos tradicional e proposto no levantamento de valores para as horas necessárias para pedreiro e servente.....	204
A.3.11.Diferenças encontradas entre os valores dos métodos tradicional e proposto no levantamento de valores para as horas necessárias para ferreiro e carpinteiro.....	205
A.3.12.Verificação da equivalência de horas de pedreiro e servente com as indicadas para ferreiro e carpinteiro...	207
A.3.13.Verificação das diferenças de horas transformando-as em múltiplos dos custo unitário padrão.....	208

## LISTA DE PLANILHAS

1. Caracterização dos serviços.....	38
2. Dados referentes a elementos divisórios.....	74
3. Dados geométricos das vigas de concreto armado.....	77
4. Dados referentes a armadura das vigas de concreto armado.....	79
5. Cálculo das áreas dos elementos divisórios.....	81
6. Quantitativos de formas (confeção e desmoldagem) para estruturas de concreto armado.....	84
7. Quantitativos de escoramentos de vigas.....	86
8. Quantitativos de volume das estruturas de concreto armado.....	87
9. Quantitativos de armadura das estruturas de concreto armado.....	89
10. Cálculo dos comprimentos de parede.....	108
A.1.1. Formação dos circuitos de luz (luz e tomadas comuns)	120
A.1.2. Formação dos circuitos de carga.....	126
A.1.3. Determinação das bitolas dos fios e amperagens dos circuitos.....	129
A.1.4. Medição dos circuitos elétricos das unidades residenciais.....	134
A.1.5. Elementos complementares a eletrodutos e fios.....	141
A.1.6. Alimentação e iluminação do pavimento.....	147
A.1.7. Circuitos de serviço.....	153
A.1.8. Determinação de fios para alimentação vertical.....	156
A.1.9. Esquema vertical de alimentação.....	158
A.1.10. Elementos complementares ao esquema vertical de alimentação.....	161
A.1.11. Alimentação geral e quadro de medição do prédio....	164
A.1.12. Totais de eletroduto e fio/cabo (dados provenientes das planilhas A.1.: 4, 6, 7, 9, 11).....	168
A.1.13. Total de rasgos para instalação de condutos (dados provenientes das planilhas A.1.: 5, 6, 10).....	169

A.1.14. Totais de curvas, luvas, buchas e arruelas (dados provenientes das planilhas A.1.: 5, 6, 10).....	170
A.1.15. Totais para quadros de medidores, disjuntores, quadros de distribuição (dados provenientes das planilhas A.1.: 5, 11).....	171
A.1.16. Totais para pontos de consumo (tomadas de energia) (dados provenientes das planilhas A.1.: 5, 6).....	172
A.1.17. Totais para acabamento de pontos de iluminação (dados provenientes das planilhas A.1.: 5, 6).....	173
A.1.18. Totais para elementos complementares (dados provenientes das planilhas A.1.: 5, 6, 11).....	174
A.1.19. Total para pontos existentes em circuitos de serviço (dados provenientes da planilha A.1.7).....	175
A.2.1. Dados exatos de circuitos elétricos das unidades residenciais do pavimento térreo.....	182
A.2.2. Dados exatos de circuitos elétricos das unidades residenciais dos pavimentos tipo.....	183
A.2.3(1). Medição dos circuitos elétricos das unidades residenciais do pavimento térreo.....	184
A.2.3(2). Medição dos circuitos elétricos das unidades residenciais do pavimento térreo.....	185
A.2.4(1). Medição dos circuitos elétricos das unidades residenciais dos pavimentos tipo.....	186
A.2.4(2). Medição dos circuitos elétricos das unidades residenciais dos pavimentos tipo.....	187
A.3.1. Dados para exemplo.....	198

## RESUMO

O Orçamento Discriminado de obras de edificação tem seus resultados originários do interrelacionamento de vários fatores, entre eles: dados levantados em planta, cálculo de quantitativos e composições unitárias para serviços. Estudou-se nesse trabalho dois desses três itens fundamentais.

Os aspectos abordados foram o levantamento de dados, para torná-lo agil e não repetitivo, e o cálculo de quantitativos, transformando-o em tarefa objetiva. A sistematização da medição que é aqui proposta trabalha sobre esses dois elementos e demonstra que até em serviços como instalações, um estudo profundo possibilita a criação de planilhas e encaminhamento genérico que torna o serviço de orçamentação metódico e acessível a todos, e não só ao responsável por sua execução.

Tenta-se mostrar que a criação de metodologia sistematizada permite introduzir a orçamentação em tratamentos computacionais já na fase de cálculo de quantitativos e não só para cálculo de produtos finais (quantitativo x consumos unitários) e impressão de resultados.

## ABSTRACT

The Specified Cost Estimate of building construction results originally from several related factors, among which: plan data gathering, calculation of quantities and the unitary composition of labors. In this paper, two of those three basic items have been studied.

The aspects approached were the data gathering, in order to make it easy to handle and not repetitive, and the calculation of quantities by transforming it into an objective task. The measuring systematization proposed herein handles with these two elements and shows that even in labors such as installations a thorough study makes it possible to create standard forms and a general work guidance which causes the estimate task to become methodical and accessible to anyone and not only to the person in charge of it.

It is attempted to show that the creation of a systematized methodology makes it possible to introduce the estimate in computer processes at the stage of calculation of quantities and not only for the calculation of final results (quantities x unitary consumption) and the impression thereof.

## 1 - INTRODUÇÃO

A execução de orçamentos de obras em construção civil caracteriza-se por utilizar métodos que modelam o valor do custo. Esta avaliação das despesas que serão geradas na execução de projetos não tem se caracterizado como atividade com regras normalizadas. Esse fato tem sua importância aumentada ao se observar que não é o fato de tornar o conjunto de regras utilizadas uma Norma Técnica, mas é a falta deste, numa apresentação uniforme entre os técnicos, que tem impedido a fixação de um modelo único.

Observando-se essa variabilidade de tratamentos aos quais estão expostos os projetos para obtenção de uma estimativa de custos, e mais especificamente aqueles que se referem a obras de edificação para fins residenciais, desenvolveu-se este estudo com os seguintes objetivos gerais:

a. apresentar as metodologias utilizadas para a finalidade de obter o custo de obras de edificação;

b. analisar o que tem sido proposto em termos de sistematização na área de orçamentação de obras;

c. verificar as possibilidades de criar metodologia sistematizada adequada aos métodos tradicionais;

d. propor tratamento analítico ao conjunto de composições de custo unitário de uma empresa construtora com a finalidade de sistematizar a medição para cálculo de quantitativos;

e. sugerir formas de sistematizar a medição de valores geométricos em planta necessários para a quantificação de serviços;

f. apresentar esquema genérico de método sistematizado de medição demonstrando seu aproveitamento no caso de se executar orçamentos sem ou com a ajuda de microcomputador;

g. gerar subsídios para estudos mais profundos visando a confecção de Norma Técnica para a busca de dados em planta para a quantificação de serviços para fins orçamentários.

Para que se tenha consciência do verdadeiro problema que justifica a realização deste trabalho, com os objetivos apontados acima, deve-se tomar conhecimento da forma como os orçamentos discriminados tem sido realizados.

Inicialmente, ocorre a verificação dos serviços existentes no projeto e de que maneira serão executados. Com essa finalidade é consultada a discriminação do projeto. Constatada a existência do serviço, busca-se conhecer a unidade de medida do mesmo. Esse dado pode ser obtido na própria discriminação técnica do projeto ou na listagem de composições unitárias que será empregada. O técnico deverá conhecer como o quantitativo do serviço é calculado. Neste ponto surge a necessidade de fazer-se consulta a regras de medição. Muitas vezes o orçamentista não faz essa busca porque conhece como se retiram os dados do projeto. Para os menos experientes a maneira é consultar as regras de medição. Quando elas existem de maneira clara e objetiva, não ocorre dificuldade maior. Surgem problemas, que muitas vezes não são percebidos, quando a apresentação é generalista. Por exemplo: a alvenaria é medida em metros quadrados. Isto não esclarece todas as dúvidas.

Desta forma, ou a primeira idéia que surge na mente do executor do levantamento é aplicada, ou a dúvida leva a consultas a técnicos mais experientes ou a bibliografia (pouco resolverá, pois o acervo sobre esse assunto é muito pobre e as informações não são uniformes). Bem ou mal resolvido o impasse, são retirados dados de planta e introduzidos em cálculos que resul-

tam no quantitativo parcial desejado. Somando-se os quantitativos parciais de um mesmo serviço discriminado ter-se-á o seu quantitativo.

A etapa entre identificação dos serviços e cálculo dos respectivos quantitativos é desenvolvida para todo o projeto e depois se passa para a aplicação destes valores nas composições unitárias. Um detalhe importante é que alguns serviços necessitam dos mesmos dados para o cálculo dos seus quantitativos e que por falta de armazenamento destes na forma como estão no projeto, devidamente identificados, a cada exigência do seu conhecimento estes são buscados em planta. Como a medição em escala é um dos fatores que gera grande parte dos erros na orçamentação, sua repetida execução para um mesmo dado poderá levar a erros evitáveis uma vez que levantamentos repetidos de um mesmo dado não deveriam ocorrer. Além disto, imagina-se que se o orçamentista retira menos dados de planta ele o fará com maior preciosismo e os erros tenderão a diminuir.

Segue-se a realização do orçamento com a aplicação do quantitativo de cada serviço aos insumos unitários listados na respectiva composição unitária. Como é tradicionalmente uma tarefa repetitiva, já tem sido usado o microcomputador para efetuar tais produtos. Nas tarefas das fases anteriores da orçamentação este equipamento não tem sido utilizado porque os cálculos realizados nestas etapas são considerados peculiares a cada projeto e, portanto, não apresentam a condição básica para se fazer programas computacionais, ou seja, a generalidade do procedimento.

Completa-se o orçamento com uma nova série de multiplicações, desta vez entre consumo de insumo no serviço e seu preço unitário, e pelas considerações referentes as Leis Sociais e BDI (benefícios e despesas indiretas).

Apresenta-se, resumidamente, no quadro da página seguinte, as tarefas realizadas na orçamentação discriminada tradicional (Quadro 1). Salienta-se que as tarefas indicadas podem sofrer alguma modificação dependendo do procedimento próprio de cada orçamentista.

A figura 1 apresenta um fluxograma que demonstra as atividades realizadas durante a orçamentação. Neste fluxograma indica-se durações médias para o seu desenvolvimento, resultantes de observações feitas durante experiência profissional do autor na área. Esses valores não apresentam preciosismo científico, pois são frutos de observações sem tratamento analítico ou estatístico de sua ocorrência. Pode-se considerá-los pertinentes a execução de orçamento de edifício residencial com área próxima dos 1000 m<sup>2</sup>.

Fazendo o somatório das durações das atividades chega-se a um total de 104 horas. Esse resultado deve ser analisado segundo um cronograma de barras (figura 2) para se ter a verdadeira idéia do procedimento orçamentário no tempo. Considerando-se a interdependência das atividades, chega-se a um total de horas pouco superior a metade do obtido pelo simples somatório das durações.

Considerando que o orçamento possa ser realizado por uma única pessoa ou equipe com 2 ou 3 elementos pode-se visualizar as situações:

a. todas as atividades, inclusive a discriminação técnica, são realizadas por um único elemento e, portanto, são consumidas 104 horas (não há nesse caso a possibilidade de sobreposição de atividades);

b. um elemento fica responsável pela orçamentação, mas não fica sob sua responsabilidade a realização da discriminação técnica. Ele ocupará um total de 94 horas;

TAREFA	OBJETIVO
1. Consulta à discriminação técnica	1.1 Identificação dos serviços existentes 1.2 Reconhecer a unidade de medida do serviço
2. Consulta à lista de composições unitárias (quando o objetivo 1.2. não for satisfeito no item 1.)	2.1 Reconhecer a unidade de medida do serviço
3. Consulta às regras de medição (quando existentes)	3.1 Conhecer como são levantados os dados do projeto
4. Consulta ao projeto	4.1 Leitura de dados em escala ou as grandezas que aparecem explicitadas (cotas)
5. Consulta à lista de composições unitárias (eventualmente através de microcomputador)	5.1 Cálculo do consumo dos insumos para cada serviço
6. Consulta à lista de preços unitários dos insumos (eventualmente através de microcomputador)	6.1 Cálculo do custo de cada insumo no serviço 6.2 Cálculo do custo do serviço (normalmente apresentado como um somatório dos valores referentes a materiais, mão-de-obra e equipamentos)
7. Verificação de percentuais utilizados para as Leis Sociais e BDI	7.1 Cálculo do valor referente às Leis Sociais pelo produto de seu percentual pelo custo da mão-de-obra 7.2 Cálculo do valor referente ao BDI pelo produto de seu percentual pelo custo do serviço

QUADRO 1- Tarefas da orçamentação discriminada (método tradicional)

c.as atividades ficam divididas entre dois elementos e a discriminação técnica deve ser desenvolvida junto com o orçamento. O tempo total será de 60 horas;

d.contando com dois elementos e não sendo desenvolvida a discriminação técnica, a equipe necessitará de 50 horas. Neste caso já ocorrem problemas com a grande duração da quantificação e este tempo provavelmente não poderá ser cumprido porque as atividades finais do elemento B iniciam na hora 43, mas a quantificação - sob sua responsabilidade - tem seu término programado para a hora 53;

e.três elementos executam a orçamentação, incluindo a discriminação técnica, e necessitam de 50 horas. Ocorre sobreposição de atividades destinadas ao elemento B, como no item "d";

f.a discriminação técnica não é realizada junto a orçamentação e sendo três os orçamentistas pode-se ter um total de 50 horas sem problemas de tarefas a cargo de um mesmo elemento apresentarem sobreposição.

A grande barreira para diminuição dos tempos está na quantificação dos serviços. Essa é uma justificativa clara para que este trabalho preocupe-se com a sistematização desta atividade.

Como se observou no quadro 1 e figuras 1 e 2, a utilização do microcomputador é muito restrita e imagina-se que esse equipamento possa ser melhor aproveitado.

Todas as tarefas repetitivas, que ocupam grande parte do tempo do orçamentista, para obter quantitativos, são realizadas manualmente e o microcomputador efetua somente a parte final. Imagina-se que, caso o orçamentista ficasse livre de tarefas repetitivas -como leitura em planta várias vezes do mesmo dado, cálculo de quantitativos- ele poderia dedicar-se a outras ta-

refas. Entre essas pode-se destacar o estudo de custos alternativos pela fácil substituição de elementos da discriminação. Estando os dados, ou seja, os valores lidos em planta no computador e sendo a introdução da discriminação original de cada serço, ou aquela que se quer testar em termos de custos, efetuada facilmente, chega-se a valores comparativos que possibilitam um conhecimento mais profundo do comportamento da obra em relação a seu orçamento.

A maneira como são tratados os dados na metodologia sistematizada deve ser adequada para microcomputadores deixando-os completamente identificados e com fácil acesso. Assim, introduzindo-se os dados em planilhas e fazendo-se a indicação do serviço discriminado relacionado a cada local onde ocorre, repassa-se ao microcomputador a tarefa do cálculo de quantitativos.

Genericamente, pode-se indicar, no quadro 2, a divisão de tarefas entre engenheiro orçamentista (ou técnico submetido a treinamento) e microcomputador.

Analisando o quadro 2, verifica-se que o computador liberta o usuário do serviço que é meramente repetitivo, mas que ocupa a maior parte do tempo dedicado à orçamentação de projetos. Permite ao orçamentista concentrar sua atenção nas características próprias do projeto.

O trabalho traz em seu corpo a apresentação de revisão bibliográfica através da citação de textos sobre o assunto orçamentação demonstrando a variedade de abordagens encontradas.

Segue apresentando proposta de método sistematizado para levantamento de dados e cálculo de quantitativos onde podemos salientar que, além da sua forma final de apresentação, faz-se registro daquelas desenvolvidas ao longo do mesmo e que foram descartadas. As justificativas que levaram a substituição destas formas iniciais ficam também demonstradas e servem para rea-

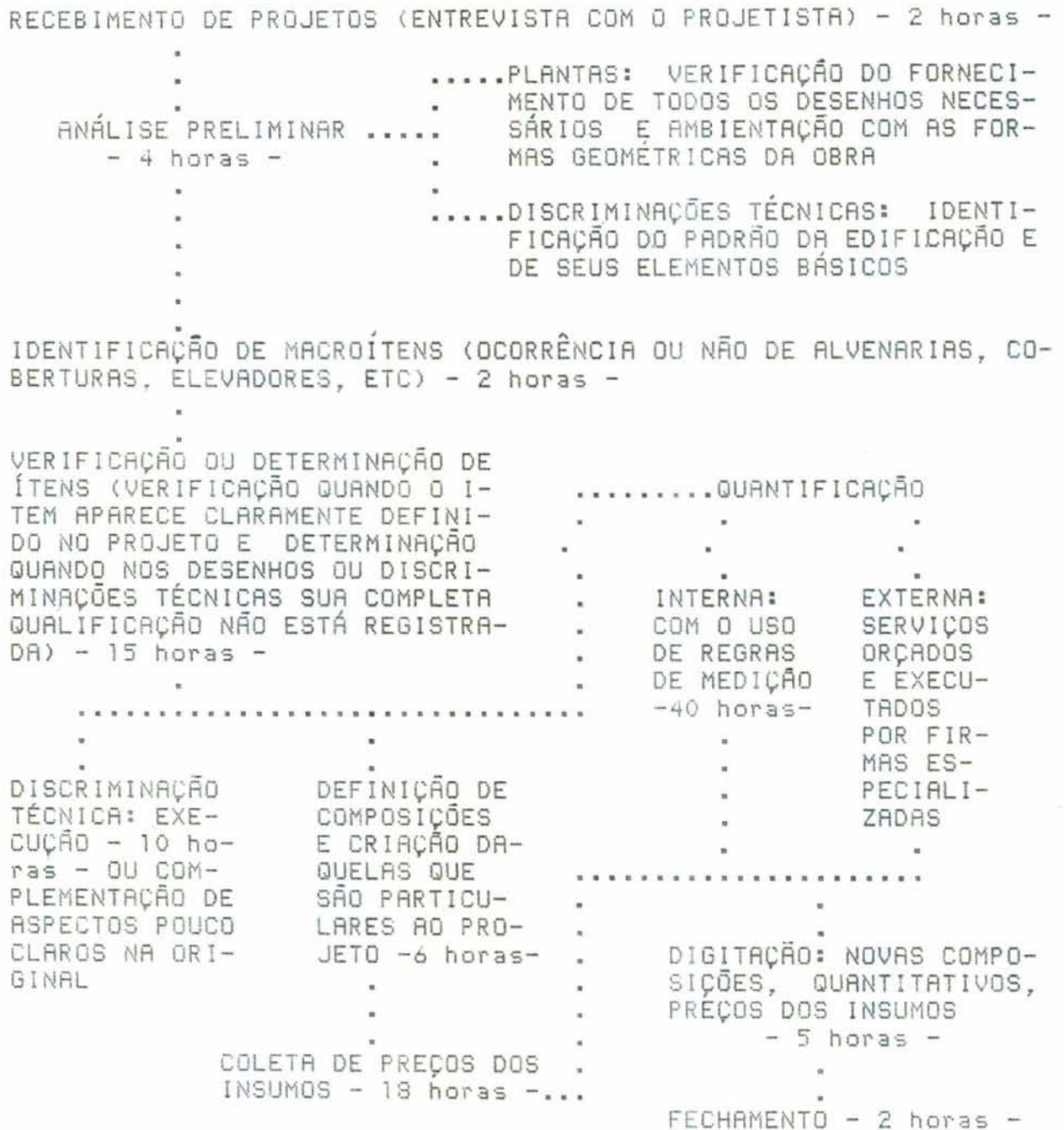


Figura 1: Fluxograma de atividades do procedimento tradicional de orçamentação

(duração: 104 horas)

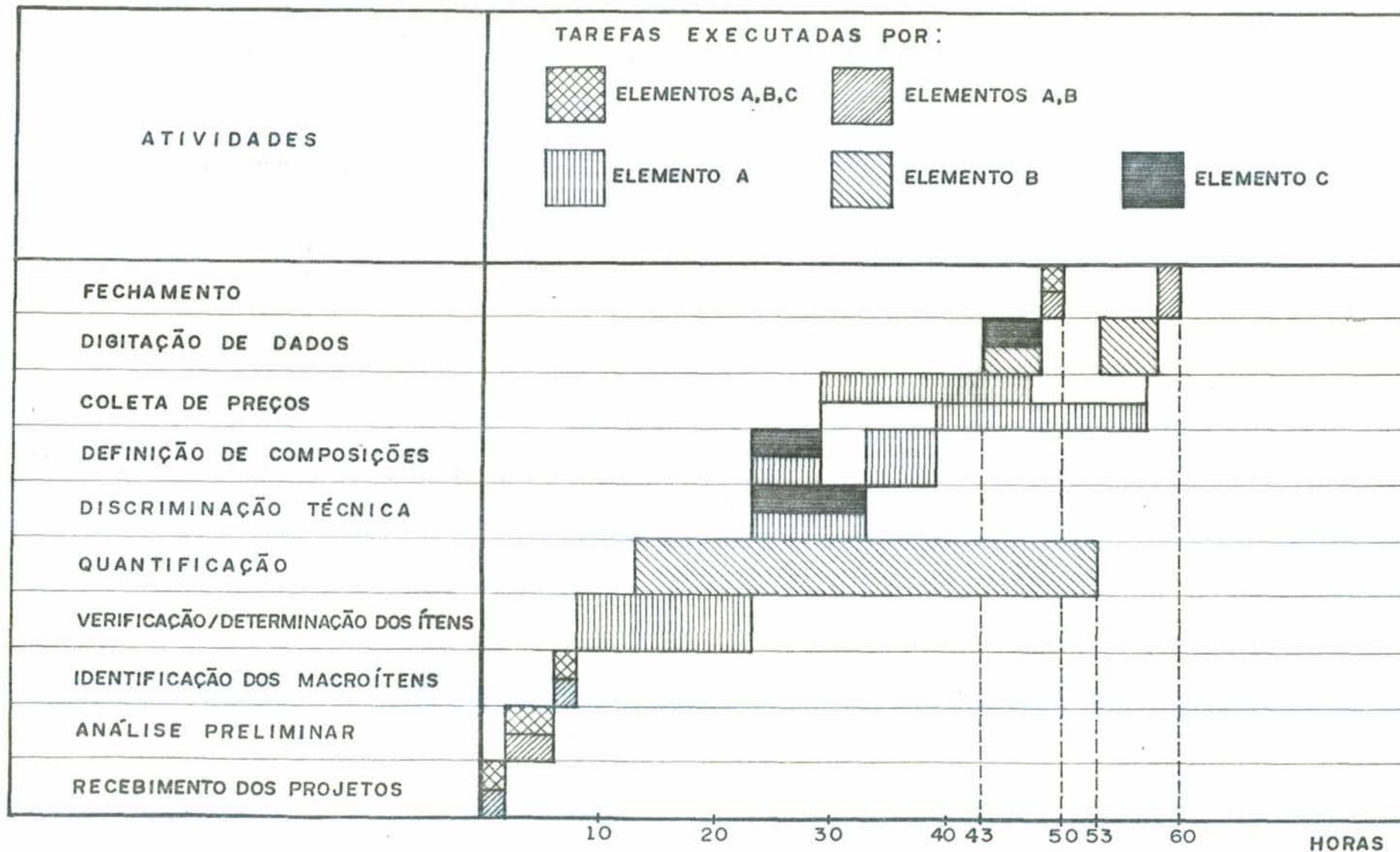


FIGURA 2 : GRÁFICO DE BARRAS DEMONSTRATIVO DAS DURAÇÕES DAS ATIVIDADES DO PROCEDIMENTO TRADICIONAL DE ORÇAMENTAÇÃO

---

PROCEDIMENTO	MANUAL	COMPUTACIONAL
1. Levantamento de dados de forma sistematizada com o respectivo registro em planilhas.....	SIM.....	SIM
2. Caracterização dos serviços discriminados no projeto.....	SIM.....	SIM
3. Verificação da relação entre serviços discriminados e os dados.....	SIM.....	SIM
4. Digitação de dados para processamento computacional.....	NAO.....	SIM
5. Cálculo de quantitativos segundo procedimentos previamente fixados....	SIM.....	NAO
6. Aplicação de quantitativos às composições unitárias.....	SIM.....	NAO

---

QUADRO 2 - Comparação entre tarefas a serem realizadas pelo orçamentista quando do procedimento manual ou computadorizado

firmar as qualidades que se objetivou encontrar em tal método.

A discussão de elementos utilizados na orçamentação sistematizada e exemplos de aplicação estão no quarto capítulo. Mostra-se que não só a aplicação do método proposto dinamizará e trará melhores resultados aos orçamentos, pois a reconsideração de elementos tradicionais, que muito influenciam no custo total obtido, deve acontecer. São citados algumas particularidades à quais exigem atenção no desenvolvimento e uso de planilhas do método sistematizado.

No quinto capítulo, fica o registro das idéias básicas que se tenta transmitir ao longo da dissertação, assim como conclusões e recomendações.

## 2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 2.1. PROPOSTAS DE SISTEMATIZAÇÃO VERIFICADAS

O assunto sistematização da orçamentação de obras não é apresentado em bibliografia vasta. Ao contrário, encontram-se quase que exclusivamente, em pequenos artigos de pesquisadores que demonstram resultados de estudos e propostas de tratamentos sistematizados. Far-se-á agora a apresentação de algumas idéias sistematizadoras do processo de orçamento que foram encontradas neste tipo de bibliografia. Convém salientar que cada um dos autores tem objetivos diferentes com a sistematização do método.

Uma dessas idéias sistematizadoras seria a de classificar os itens que estão num projeto, durante o processo de orçamentação, em sua maior ou menor importância quanto ao custo total. O objetivo é o de, com o conhecimento de um número menor de custos unitários, mas com grande significado para o valor do empreendimento, obter-se o custo total com garantia razoável de proximidade com a realidade (SCOTT & RAHMAN) .

A intenção de utilizar métodos computacionais para estimativas de custos para construções aparece num artigo de WROBEL. Trata-se de um projeto de pesquisa que tinha originalmente o objetivo de desenvolver um sistema de estimativa computadorizado, mas foi modificado em vista do tamanho da tarefa. O projeto voltou-se, então, a uma simples investigação estatística de certos dados de custos e para a criação de programa para o computador que represente um sistema de estimativa. Esse sistema teria por base a utilização de dados históricos, fato comum em países com índices inflacionários baixos.

Para a sistematização abrangente que se busca, em pouco ou nada contribuem estes estudos. Deseja-se simplificar o

processo sem deixar de utilizar todos os dados disponíveis para a obtenção da melhor estimativa possível.

Introduzindo o assunto da orçamentação pelo enfoque da lucratividade do executor da obra, GATES aborda a realização da estimativa de custos de serviços como um fator muito importante e salienta a ocorrência de erros que podem levar o executor à falência. O estudo trata da probabilidade de se ter erros propriamente ditos, da incidência de incertezas subjetivas (interpretação de contrato, flutuações do custo da mão-de-obra e materiais, projetos incompletos), objetivas (ocorrências provenientes de efeitos da natureza: chuvas, enchentes,...) e devido à consideração errônea de taxas de produtividade. Como se pode ver, em relação ao assunto sistematização, interessa, no presente trabalho, o que diz respeito à execução do levantamento em planta, sem as considerações posteriores que se referem aos acréscimos, baseados em dados probabilísticos, vinculados à lucratividade.

Os erros podem ser de três categorias:

a. omissão de serviços corretamente discriminados no projeto;

b. dupla consideração de serviços;

c. falta devido a projetos incompletos.

O levantamento de dados é apresentado como comum fonte de erros. Esses erros são de leitura de plantas, medição, aritmética e também por plantas ambiguas e incompletas. Similarmente, descuidos resultam em perdas de certos quantitativos e de itens de trabalho. É aconselhável, para eliminar grandes erros no levantamento de quantitativos, conferir superficialmente todos os serviços e, de forma precisa, alguns serviços escolhidos por sua importante representatividade no custo total.

Essa exposição de fatos leva a crer que seguida uma linha bastante rígida mas, ao mesmo tempo, ampla o bastante para possuir tantas variações quanto as possíveis nos projetos para um mesmo serviço e observando os objetivos deste trabalho, imagina-se que a solução seria um procedimento que fosse composto por:

a. Check-list para serviços (demonstrando onde e como identificar a existência de algum serviço, mesmo que este não tenha sido discriminado) e a apresentação dos serviços interdependentes;

b. ordenação de levantamento de dados, com marcações em planta daqueles que já foram extraídos, e adequado armazenamento dos mesmos em planilhas que os identifique sem causar ambiguidades;

c. utilização dos dados em operações aritméticas de forma ordenada (com perfeito conhecimento dos dados a serem usados e, conseqüentemente, dos resultados esperados). Essa etapa, sempre que possível, deve ser transferida para o microcomputador.

Essas medidas, pertinentes a um levantamento sistematizado de dados, diminuem significativamente os erros. Uma qualidade deste tipo de sistemática é a de ser repetitiva e, portanto, facilmente transmitida através de cursos. Além disto, produtividade e precisão tendem a aumentar com o passar do tempo.

Na Inglaterra existe o "Standard Method of Measurement" (ROYAL INSTITUTION OF CHARTERED SURVEYORS) que é a apresentação de método padronizado para consideração de serviços de construção civil para fins orçamentários. Consultada a sua sexta edição, cita-se o trabalho, simplificado como SMM-6.

A SMM-6 apresenta cada um dos itens de serviço de um orçamento discriminado com o detalhamento de como devem ser considerados. Preocupa-se com a consideração de pormenores da execução do projeto que deve ser orçado, com a discriminação de todos os detalhes pertinentes a cada serviço e com a medição dos mesmos. Observou-se, porém, que ao tentar abranger todo o processo, deixa-se de dar ênfase ao aspecto, considerado fundamental para padronizar as medições: o dos critérios de medição. Esses são apresentados de forma genérica que não cria uma metodologia única para o tratamento de projetos. Um exemplo é o caso da medição das áreas de alvenaria. É indicado somente que serão computadas por sua metragem quadrada, classificadas segundo sua espessura. Não são feitas observações quanto ao local exato onde devem ser lidos os comprimentos de parede, por exemplo. Fica a dúvida e incerteza da uniformização dos dados obtidos. Assim, a SMM-6 satisfaz o usuário quanto à certeza de discriminar todos detalhes e, inclusive, medi-los, mas sem a preocupação de uniformizar rigorosamente a metodologia de medição.

## 2.2. ORÇAMENTOS PARA REALIZAÇÃO DE OBRAS DE EDIFICAÇÃO

Completando a revisão bibliográfica serão citadas as formas de orçar obras de edificação verificadas em textos.

Em função da finalidade e/ou qualidade de informações a que se tem acesso, os orçamentos são classificados em:

- a. Custo total;
- b. Custo por elementos construtivos;
- c. Custo por serviços.

Entende-se que ao longo do desenvolvimento de um

projeto, passando do anteprojeto ao de execução completo, as informações aumentam, propiciando a elaboração de estimativas mais detalhadas e, possivelmente, de maior precisão, em função da qualidade dessas informações. Por outro lado, a evolução da estimativa também motiva a busca de um maior entendimento do processo de execução da obra, o que implica na obtenção de maiores informações (HEINECK).

### 2.2.1 ESTIMATIVA DE CUSTO TOTAL

É a estimativa de custo de menor precisão e utiliza poucos dados próprios da obra de edificação que se pretende orçar, mas que são os únicos a que se tem acesso na fase de anteprojeto. É um valor que tem sua aplicação própria para a fase de estudos de viabilidade econômica do investimento e é extremamente conveniente por exigir poucas informações.

Entende-se por fase de viabilidade do empreendimento, aquela em que é possível a análise do custo em conjunto para o projeto. Para isso é preciso que o projeto esteja flexível a alterações de especificações, forma ou distribuição e que a estimativa de custo possa moldar-se a estas alterações, sem que se torne inoperante.

Neste sentido, o subsetor edificações dentro da construção civil dispõe de recursos oficiais para previsão de custos globais: custos unitários e índices. Dentre eles, os mais empregados são o Custo Unitário Básico (CUB) e o Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices na Construção Civil (SINAPI) (FORMOSO).

Nos dois casos citados acima, CUB e SINAPI, são utilizados projetos padrão aos quais estão referenciados serviços ou lotes de materiais e mão-de-obra que seriam representativos

e, aplicadas regras próprias de formação do custo do projeto, chega-se a um valor de referência aplicável a edificações de características semelhantes (tipo de acabamento, número de pavimentos).

O setor privado também demonstra sua preocupação com o cálculo de estimativas de custo total (FORMOSO). Alguns exemplos são revistas especializadas que desenvolveram metodologia própria para cálculo de custos unitários e índices de construção civil como:

a.A Construção (Região Sul) - Editora PINI, São Paulo;

b.Revista Boletim de Custos - Editora Boletim de Custos, Rio de Janeiro;

c.Revista Informador das Construções - Órgão da Indústria de Construção Civil e Estradas, Belo Horizonte.

## 2.2.2 ESTIMATIVA PELO CUSTO DOS ELEMENTOS CONSTRUTIVOS

Para amenizar as distorções que ocorrem na utilização de estimativas de custo global, mas ainda com a finalidade de efetuar estudos de viabilidade econômica dos projetos, pode-se utilizar as estimativas por elementos construtivos.

Este tipo de estimativa considera a edificação decomposta em elementos de fácil identificação. Estes elementos podem atender a diversos níveis de agregação. Pode-se considerar, por exemplo, toda a alvenaria de um edifício como elemento ou somente as paredes internas ou ainda a alvenaria de um pavimento, isto é, a decomposição da edificação pode ser tão minuciosa quanto se queira.

Uma forma para efetuar a divisão da edificação é a da consideração dos grandes itens de um orçamento discriminado para o estudo de viabilidade econômica.

Possuindo uma série de dados históricos das várias tipologias de projeto é possível detectar a participação de cada grande item no custo total, expressa em termos percentuais. O quadro 3 demonstra um exemplo. Esses dados resultam de uma coleta em publicações existentes e mostram o tipo de informação e nível de agregação que se pode obter. A partir de uma estimativa de custo total, é possível, então, detectar o custo correspondente a cada elemento (FORMOSO).

Calculados os valores estimados de custo para cada um desses elementos, pode-se tecer considerações mais objetivas para a atuação junto ao projeto.

Deve-se fazer um alerta sobre o uso indiscriminado do metro quadrado de área construída como um bom parâmetro do custo da construção, apesar de apresentar grande praticidade. Estudos da edificação comprovam a não-proporcionalidade entre área construída e custo (SEELEY; STONE; MASCARÓ; FERRY & BRANDON).

Baseados nesses estudos e utilizando dados obtidos em diversas obras em São Paulo, o Professor Mascaró, do Curso de Pós-graduação da Faculdade de Arquitetura da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, obteve os resultados apresentados no quadro 4.

Pode-se fazer, a partir dos dados do quadro 4, o seguinte raciocínio: se uma área, com configuração quadrada, com 1,00 m<sup>2</sup> for reduzida em 10%, se passa a ter 0,90 m<sup>2</sup>. Seu perímetro passará de 4,00 para 3,80 metros. Isso significa uma redução de 5% neste item. Com esses dados verifica-se no quadro 4 que a redução de 10% na área, ou seja, nos planos horizontais, leva a uma diminuição no custo total de 3%. A redução de 5% nos planos

verticais, pela diminuição do perímetro, leva a uma economia no custo total de 2%. Não ocorrerá redução no custo total devido a canteiro e instalações.

Conclui-se que a economia total será de 5% frente a redução da área construída de 10%.

Mesmo que o exemplo trata de área de 1,00 m<sup>2</sup>, pouco representativa em termos práticos, tem-se a demonstração que a alteração da área construída não provoca alterações de custo na mesma proporção. Logo, não há proporcionalidade entre metro quadrado horizontal e custo.

SERVIÇOS	%
1. Estruturas.....	21,36
2. Revestimento e pintura.....	14,50
3. Esquadrias e ferragens.....	12,63
4. Instalações hidráulicas.....	10,68
5. Elevador e bomba de recalque....	7,58
6. Alvenaria.....	7,56
7. Pisos e rodapés.....	6,35
8. Serviços preliminares.....	5,76
9. Instalações elétricas.....	5,25
10. Serviços complementares.....	3,78
11. Estaqueamento.....	3,62
12. Cobertura.....	0,80

QUADRO 3- Participação percentual dos serviços num orçamento discriminado para edifícios residenciais de 8 a 12 pavimentos, padrão normal, com elevador (HIROTA)

ELEMENTOS	%
1. Canteiro.....	5
2. Instalações.....	25
3. Planos horizontais.....	30
4. Planos verticais.....	40

QUADRO 4- Constituição do custo da edificação segundo planos verticais e horizontais (MASCARÓ)

### 2.2.3 ESTIMATIVA PELO CUSTO DOS SERVIÇOS

Este tipo de estimativa é denominada orçamento discriminado. Considera que a obra é composta por serviços. Cada um dos serviços está associado a uma composição unitária de insumos e respectivos consumos unitários. Com esses dados e utilizando os custos unitários dos insumos, chega-se ao custo unitário do serviço. Uma vez conhecida a incidência deste serviço na obra, pode-se fazer o cálculo do seu custo no projeto.

É conveniente registrar qual o significado prático de serviço. Numa obra temos a execução de atividades pelo operário (por exemplo: espalhar massa, colocar tijolos, bater tijolos, cortar tijolos, colocar e levantar a linha, verificar prumo... ) que resultam em operações num grau restrito de agregação (por exemplo: paredes do pavimento térreo, paredes do primeiro pavimento,...) e reunindo as operações de uma mesma categoria tem-se os serviços (por exemplo: alvenaria de tijolos).

Outro esclarecimento que convem fazer-se é com relação ao porquê da consideração de consumos, custos e outros elementos relativos às composições na forma unitária. Isso ocorre para que se possa ter uma unidade de medida que torne os elementos da composição unitária coerentes com o quantitativo do serviço para o projeto em estudo. Sendo conhecidos os custos e consumos unitários, ou seja, para o quantitativo que representa uma vez a unidade de medida, pode-se, por simples multiplicação, conhecer os valores para o quantitativo que foi calculado para as características do projeto.

As composições unitárias são criadas pela observação em obra da execução dos serviços. Para que as composições sejam utilizadas corretamente, deve existir para cada um dos serviços, uma regra de medição. Sendo as mesmas regras de medição utilizadas para os levantamentos no canteiro e sobre a planta, chega-se a valores de estimativas de custo da construção de forma coerente com um modelo único de tratamento de dados.

Uma composição unitária abrange insumos de mão-de-obra, materiais e equipamentos. Pela inclusão de valores referentes a mão-de-obra, principalmente, as composições não são universais. Cada empresa deve observar, para as condições de treinamento e equipamento disponíveis, qual a composição unitária para cada serviço. As listagens de composições criadas por firmas especializadas retratam genericamente o que acontece no meio. Podem ser utilizadas permanentemente pela firma ou, o que seria aconselhável, serem empregadas como listagens básicas que sofrem modificações mediante a observação do que ocorre em obra ao longo da construção.

Para se chegar à escolha da composição básica adequada para cada serviço deve-se detalhá-lo. Este detalhamento é auxiliado por alguns documentos de apoio, relacionados abaixo, cujas nomenclaturas merecem atenção pois podem ser facilmente confundidas (FAILLACE):

a. Discriminação Técnica: descrição literal a respeito da qualidade, marcas, tipos, cores de materiais, qualidade de mão-de-obra e modo de executar serviços;

b. Especificações: designada a estabelecer características, condições ou requisitos necessários a boa qualidade de matérias-primas e de produtos industriais semi-acabados;

c. Memorial Descritivo: resume de parte ou totalidade de discriminações técnicas de uma obra. Elaborada para fim específico (vendas, orçamento, financiamento,...), procurando descrever o projeto a ser executado, da melhor forma possível, segundo os seus objetivos;

d. Discriminação Orçamentária: relação de todos os serviços a serem orçados para execução de uma obra.

Desta forma, observando cada um dos elementos do projeto intervenientes no processo orçamentário, chega-se a resultados que retratam a realidade com precisão adequada para a natureza dos serviços de obra.

#### 2.2.4. ANÁLISE DA SISTEMÁTICA ORÇAMENTÁRIA

Como pode ser observado nos itens anteriores e na definição de orçamento de obras, as estimativas de custo são modelagens da realidade. Utilizando os dados disponíveis em cada etapa de execução do projeto, são aplicadas regras que relacionam esses dados, próprios do projeto, com valores que representam, com maior ou menor precisão, o custo da obra como um todo ou para partes mais ou menos abrangentes desta.

Analisando os dados de projeto disponíveis e a sua aplicação na orçamentação de obras de edificação, surgem inquietudes

tações que podem ser traduzidas por:

a. Os dados disponíveis na fase de anteprojeto são tão rudimentares que não podem ser fonte de estimativas mais precisas que as que utilizam como referencial o custo do metro quadrado construído de obras similares àquela em questão?

b. São válidos os resultados dos estudos comparativos de quantitativos de projetos quando não se tem uniformidade no cálculo destes?

c. O serviço de orçamentação, quando temos o projeto completo, tem se apresentado como uma sistemática que torna o levantamento de dados e aplicação de composições uma tarefa simples?

d. Existiria uma forma de sistematizar o procedimento ao ponto de entregar ao computador as tarefas repetitivas, aumentando o tempo do pessoal de nível superior para dedicar-se a outros estudos, tais como os de custos alternativos?

Tomados por essas dúvidas, procura-se propor alguns princípios com a finalidade de sistematizar e aproveitar plenamente os dados disponíveis.

### 3. METODOLOGIA PARA SISTEMATIZAR O PROCEDIMENTO DE ORÇAMENTAÇÃO DISCRIMINADA TRADICIONAL

#### 3.1. CONSIDERAÇÕES PRELIMINARES

A orçamentação discriminada envolve um conjunto mais amplo e diversificado de dados. Para tratar-se de todos os detalhes pertinentes ao processo, este foi dividido em etapas. Isso possibilitou que as etapas possam ser minuciosamente examinadas. Basicamente, a metodologia empregada supõe a existência de listagem de composições unitárias, utilizadas tradicionalmente na orçamentação discriminada e conhecimento dos procedimentos ligados a ela. Desejando transformá-lo num processo sistematizado, deve-se ter em mente os seguintes objetivos:

a. eliminar tarefas repetitivas com mesmo resultado prático;

b. otimizar a busca e transmissão de informações;

c. determinar regras rígidas de ação junto ao projeto ou em relação a dados (numéricos ou qualitativos) para uniformizar o resultado. Havendo, assim, a despersonalização do levantamento de dados necessários ao orçamento.

O estudo para implantação do método sistematizado efetuou-se sobre conjunto de elementos tradicionalmente utilizados (como composições de custo unitário e regras de medição) e criaram-se novos instrumentos que sistematizam as tarefas e que, na maior parte dos casos, não representam uma inovação em termos de elementos, mas na forma de sua apresentação. Surgem, assim, planilhas de caracterização de serviços, listas de interrelacionamento dos serviços, planilhas para armazenamento de dados entre outros.

O estudo da sistematização para levantamento de dados e cálculo de quantitativos sobre um projeto completo deixou conhecidos de forma cristalina os dados necessários para a orçamentação de cada serviço. Isso possibilitou o desenvolvimento de estudos dirigidos, tomando por base a norma técnica que regulamenta a execução de cada especialidade de projeto, fossem criados valores para os dados necessários para a quantificação quando for fornecido somente o projeto arquitetônico. Esses projetos complementares seriam: estrutural, de fundações, das instalações elétricas, das instalações hidráulicas, etc. Ampliou-se assim a aplicabilidade do projeto para o caso de projetos incompletos.

Para se chegar a todos esses resultados, foi necessário percorrer uma longa trajetória. Assim, para alcançar a forma final proposta para o método, outras duas formas de apresentação foram criadas e, posteriormente, descartadas. Apresenta-se neste capítulo as formas descartadas e final, com suas formas de aplicação.

### 3.2. PRIMEIRAS TENTATIVAS DE SISTEMATIZAÇÃO

Para desenvolver a sistematização do método foi necessário que em primeiro lugar se conhecesse como os serviços são orçados. Para ser possível o reconhecimento dos serviços em termos de composições unitárias de custo (de forma pouco exata denomina-se as composições unitárias de custo como referentes a serviços, mas na maior parte dos casos elas traduzem etapas de serviços) foi feita uma coleção de composições unitárias. A reunião de cerca de 4500 composições, proporcionou a oportunidade de formar lista bastante consistente de serviços executados em obras de edificação a partir de textos tradicionais da área de orçamentos (TCPO PINI, FRANARIN, PTACEK, DOPSP).

Dentre as 4500 composições, havia serviços que se repetiam e aqueles que possuíam pequenas diferenças entre si. Isso

possibilitou a caracterização dos elementos que variam dentro das possíveis formas de discriminá-los e iniciar-se o processo de sistematização do método.

### 3.2.1. GUIA DO USUÁRIO

O guia do usuário, primeira tentativa de sistematizar o método, consta de conjunto de frases com sentido positivo ou negativo que encaminha o desenvolvimento da seleção das composições adequadas para a discriminação técnica do projeto analisado.

O guia do usuário a cada capítulo (conjunto de serviços que exigem o conhecimento de dados semelhantes para a sua quantificação), apresenta duas partes:

- a. levantamento de dados;
- b. seleção de composições.

No levantamento de dados fica o registro de regras de medição e correspondentes planilhas para armazenamento de dados. A cada solicitação do dado o usuário consultaria regras de medição e faria o levantamento utilizando as planilhas. Concluído o levantamento os dados seriam transferidos para o computador. As formas das regras de medição e planilhas pouco se modificaram ao longo do trabalho e serão apresentadas junto a forma definitiva de proposta de método sistematizado.

A seleção de composições foi desenvolvida imaginando-se o processo computacional e cada item consta de:

IDENTIFICAÇÃO NUMÉRICA E APRESENTAÇÃO DO ITEM: dentro da sequência no capítulo, cada item recebe um número que corresponde a uma frase (com sentido positivo - existe no projeto... ou nega-

tivo - não há discriminação para ... no projeto). Ao surgir na tela um conjunto de frases o usuário seleciona aquela que é a adequada para o projeto.

PROCEDIMENTO: descrição da consequência da seleção de uma frase. O procedimento caracteriza-se por se apresentar de duas formas:

a. procedimento computacional: aqueles que ao serem selecionados geram procedimentos totalmente internos ao programa computacional e a próxima intervenção do usuário será na seleção entre frases que segue a ordem de apresentação. Neste tipo de procedimento estão incluídos os cálculos de quantitativos através de formulações matemáticas;

b. procedimento manual: aqueles que exigem alguma informação do usuário. Desta forma ao ser selecionada a frase como correta imediatamente aparece a indicação de uma ordem que demonstra quais os dados que são necessários para o programa computacional gerar os quantitativos num procedimento computacional subsequente. Um exemplo de procedimento manual é a exigência de introdução das identificações dos locais que tem como discriminação o serviço apresentado na frase selecionada.

COMPOSIÇÃO: nos casos onde os itens chegam a definir totalmente como o serviço está discriminado e quais os elementos com essa qualificação no projeto, o número da composição correspondente é identificada

SEQUÊNCIA COMPUTACIONAL: indicação do item/ns que deve/m ser o/s próximo/s a aparecer/em na tela para ser mantida a sequência de acordo com a frase selecionada.

Para ilustrar apresenta-se o seguinte exemplo (as linhas duplas horizontais representam que os elementos entre elas contidos aparecem na tela simultaneamente):

- -----
- (191) não há discriminação para peitoril cerâmico
  - (192) existe peitoril cerâmico na discriminação do projeto
- -----

Se a escolha fosse o item (191), ocorre um procedimento computacional que encaminha o programa diretamente a sequência computacional: o primeiro item que já não trata de peitoril cerâmico (item 202).

Com a escolha do item (192) o procedimento é bastante diferente. Desencadeia-se uma sequência de apresentações de opções que culminam na introdução da identificação de todas as janelas que tem como discriminação para acabamento do seu peitoril o tipo cerâmico. A sequência computacional gerada é:

- -----
- (193) não há discriminação para a largura do peitoril cerâmico
  - (194) não há discriminação para peitoril cerâmico com largura de 15 cm
  - (195) existe discriminação para peitoril cerâmico com largura de 15 cm
- -----

A escolha da opção (193) faria com que fosse exigido o fornecimento da identificação de todas as janelas que tem como discriminação para acabamento do peitoril o cerâmico. Os dados coletados através deste procedimento manual passam para um tratamento computacional que gera a seleção da largura do peitoril pela espessura da parede que contém a janela. Esse dado é buscado na planilha dos elementos divisórios (ver item 3.3.6.) que rela-

ciona a janela com o trecho de parede ao qual pertence e, este, com sua espessura. Para cada largura de peitoril segue-se o cálculo de quantitativos através do somatório das larguras de janelas e aplicação deste na composição unitária adequada.

O procedimento gerado com a escolha do item (194) é do tipo computacional e transfere para a tela o próximo conjunto de opções a serem expostas.

A opção (195) gera um procedimento manual: pedido de entrada de dados para identificar as janelas com este acabamento de peitoril. Tal como no item (193), segue-se tratamento computacional que engloba cálculo de quantitativos e aplicação deste a composição selecionada. Executados os procedimentos manual e computacional aparece na tela a próxima sequência de opções que guarda analogia com a anterior e, assim sucessivamente, até que se esgotem as opções referentes ao item peitoril cerâmico. As opções seguintes serão:

-----  
-----  
(196) não há discriminação para peitoril cerâmico com largura de  
17 cm

(197) existe discriminação para peitoril cerâmico com largura de  
17 cm  
-----  
-----

-----  
-----  
(198) não há discriminação para peitoril cerâmico com largura de  
20 cm

(199) existe discriminação para peitoril cerâmico com largura de  
20 cm  
-----  
-----

-----  
-----  
(200) não há discriminação para peitoril cerâmico com largura de 30 cm

(201) existe discriminação para peitoril cerâmico com largura de 30 cm  
-----  
-----  
-----  
-----

(202) não ha discriminação para peitoril de granitina

(203) existe discriminação para peitoril de granitina  
-----  
-----

Esta forma de apresentação, ao se imaginar que deveria também atender aos usuários que a utilizassem para quantificar um projeto manualmente, e mesmo para o procedimento computacional, demonstrou-se pouco prática. As principais causas da sua pouca praticidade são:

a.muito particular para uma série de composições;

b.pouco eficiente quando se deseja tratar com um serviço específico;

c.muito rígido para receber serviços que não estejam listados nas composições inicialmente analisadas;

d.pouco adequada a programas computacionais desenvolvidos para microcomputadores de pequeno porte.

Sobre esta última causa citada pode-se dizer que com a evolução da aplicação de sistemas especialistas em computadores esta forma metodologica poderá ser a mais adequada para a quanti-

ficação de serviços.

Pelos motivos citados, evolui-se para uma segunda forma sistematizada e que é apresentada a seguir.

### 3.2.2.RELATÓRIO PARA SELEÇÃO DE SERVIÇOS

A idéia central permaneceu a mesma, mas foi a tentativa de tornar o procedimento mais adequado para procedimentos manuais, sem perder a possibilidade de utilizar o programa computacional para o cálculo dos quantitativos.

Como no primeiro caso, haviam planilhas para levantamento de dados com respectivas regras de medição a serem utilizadas. A novidade seria o fornecimento de planilhas para o armazenamento de quantitativos quando esses fossem calculados manualmente.

Para que o usuário tenha a possibilidade de conferir se o título dado ao serviço corresponde exatamente ao apresentado no memorial descritivo do projeto, faz-se acompanhar o relatório de serviços uma listagem de definições e descrições dos serviços que correspondem as composições armazenadas.

Essas composições são apresentadas em planilhas que contem as características a serem consideradas dentro de cada serviço e o código correspondente a cada uma.

O relatório para seleção de serviços, propriamente dito, e a apresentação dos elementos a serem definidos e os procedimentos a serem seguidos na análise de cada serviço (apresentados na forma de títulos o mais abrangentes possível, de acordo com as variações que a esta definição devam ser acrescentadas para ser possível a opção por uma ou outra composição). Este relatório assume a forma de planilha formada pelas seguintes colunas:

F.I.M.: fator que interfere na medição: definição de características abrangentes que determinam a utilização de composições diferentes e podem, algumas vezes definir a maneira de quantificar o serviço.

ELEMENTOS A MEDIR: dados de planta que devem ser conhecidos para ser possível o procedimento

SERVIÇO ANTERIOR: para que se entenda o tipo de registro que é feito nesta coluna deve-se analisar como se pode classificar os dados que ficam registrados na coluna anterior, elementos a medir. Esses dados podem apresentar-se de duas formas:

a. estão registrados na planilha de dados geral para o capítulo;

b. não estão registrados na planilha de dados geral do capítulo e deve ser buscado em planta e armazenado em planilha específica de dados.

Quando os dados enquadram-se na descrição do item "a", a coluna "serviço anterior" recebe o registro: planilha de dados geral. Já para a opção "b", fica indicado o número do serviço que exige este mesmo dado específico e foi apresentado anteriormente. Caso o dado ainda não tenha sido solicitado, nenhum registro deverá ser feito.

PROCEDIMENTO: registra a formulação matemática que relaciona os dados entre si para que se efetue o cálculo do quantitativo do serviço para o caso da utilização de dados provenientes da planilha geral de dados. Caso os dados sejam específicos para o serviço, haverá ainda a indicação da regra de medição e planilha que devem ser usadas para a coleta de dados que antecede os cálculos

DETALHAMENTO PARA COMPOSIÇÃO: indicação de certas característi-

cas que não interferem no cálculo de quantitativos, mas somente na escolha precisa da composição.

Aplicada essa nova modalidade de sistematização na organização de projetos foram identificadas algumas características que, ao receberem nova apresentação, não evoluíram em termos de praticidade. Alguns exemplos são:

a.os "F.I.M." foram citados com as formas que aparecem nas composições analisadas e isso não removeu a problemática de se estar frente a um sistema rígido;

b.os procedimentos muitas vezes apresentavam-se muito extensos para a forma de planilha e ao invés de se fazer a descrição há a indicação da identificação do procedimento que deve ser procurado junto aos demais que apresentam essa característica. O usuário sai da análise resumida do relatório de serviços para uma descrição e tem de voltar ao ponto de partida, tornando a análise incômoda;

c.a procura de "serviços anteriores" rouba muito tempo do usuário, por exigir que se localize o serviço citado para identificar quais as regras de medição e planilhas adequadas para o levantamento de dados e posteriormente retomar ao serviço que está sendo analisado;

d.a forma de planilha não favoreceu a indicação simultânea da opção de características e composição. O usuário, novamente, deve procurar a complementação da informação fora da planilha do relatório.

Utilizando o que foi desenvolvido nessas duas primeiras tentativas de sistematização, acrescentando elementos e reorganizando o procedimento em geral foi possível dinamizá-lo. Esta terceira, e definitiva, proposta está no item 3.3.

### 3.3.METODO SISTEMATIZADO - PROPOSTA FINAL

#### 3.3.1.CONSTITUIÇÃO DA LISTA DE SERVIÇOS E PLANILHA DE CARACTERIZAÇÃO

Uma listagem de serviços comuns em obras de edificação pode ser obtida observando-se discriminações orçamentárias genéricas ou mesmo uma lista de composições unitárias. A cada composição unitária corresponderá um serviço que deve ser discriminado. É importante que dois pontos sejam considerados:

a.constatação de que na lista de composições unitárias, estejam presentes todos os serviços que podem ocorrer nas obras de edificação residencial de forma compatível com as diversas discriminações dos projetos desenvolvidos, ou somente orçados, pela empresa;

b.conscientização de que cada composição unitária tende a evoluir com o passar do tempo e sua apresentação deve refletir a realidade no canteiro quanto aos insumos considerados e respectivos consumos unitários estabelecidos.

Em relação a esse último item, deve-se ressaltar que a observação constante sobre o que ocorre em obra deve ser mantido. A evolução dos serviços nos canteiros ficará refletida nas composições unitárias, pois a modelagem de custos a que se propõe o orçamentista reproduzirá essas mudanças. Para que isso ocorra, as composições devem ser modificadas constantemente transferindo-as para o processo de orçamentação.

Um exemplo relevante na observação da evolução dos serviços no canteiro para fins de consumos unitários e apresentação de melhores métodos de construção e projeto é o que desenvolve o STICHTING ARBEIDSTECHNISH ONDERZOEK BOUNWNIJVERHEID (SAOB) da Holanda. É um instituto de pesquisas no campo da cons-

trução civil nas áreas de gerenciamento desta. Concentra-se em observações em canteiros de obra com a finalidade de fornecer dados de produtividade e eficiência de mão-de-obra e materiais. Analisa tempos básicos, universalmente entendidos como tempos padrão para realização de diferentes partes das operações de construção. Na observação de tempos padrão, são verificados os tempos parciais das ações, que caracterizam as atividades, para que serviços que não tenham sido observados possam ter seus tempos avaliados pela agregação de tempos de atividades presentes no mesmo. Aos tempos das atividades são acrescentados os valores relativos às condições de canteiro, descanso, necessidades pessoais, técnicas e manuseio irregulares para obtenção do tempo padrão real (VAN DER GRAAF).

A planilha de caracterização de serviços tem a finalidade de apresentar de forma objetiva um título-base (de serviço) com as características que podem ser discriminadas para ele. Entende-se por título-base a parte da discriminação de um serviço que é comum a muitos outros, mas que se diferem na discriminação de suas características complementares. Exemplificando: nestas quatro discriminações de serviços observa-se o que se entende por título-base e quais as características que diferem os serviços discriminados entre si. Exemplo:

a.alvenaria de tijolos maciços comuns, assentados com argamassa mista de cal em pasta peneirada e pura e areia média ou grossa sem peneirar no traço 1:4, com 150 kg de cimento por metro cúbico de argamassa. Espessura das juntas: 12 mm. Espessura da parede sem revestimento: 5 cm (cutelo);

b.alvenaria de tijolos maciços comuns, assentados com argamassa mista de cimento, cal hidratada e areia média ou grossa sem peneirar no traço 1:2:8. Espessura das juntas: 12 mm. Espessura da parede sem revestimento: 10 cm (a chato);

c.alvenaria com tijolos cerâmicos 4 furos, assentados

com argamassa mista de cimento, cal hidratada e areia média ou grossa sem peneirar no traço 1:2:8. Espessura das juntas: 12 mm. Espessura das paredes sem revestimento: 10 cm;

d.alvenaria com tijolos cerâmicos laminados, à vista, assentados com argamassa mista de cimento, cal hidratada e areia média ou grossa sem peneirar no traço 1:2:8. Espessura das juntas: 10 mm. Espessura da parede: 23 cm.

Assim, tem-se:

TITULO-BASE: alvenaria de tijolos cerâmicos

ELEMENTOS A CARACTERIZAR:

- . tipo de tijolo cerâmico;
- . argamassa de assentamento;
- . espessura da alvenaria;
- . espessura das juntas entre tijolos;
- . tipo de acabamento (à vista, para receber acabamento posterior)

Os títulos-base e, principalmente, os elementos a caracterizar são próprios do conjunto de composições ao qual se tem acesso. Sendo desenvolvido esse tipo de classificação para todos os serviços presentes na listagem de composições, obtém-se títulos-base, características discrimináveis e serviços discriminados na planilha de caracterização de serviços. Uma sugestão de modelo para essa planilha está apresentada como planilha 1 neste trabalho. Esta planilha é composta por sequência de pares de colunas. A primeira coluna de cada par tem pequena largura e a segunda é mais ampla. Cada um desses conjuntos de duas colunas corresponderá a uma característica discriminável, indicada no seu cabeçalho, para o título-base que vai indicado no alto da

planilha. A coluna estreita recebe um número que deverá ter sequência nas linhas abaixo, acompanhando cada nova discriminação para uma mesma característica. Na coluna mais ampla do conjunto citamos uma das maneiras de discriminar a característica indicada no cabeçalho do par de colunas. A sequência de números, desde a que acompanha cada título-base, identificará a composição unitária que deverá ser usada posteriormente.

Para os mesmos serviços citados anteriormente a planilha de caracterização ficaria como apresentada na página seguinte.

Assim, para o serviço apresentado sob a discriminação "a", se teria como correspondência numérica para identificar sua composição o número: 15/11.111. Para "b", "c" e "d", 15/12.211, 15/22.211 e 15/32.322, respectivamente.



-----  
 TÍTULO-BASE: 15.Alvenaria de tijolos cerâmicos  
 -----

TIPO DE TIJOLO	ARGAMASSA	ESPESSURA	JUNTA	ACABAMENTO
1   maciço   comum	1   cal pt,   ar md   ou gs,   1:4 +   150 kg   cimento	1   5 cm	1   12   mm	1   poste-   rior   acaba-   mento
1	2   cim,cal   hd, ar   md ou   gs,1:2:   8	2   10 cm	1	1
2   4 furos	2	2	1	1
3   laminados	2	3   23 cm	2   10   mm	2   à vista

-----

Outros exemplos de títulos-base e suas respectivas características a serem citadas nas planilhas de caracterização estão abaixo. São exemplos de alguns macroitens de um orçamento discriminado.

Exemplos:

.da instalação de canteiro:

TÍTULO-BASE: construção de dependências fechadas

- CARACTERÍSTICAS: . tipo de dependência (escritório de obra, almoxarifado, vestiário, guarda da obra, depósitos fechados,...)
- . material de execução
  - . técnica de construção

.dos movimentos de terra:

TÍTULO-BASE: escavação mecânica do solo

- CARACTERÍSTICAS: . uso de escoramento (sim/não)
- . quando sem escoramento: tipo de solo
  - . profundidade máxima de escavação (segundo classificação apresentada nas composições unitárias)

.das fundações:

TÍTULO-BASE: estaca rotativa

- CARACTERÍSTICAS: . diâmetro
- . comprimento máximo (segundo classificação própria das composições)

.das janelas:

TÍTULO-BASE: caixilhos de madeira

- CARACTERÍSTICAS:
- . funcionamento
  - . presença de veneziana (com, sem ou só veneziana)
  - . inclusão de ferragem
  - . largura "L"
  - . altura "H"
  - . tipo de verga (reta/curva)

.das instalações hidráulicas:

TÍTULO-BASE: instalação de encanamentos

- CARACTERÍSTICAS:
- . material do tubo
  - . bitola
  - . modo de ligação entre tubo subsequentes (quando o material apresentar mais de uma maneira de executá-la)
  - . uso do tubo

.das coberturas:

TÍTULO-BASE: cobertura com telha fibrocimento

- CARACTERÍSTICAS:
- . tipo de telha (estrutural/ não estrutural)

- . altura da telha
- . largura útil da telha
- . comprimento útil da telha
- . número de águas do telhado
- . espessura da telha

.dos acabamentos de elementos divisórios:

TÍTULO-BASE: aplicação de azulejo

CARACTERÍSTICAS: . tamanho da unidade de azulejo

- . modo de aplicação (a prumo, à diagonal, à amarração)
- . número de lados da parede que recebe azulejos
- . argamassa ou cola de assentamento

### 3.3.2. CARACTERIZAÇÃO DO INTERRELACIONAMENTO ENTRE OS VÁRIOS SERVIÇOS

Observando a forma de discriminar os serviços pertinentes a um projeto, constata-se que nem sempre é possível, com essa leitura, fazer a consideração de todos os itens necessários. Isto ocorre pelo fato dos itens discriminados serem relacionados diretamente com composições de custo unitário com mesmo nome, mas que não representarão a total execução deste em obra. Deve-se, portanto, ter um meio de reconhecer quais as composições que reunidas consideram todos os custos de um serviço discriminado.

Para facilitar a observação do interrelacionamento foram criadas redes que englobam um certo número de atividades que determinam a realização de um objetivo apresentado na discriminação do projeto. A maior ou menor abrangência de atividades em cada rede é função da pessoa que a confecciona. Contudo, deve manter, ao longo de toda a sequência de serviços, uma coerência tal que impeça uma dupla consideração ou a falta de alguma etapa. É um instrumento de alerta que mostra a complexidade de cada serviço e pode ser indicador das exigências técnicas para a realização de um serviço. Deve-se salientar que alguns serviços podem fazer parte de inúmeras sequências de interrelacionamento e outros podem ser considerados independentes.

Exemplos:

.ALVENARIA DE TIJOLOS CERÂMICOS:

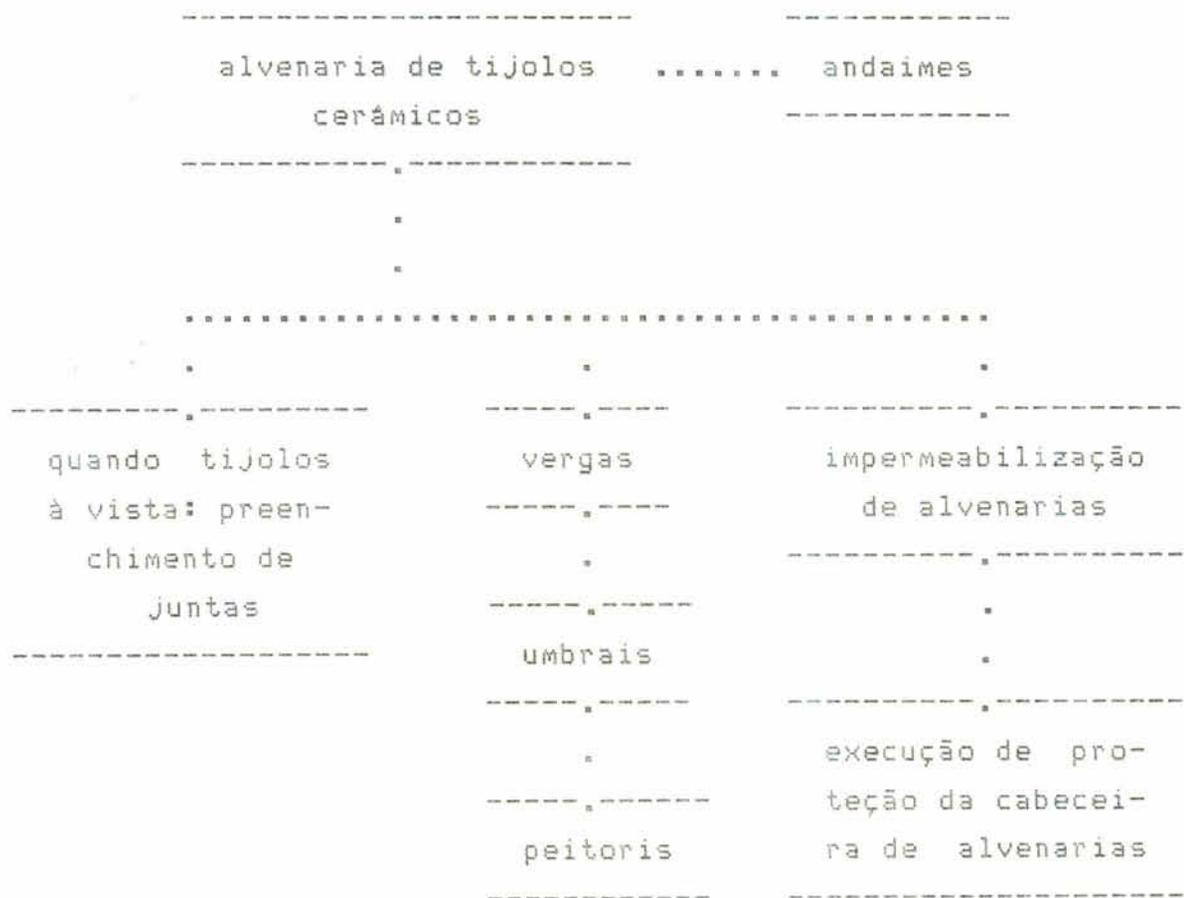


FIGURA 3: Esquema de interrelacionamento para alvenarias de tijolos cerâmicos

.CONSTRUÇÃO DE DEPENDÊNCIAS FECHADAS NA INSTALAÇÃO DE CANTEIRO (BARRACÕES): serviço independente

.ESCAVAÇÃO MECÂNICA DO SOLO:

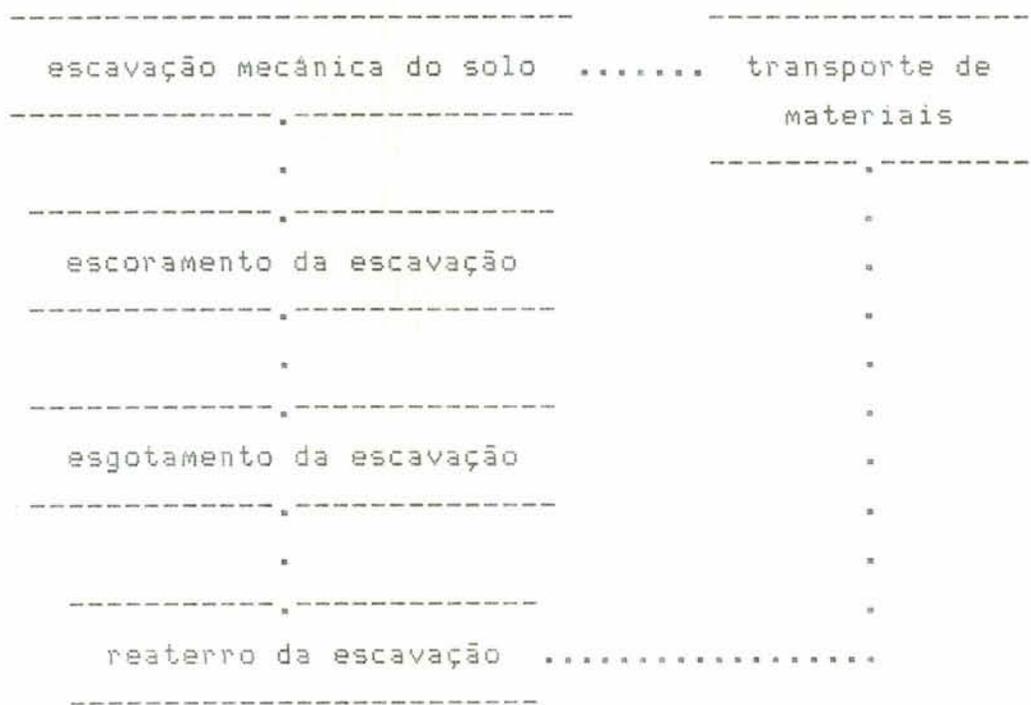


FIGURA 4: Esquema de interrelacionamento para escavação mecânica do solo

.CAIXILHOS DE MADEIRA PARA JANELAS:

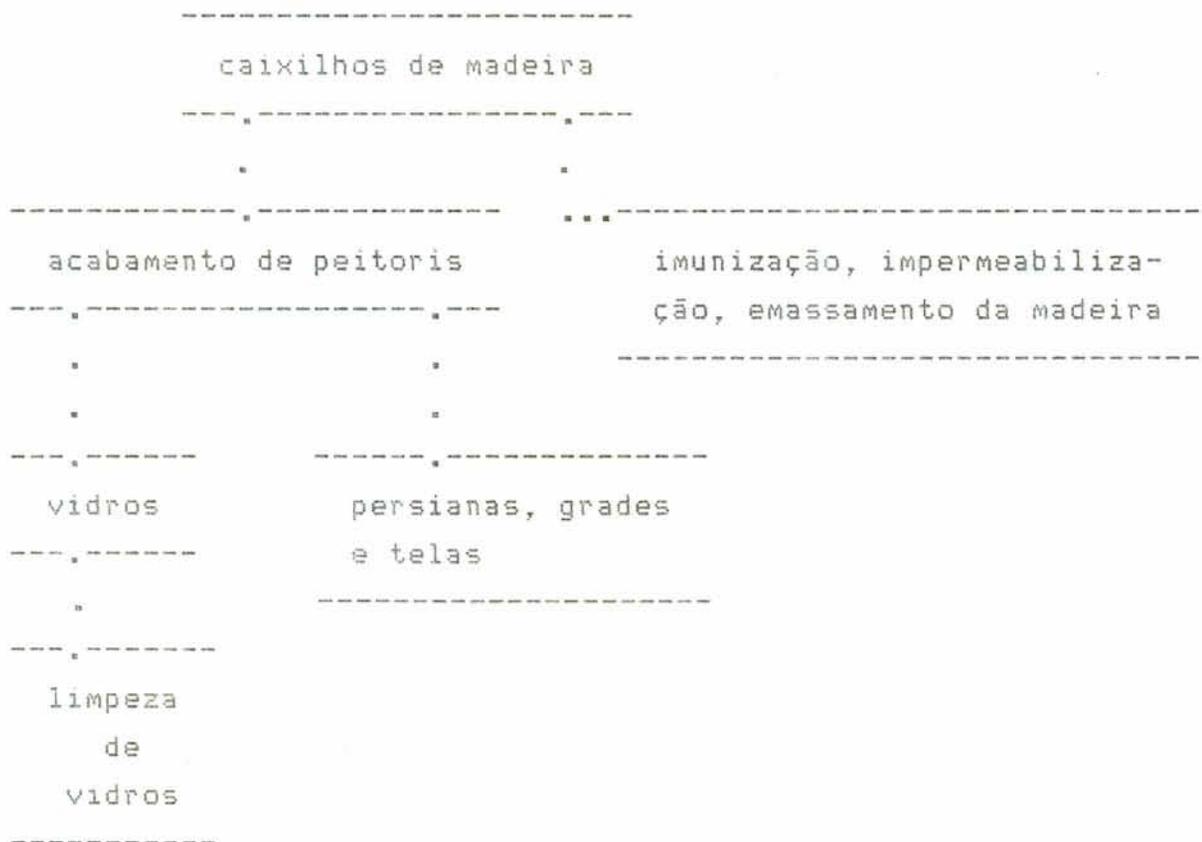


FIGURA 5: Esquema de interrelacionamento para caixilhos de madeira para janelas

.INSTALAÇÃO DE ENCANAMENTOS HIDRÁULICOS: este é um caso muito especial onde se tem a instalação de tubos fazendo a interligação entre os vários pontos da instalação hidráulica. Tem-se, portanto, um esquema de interrelacionamento que diz respeito aos serviços diretamente ligados à instalação do tubo (Figura 6.1) e o esquema geral (Figura 6.2) onde, entre cada um dos elementos, está o esquema menor, representado somente pela presença do cano.

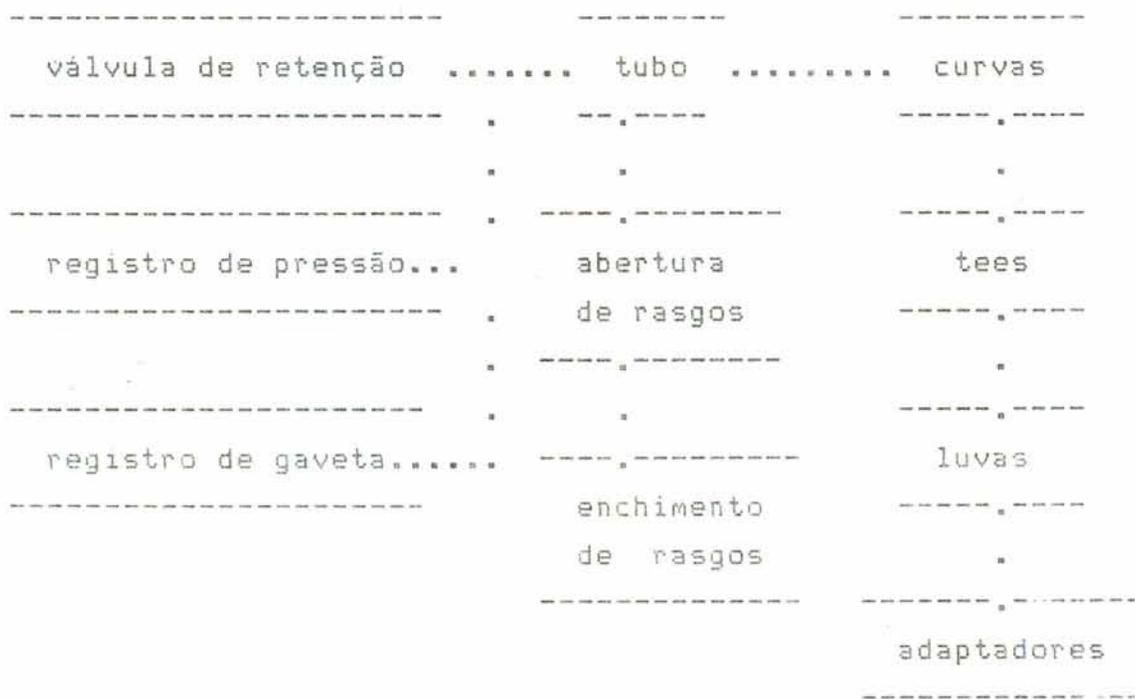


FIGURA 6.1: Esquema de interrelacionamento para colocação de tubos das instalações hidráulicas

-----		-----
cavalete de entrada .....		abrigo para cavalete de entrada
-----		-----
.		
.		
-----		-----
tubo	...	torneira de bóia
-----		-----
.		
.		
-----		-----
caixa d'água industrializada .....		
(inferior)	.	.
-----		-----
.		
.		
-----		-----
conjunto motor-bomba	...	válvula de pé-de- crivo
-----		-----
.		
.		
-----		-----
tubo .....	caixa d'água industrializada	
-----	(superior)	
	-----	
	.	
	.	
	-----	-----
	tubo .....	aquecedor de água
	-----	-----
	.	.
	.	.
	-----	-----
	aparelhos e/ou	acessórios :
	-----	-----

-----  
..... lavatório ..... aparelho misturador ou torneira  
-----  
.  
.  
.  
-----  
... saboneteira  
-----

-----  
..... bacia sanitária ..... caixa ou válvula de descarga  
-----  
.  
.  
.  
-----  
... papeleira  
-----  
.  
-----  
... ducha para assento sanitário  
-----

-----  
..... banheira ..... aparelho misturador  
-----  
.  
.  
-----  
... saboneteira  
-----

-----  
..... chuveiro ..... aparelho misturador  
-----  
.  
.  
..... saboneteira  
-----  
.  
..... piso industrializado para box  
-----

-----  
..... torneira de pressão ..... saboneteira  
-----

-----  
..... tampo de aço inox ...  
-----  
..... ralo com sifão  
-----  
..... tampo de pedra .  
-----  
.. aparelho misturador  
ou torneira  
-----  
.  
..... aparelho triturador  
-----  
.  
..... saboneteira  
-----

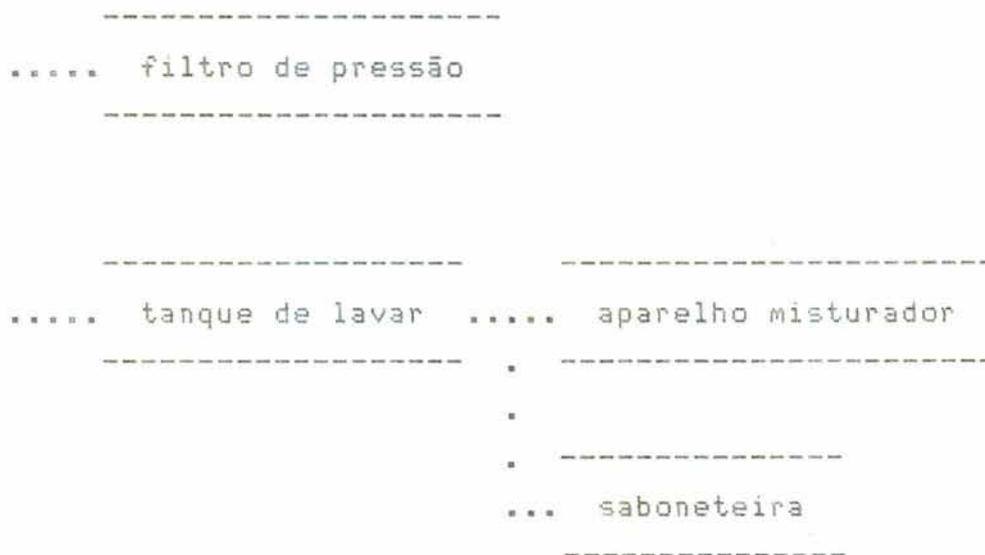


FIGURA 6.2: Esquema de interrelacionamento geral para instalações hidráulicas

. APLICAÇÃO DE AZULEJOS:

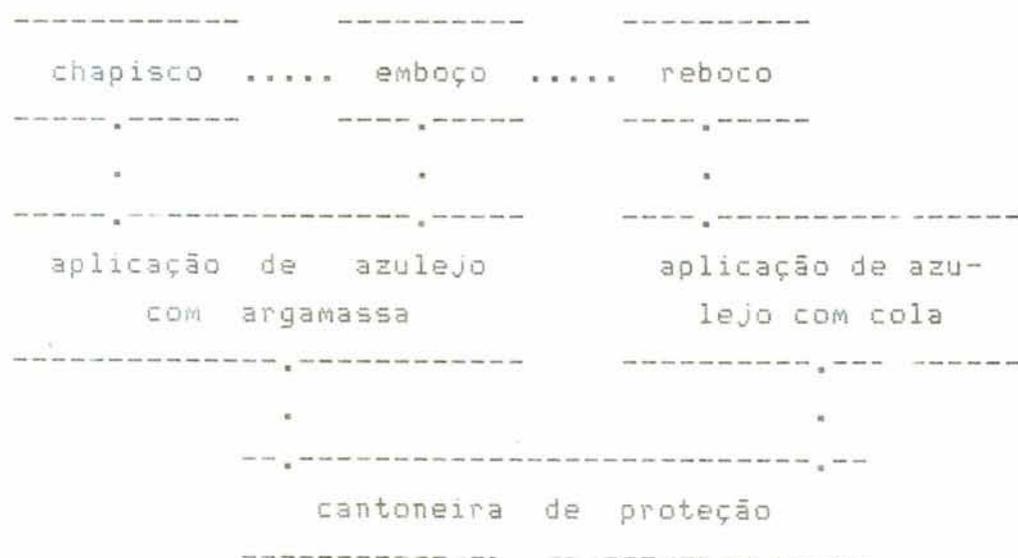


FIGURA 7: Esquema de interrelacionamento para aplicação de azulejos

### 2.3.3. ANÁLISE DAS REGRAS DE MEDIÇÃO

Dispondo-se de uma listagem de composições unitárias completa e atualizada, deve-se verificar as regras de medição correspondentes a cada serviço.

Aqui surgem os primeiros problemas: o que fazer quando o serviço não apresenta a correspondente regra de medição e, ainda, como avaliar se uma determinada regra, usada em relação às outras composições, é adequada. Sugere-se que as composições que não estiverem acompanhadas de regra de medição sejam consideradas incompletas e que seu uso não se concretize até esclarecer o fato junto ao seu autor.

Na análise do conjunto de regras de medição, tem que se ter presente dois aspectos:

a. verificar se a regra de medição inclui detalhes que façam com que haja uma única interpretação para o tipo de levantamento proposto e, conseqüentemente, um único resultado independentemente da pessoa que realiza o trabalho;

b. analisar se as regras de medição podem ser consideradas correspondentes aos títulos-base ou existem serviços discriminados que tem regras de medição independentes. Salientar os casos incluídos na última opção na planilha de caracterização, junto à linha correspondente a tais serviços discriminados.

Quanto ao item "a" acima, tem que se fazer considerações especiais para os casos onde a regra de medição não esteja totalmente detalhada. Nestes casos, deverá ser fixada uma maneira de agir em correspondência ao que é usado na empresa ou meio orçamentário em geral.

Os exemplos são a melhor forma de demonstrar como isso

é feito e será considerado no método sistematizado.

#### Exemplo 1: ALVENARIA DE TIJOLOS CERÂMICOS

REGRA DE MEDIÇÃO ENCONTRADA: das áreas de alvenarias de tijolos cerâmicos, serão descontadas somente as áreas de vazios que excederem, em cada vão, a 2,00 metros quadrados. Vãos com área igual ou inferior a 2,00 metros quadrados não serão descontados, bem como eventuais elementos estruturais de concreto inclusos na alvenaria. Esse critério deve-se ao trabalho de enquadramento dos vãos ou execução de alvenaria junto aos elementos estruturais. Assim, para vãos de, por exemplo, 6,00 metros quadrados, descontar 4 metros quadrados; para vãos de 1,50 metros quadrados, considerá-los como se fosse cheio (TCPO PINI).

Em primeiro lugar, como não há distinção do tipo de alvenaria de tijolos cerâmicos, conclui-se que é de uso geral para esse tipo de título-base.

Analisando o grau de informação da regra de medição, é se levado a concluir que a medição é pelos metros quadrados de alvenaria descontados os vãos citados. Não foi citada a forma de proceder junto à planta, pois não fica esclarecido como é feita a leitura de dados como altura e comprimento de alvenarias, por exemplo, de forma precisa e que leva a um resultado único.

Sugere-se para esse caso o seguinte procedimento:

a. Identificação de trechos independentes de parede por processo gráfico: traçar sobre cada parede uma linha que coincida com sua linha média. Cada trecho que ficar entre outros parâmetros ortogonais ou que chegar ao encontro de elemento estrutural, será um trecho independente de parede e receberá um número que o identifique. Para proceder a numeração, é aconselhável que esta seja feita primeiramente nas paredes que tem uma direção e

depois nas da outra. Isso facilita a consideração dos trechos independentes que para uma ou outra divisão funcional da unidade residencial se apresente como uma parede única. A figura 8 mostra o procedimento gráfico realizado sobre um croqui de projeto arquitetônico;

b. Medição do comprimento de cada trecho independente de parede e respectiva anotação na linha da planilha que contem sua identificação e altura;

c. Medição da largura e altura de cada vão de porta que deverá ser identificado pela letra "P" seguida pelo número do trecho independente de parede ao qual pertence e por índices 1, 2, 3, ..., n que indicam ser a primeira, segunda, terceira, ..., enésima porta do mesmo trecho. Esta sequência numérica dentro de um mesmo trecho independente de parede deverá ser determinada iniciando-se sempre da esquerda para a direita e de cima para baixo;

d. Medição da largura e altura de cada vão de janela que deverá ser identificado pela letra "J" seguida pelo número do trecho de parede ao qual pertence e por índices 1, 2, 3, ..., n que indicam ser a primeira, segunda, terceira, ..., enésima janela no mesmo trecho. Essa sequência numérica dentro do mesmo trecho independente de parede deverá ser determinada iniciando-se sempre da esquerda para a direita e de cima para baixo.

OBSERVAÇÕES: 1. Caso os vãos de porta não receberem fechamento por esquadria, estes devem ser considerados da mesma forma e esta peculiaridade será considerada quando da definição das esquadrias.

2. Caso os vãos de portas e/ou janelas tenham verga curva, deve ser feita anotação da altura da verga curva em relação ao vão reto. Isto é, a distância vertical medida no ponto médio da largura do vão, entre a linha superior do vão quando considerado reto e a linha limite da verga curva. A figura 9 e-

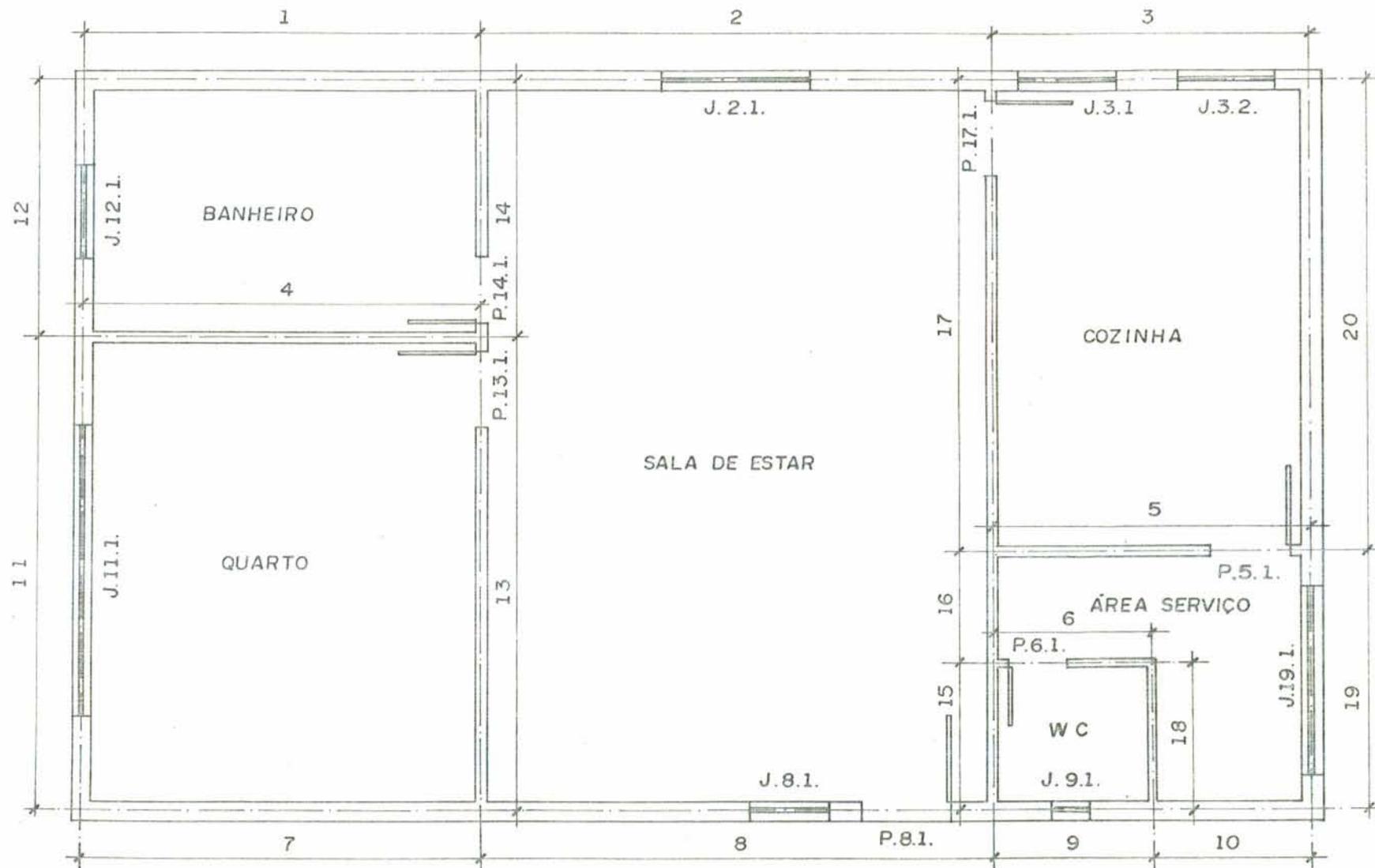


FIGURA 8 : OBTENÇÃO DOS TRECHOS INDEPENDENTES DE PAREDE EM PLANTA

xemplifica como é feita a medição.

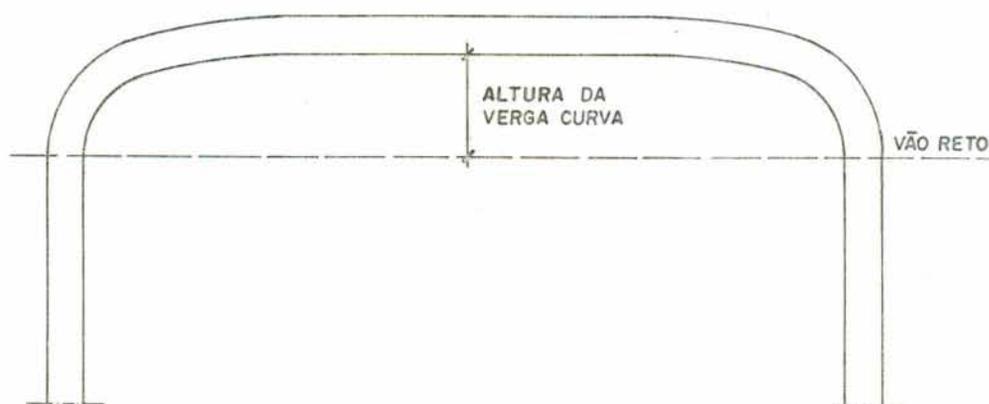


FIGURA 9: MEDIÇÃO DA ALTURA DE VERGAS CURVAS

#### Exemplo 2: VIGAS DE CONCRETO ARMADO

REGRA DE MEDIÇÃO ENCONTRADA: as estruturas de concreto armado são computadas pela soma de várias composições que referem-se a: formas, escoramentos metálicos especiais (opcional), armadura, concreto, controle tecnológico do concreto, desmoldagem de formas. Para cada um desses títulos-base, tem-se a necessidade de certos dados da medição e estes, por sua vez, devem ser coerentes com regras de medição que se apresentam, na maioria dos casos, da seguinte maneira:

a. Formas para vigas: medição pelos metros quadrados de forma em contato com o concreto;

b. Escoramentos metálicos especiais para vigas: medição pelos metros de base de viga a escorar;

c. Armadura: as armaduras são medidas pelos quilos ne-

cessários para cada uma das bitolas com uma determinada tensão de escoamento;

d. Concreto: medição pelo volume da estrutura;

e. Controle tecnológico do concreto: medição pelo volume de concreto necessário para a estrutura;

f. Desmoldagem da forma: medição pelos metros quadrados de forma que forem necessários para a moldagem da estrutura.

Nestes casos, regras de medição genéricas não causam maiores dificuldades para o orçamentista, pois são quantitativos que se obtém com referência a partes do elemento e que são de conhecimento geral. O que se sugere para sistematizar o procedimento, é a utilização de planilhas de anotação de dados que possibilitem a utilização destes para o cálculo de todos os quantitativos referentes a um elemento estrutural com uma única leitura em planta.

Com esse intuito, regras de medição que regem o procedimento de levantamento de dados foram criadas. Segue a citação de como será a regra de medição para os elementos referentes a vigas de concreto armado:

a. Classificação das vigas segundo a existência de vínculos a lajes adjacentes para distinguir os dados necessários, em cada caso, para o cálculo de quantitativos:

VIGA TIPO 1: Vinculada unilateralmente a uma laje (Figura 10)

VIGA TIPO 2: Vinculada em ambos os lados a lajes (Figura 11)

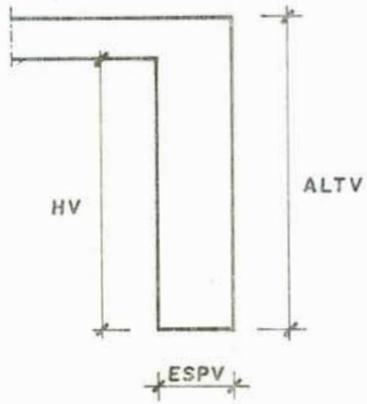


FIGURA 10: VIGA TIPO 1

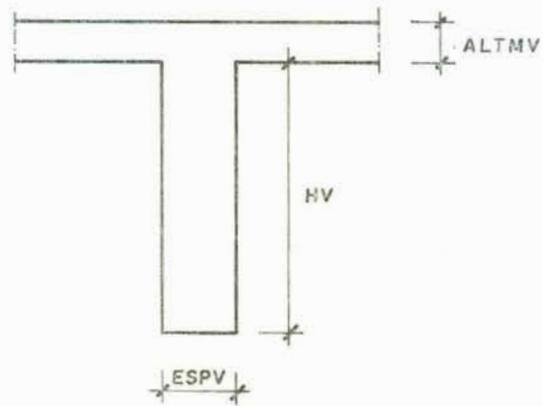


FIGURA 11: VIGA TIPO 2

VIGA TIPO 3: Sem vínculos, sem mesa (Figura 12)

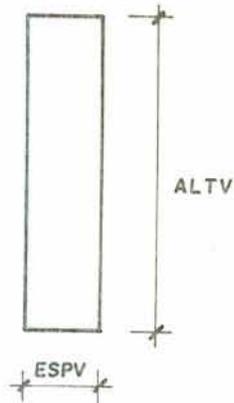


FIGURA 12 : VIGA TIPO 3

VIGA TIPO 4: Sem vínculos, do tipo "T" (Figura 13)

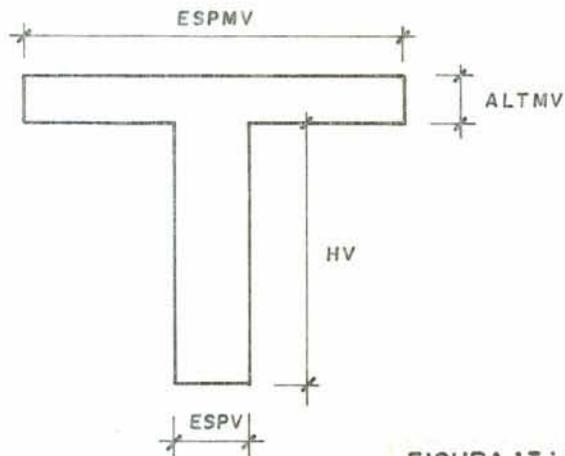


FIGURA 13 : VIGA TIPO 4

VIGA TIPO 5: Vinculada unilateralmente a uma laje e possuindo, no outro lado, pequena mesa (Figura 14)

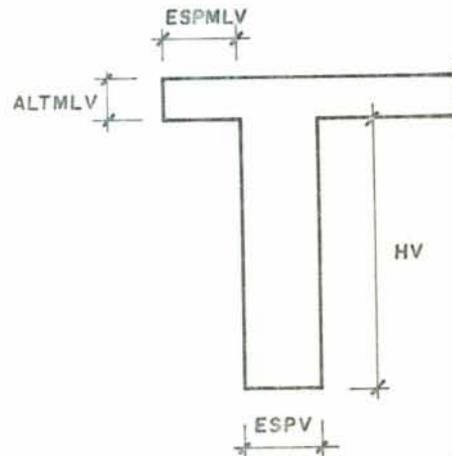


FIGURA 14: VIGA TIPO 5

b. Levantamento de dados para cálculo de quantitativos referentes à armadura: este levantamento de dados será pela medição em planta dos comprimentos das armaduras, em metros, ou diretamente da planilha de aços fornecida pelo projetista, classificados segundo a tensão de escoamento e bitolas.

### 3.3.4. IDENTIFICAÇÃO DOS VALORES QUE SÃO RETIRADOS DE PLANTA

Como foi demonstrado nos exemplos do item 3.3.2. conhecida a regra de medição, alcança-se o conhecimento dos dados que serão buscados em planta. Com sua identificação clara, os dados poderão ser utilizados tantas vezes quantas forem necessárias para cálculo de quantitativos de serviços. Desta forma, a leitura em escala dos dados em planta ocorrerá uma única vez.

O conhecimento dos dados de planta necessários para o cálculo do quantitativo de cada serviço permite que se formem grupos com aqueles que necessitam dados comuns para obtenção de seu respectivo quantitativo. Esta é uma grande diferença entre o método sistematizado e o tradicional porque, enquanto o primeiro

usa a praticidade do levantamento de dados, o segundo segue a ordem cronológica de tarefas em obra que, nesta fase do empreendimento, não é fundamental. Deve-se salientar que esse tipo de ordenação dos serviços não prejudica os estudos posteriores que se referem à cronologia dos serviços. Para tanto, os serviços podem, facilmente, ser rearranjados.

Exemplos de interdependência de serviços com referência à utilização dos mesmos dados de planta estão citados abaixo. A numeração apresentada foi utilizada na análise do conjunto de composições unitárias e é exemplificativa. Convém salientar que os serviços foram agrupados em capítulos -agregando aqueles mais especificamente relacionados- e em blocos computacionais -agregando os capítulos que utilizam os mesmos dados.

Exemplo: BLOCO COMPUTACIONAL 5: CAPÍTULOS 5, 6, 7, 8 e 9

#### CAPÍTULO 5: ELEMENTOS DIVISÓRIOS

TÍTULOS-BASE: 1.Alvenaria de tijolos cerâmicos

- 2.Umbrais e peitoris para alvenarias de tijolos cerâmicos
- 3.Preenchimento de juntas das alvenarias de tijolos à vista
- 4.Vergas retas para alvenarias de tijolos cerâmicos
- 5.Vergas curvas para alvenarias de tijolos cerâmicos
- 6.Encunhamento de alvenarias de tijolos cerâmicos
- 7.Alvenaria de pedra
- 8.Alvenaria de blocos
- 9.Verga armada para alvenaria de blocos de vedação
- 10.Peitoril armado para alvenaria de blocos de vedação
- 11.Impermeabilização de alvenarias

12. Execução de proteção de cabeceira de alvenaria com argamassa
13. Alvenaria com elementos vazados
14. Divisórias leves
15. Alvenaria com concreto celular
16. Parede armada com tela
17. Paredes de madeira
18. Andaimos

#### CAPÍTULO 6: JANELAS

- TÍTULOS-BASE:
1. Caixilhos de madeira
  2. Imunização, impermeabilização, emassamento e enceramento de janelas de madeira
  3. Pintura de janelas de madeira
  4. Caixilhos metálicos
  5. Tratamento e pintura de janelas metálicas
  6. Persianas, grades e telas para janelas
  7. Peitoris
  8. Vidros
  9. Limpeza de vidros

#### CAPÍTULO 7: PORTAS

- TÍTULOS-BASE:
1. Portas de madeira
  2. Imunização, impermeabilização, emassamento e enceramento de portas de madeira
  3. Pinturas de portas de madeira
  4. Portas metálicas
  5. Tratamento e pintura de portas metálicas
  6. Mola hidráulica, dobradiça vai-vem, puxadores e visor para portas
  7. Ferragens para portas
  8. Soleira
  9. Vidros

- 10.Limpeza de vidros
- 11.Limpeza de portas

## CAPÍTULO 8: ACABAMENTO DE ELEMENTOS DIVISÓRIOS

- TÍTULOS-BASE:
- 1.Chapisco
  - 2.Emboço
  - 3.Reboco
  - 4.Aplicação de tinta seladora
  - 5.Aplicação de tinta hidrófuga em exteriores
  - 6.Emassamento de paredes
  - 7.Pintura
  - 8.Revestimento com azulejo
  - 9.Revestimento com pastilhas
  - 10.Revestimento com materiais cerâmicos em geral  
(exceção para azulejos e pastilhas)
  - 11.Cantoneira para proteção de encontros proeminentes de paredes
  - 12.Revestimento com cirex batido
  - 13.Aplicação de escaiola
  - 14.Revestimento com chapa melamínica
  - 15.Revestimento com papel de parede
  - 16.Revestimento com forração vinílica
  - 17.Revestimento com areia quartzosa
  - 18.Revestimento com pedras
  - 19.Revestimento imitando travertino
  - 20.Revestimento com chapa lisa de fibrocimento
  - 21.Revestimento com vidro aplicado com pasta colorida
  - 22.Revestimento com chapas acústicas de fibra de madeira
  - 23.Revestimento com lambri macho e fêmea
  - 24.Acabamento de elementos divisórios de madeira
  - 25.Revestimento com sistema modulado de lâminas de alumínio

## CAPÍTULO 9: ACABAMENTO DE TETOS E PISOS

- TÍTULOS-BASE:
1. Chapisco em tetos
  2. Emboço em tetos
  3. Reboco em tetos
  4. Emassamento em tetos
  5. Aplicação de tinta seladora em tetos
  6. Pintura de tetos
  7. Aplicação de azulejos no teto
  8. Revestimento com pastilhas no teto
  9. Revestimento com cirex batido no teto
  10. Forro de madeira
  11. Forro de fibra de madeira
  12. Forro de madeira mineralizada
  13. Acabamento de forros de madeira
  14. Moldura (meia cana) para forros de madeira
  15. Forro de gesso
  16. Forro de estuque
  17. Salpique rugoso em tetos externos
  18. Chapa lisa de fibrocimento para forro
  19. Forro com placas acústicas de cortiça
  20. Forro com placas térmicas de poliestireno
  21. Forro com painéis de fibra de vidro
  22. Forros metálicos
  23. Forro iluminante
  24. Lastro para pisos
  25. Enchimento de laje rebaixada
  26. Contrapiso
  27. Chapisco em laje
  28. Piso em concreto
  29. Impermeabilização de laje de concreto
  30. Piso cimentado
  31. Rodapé cimentado
  32. Regularização da base para aplicação de materiais cerâmicos

33. Assentamento de mosaico vidroso
34. Rodapé em mosaico vidroso
35. Aplicação de ladrilho hidráulico
36. Rodapé de ladrilho hidráulico
37. Aplicação de ladrilho cerâmico
38. Aplicação de cerâmica esmaltada
39. Rodapé cerâmico
40. Aplicação de cacos cerâmicos
41. Aplicação de lajotão colonial
42. Acabamento de piso com tijolo maciço cerâmico
43. Aplicação de pastilhas
44. Regularização da base para aplicação de granitina
45. Aplicação de granitina
46. Rodapé de granitina
47. Regularização da base para aplicação de chapa vinílica
48. Impermeabilização da base para aplicação de chapa vinílica
49. Aplicação de chapa vinílica
50. Rodapé vinílico
51. Regularização da base para aplicação de revestimento com pedras em placas
52. Impermeabilização da base para aplicação de revestimento com pedras em placas
53. Aplicação de pedras em placas
54. Rodapé de pedra
55. Regularização da base para aplicação de placas de borracha
56. Aplicação de placas de borracha
57. Aplicação da base para aplicação de revestimento de madeira
58. Aplicação de tacos de madeira
59. Aplicação de parquet de madeira
60. Aplicação de tábuas corridas
61. Construção de soalho

62. Raspagem, calafetação e acabamento de pisos de madeira
63. Rodapé de madeira
64. Pintura ou envernizamento de rodapés de madeira
65. Regularização da base para aplicação de carpete
66. Aplicação de carpete
67. Regularização da parede para receber rodapé de carpete
68. Rodapé de carpete
69. Revestimento de degraus
70. Escarificação, escavação e remoção de terra (até 1,00 km) para execução de calçamento
71. Preparo de caixa com maquinário
72. Apiloamento do fundo da escavação
73. Aplicação de manta não tecida de poliéster
74. Execução de drenos
75. Resterro da escavação
76. Pavimento com saibro apiloado
77. Aplicação de paralelepípedos
78. Pavimento com areia e brita
79. Placas de concreto armado
80. Blocos de concreto
81. Pavimentação com produtos asfálticos
82. Mosaico português
83. Pavimentação com seixo rolado
84. Aplicação de meio-fios
85. Sarjetas de concreto
86. Abertura de gárgulas

### 3.3.5.FÓRMULAS MATEMÁTICAS PARA CÁLCULO DE QUANTITATIVOS

Houve a preocupação de desenvolver os procedimentos de cálculo de quantitativos através de formulários que, ao serem preenchidos, resultam nos valores procurados.

Para os exemplos 1 e 2 do item 3.3.3., tem-se o seguinte formulário:

Exemplo 1: CÁLCULO DAS ÁREAS DE ALVENARIAS DESCONTADOS OS VÃOS MAIORES QUE 2,00 m<sup>2</sup>.

Considera-se que os quantitativos foram caracterizados segundo o tipo de tijolo, argamassa de assentamento, espessura da parede, espessura da junta entre tijolos e tipo de acabamento.

.Para vãos de porta onde (altura x largura) > 2,00 m<sup>2</sup> efetuar o somatório (#):

$$\#(\text{vão} - 2,00) = \#Portas$$

.Para vãos de janela onde (altura x largura) > 2,00 m<sup>2</sup> efetuar o somatório (#):

$$\#(\text{vão} - 2,00) = \#Janelas$$

.Para as paredes efetuar o somatório (#):

$$\#(\text{comprimento} \times \text{altura}) = \#Paredes$$

.Quantitativo referente a área de alvenaria:

$$\text{AREA DE ALVENARIA} = \#Paredes - (\#Portas + \#Janelas)$$

Exemplo 2: CÁLCULO DOS QUANTITATIVOS DOS SERVIÇOS QUE SÃO NECESSÁRIOS PARA COMPLETA EXECUÇÃO DE VIGAS DE CONCRETO ARMADO:

a. QUANTITATIVOS PARA FORMAS: medição pelos metros quadrados de área de forma em contato com o concreto. Classificar as formas segundo o material com o qual serão confeccionadas.

Área de forma da viga "n" (AFVN):

$$AFVN = ((HVN + ALTVN + COMPLVN + ESPVN) + (2 \times ALTMVN) + ALTMLVN) \times COMPVN$$

onde: HVN = altura da viga quando esta for do tipo 1, 2 ou 5  
(ver ilustrações no item 3.3.3.)

ALTVN = altura da viga quando esta for do tipo 1 ou 3  
(ver ilustrações no item 3.3.3.)

COMPLVN = dado geométrico artificial criado para se ter uma fórmula onde aparecem as duas definições de altura (HVN e ALTVN) ao mesmo tempo. Tem seus valores definidos no quadro 5.

ESPVN = espessura da viga

ALTMVN = altura da mesa da viga, dado existente quando a viga for do tipo 2 ou 4

ALTMLVN = altura da aba das vigas do tipo 5

COMPVN = comprimento do trecho de viga considerado de características constantes

.Área total de formas para vigas(ATFV):

$$ATFV = \#AFVN$$

onde # = somatório

QUANDO			COMPLVN
HVN	ALTVN		SERA
=0	<DU>0		ALTVN
<DU>0	=0		HVN
<DU>0	<DU>0		0

QUADRO 5 - Valores assumidos por COMPLVN

b.QUANTITATIVOS PARA ESCORAMENTOS METÁLICOS: medição pelos metros de base de vigas a escorar. Observando quais as vigas que serão escoradas por escoramento metálico.

.Comprimento de escoramento de vigas (CEV):

$$CEV = \#COMPVN$$

onde: # = somatório

COMPVN = comprimento do trecho de viga considerado em separado

c. QUANTITATIVOS PARA CONCRETO: medição pelo volume de concreto necessário para as vigas. Devem ser considerados dois casos:

.Quando  $ALT_{VN}=0$  : volume de concreto da viga "n" ( $VC_{VN}$ ):

$$VC_{VN} = ( (H_{VN} + ALT_{MVN}) \times ESP_{VN} + (ESPM_{VN} - ESP_{VN}) \times ALT_{MVN} + (ALT_{MLVN} \times ESP_{MLVN}) ) \times COMP_{VN}$$

.Quando  $0 < ALT_{VN} > 0$ : volume de concreto da viga "n" ( $VC_{VN}$ ):

$$VC_{VN} = ( (ALT_{VN} \times ESP_{VN}) + (ESPM_{VN} - ESP_{VN}) \times ALT_{MVN} + (ALT_{MLVN} \times ESP_{MLVN}) ) \times COMP_{VN}$$

Para ambos os casos o volume total de concreto para vigas ( $VTCV$ ):

$$VTCV = \#VC_{VN}$$

onde : # = somatório

As variáveis  $H_{VN}$ ,  $ALT_{VN}$ ,  $ESP_{VN}$ ,  $ALT_{MVN}$ ,  $ALT_{MLVN}$ ,  $COMP_{VN}$  estão definidas na página anterior. As demais variáveis têm os seguintes significados:

$ESPM_{VN}$  = largura da mesa das vigas "T" independentes

$ESP_{MLVN}$  = dimensão da aba da viga do tipo 5 na direção da espessura da viga

Os concretos deverão ser classificados segundo o local em que será feita a mistura (em obra, pré-misturado), resistên-

cia e tipo de controle exigido.

d.QUANTITATIVO PARA CONTROLE TECNOLÓGICO DO CONCRETO: medição pelo volume de concreto necessário para a estrutura. A parcela referente a vigas será VTCV, calculado no item "c".

e.QUANTITATIVO PARA DESMOLDAGEM DE FORMAS: medição pelos metros quadrados de forma que foram necessários para a moldagem da estrutura. A parcela referente a vigas será ATFV, calculado no item "a".

f.QUANTITATIVO PARA ARMADURAS: medição pelos quilos de aço necessários, classificados segundo a sua tensão de escoamento e respectivas bitolas.

Para as várias vigas, deve-se somar as metragens lineares de cada bitola de aço com mesma tensão de escoamento. Esses quantitativos serão denominados quantitativos em metros (QM) para determinado aço. Para transformar o quantitativo QM para o quantitativo em quilos (QQ) utiliza-se o valor da massa linear (kg/m) para cada bitola. Estes valores estão apresentados na Norma Brasileira EB 3/1980 e transcritos no quadro 6.

Assim:

$$QP(\text{bitola "n"}) = QM(\text{bitola "n"}) \times \text{massa linear}(\text{bitola "n"})$$

Desta maneira são obtidos os quantitativos em quilos, de acordo com as regras de medição e unidade de medida das composições unitárias.

---

BITOLA (mm)	MASSA LINEAR (kg/m)
5,0.....	0,160
6,3.....	0,250
8,0.....	0,400
10,0.....	0,630
12,5.....	1,000
16,0.....	1,600
20,0.....	2,500
25,0.....	4,000
32,0.....	6,300
40,0.....	10,000

---

QUADRO 6- Massa linear (kg/m) dos aços para armaduras de concreto armado conforme as bitolas das barras (EB 3/1980)

### 3.3.6. PLANILHAS PARA DADOS RETIRADOS DE PLANTA, QUANTITATIVOS E DISCRIMINAÇÕES

Para se poder trabalhar com um número tão grande de dados sem que ocorram equívocos, deve-se ter um conjunto de planilhas que possibilitem a anotação dos dados de planta, quantitativos e discriminações dos serviços.

#### 3.3.6.1. PLANILHAS DE DADOS RETIRADOS DE PLANTA

Esse tipo de planilha deve possibilitar a anotação de

todos os dados e características que estão registradas em planta e que servirão para o cálculo de quantitativos e para determinação do serviço discriminado ao qual se referem. Para os dois exemplos apresentados em 3.3.3, sobre regras de medição, sugere-se planilhas e para seu completo entendimento expõe-se o significado de cada coluna a ser preenchida.

PLANILHA 2: PLANILHA PARA DADOS REFERENTES A ELEMENTOS  
DIVISÓRIOS

Observação: elementos divisórios é o título que engloba todos os tipos de paredes correntes na construção: alvenaria de tijolos, alvenaria de pedra, alvenaria de blocos, alvenaria de elementos vazados, divisórias leves, paredes de madeira, etc.

Estão incluídos nesta planilha os seguintes dados:

TÍTULO-BASE: caracterização do tipo de elemento divisório

PD: indicação do pé-direito da obra

OBRA: indicação do código ou nome da obra

FL: local que permite a numeração de planilhas subseqüentes

PAREDE: para cada trecho independente de parede tem que se anotar os dados abaixo. As medições são feitas pelo procedimento apresentado em 3.3.3.

N: número que identifica cada trecho independente de parede

E: espessura nominal característica da alvenaria, em centímetros

C: comprimento da parede. Medida feita sobre a linha média da



sua espessura

H: indicação da altura de cada parede. Quando esta for igual ao pé-direito, indicado no cabeçalho, não fazer indicação alguma (fica subentendido que o trecho tem altura igual ao pé-direito)

JANELA: para as janelas, deve-se indicar os dados abaixo mantendo correspondência com a linha da planilha onde a parede à qual pertence foi citada. Quando um trecho independente de parede tem mais de uma janela, indicar uma abaixo da outra antes de citar a próxima parede

X: número da janela dentro do trecho independente de parede ao qual pertence. Manter sequência numérica somente dentro do mesmo trecho de parede "n"

L: largura do vão da janela

H: altura do vão da janela

R: indicação da altura da verga curva, quando esse tipo de verga ocorrer na janela. O método de medição está na figura 9.

PORTA: para as portas, deve-se indicar os dados abaixo mantendo correspondência com a linha da planilha onde a parede à qual pertence foi citada. Quando um trecho independente de parede tem mais de uma porta, indicar uma abaixo da outra antes de citar a próxima parede

Y: número da porta dentro do trecho independente de parede ao qual pertence. Manter sequência numérica somente dentro do mesmo trecho de parede "n"

V: largura do vão da porta

A: altura do vão da porta

S: indicação da altura da verga curva, quando esse tipo de verga ocorrer na porta. O método de medição está na figura 9

PLANILHA 3: PLANILHA PARA DADOS GEOMÉTRICOS DAS VIGAS DE CONCRETO ARMADO

Estão incluídos nesta planilha os seguintes dados:

OBRA: indicação do código ou nome da obra

FL: local que permite a numeração de planilhas subsequentes

VIGA N: identificação da viga (em termos de medição, considera-se viga como os trechos de seção constante)

HVN: altura HVN é encontrada nas vigas dos tipos 1, 2, 4 ou 5 (ver ilustrações no item 3.3.3). Corresponde a altura da alma da viga desde a base até sua ligação com a laje à qual esta vinculada ou sua mesa, quando se tratar de viga tipo "T"

ALTVN: a altura ALTVN é encontrada nas vigas dos tipos 1, 3 ou 4. Representa a altura total da viga: desde a base até a superfície superior que a delimita

COMPLVN: é um dado geométrico artificial que foi criado para que se utilize somente uma fórmula para o cálculo da área de formas. O valor que COMPLVN deverá assumir está no quadro 5.

ALTMVN: quando as vigas possuem mesa, este dado deve ser anotado. Os tipos 2 e 4 (ver ilustrações no item 3.3.3) possuem esse elemento. Corresponde à altura da mesa da viga

ALTMLVN: o tipo de viga 5 (ver ilustrações no item 3.3.3.)



possuem a peculiaridade de apresentarem uma aba, e a altura desta aba ou mesa unilateral deverá ser anotada neste campo

ESPVN: é um valor medido em todos os tipos de vigas. Corresponde à espessura da viga, isto é, dimensão perpendicular à sua maior dimensão

ESPMVN: corresponde à medida da largura da mesa da viga. Como é medida paralela à da espessura ESPVN, mantém-se esta nomenclatura. Existem nas vigas "T" independentes

ESPMLVN: quando se tem vigas do tipo 5 (apresentadas no item 3.3.3.), deve-se anotar qual a dimensão da aba ou mesa lateral, na direção paralela à espessura da viga

COMPVN: a cada trecho de viga, independente do tipo, deve-se fazer anotação da dimensão longitudinal da peça (comprimento)

PLANILHA 4: PLANILHA PARA OS DADOS REFERENTES A ARMADURA DAS VIGAS DE CONCRETO ARMADO

OBRA: indicação do código ou nome da obra

FL: local que permite a numeração das planilhas subseqüentes

ARMADURA COM AÇO: 1:..... 2:..... 3:.....: para anotação das várias tensões de escoamento dos aços utilizados nas vigas de concreto armado

VIGA N: identificação da viga. Deve-se usar os mesmos índices identificadores utilizados na Planilha 3

BIT-DADO: cada um desses pares de colunas estão intimamente ligados, uma vez que nas colunas "BIT" -bitola- se indica o diâmetro, em milímetros, das barras presentes na viga e, nas colunas



DADÔ, o valor numérico da metragem linear correspondente à essa bitola. Quando no cabeçalho for indicada mais de uma tensão de escoamento, deve-se, antecedendo à bitola, indicar o número correspondente ao tipo de aço cuja bitola e metragem linear ficam indicados na linha.

### 3.3.6.2. PLANILHAS PARA ANOTAÇÃO DE QUANTITATIVOS E DISCRIMINAÇÃO DO SERVIÇO

Conhecidos e anotados convenientemente os dados, pode-se calcular o valor dos quantitativos e qualificá-los, segundo a indicação da sua discriminação. Para o armazenamento conveniente destes valores usa-se planilhas específicas. Os exemplos, que novamente se referem aos casos apresentados em 3.3.3., são:

#### PLANILHA 5: PLANILHA PARA CÁLCULO DAS ÁREAS DOS ELEMENTOS DIVISÓRIOS

OBRA: indicação do código ou nome da obra

FL: local que permite a numeração das planilhas subsequentes

SERVIÇO DISCRIMINADO: indicação do código referente à discriminação do serviço. Este código é retirado da Planilha de Caracterização dos Serviços (item 3.3.1) e escolhido conforme o que dispõe a discriminação do projeto para cada trecho independente de parede considerado

N: número que identifica o trecho independente de parede que terá quantitativos relacionados nesta linha e é discriminado conforme o código indicado na coluna anterior

CAHN: valor resultante do produto (C x AH) de cada trecho inde-



pendente de parede "n"

NX: indicação de cada uma das janelas "X" pertencentes ao trecho de parede "N" e que terá sua área calculada

LHNX: valor resultante do produto (L x H) de cada janela "NX" indicada

LHNXRED: este valor será igual a zero quando LHNX for menor ou igual a 2,00 metros quadrados. Nos outros casos será:

$$LHNXRED = LHNX - 2,00 \text{ m}^2$$

Esse cálculo é necessário para que se possa ter o valor que será reduzido de CAHN, segundo a regra de medição utilizada e apresentada no exemplo 1 do item 3.3.1.

LHNRED: somatório dos valores LHNXRED de todas as janelas de um mesmo trecho independente de parede

NY: indicação de cada uma das portas "Y" pertencentes ao trecho de parede "N" e que terá sua área calculada

VANY: valores resultantes do produto (V x A) de cada porta "NY" indicado

VANYRED: este valor será igual a zero quando VANY for menor ou igual a 2,00 m<sup>2</sup>. Nos outros casos:

$$VANYRED = VANY - 2,00 \text{ m}^2$$

Este cálculo é necessário para que se possa ter o valor que será reduzido de CAHN, segundo a regra de medição utilizada e apresentada no exemplo 1 do item 3.3.3.

VANRED: somatório dos valores VANYRED de todas as portas de um mesmo trecho independente de parede

SAN: somatório para obtenção da área de parede a considerar. É resultante de:

$$SAN = CAHN - LHNRED - VANRED$$

para cada trecho independente de parede

RTE: área total para o serviço discriminado. É resultante do somatório dos valores SAN calculados para esse tipo de serviço

PLANILHA 6: PLANILHA PARA QUANTITATIVOS DE FORMAS (CONFECÇÃO E DESMOLDAGEM)

OBRA: indicação do código ou nome da obra

FL: local que permite a numeração das planilhas subseqüentes

SERVIÇO DISCRIMINADO: indicação do código referente a discriminação do serviço. Esse código é retirado da Planilha de Caracterização dos Serviços (ver item 3.3.1) e escolhido conforme o que dispõe a discriminação do projeto para cada elemento estrutural considerado independente

IDENTIFICAÇÃO: indicação da identificação do elemento estrutural ( código do tipo de elemento + código numérico que diferencia os elementos do mesmo tipo entre si) ao qual os dados se referem

ÁREA DE FORMA: os valores devem ser classificados em:

PARCIAL: valores referentes a cada elemento estrutural indicado e é calculado pela fórmula apresentada no exemplo 2 -item "a"- em 3.3.3.



TOTAL: somatório dos valores parciais que se referem a uma mesma discriminação de serviço

PLANILHA 7: PLANILHA PARA QUANTITATIVOS DE ESCORAMENTOS DE VIGAS

OBRA: indicação do código ou nome da obra

FL: local que permite a numeração das planilhas subsequentes

SERVIÇO DISCRIMINADO: indicação do código referente a discriminação do serviço. Este código é retirado da Planilha de Caracterização dos Serviços (ver 3.3.1) e é escolhido conforme o que dispõe a discriminação do projeto

IDENTIFICAÇÃO: indicação da identificação da viga que terá o quantitativo para escoramento anotado nesta linha

COMPRIMENTO DE ESCORAMENTO: os valores devem ser classificados em:

PARCIAL: valor referente à viga identificada e é obtido com a anotação do comprimento da viga

TOTAL: somatório dos valores parciais que se referem a uma mesma discriminação de serviço

PLANILHA 8: PLANILHA PARA QUANTITATIVOS DE VOLUME DAS ESTRUTURAS DE CONCRETO ARMADO

OBRA: indicação do código ou nome da obra

FL: local que permite a numeração das planilhas subsequentes

SERVIÇO DISCRIMINADO: indicação do código referente a discrimi-





nação do serviço que terá o quantitativo parcial ou total calculado na linha em que foi feita essa indicação e subsequentes. Este código é retirado da Planilha de Caracterização de Serviços (ver 3.3.1) e é escolhido conforme o que dispõe a discriminação do projeto para cada elemento estrutural considerado independente

IDENTIFICAÇÃO: indicação da identificação do elemento estrutural (código do tipo de elemento + código numérico que diferencia os elementos do mesmo tipo entre si) ao qual os dados se referem

VOLUME DE CONCRETO: os valores devem ser classificados em:

PARCIAL: valores referentes a cada elemento estrutural indicado e é calculado por fórmula apresentada no exemplo 2 -item "c"- em 3.3.3.

TOTAL: somatório dos valores parciais que se referem a uma mesma discriminação de serviço.

Observação: usam essa planilha, os títulos-base: concreto e controle tecnológico de concreto

#### PLANILHA 9: PLANILHA PARA QUANTITATIVOS DE ARMADURA DAS ESTRUTURAS DE CONCRETO ARMADO

OBRA: indicação do código ou nome da obra

FL: local que permite a numeração das planilhas subsequentes

SERVIÇO DISCRIMINADO: indicação do código referente a discriminação do serviço. Este código é retirado da Planilha de Caracterização dos Serviços (ver 3.3.1) e é escolhido conforme o que dispõe a discriminação do projeto para cada elemento estrutural considerado independente



IDENTIFICAÇÃO: indicação da identificação do elemento estrutural (código do tipo de elemento + código numérico que diferencia os elementos do mesmo tipo entre si) ao qual os dados se referem

kg DE ARMADURA: os valores devem ser classificados em:

PARCIAL: valores referentes a cada elemento estrutural indicado, sendo e é calculado como demonstrado no exemplo 2 -item "f"- em 3.3.3.

TOTAL: somatório dos valores parciais que se referem a uma mesma discriminação de serviço

Desta forma todos os elementos que tornam o levantamento e cálculo de quantitativos um procedimento sistematizado ficaram aqui registrados. Resta verificar a sua aplicação prática através de exemplos. Estes serão apresentados no capítulo 4.

## 4. MÉTODO SISTEMATIZADO: APLICAÇÕES E DIFICULDADES DA IMPLANTAÇÃO

Este capítulo apresenta exemplos de aplicações práticas do método sistematizado (projeto completo/incompleto) e algumas observações sobre a utilização de composições unitárias, regras de medição e cuidados que o usuário deve ter com a possível falta de precisão que pode ocorrer com a utilização de planilhas sistematizadas. A falta de precisão ocorre quando não são feitos pequenos ajustes nos dados para seu amplo reaproveitamento no cálculo de quantitativos de vários serviços.

### 4.1. APLICAÇÃO DO MÉTODO SISTEMATIZADO PARA O CASO DE PROJETOS COMPLETOS

Utilizando os elementos sistematizadores apresentados no capítulo 3, procede-se da maneira descrita abaixo.

Consulta-se o memorial descritivo do projeto para determinar, frente a uma lista de títulos-base geral, quais os existentes nesta edificação em particular. O conhecimento, sem maior preocupação com a ligação serviço discriminado-local onde se desenvolve esse serviço no projeto, é importante para tomar-se as respectivas regras de medição e iniciar o levantamento de dados em planta, conhecendo o que se busca e tendo-se uma ordem para realização do trabalho.

Para facilitar o manuseio de regras de medição, sugere-se a criação de fichas que tragam, detalhadamente, o procedimen-

to para cada título-base. O uso dessas fichas com o passar do tempo, será necessário somente para os serviços que aparecem com menor frequência pois, os de presença constante, terão suas regras conhecidas pelo técnico através do treinamento que ocorre com a sua aplicação.

Os dados são levantados, segundo a regra de medição, e, adequadamente, guardados nas planilhas de dados referentes ao título-base em questão. Vale salientar aqui que a retirada dos dados de planta exige, em muitos casos, o registro neste documento de alguma identificação pela qual o dado será conhecido ao longo da orçamentação. O duplo registro, na planilha e em planta, também é uma maneira de permitir a conferência rápida dos elementos já considerados e facilita uma revisão dos valores que foram lidos (em escala ou diretamente, por apresentarem-se cotados).

Para executar-se o cálculo de quantitativos, ter-se-á que conhecer detalhadamente os serviços que correspondem a cada elemento físico da edificação. Isso é feito com a consulta à discriminação do projeto com o propósito de obter-se a indicação do código do serviço discriminado nas planilhas de quantitativos. Esse código, como foi visto anteriormente, é proveniente da Planilha de Caracterização (item 3.3.1.).

O cálculo de quantitativos parciais e totais segue instruções específicas para cada título-base. Devem ser consideradas algumas exceções que são devidamente assinaladas quando da ocorrência de serviços discriminados que, pertencendo a um certo título-base, exijam tratamento particular. Pode-se exemplificar esse fato com o caso referente ao título-base "formas para lajes de concreto armado". A regra de medição genérica diz respeito à medição da área necessária de formas, mas quando essas lajes são nervuradas, passa-se a ter como quantitativo o número de módulos de forma que deverão ser empregados. Logo, mesmo que as medidas referentes à área de formas tenham que ser conhecidas, o quanti-

tativo deve ser transformado em número de unidades de forma necessárias. Essas instruções aparecem como fórmulas matemáticas e seria interessante que estivessem ao alcance do usuário, também, na forma de fichas.

Concluído o preenchimento das planilhas de quantitativos, recomenda-se uma revisão final que será realizada com a ajuda dos esquemas de interrelacionamento de serviços, descritos em 3.3.2. Rapidamente, é conferido se para determinado título-base foram considerados todas as composições que tornam completa a realização do trabalho em obra de acordo com o discriminado.

Deste ponto em diante, entra-se na sistemática tradicional de relacionar o quantitativo à composição unitária que corresponde ao serviço discriminado para esse dado. A diferença fundamental está na simplicidade que foi criada com a utilização de um mesmo código em todos os documentos (planilha de quantitativos, composição unitária e discriminação do serviço).

Nesta fase, predominam produtos e somas entre valores que resultarão no preço estimado para execução do projeto. São efetuados:

a. produto do consumo unitário pelo quantitativo, resultando consumo do recurso para o serviço discriminado;

b. produto do consumo do insumo pelo seu preço unitário resultando o custo deste recurso para o serviço discriminado;

c. soma dos custos dos insumos classificando-os em de material (incluída a parcela referente a equipamentos) e de mão-de-obra;

d. produto do índice utilizado para as Leis Sociais pe-

la soma dos custos de mão-de-obra para obter o acréscimo que se deve fazer para conhecer o total referente a esse tipo de insumo;

e.soma dos custos totais de materiais e mão-de-obra para obter-se o custo do serviço;

f.produto do índice utilizado para cálculo do lucro e despesas fortuitas, que são próprias da imprevisibilidade dos serviços de canteiro de obra, pelo somatório dos valores referentes a materiais e mão-de-obra. Resulta, assim, parcela que corresponderá ao lucro esperado e imprevistos;

g.soma do valor obtido no item anterior com o somatório de custos de materiais e mão-de-obra fornece o preço do serviço discriminado.

O valor do orçamento será resultante da soma dos preços dos serviços discriminados para a obra de edificação.

#### 4.2. APLICAÇÃO DO MÉTODO SISTEMATIZADO PARA O CASO DE PROJETOS INCOMPLETOS

##### 4.2.1. CONSIDERAÇÕES PRELIMINARES

Quando um projeto de edificação será desenvolvido, dois fatores são conhecidos:

a.local onde se executará o projeto;

b.linhas gerais da qualidade da edificação em termos de recintos, dependências de empregados, instalações, garagens cobertas, tipos de acabamento (paredes, pisos, esquadrias, fa-

chadas, ...), etc.

Esses elementos atendem satisfatoriamente à necessidade básica, para que um projetista desenvolva o projeto arquitetônico da obra. Este projeto arquitetônico será fonte de dados para os demais projetos (como os de estrutura, fundações, instalações, equipamentos, etc). Desta forma, direta ou indiretamente, o projeto arquitetônico representa a obra. Considera-se como tendo influência direta nos serviços que se servem de seus dados para o levantamento de quantitativos. A influência indireta, de importância relevante, é a de que do projeto arquitetônico surgem os projetos complementares e pode-se avaliar, sobre o primeiro, como serão, em termos de custos, os demais.

A busca de técnicas de levantamento de dados, relativos a projetos complementares, através do projeto arquitetônico, comparativamente ao levantamento sobre o projeto específico (estrutural, fundações, instalações, etc), demonstrou diferenças, fundamentalmente, na precisa consideração de materiais, bitolas e demais características definidas pelo estudo próprio para certa finalidade e não no valor encontrado para o quantitativo.

Para que seja possível orçar projetos específicos sobre o projeto arquitetônico deve-se criar os dados necessários para isso. Esta criação de dados segue as Normas Técnicas específicas para cada elemento tratado contudo aplicadas à técnica do estudo dirigido. O estudo dirigido é uma técnica didática de encaminhar o usuário na execução das várias tarefas que devem ser realizadas para se alcançar um objetivo final. Alguns traços sobre a planta, anotações em planilhas específicas e caracterizações segundo exigências de Norma, possibilitam o levantamento completo de dados e utilização destes como que provenientes de projetos específicos completos. Quando algum componente deve ser caracterizado, e isso ocorre independente da Norma, deverá ser utilizado um padrão que esteja de acordo com a realidade do projeto.

Para alguns serviços, fez-se uso de quantitativos que se referem a áreas ou percentuais sobre o custo total. Adotou-se este tipo de estimativa para os casos onde somente com amplo estudo de projetos, utilizando as técnicas sistematizadas para levantamento de dados, o que não foi possível durante este trabalho, se poderia concluir sobre método mais apurado para os casos de projetos incompletos.

No Anexo 1 está desenvolvido exemplo de como seria a aplicação do método sistematizado em projetos incompletos. Este exemplo refere-se ao projeto de instalações elétricas.

Para demonstrar a precisão deste tipo de método, no Anexo 2 é apresentado estudo comparativo entre levantamento dos serviços num projeto elétrico das unidades residenciais de um edifício (medidos pelo método tradicional) e como se não houvesse projeto específico, isto é, considerando apenas o projeto arquitetônico como existente. São mostrados os resultados dos levantamentos em cada metodologia, as diferenças percentuais é um comparativo, em termos de custos, dos quantitativos obtidos para materiais.

#### 4.3. DIFICULDADES NA IMPLANTAÇÃO DO MÉTODO SISTEMATIZADO

A idéia básica do método sistematizado, como pode-se constatar nos itens anteriores, é a de utilizar os elementos tradicionais (regras de medição, composições unitárias,...) e adaptá-los a uma forma dinâmica de atuação junto ao projeto.

Essa intenção de não revolucionar o sistema causa alguns problemas que vão ser analisados a seguir. O capítulo ainda tem a preocupação de salientar que a implantação de planilhas para dados e, conseqüentemente, a possibilidade de coleta única de cada dado em planta (tomando uma forma particular dada pela regra de medição) pode causar distorções nos resultados dos quantitativos. Essas distorções devem ser avaliadas e, dentro do possível, isto é, sem modificar o método ao ponto de torná-lo inviável, adaptar os valores para obtenção de quantitativos exatos (aqueles que seriam obtidos pela regra de medição para cada serviço pelo método tradicional).

##### 4.3.1. COMPOSIÇÕES UNITÁRIAS

Verificando os conjuntos de composições utilizados tradicionalmente, surgem dúvidas sobre o modelo de estimativa utilizado. Muitas vezes pareceu que o esforço de medir com grande precisão o quantitativo é desperdiçado na aplicação deste em composições generalistas. A introdução de um método sistematizado deverá gerar a curiosidade de avaliar a precisão dos consumos unitários dos insumos de cada composição. Assim, se alcançaria não somente rapidez de levantamentos, mas, também, resultados de boa qualidade.

Esse fato, composições generalistas, pode ser demons-

trado através de exemplos:

- a. na consideração de escavações, não há uniformidade entre as profundidades limites indicadas para uma ou outra composição. Pior constatação que esta é a de que não poderia ser traçada uma curva em que se demonstre a relação homens-hora x metragem cúbica escavada, pois os valores apresentados são bastante variáveis. Foram encontrados valores para limitação da profundidade da escavação e seus respectivos consumos unitários como os indicados no quadro 7,
- b. composição do tipo "armadura de aço CA-50 com bitola até 1/2" (12,5 mm)" ou "armadura de aço CA-50 com bitola maior que 1/2" (12,5 mm)": necessariamente serão conhecidos, em separado, os quantitativos de cada bitola. Somá-los para aplicar numa composição generalista e desperdiçar muito facilmente uma boa precisão alcançada na medição. Este tipo de composições cria problemas nas aplicações dos orçamentos com a finalidade de efetuar compras de materiais,
- c. inclusão de conexões nas composições de tubulações para instalações: "tubo PVC rígido rosqueável-50 mm-incluindo conexões": pode parecer, a princípio, a criação de uma facilidade, uma vez que pelo método tradicional a contagem de conexões sobre o projeto é bastante difícil. A análise, com maior profundidade, deve levar o usuário a reflexão sobre a utilização do orçamento: somente para o conhecimento do custo global da obra? Para conhecimento do custo global da obra e insumos a serem comprados ao longo da mesma? Quem optar pela segunda proposta dispensa esse tipo de composição e deseja um documento que possibilita o conhecimento dos materiais a serem

comprados.

PROFUNDIDADE (m)	Hh/m <sup>3</sup>
até 2,50.....	3,000
	(1)
mais de 2,50.....	3,500
-----	
até 2,00.....	2,930
até 4,00.....	3,490
	(2)
até 6,00.....	4,050
até 8,00.....	4,670
-----	
até 1,50.....	1,800 (3)
-----	

QUADRO 7 - Dados referentes às escavações (m<sup>3</sup>), executadas manualmente (homens-hora), apresentadas por: (1)-FRANARIN, (2)-PINI, (3)-PTACEK

Como medir através de método sistematizado se não há uniformidade e mesma precisão nas composições? Como ter confiança em valores que se apresentam tão diferentes entre si para um mesmo serviço? Acreditamos que sem uma averiguação de valores em campo não é possível utilizar as composições sem incorrer em erros. Uma sugestão é utilizar o método sistematizado para levantamentos em campo e, conscientes dos métodos utilizados, aplicá-los em levantamentos sobre projetos, uniformizando o procedimento.

#### 4.3.2. REGRAS DE MEDIÇÃO

Deve-se atentar, em relação a apresentação de regras de medição, para alguns aspectos em especial. Descreve-se nas linhas seguintes um exemplo de como o método tradicional trata o assunto e de como se imaginou tratá-lo, para alcançar maior precisão nos orçamentos sem prejuízos à possibilidade de sistematizar o procedimento.

As regras de medição para as áreas de alvenaria, na maior parte dos casos no Brasil, consideram o desconto de algum tamanho de vão. Dizem as regras: "descontar vãos superiores a 2,00 m<sup>2</sup>" (PINI), "descontar vãos superiores a 0,50 m<sup>2</sup>" (DOPSP); outros, em menor número, descontam a totalidade do vão (FAILLACE; DASP). Imagina-se que os que procedem da primeira maneira façam a reserva de uma quantidade de metros quadrados para utilizarem a mão-de-obra, assim computada, para acabamento de vergas, umbrais e peitoris junto à alvenaria contínua. Estando esta hipótese correta, por que uma variação tão grande de descontos? Na segunda maneira de avaliar a metragem quadrada de alvenarias, não estão incluídos os serviços de acabamentos de vergas, umbrais e peitoris pela medição da área, de forma indireta. Nas regras apresentadas por FAILLACE, há a consideração, em separado, do acabamento de peitoris. No entanto, não são feitos acréscimos para serviços de acabamento de umbrais e vergas (quando essas não são executadas em concreto armado).

Ao observar essas contradições e considerações incompletas utilizadas, procurou-se uma resposta para essa problemática. Foi encontrado em publicação inglesa (GEDDES) o tratamento dado a esse tipo de levantamento de dados naquele país. Sendo descontados todos os vãos, independentes de sua área, existem coeficientes que fornecem os valores para acabamentos de vãos (peitoris, umbrais, vergas). Sugere-se que para se poder partir de algum valor de mão-de-obra para os serviços de acabamento de

vãos, utilize-se as relações percentuais que ocorrem entre os dados ingleses para alvenarias contínuas, umbrais e peitoris e os dados comumente utilizados no Brasil.

Utilizando-se esse raciocínio para obter consumos unitários de mão-de-obra e com as seguintes regras de medição:

a.método tradicional: descontar os vãos maiores que 2,00 m<sup>2</sup> e somar os valores relativos as vergas de concreto armado

b.método proposto: descontar todos os vãos e considerar os serviços de acabamento de umbrais, peitoris e vergas

desenvolveu-se estudo comparativo (Anexo 3) que resultou no seguinte: no método tradicional se tem um acréscimo médio da área computada de 4%. Chegou-se a esse valor utilizando-se como comparativo as horas de mão-de-obra exigidas em cada método e fazendo-se a consideração da compensação das horas de carpinteiro e ferreiro em relação as horas de pedreiro e servente. Esse resultado é reflexo direto da consideração de 2,00 m<sup>2</sup> como referência para desconto de vãos.

Apesar do estudo comparativo ficar restrito aos valores de mão-de-obra convém salientar que um agravante para esse resultado é que também os materiais estão sendo considerados em excesso e que, na maior parte das composições, já aparecem majorados por índices referentes a perdas. Desta forma está se fazendo a consideração de materiais e suas perdas para áreas inexistentes.

Imagina-se que a utilização de regras de medição e composições que refletem a realidade de obra sempre trarão vantagens ao usuário, quer seja em relação a exatidão de quantitativos de serviço, quer seja para a utilização dos resultados para programação de obra.

#### 4.3.3. PROBLEMAS COM A UTILIZAÇÃO DE PLANILHAS SISTEMATIZADAS

A confecção de planilhas para levantamentos sistematizados de dados tem como um dos principais objetivos possibilitar a utilização dos valores ali armazenados para todos os cálculos de quantitativos que deles se utilizam. Porém, podem surgir alguns problemas que devem ser observados e mostra-se aqui um exemplo para ilustrar o fato.

A planilha de levantamento sistematizado dos dados para elementos divisórios deve ser a fonte de dados para o cálculo das áreas de pisos e tetos. Ao calcular esses quantitativos sem fazer adaptação dos dados, ocorrem erros. Essas diferenças são resultantes da incorporação da metade da espessura das paredes ortogonais aos comprimentos dos trechos independentes de parede extremos. Apresenta-se, abaixo, análise do tamanho deste erro e é proposto método que o elimine.

O quadro 8 mostra os comprimentos dos trechos independentes de parede (método sistematizado) e de algumas paredes (método tradicional) medidos internamente em cada peça. Os dados referem-se ao croqui apresentado na figura 8 e o valores numéricos da Planilha A.3.1. (do Anexo 3).

Com esses dados, calculam-se as áreas de piso (ou teto), comprimentos de rodapé e de moldura do teto. Nos quadros 9 e 10 estão registrados os resultados obtidos com os dados dos métodos tradicional e sistematizado, respectivamente.

Com esses dados calcularam-se os seguintes valores, para cada peça da unidade residencial:

$$\text{DIFERENÇA (DIF.)} = \text{QMS} - \text{QMT}$$

$$\% = \frac{(QMS - QMT) \times 100}{QMT}$$

onde:

- . QMT = quantitativo obtido no levantamento pelo método tradicional
- . QMS = quantitativo obtido no levantamento pelo método sistematizado

Os resultados estão no quadro 11.

Os valores revelam que existe uma distorção no quantitativo obtido e a amplitude deste erro é diretamente proporcional à área da peça. Deve-se levar em conta que o levantamento estudado se refere a uma unidade residencial e, quando se tratar de pavimento tipo com grande número de repetições, alcançaria valores muito significativos no total de materiais e mão-de-obra.

A solução para este problema é a utilização de uma planilha, originada daquela que registra os dados referentes a elementos divisórios. Esta planilha, com a observação dos valores de comprimento das alvenarias, suas espessuras e da planta baixa da edificação, permite calcular o comprimento da parede no lado interno de cada peça. O raciocínio é o seguinte: observando que a parede é formada por um ou mais trechos independentes, anotar os valores dos comprimentos desses trechos independentes; constatando quais desses trechos independentes de parede são ortogonais ao paramento que se deseja definir o comprimento (anotar a sua identificação e suas espessuras); descontar do comprimento (ou somatório de comprimentos) de trecho/s independente/s de parede que forma/m o paramento a metade da soma das espessuras das paredes ortogonais a ela.

PAREDE N	SISTEMATIZADO	TRADICIONAL
1.....	4,20.....	4,05
2.....	5,20.....	5,10
3.....	3,15.....	3,00
4.....	4,20.....	4,05
5.....	3,15.....	3,00
6.....	1,575.....	1,50/1,55
7.....	4,20.....	4,05
8.....	5,20.....	5,10
9.....	1,575.....	1,50
10.....	1,55.....	1,425
11.....	5,15.....	5,00
12.....	2,65.....	2,50
13.....	5,15.....	5,00
.....	.....	7,60
14.....	2,65.....	2,50
15.....	1,65.....	1,525
16.....	1,15.....	7,60/1,075
17.....	5,00.....	4,85
18.....	1,65.....	1,525/1,575
19.....	2,80.....	2,65
20.....	5,00.....	4,85

QUADRO 8 - Comprimentos dos trechos independentes de parede e paredes, segundo levantamentos pelos métodos sistematizado e tradicional

---

PEÇA	ÁREA(m <sup>2</sup> )	MOLDURA(m)	RODAPÉ(m)
QUARTO.....	20,25.....	18,10.....	17,30
BANHEIRO.....	10,13.....	13,10.....	12,40
SALA DE ESTAR.....	38,76.....	25,40.....	22,20
COZINHA.....	14,55.....	15,70.....	14,10
ÁREA DE SERVIÇO.....	5,47.....	11,28.....	9,88
WC.....	2,29.....	6,05.....	5,45

---

QUADRO 9 - Quantitativos obtidos com dados do levantamento pelo método tradicional

---

PEÇA	ÁREA(m <sup>2</sup> )	MOLDURA(m)	RODAPÉ(m)
QUARTO.....	21,63.....	18,70.....	17,90
BANHEIRO.....	11,13.....	13,70.....	13,00
SALA DE ESTAR .....	40,56.....	26,00.....	22,80
COZINHA.....	15,75.....	16,30.....	14,70
ÁREA DE SERVIÇO.....	6,34.....	11,875.....	10,475
WC.....	2,89.....	6,45.....	5,85

---

QUADRO 10 - Quantitativos obtidos com os dados do levantamento pelo método sistematizado

PEÇA	ÁREA(m <sup>2</sup> )		MOLDURA(m)		RODAPÉ(m)	
	DIF.	%	DIF.	%	DIF.	%
QUARTO.....	1,38	6,82	0,60	3,32	0,60	3,47
BANHEIRO.....	1,00	9,87	0,60	4,58	0,60	4,84
SALA ESTAR.....	1,80	4,64	0,60	2,36	0,60	2,70
COZINHA.....	1,20	8,25	0,60	3,82	0,60	4,26
ÁREA SERVIÇO.....	0,87	16,76	0,595	5,27	0,595	6,02
WC.....	0,60	26,20	0,40	6,61	0,40	7,34

QUADRO 11 - Comparativo dos resultados dos quadros 9 e 10

A planilha 10 é um modelo para planilha com essa função e exemplifica o seu preenchimento para os dados apresentados na planilha A.3.1. (do Anexo 3)

Com esses novos dados (planilha 10), calculou-se os quantitativos de área de piso ( ou teto), comprimentos de moldura de teto e rodapé. Os resultados estão no quadro 12.

PEÇA	AREA(m2)	MOLDURA(m)	RODAPE(m)
QUARTO.....	20,25.....	18,10.....	17,30
BANHEIRO.....	10,13.....	13,10.....	12,40
SALA DE ESTAR.....	38,76.....	25,40.....	22,20
COZINHA.....	14,55.....	15,70.....	14,10
AREA DE SERVIÇO.....	5,40.....	11,17.....	9,77
WC.....	2,29.....	6,05.....	5,45

QUADRO 12 - Quantitativos obtidos com os dados da planilha 10

Para esses valores faz-se o estudo comparativo (quadro 13) com os valores provenientes do levantamento pelo método tradicional (quadro 9), usando-se os seguintes indicativos:

$$\text{DIFERENÇA (DIF.)} = \text{QP10} - \text{QMT}$$

$$\% = \frac{(\text{QP10} - \text{QMT}) \times 100}{\text{QMT}}$$

onde:

- QMT = quantitativo obtido no levantamento pelo método tradicional
- QP10 = quantitativo obtido com valores da planilha 10

OBRA :			fl.:		
PAREDE	TRECHOS INDEPENDENTES	COMPRIM. TRECHOS INDEPENDENTES	PAREDES ORTOGONAIS	ESPESSURA PAREDES ORTOGONAIS	COMPRIMENTO DA PAREDE
1 A	1	4, 20	12 - 14	20 - 10	4,05
2 A	2	5, 20	14 - 17	10 - 10	5,10
3 A	3	3, 15	17 - 20	10 - 20	3,00
4 A	4	4, 20	12 - 14	20 - 10	4,05
5 A	5	3, 15	17 - 20	10 - 20	3,00
6 A	6	1, 575	16 - 18	10 - 5	1,50
7 A	7	4, 20	11 - 13	20 - 10	4,05
8 A	8	5, 20	13 - 15	10 - 10	5,10
9 A	9	1, 575	15 - 18	10 - 5	1,50
10 A	10	1, 55	18 - 19	5 - 20	1,425
11 A	11	5, 15	7 - 4	20 - 10	5,00
12 A	12	2, 65	4 - 1	10 - 20	2,50
13 A	13	5, 15	7 - 4	20 - 10	5,00
14 A	14	2, 65	4 - 1	10 - 20	2,50
15 A	15	1, 65	8 - 6	20 - 5	1,525
16 A	16	1, 15	6 - 5	5 - 10	1,075
17 A	17	5, 00	5 - 3	10 - 20	4,85
18 A	18	1, 65	9 - 6	20 - 5	1,525
19 A	19	2, 80	10 - 5	20 - 10	2,65
20 A	20	5, 00	5 - 3	10 - 20	4,85
21 A	13 - 14	5,15 + 2,65	8 - 2	20 - 20	7,60
22 A	15 - 16 - 17	1,65 + 1,15 + 5,00	8 - 2	20 - 20	7,60

-108-

PLANILHA 10: CÁLCULO DOS COMPRIMENTOS DE PAREDE

PEÇA	ÁREA (M <sup>2</sup> )		MOLDURA (M)		RODAPÉ (M)	
	DIF.	%	DIF.	%	DIF.	%
QUARTO.....	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
BANHEIRO.....	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
SALA ESTAR.....	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
COZINHA.....	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
ÁREA SERVIÇO..	-0,07	-1,28	-0,10	-0,88	-0,10	-1,01
WC.....	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

QUADRO 13 - Comparativo dos resultados dos quadros 9 e 12

Essas aproximações têm suas magnitudes conhecidas e podem ser compensadas em outras instâncias da sistemática orçamentária.

Faz-se esse tipo de afirmativa, pois sabe-se que esses erros ocorrerão, e terão essa ordem de grandeza a que se chegou no exemplo, em dois casos particulares de distribuição arquitetônica. Esses dois casos, expostos abaixo, caracterizam-se pela formação de cantos (salientes ou reentrantes) que não são computados nos comprimentos das respectivas paredes.

O primeiro caso, ilustrado na figura 15, será aqui denominado Caso 1. Observando-se a figura, temos para as paredes em questão:

a. comprimentos indicados na planilha para medição sis-

tematizada de elementos divisórios: A e B metros

b.comprimentos obtidos utilizando-se o método do desconto das meias espessuras das paredes ortogonais (supõe-se, para fins de exemplo, uma espessura "E" constante das paredes):

$$R1 = A - (E/2 + E/2) = A - E$$

$$B1 = B - (E/2 + E/2) = B - E$$

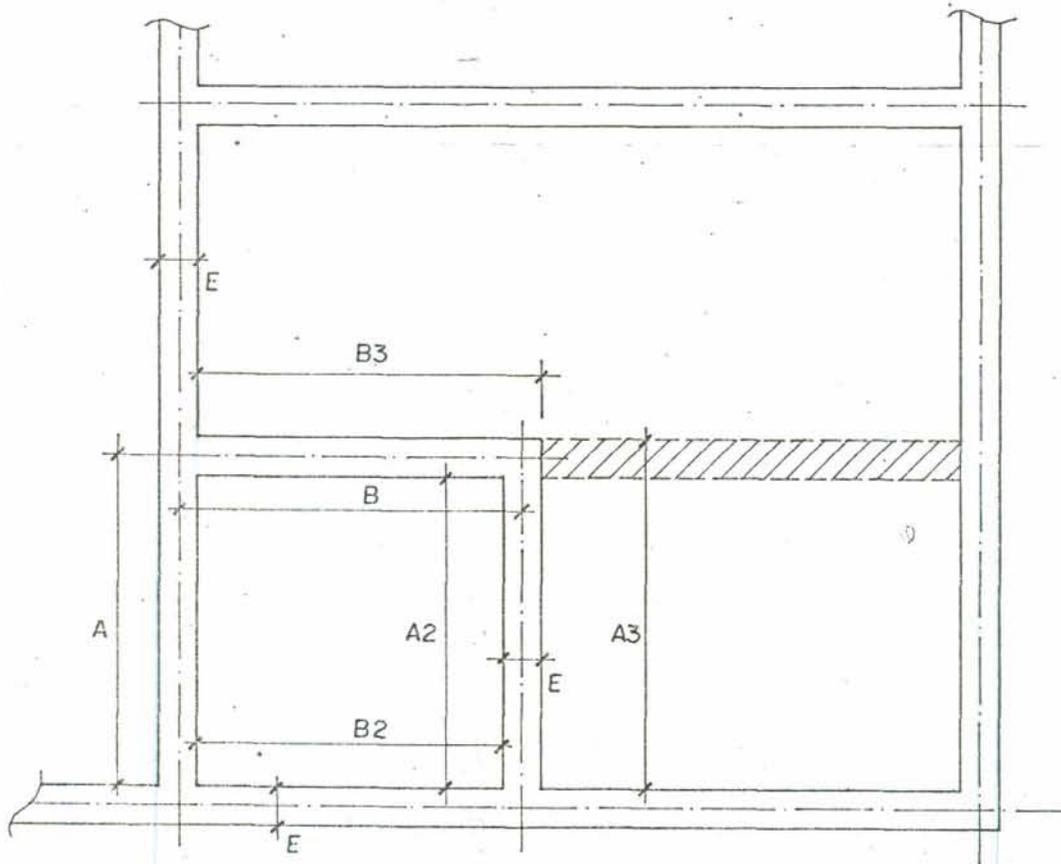


FIGURA 15: DISTRIBUIÇÃO ARQUITETÔNICA FORMANDO CANTO (CARACTERIZADA COMO CASO 1)

c.comprimentos obtidos segundo o método tradicional:

internamente:  $A_2 = A - E$  e  $B_2 = B - E$

externamente:  $A_3 = A - E/2$  e  $B_3 = B - E/2$

como  $A_1=A_2$  E  $B_1=B_2$  para a peça que é projetada dentro do quadrilátero externo de uma área maior (no exemplo da figura 8, o WC dentro do quadrilátero da área de serviço) não ocorre distorção. Com a ocorrência de diferença de valores entre  $A_1$  e  $A_3$ , assim como entre  $B_1$  e  $B_3$ , não estará incluída uma pequena área (para o exemplo seria a zona que aparece achuriada na figura 15) e os comprimentos iguais a duas vezes a espessura de parede "E" para completar os quantitativos de rodapé e moldura do teto.

Para o caso 2, ilustrado pela figura 16, a ocorrência de canto é pelo fato de haver recorte na peça. Podemos observar para as paredes C e D o mesmo que ocorre para A e B. As conclusões também são as mesmas encontradas para o primeiro caso.

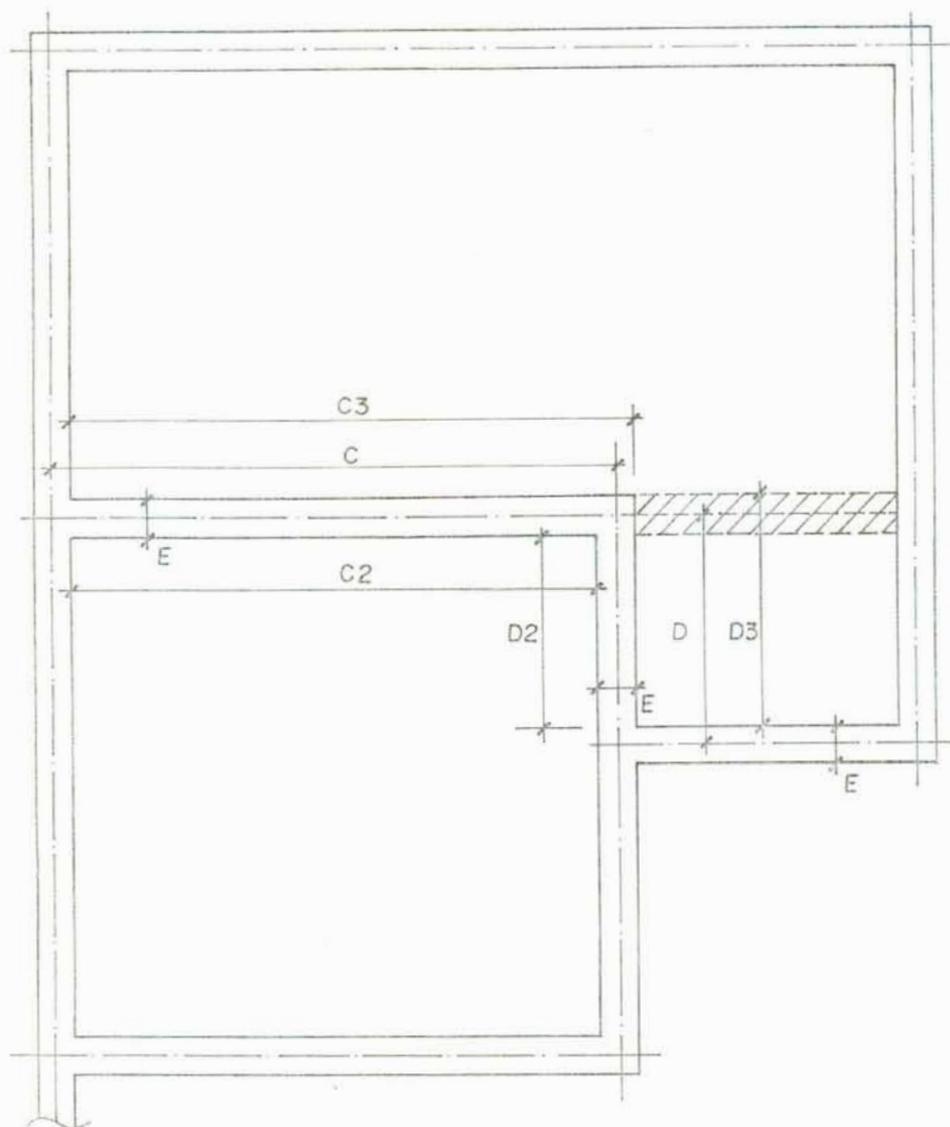


FIGURA 16 : DISTRIBUIÇÃO ARQUITETÔNICA FORMANDO CANTO ( CARACTERIZADA COMO CASO 2 )

## 5. SUMÁRIO, CONCLUSÕES E SUGESTÕES

Para alcançar o método sistematizado na forma final aqui apresentada, foi percorrido longo caminho de análise, síntese e crítica ao que era pesquisado e aos resultados obtidos. Como ficou demonstrado, duas tentativas de sistematização foram desenvolvidas e descartadas por não revelarem as qualidades esperadas num método sistematizado.

A forma que pareceu adequada para os objetivos propostos no trabalho demonstrou facilidade de análise e adequação de qualquer conjunto de composições ao método, praticidade no procedimento de levantamento de dados e cálculo de quantitativos para uso manual e possibilidade de ampliar a qualquer momento o conjunto de composições.

A única observação que se faz é que deve-se ter em mente que não será o método sistematizado que melhorará o resultado dos orçamentos. Sua atuação é muito mais clara em termos de agilização do procedimento do que na melhora dos resultados. Desta forma se forem usadas as composições de custo unitário com valores distorcidos e regras de medição genéricas e que não tem relação com a composição unitária a qual faz referência, os resultados continuarão de baixa qualidade. Por esse motivo, conclui-se que, dificilmente, apenas a atitude de sistematizar esta etapa resolverá os problemas de execução e aproveitamento amplo de orçamentos de obras. Deseja-se que esse estudo alerte aos responsáveis por normalizações de procedimentos que esta área necessita de Norma Técnica neste sentido e que é possível alcançá-la. Tem-se, portanto, a chave para resolver problemas do procedimento de orçamentação e considera-se que é factível começar por estudos como este para, posteriormente, alcançar a uniformidade total do método.

Um fato que se revelou de forma negativa é o de não se encontrar textos que demonstram tentativas ou expõem a idéia de sistematizar a orçamentação desde o momento da medição de dados e seleção de composições. É preferível imaginar, pelas dificuldades de obtenção de bibliografia estrangeira, que não se teve acesso a textos com assunto tão específico, do que pensar que se lança uma idéia totalmente nova.

Se pensou alcançar neste trabalho a aplicação do método em microcomputadores, mas não foi possível. Isso não descarta essa possibilidade, pois ao ser analisado por pessoas da área de programação de computadores, esses se mostraram satisfeitos com a forma dada aos elementos que compõe o método para uma ampla utilização em sistema computadorizado.

Demonstrando que os dados armazenados em planilhas não perdem a sua identidade junto ao projeto, foi possível mostrar que numa fase de implantação do sistema os resultados obtidos devem ser comparados com os do método tradicional e averiguada a precisão do mesmo. O estudo de casos particulares de erros observados (como no caso do exemplo dos dados da planilha de elementos divisórios para cálculo de áreas de pisos ou tetos e comprimentos de moldura de teto e rodapés) no método sistematizado pode facilmente levar à causa do problema, análise de sua amplitude e determinar uma solução adequada.

Importante é chegar-se ao conhecimento do método em tal grau de profundidade que se conheça o seu comportamento frente a situações particulares de projeto. Criando-se um manual, facilmente alcançar-se-ia uma maior agilização do procedimento, pois poder-se-ia treinar técnicos de nível médio para uma testagem em grande número de projetos. Com a confirmação ou reavaliação do método, poder-se-ia aplicar os procedimentos comercialmente e deixar as medições a cargo de técnicos, recaindo para o engenheiro a tarefa de coordenação dos trabalhos e análise qualitativa do projeto. Esta análise qualitativa incluiria o es-

tudo de custos alternativos, com a testagem, em termos do valor final do orçamento, da utilização de várias técnicas e/ou materiais para um mesmo serviço. É importante salientar que, como a autoria do projeto não é, usualmente, do orçamentista, deve-se contar com o autor do projeto ou com o consentimento deste para estudos que modificam a especificação inicialmente indicada. Uma solução prática seria a especificação múltipla para posterior estudo econômico.

O estudo apresentado, preocupou-se com uma maior divulgação de como se desenvolvem as tarefas na orçamentação de edifícios e os resultados que se pode alcançar. Tentou-se demonstrar para as pessoas envolvidas em obras de edificação a devida importância deste documento. Pode-se dizer que o orçamento é fonte de dados que determinam a execução da obra de forma controlada e evitando surpresas, comuns às atividades que não tem acesso a dados que possibilitam o planejamento de atividades a serem realizadas, em termos de padrão, custos e prazos.

Para se poder dizer que uma análise completa do processo de orçamentação de obras de construção civil tenha sido feita, alguns estudos complementares seriam exigidos:

a. testagem do método sistematizado num grande número de projetos para demonstrar sua universalidade ou não;

b. verificação da convergência de características próprias de certos projetos que poderiam gerar simplificações no método generalista;

c. estudo da possibilidade de aplicar o método sistematizado a obras que não se destinem ao fim residencial;

d. observação e análise de técnicas e tempos de canteiro de obras para os diversos serviços, chegando-se a uma revisão das composições unitárias comumente aplicadas;

e. observação e análise de técnicas e consumos de materiais para os diversos serviços, chegando-se a uma revisão das composições unitárias comumente utilizadas;

f. criação de manual que contenha o método sistematizado de levantamento de dados em planta e para medição em obra dos serviços já realizados, com respectivas fórmulas para o cálculo de quantitativos.

## ANEXO 1

Estudo dirigido: levantamento de dados da  
instalação elétrica sobre o projeto  
arquitetônico

## ESTUDO DIRIGIDO: LEVANTAMENTO DE DADOS DA INSTALAÇÃO ELÉTRICA SOBRE O PROJETO ARQUITETÔNICO

Considerando que se é portador do projeto arquitetônico e se deseja avaliar o custo da instalação elétrica, por exemplo, do mesmo. Para isso foi desenvolvido estudo dirigido que, com observância da norma referente ao assunto (NBR 5410), se obtém valores que reproduzem de forma bastante aproximada os dados que seriam obtidos sobre o projeto específico para instalações elétricas.

Apresenta-se, a seguir, o estudo dirigido que deve ser desenvolvido sobre o projeto arquitetônico para se obter dados referentes às instalações elétricas da edificação.

**FORMAÇÃO DOS CIRCUITOS:** para obter-se os circuitos internos de cada unidade residencial deve-se:

a. indicar local onde ficará o Centro de Distribuição (CD) de energia da Unidade Residencial (UR). É aconselhável que o CD fique próximo do centro geométrico da UR (figura A.1.1.);

b. para cada divisão funcional da UR, indicar no seu ponto central, em relação à área, a localização do ponto de iluminação do mesmo (figura A.1.1.);

Observação: quando uma divisão funcional apresenta a forma de "L" pode-se considerar um ponto de luz central para cada quadrilátero que a forma. Deve ser considerado também um ponto externo, sobre a porta de entrada principal da UR, para iluminação desta parte da área condominial diretamente ligada a ela.

c. interligar os pontos centrados entre si, iniciando

com a ligação CD-ponto de iluminação mais próximo, formando rede de eletrodutos. Como a localização recomendada para o CD é central em relação à área total da UR, torna-se muitas vezes necessária a criação de duas redes de eletrodutos, ou seja, a ligação do CD com dois pontos de iluminação localizados próximos a ele;

d.preencher as planilhas A.1.1 e A.1.2.

Observação: sempre que a planilha for encabeçada por UNIDADES RESIDENCIAIS INCLUÍDAS, deve ser feita indicação, neste campo, do número ou identificação das unidades residenciais que tem as mesmas características e das quais se fará a anotação dos dados referentes a uma UR e cujo somatório para cada material deverá ser multiplicado pelo número de UR iguais existentes.

PLANILHA A.1.1.: FORMAÇÃO DE CIRCUITOS DE LUZ (PONTOS DE LUZ E TOMADAS COMUNS)

PEÇA: indicação da unidade funcional a qual pertencem os pontos anotados nas colunas seguintes. Iniciar pela peça que contém o CD e depois seguir a rede de eletrodutos traçada. Para a UR da figura A.1.1, teria-se: corredor/quarto/hall/porta de entrada/lavabo/quarto serviço + estar/área de serviço + quarto casal (ponto 1)/banheiro/quarto casal(ponto 2)/copa/cozinha

ÁREA: indicar a área de cada peça. Buscar a área de piso calculada no capítulo referente ao acabamento destes

PERÍMETRO: indicar somente quando a área for maior que 16,00 m<sup>2</sup>. Utilizar os dados dos comprimentos de parede levantados para o cálculo das áreas de alvenaria

CARGA DE LUZ: calculado em função da área e utilizando os valores recomendados pela Norma NBR 5410 (Quadro A.1.1) como a indi-



cação se restringe a um certo número de divisões funcionais típicas da UR e podem gerar dúvidas quanto ao valor a ser empregado para aquelas que não estão ali citadas, recomenda-se que sejam utilizados valores que, por analogia na utilização do recinto, parecerem adequados. As cargas serão anotadas como múltiplos inteiros dos valores comerciais encontrados para lâmpadas incandescentes (Quadro A.1.2). Quando mais de um ponto de luz no mesmo ambiente, considerar cada um separadamente. O ponto sobre a porta de entrada deve ser considerado junto com aqueles pertencentes à área que se tem acesso ao entrar na UR, com carga de 40 watts

TOMADAS SIMPLES: o número de tomadas simples é função da área e/ou perímetro. Pela Norma de instalações elétricas há a exigência de:

1 tomada de 100 watts para áreas até 8,00 m<sup>2</sup> (inclusive)

2 tomadas de 100 watts para áreas entre 8,00 (exclusive) e 16,00 m<sup>2</sup> (inclusive)

1 tomada de 100 watts para cada 5,00 metros de perímetro (num mínimo de 3 tomadas) para áreas superiores a 16,00 m<sup>2</sup> (exclusive)

Observação: no hall deve-se somar uma unidade de 100 watts, além das determinadas pelo método acima, para o ponto com função de tecla de campainha que está diretamente ligado à essa área de entrada da UR

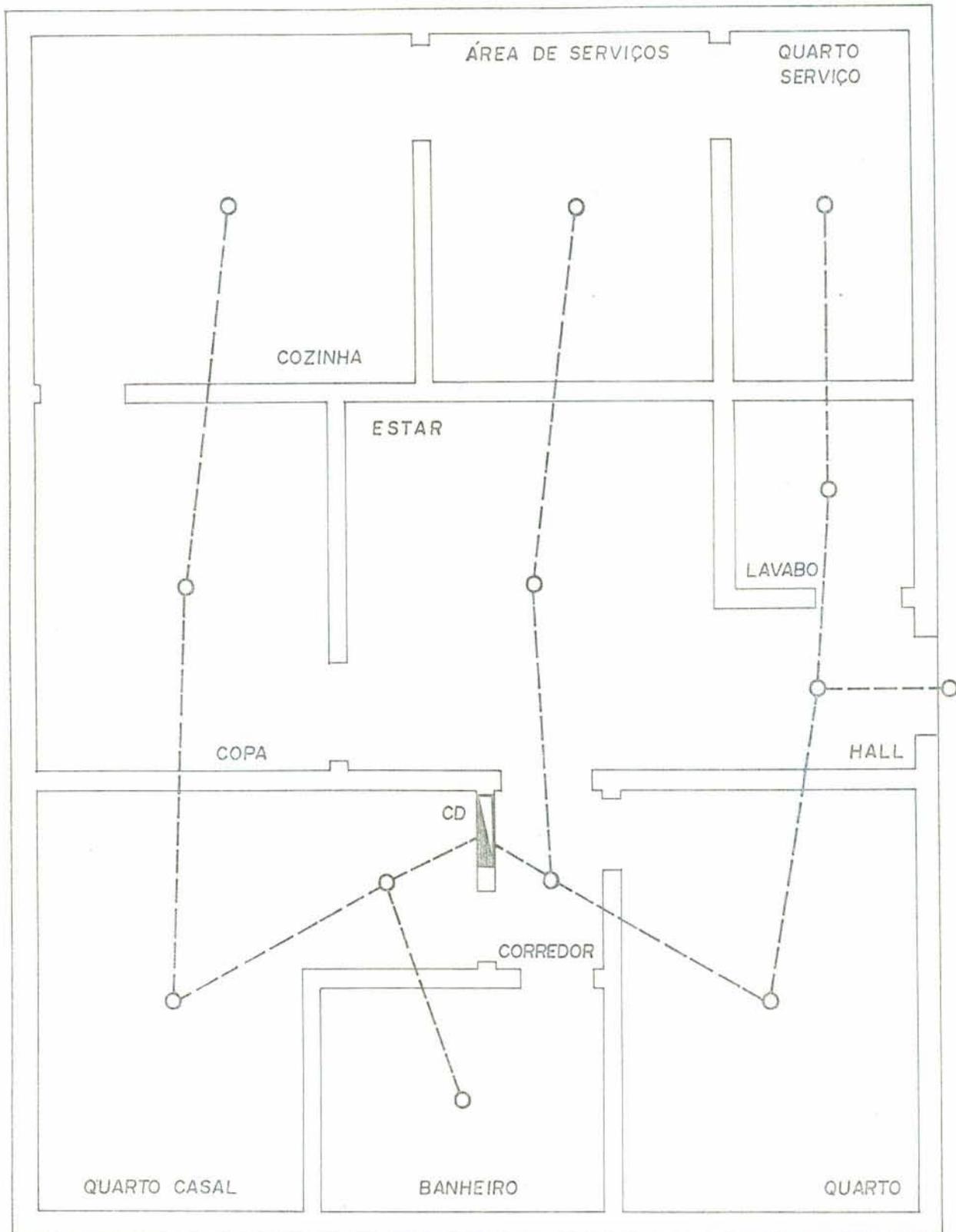


FIGURA A.1.1 : REDE DE ELETRODUTOS NA UNIDADE RESIDENCIAL  
TRAÇADOS SOBRE O PROJETO ARQUITETÔNICO

DIVISAO FUNCIONAL	WATT/M2
Salas, gabinetes.....	25
Quarto, copa, cozinha.....	20
Banheiro, dependências.....	10

QUADRO A.1.1.- Carga de luz (watt/m2)  
em função da divisão funcional da  
unidade residencial

N LAMPADAS	CARGA (watts)
1.....	..25.....40.....60.....75.....100.....150.....200
2.....	..50.....80.....120.....---.....---.....300.....400
3.....	..---.....120.....180.....225.....---.....450.....600

QUADRO A.1.2.- Carga comercial de lâmpadas incandescentes e  
seus múltiplos (watt)

FERRO ELÉTRICO: indicar uma tomada com 600 watts na área de ser-  
viço

SUBTOTAL DE PONTOS: para cada linha da planilha, o que significa  
dizer para cada divisão funcional da UR, somar o número de pon-  
tos considerados:

carga de luz = 1 ponto

carga de tomadas simples/100 W = número de pontos

ferro elétrico = 1 ponto

SUBTOTAL DE CARGA: para cada linha da planilha, o que significa dizer para cada divisão funcional da UR, somar as cargas que lhe foram atribuídas

TOTAL DE PONTOS: deve-se fazer mentalmente o somatório do subtotal de pontos até que se tenha no máximo 12 pontos. Fazer uma pequena marca na linha onde foi obtido esse resultado e passar para o próximo passo do estudo dirigido

TOTAL DE CARGA: fazer o somatório dos subtotais de carga até que se atinja:

a linha marcada anteriormente na coluna de totais de pontos

ou

a carga máxima por circuito: o valor de 1200 watts (rede de 110 volts) ou 2200 watts (rede de 220 volts)

Caso o somatório seja interrompido pelo primeiro motivo, anota-se o valor atingido para somatório de cargas até essa linha e o número de pontos totais será o encontrado anteriormente. Caso o motivo para sustar-se o somatório for o segundo, deve-se anotar o valor total de carga obtido até aí e refazer o somatório do total de pontos até essa linha. Prosseguir com o cálculo de totais de pontos e cargas até que todos tenham sido considerados.

NÚMERO DO CIRCUITO: a cada anotação de total de carga e respec-

tivo número de pontos corresponderá um número de circuito

#### PLANILHA A.1.2.: FORMAÇÃO DOS CIRCUITOS DE CARGA

PEÇA: as tomadas de carga, formadoras dos circuitos de carga, estão presentes nas seguintes divisões funcionais da UR:

.banheiros, WC: chuveiros

.cozinhas: tomadas especiais (exigidas por Norma)

.quarto de casal (quando não houver essa denominação considerar o maior dos quartos da UR): ar condicionado

.sala de estar: ar condicionado

CHUVEIRO: indicar a sua carga: 1200 watts quando rede de 110 volts e 2500 watts para rede de 220 volts

TOMADAS ESPECIAIS PARA COZINHA: carga de 1800 watts

AR CONDICIONADO: carga de 1000 watts

NÚMERO DO CIRCUITO: para cada carga anotada corresponderá um número de circuito, fazendo sequência a numeração da planilha A.1.1.

#### DETERMINAÇÃO DAS BITOLAS DOS FIOS:

a. fazer indicação dos números dos circuitos que estão presentes em cada trecho da rede, segundo registros das planilhas A.1.1 e A.1.2. Acrescentar ao esquema inicial (figura A.1.1) a ligação entre os pontos de chuveiro, ar condicionado e tomadas especiais da cozinha e o ponto de luz mais próximo. A figura A.1.1. passa a ter a apresentação que está na figura A.1.2.



b. fazer a determinação das bitolas dos fios e corrente dos circuitos com o auxílio da planilha A.1.3.

PLANILHA A.1.3.: DETERMINAÇÃO DAS BITOLAS DOS FIOS E AMPERAGEM DOS CIRCUITOS

CIRCUITO: indicar a cada linha o número que identifica um dos circuitos da UR em que se está trabalhando

PONTO: para cada circuito, indicar o ponto por ele servido que fica mais distante do CD, indicando o nome da peça à qual pertence

CARGA DISTRIBUÍDA PELO PONTO: considerando que a carga do circuito está acumulada no ponto mais distante do CD por ele servido, indicar a carga correspondente ao circuito (das planilhas A.1.1 e A.1.2.)

DISTÂNCIA: medir em escala sobre o projeto as distâncias entre o CD e os pontos mais distantes deste para cada circuito. A medição deve ser feita sobre o traçado dos eletrodutos

PRODUTO (CARGA x DISTÂNCIA): efetuar o produto entre carga e distância indicados em cada linha

FIO: será determinado quando for introduzido o valor do produto (carga x distância) no quadro A.1.3.

AMP: amperagem (corrente): este dado será utilizado mais tarde na determinação do tipo de disjuntor a ser usado. E utilizada para seu cálculo a fórmula indicada para os circuitos monofásicos (hipótese do nosso estudo):

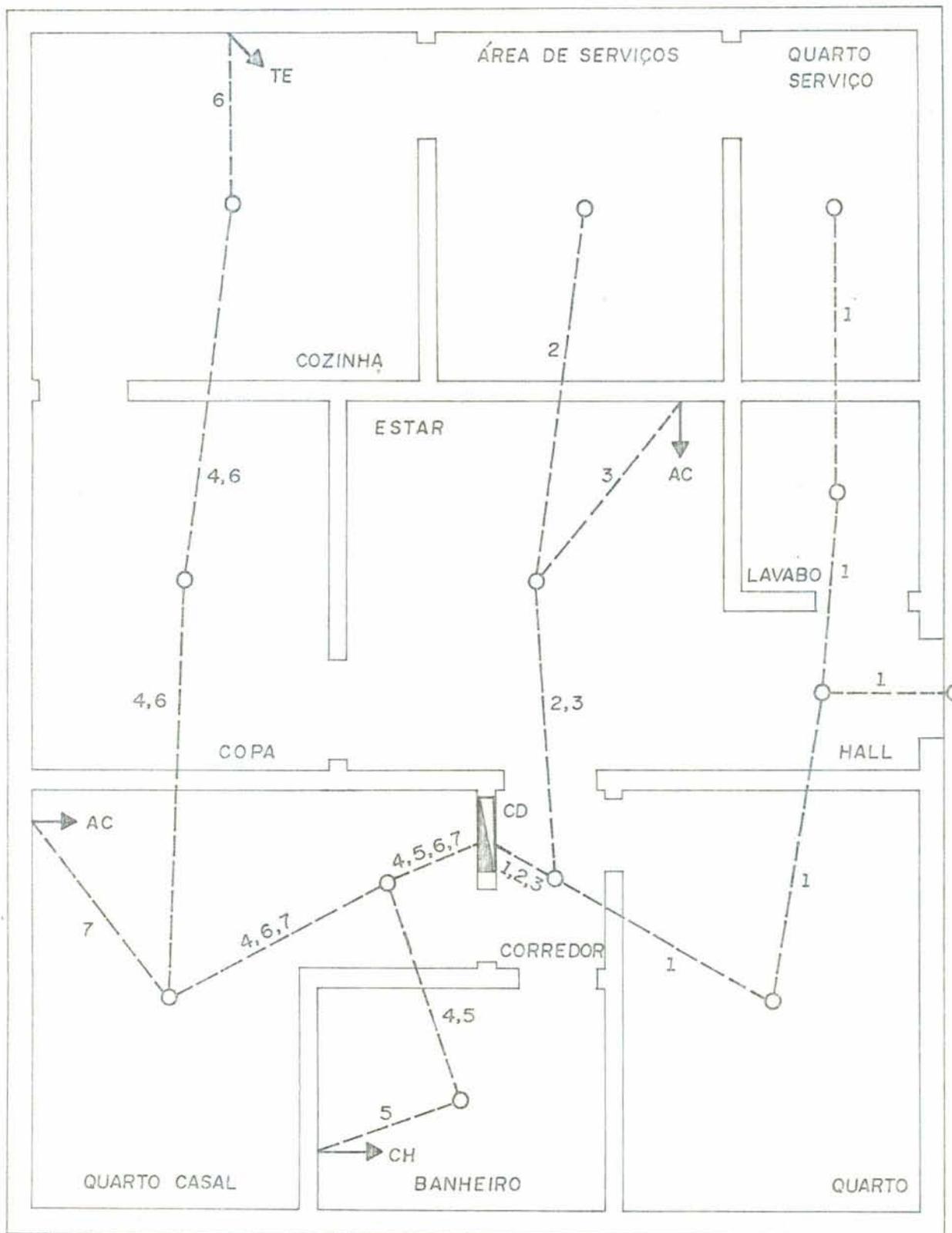


FIGURA A.1.2 : INDICAÇÃO DOS CIRCUITOS QUE ESTÃO PRESENTES EM CADA TRECHO DA REDE DE ELETRODUTOS DA FIGURA A.1.1



.quando 110 volts:

$$\text{corrente} = \frac{\text{carga distribuída pelo ponto}}{110}$$

.quando 220 volts:

$$\text{corrente} = \frac{\text{carga distribuída pelo ponto}}{220}$$

#### LEVANTAMENTO DO MATERIAL ELÉTRICO NECESSÁRIO PARA UR:

a.as ligações entre pontos de luz e interruptores ou tomadas serão executadas com fio 1,5 mm<sup>2</sup>, por representarem trechos de pequena distância entre si e pequena carga;

b.conhecendo o anteprojeto elétrico da UR, procede-se do mesmo modo de quando se tem o projeto elétrico. A planilha A.1.4. dedica-se à medição dos circuitos elétricos da UR.

#### PLANILHA A.1.4.: MEDIÇÃO DOS CIRCUITOS ELÉTRICOS DAS UNIDADES RESIDENCIAIS

PEÇA E DADOS GEOMÉTRICOS: iniciando por uma das peças que tem seu ponto de luz ligado diretamente ao CD, indicar: nome da peça, largura dividida por dois (A/2), comprimento (B), metade da diagonal (C). A determinação da largura e comprimento pode gerar dúvidas quando a peça apresentar recortes. Considera-se a parcela do quadrilátero maior ignorando o restante (figura A.1.3). As medidas são buscadas nos dados de comprimento de paredes nas planilhas referentes ao cálculo de áreas de alvenarias.

---

PRODUTO CARGA x DISTANCIA ATE

FIO/CABO(mm2)	SE 110 volts	SE 220 volts
1,5.....	14.600.....	58.400
2,5.....	23.160.....	93.000
4,0.....	37.000.....	148.000
6,0.....	58.700.....	236.000
10,0.....	92.800.....	374.000
16,0.....	139.600.....	594.000
25,0.....	235.000.....	946.000
35,0.....	376.000.....	1.500.000
50,0.....	475.000.....	1.900.000
70,0.....	600.000.....	2.400.000
95,0.....	752.000.....	3.000.000
120,0.....	886.000.....	3.560.000
150,0.....	1.086.000.....	4.280.000
185,0.....	1.418.000.....	5.700.000
240,0.....	1.670.000.....	7.160.000

---

QUADRO A.1.3. - Bitola de fios x produtos (carga x distância) (CREDER)

PONTOS DE ENERGIA ELÉTRICA: para facilitar a identificação de pontos devem ser usadas as siglas do quadro A.1.4. Para cada peça, indicada na primeira coluna desta planilha, deve-se identificar quais os pontos elétricos existentes, conforme registro feito nas planilhas A.1.1 e A.1.2. Para cada peça, indicar em primeiro lugar o/s ponto/s de luz -completando imediatamente as outras colunas referentes a essa linha-, em segundo lugar, indicam-se os interruptores, um para cada ponto de luz (esses componentes não aparecem explicitamente na planilha A.1.1., mas tem ligação direta ao ponto de luz que foi ali registrado). Para os pontos de luz de salas que servem de circulação, indicar dois interruptores que serão considerados atuando em paralelo. Segue-se indicando as tomadas com altura em relação ao piso de 0,30 metros (tipo T30). As tomadas podem ser indicadas todas juntas (com exceção às da cozinha que ficam separadas nas especiais), isto é, numa única linha com o uso de índice multiplicativo que antecede a sigla T30 e que representa o número de unidades existentes. O ponto de luz sobre a porta de entrada da UR deve ser registrado como pertencente à área que se tem acesso ao entrar. Para a cozinha, além dos pontos existentes nas planilhas A.1.1 e A.1.2. deverá haver indicação de ponto para instalação da sirene de campainha. Suas tomadas especiais terão altura de 1,20 metros (tipo T120). Ar condicionados e chuveiros ficam registrados junto às peças a que pertencem.

METRAGEM HORIZONTAL: a metragem horizontal será função de medida em planta baixa somente para os pontos de luz. Nestes casos, deve-se medir a distância horizontal entre CD-PC, quando o ponto se liga diretamente ao CD, ou PC-PC entre o ponto que está sendo considerado e aquele imediatamente anterior no encaminhamento direcionado ao CD. Para os outros pontos seguir as indicações do quadro A.1.5.

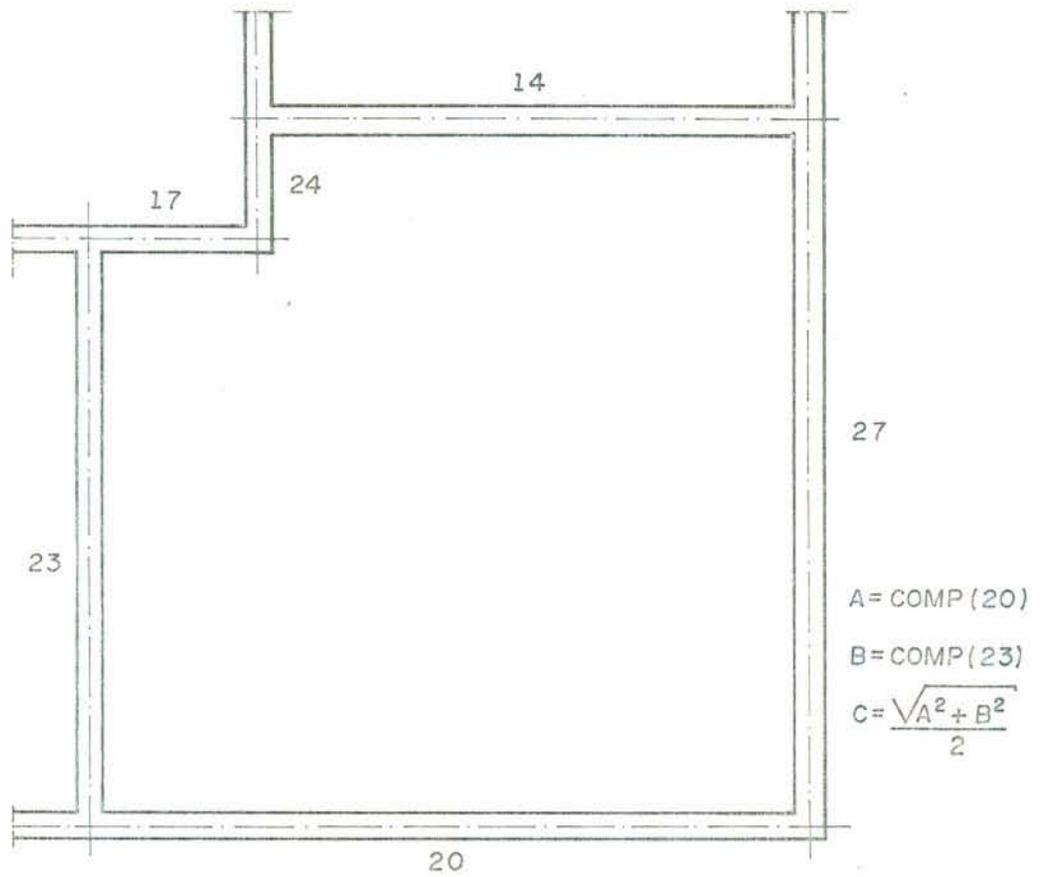


FIGURA A.1.3 : MEDIDAS DAS PEÇAS COM RECORTES NA CONSIDERAÇÃO DOS CIRCUITOS ELÉTRICOS



PONTO	SIGLA
Ar condicionado.....	ACOND
Caixa de passagem.....	CP
Centro de distribuição.....	CD
Chuveiro.....	CHUV
Interruptores - simples.....	INT(*)
- paralelo.....	INTP(*)
Ponto de luz - teto.....	PC
- parede.....	PP
Quadro de medição.....	QM
Sirene de campainha.....	SCP
Tecla de campainha.....	TCP
Tomadas - chão.....	TC
- baixa (0,30 m).....	T30
- alta (1,20 m).....	T120
(1,80 m).....	T180

QUADRO A.1.4 - Siglas para os pontos de energia elétrica e elementos complementares da instalação (\*: indicar junto aos interruptores o número de teclas sempre que for diferente de 1)

ØELETROD: definição das bitolas dos eletrodutos em cada trecho. Para os eletrodutos que fazem as ligações CD-PC ou PC-PC, a determinação da bitola segue o seguinte tratamento:

.observar quais os circuitos que ocupam cada trecho (em planta) e verificar, na planilha A.1.3, a bitola de fio que corresponde a cada um. Fazer anotação do número de fios de cada bitola presentes no trecho.

PONTO	METRAGEM HORIZONTAL
Ar condicionado.....	A/2
Chuveiro.....	A/2
Ferro elétrico.....	C
Interruptores.....	A/2
Sirene de campainha.....	A/2
Tecla de campainha.....	A/2
Tomadas - simples.....	A/2
- especiais da cozinha.....	B+C

QUADRO A.1.5 - Metragem horizontal dos pontos de energia elétrica

.como cada circuito terá um fio neutro e um fase, considerar que estão presentes um número de fios igual ao dobro determinado anteriormente, com as respectivas bitolas

.deste ponto em diante devemos considerar dois casos:

- o número total de fios do trecho, independentemente de suas bitolas é menor que 9: considerar que temos com a bitola mais avantajada do trecho o número de fios igual ao total determinado. Introduzir esses dados no quadro A.1.6 para obter a bitola do eletroduto adequado para o trecho;
- o número total de fios do trecho, independentemente de suas bitolas é maior que 9: devem ser formados grupos de fios com bitolas semelhantes, cada um deles com um número máximo de 9 unidades (exemplo:

$6 \times 1,5 \text{ mm}^2 + 2 \times 2,5 \text{ mm}^2 + 2 \times 4,0 \text{ mm}^2$ , os grupos serão:  $(6 \times 1,5 \text{ mm}^2) + (2 \times 2,5 \text{ mm}^2 + 2 \times 4,0 \text{ mm}^2)$ . Será conveniente este tipo de procedimento porque a existência de pelo menos um fio de bitola maior, neste método simplificado, leva a consideração de todos os fios com essa bitola e, portanto, a determinação de diâmetro de eletroduto muito vantajada. Com os grupos de fios com um número até 9, recai-se no caso anterior. Como resultado teremos dois ou mais eletrodutos para cobrir um mesmo trecho horizontal

.eletrodutos para circuitos especiais: ar condicionado, chuveiro, tomadas especiais da cozinha: considerar a existência de dois fios com a bitola determinada na planilha A.1.3. Introduzir esses valores no quadro A.1.6. para determinar a bitola do eletroduto. Essa bitola de eletroduto será utilizada na ligação entre esses pontos e o ponto de luz mais próximo. A partir desses pontos os fios correspondentes a esses circuitos são considerados junto com os demais

.eletrodutos que servem interruptores, tomadas, teclas de campainha e respectiva sirene: serão de bitola  $12,5 \text{ mm}^2$

Observação: a limitação em nove unidades de fios num mesmo eletroduto é da Norma Brasileira NBR 5410

ØFIOS: a planilha A.1.3. fornece as bitolas e deve-se aqui indicar a necessidade de dois fios em cada trecho para servir os pontos de energia elétrica

PÉ-DIREITO: indicar o pé-direito de todas as peças. Se constante na UR, indicar somente na primeira linha da planilha

ACP: altura característica do ponto, ou seja, altura do ponto em

relação ao piso. Ver valores no quadro A.1.7.

METRAGEM HORIZONTAL: valores resultantes da diferença (PD - ACP)

ASSINALAR: ALVENARIA OU CONCRETO: deve-se fazer a indicação do material que receberá os eletrodutos verticais

ELETRODUTO: Ø, m, MAT: considerando que todos os eletrodutos têm mesmo material (MAT) e este é o PVC rígido rosqueável, passa-se ao cálculo do total de metros (m) necessários para cada bitola (Ø). Observando-se o trecho da planilha tem-se:

-----//-----						
METRAGEM	.	Ø	.	Ø	//	METRAGEM
HORIZONTAL	.	ELETRODUTO	.	FIO	//	VERTICAL
-----//-----						
MH	.	n x ØE	.	p x ØF	//	MVT
-----//-----						

A bitola de eletroduto que está indicada na quarta coluna da planilha é transferida para a décima-primeira coluna (Ø para eletrodutos). Os metros de eletroduto serão calculados por:

.para trechos PC-PC:  $m = n \times (MH)$

.para outros trechos:  $m = n \times (MH + MVT)$

FIOS: Ø, m: utilizando como referência, novamente, a reprodução parcial da planilha, a metragem dos fios será:

$$m = \frac{(m \text{ de eletroduto}) \times p}{n}$$

para cada bitola, inicialmente indicada na quinta coluna e que deve ser transcrita na décima-sexta

É fundamental que se registre os elementos complementares a eletrodutos e fios de uma UR. Com esse intuito, a planilha A.1.5 será preenchida.

ELETROD.(MM)	20	25	32	40	50	60	75	85	100	110	
FIO	1,5	7	9								
(MM <sup>2</sup> )	2,5	5	8	9							
	4,0	4	6	9							
	6,0	2	4	8	9						
	10,0	-	2	4	6	9					
	16,0	1	-	3	4	8	9				
	25,0	1	-	2	4	6	9				
	35,0		1	2	4	6	9				
	50,0		1	-	-	3	5	8	9		
	70,0		1	-	-	3	4	7	9		
	95,0			1	-	2	4	6	8	9	
	120,0			1	-	-	3	5	6		
	150,0			1	-	-	2	4	6		
	185,0			1	-	-	-	3	4	6	
	240,0				1	-	-	3	4	5	6
	300,0					1	-	2	3	4	5

QUADRO A.1.6.-Número máximo de fios de cada bitola num mesmo eletroduto - fio termoplástico 600 volts (CREDER)

PONTO	RCP (m)
Ar condicionado.....	0,30
Caixa de passagem.....	1,50
Centro de distribuição....	1,50
Chuveiro.....	2,10
Interruptor.....	1,20
Ponto de luz na parede....	2,10
Quadro de medição.....	1,80
Sirene de campainha.....	2,10
Tecla de campainha.....	1,20
Tomadas - baixas.....	0,30
- alta	1,20 ou 1,80

QUADRO A.1.7- Alturas características dos pontos de energia elétrica e elementos complementares da instalação

PLANILHA A.1.5.: ELEMENTOS COMPLEMENTARES A ELETRODUTOS E FIOS

BITOLA: indicação das bitolas de eletrodutos registradas na planilha A.1.4. que faz correspondência a essa planilha A.1.5.

RASGO EM ALVENARIA / RASGO EM CONCRETO: considerar que são necessários para os eletrodutos verticais. Obtem-se o total para cada bitola observando-se as colunas ØELETRODUTO, MATERIAL DA PAREDE (ALVENARIA DE TIJOLOS OU CONCRETO) e METRAGEM VERTICAL, da planilha A.1.4. e cujos somatórios em função da bitola serão os valores a serem aqui indicados



**CURVAS:** o número máximo de curvas entre duas caixas estampadas é de três. Assim, considerando que elas estão presentes nos trechos horizontais, multiplicando-se o número de pontos que são servidos por uma certa bitola por três, considerando-se a existência de caixas estampadas a cada ponto

**LUVAS:** como, comercialmente, as varas de eletroduto apresentam 3,00 metros, faz-se a consideração genérica que a cada 3,00 metros se necessita uma luva. Com o somatório de comprimentos de eletrodutos, em função das bitolas, e dividindo-se cada um desses valores por três, será obtido o número de luvas

**BUCHAS E ARRUELAS:** como este material está intimamente ligado a existência de caixas estampadas, pois faz a ligação entre eletroduto e caixa, deve-se indicar a necessidade do seguinte número de peças, em função da bitola do eletroduto que serve a cada ponto:

.ponto de luz no teto:  $2 \times$  número de pontos de luz

.outros pontos:  $3 \times$  número de pontos de tomada de energia

Isso ocorre pelo fato de termos adotado que cada transição entre eletroduto horizontal, que parte de um PC, e eletroduto vertical, que chega aos pontos de tomada de energia, seja feita por uma caixa estampada

**QUADRO DE DISTRIBUIÇÃO:** elemento que abriga o Centro de Distribuição. É necessário um por UR com a capacidade de receber amperagem igual ao somatório das amperagens dos circuitos da unidade residencial. As amperagens parciais estão na planilha A.1.3.

**NDMP: número de disjuntores monopolares:** será igual ao número de circuitos da UR, para caracterização do quadro de distribuição

**DISJUNTORES: MONOPOLARES, BIPOLARES, TRIPOLARES:** considera-se a

necessidade de disjuntores monopolares nesta simplificação. Introduzindo-se a amperagem de cada circuito (calculado na planilha A.1.3) no quadro A.1.8, observa-se qual a amperagem dos disjuntores. O quadro abrange a faixa até 28 Amperes. Caso seja maior a amperagem, calcular por:

$$\text{amperagem do disjuntor} = \frac{\text{amperagem do circuito}}{0,70} \quad (\text{CREDER})$$

que também deu origem ao quadro A.1.8.

TOMADAS: conforme ocorram na planilha A.1.4, anotar o número de unidades necessárias. Indicando voltagem e localização (chão ou parede)

INTERRUPTORES: conforme estejam indicadas na planilha A.1.4, transferir o total de unidades, classificando-os em simples ou paralelo e em função do número de teclas

TECLA DE CAMPAINHA: indicar uma por UR

SIRENE DE CAMPAINHA: indicar uma por UR

AR CONDICIONADO / EXAUSTOR ELÉTRICO: suas existências não são consideradas. As considerações anteriores foram para preparo do ponto, sendo que sua instalação não é considerada obrigatória

ARANDELA / LUMINÁRIAS FLUORESCENTES: não são consideradas

CAIXAS ESTAMPADAS: considerar:

.1 x (100 x 100 mm): para cada ponto de teto;

.2 x (50 x 100 mm): para cada um dos outros tipos de pontos.

---

AMPERAGEM DO								
CIRCUITO ATE	4,2	7,0	11,2	14,0	17,5	21,0	22,4	28,0

---

DISJUNTOR DE	6,0	10,0	16,0	20,0	25,0	30,0	32,0	40,0
--------------	-----	------	------	------	------	------	------	------

---

QUADRO A.1.8 - Correspondência entre amperagem do circuito e do disjuntor ( em Amperes)

Observação: chuveiros são orçados na instalação hidráulica, aqui é considerado só o preparo do ponto elétrico

#### INSTALAÇÃO ELÉTRICA NO PAVIMENTO (ALIMENTAÇÃO DAS UR E ILUMINAÇÃO CONDOMINIAL):

As considerações a serem feitas em cada pavimento, quanto à instalação de energia elétrica, foram divididas em duas partes: alimentação das UR e iluminação do condomínio no pavimento.

Deve-se seguir o encaminhamento genérico abaixo:

a. posicionar a caixa de passagem em cada pavimento. Ela deve estar em lugar central e de maneira que possa receber, facilmente, os eletrodutos a partir do quadro de medidores do andar térreo. A planilha A.1.6 recolhe os dados necessários para a sua quantificação:

Observação: sempre que as planilhas são encabeçadas por "PAVIMENTOS INCLUÍDOS", deve ser feita indicação dos pavimentos que tem mesmas características. Se fará a anotação dos dados referentes a um único pavimento, para posterior totalização.

PLANILHA A.1.6: ALIMENTAÇÃO DAS UR E ILUMINAÇÃO CONDOMINIAL  
DO(S) PAVIMENTO(S)

ALIMENTAÇÃO DAS UNIDADES RESIDENCIAIS DO PAVIMENTO: o primeiro conjunto de colunas da planilha é necessário para a determinação dos dados da alimentação das UR:

UR: indicar a unidade residencial que terá os dados anotados nesta linha da planilha

CD-CP: anotação da distância horizontal entre o CD da UR e o CP do pavimento

ØELETROD - ØFIO: a determinação das bitolas é feita da seguinte maneira:

- .acumular carga do apartamento no CD;
- .efetuar o produto (carga x distância), onde a carga será a total da UR e a distância o comprimento CD-CP;
- .verificar a bitola do fio no quadro A.1.3.;
- .indicar a bitola, acompanhada de índice multiplicativo 2;
- .com a bitola do fio sendo conhecida e considerando-se a existência de dois condutores, procura-se no quadro A.1.5 a bitola conveniente para o eletroduto.

#PÉ-DIREITO: somar os pés-direitos dos locais onde estão CD e CP

#ACC: soma das alturas características de CD e CP. Será igual a 3,00 metros conforme o quadro A.1.7.

ELETRODUTO: Ø, m, MAT: será indicado como material o PVC rígido rosqueável, a bitola é a determinada anteriormente e a metragem

será:

$$m \text{ ELETRODUTO} = (CD-CP) + (\#PE-DIREITO) - 3,00 \text{ m}$$

FIO: Ø, m: a bitola é a determinada anteriormente e a metragem será:

$$m \text{ FIO} = m \text{ ELETRODUTO} \times 2$$

ILUMINAÇÃO DO CONDOMÍNIO NO PAVIMENTO: deve-se fazer um estudo de como será a iluminação do condomínio em cada pavimento. Verificando que os corredores e escadarias formam um conjunto de quadriláteros adjacentes, considera-se que cada um deles necessita um ponto de iluminação. Para o caso de pavimentos em nível, isto é, trechos que não são em escada, se terá, além do ponto de iluminação, um interruptor. A figura A.1.4 mostra alguns exemplos. No caso "A" desta figura, será necessária uma luminária e um interruptor para os corredores e uma luminária para a escadaria. No caso "B", serão necessárias duas luminárias e dois interruptores para os corredores e uma luminária para a escadaria. No caso "C", três luminárias e interruptores são necessários para os corredores e duas luminárias para a escadaria.

Observação: deve-se atentar para não indicar duas luminárias para escadaria nos casos A e B, pois estar-se-ia considerando em duplicidade quando computados todos os pavimentos

As ligações serão:



conforme fiquem mais próximos os pontos. Convm graficar a localização dos PC e do CP para medição das distâncias horizontais.



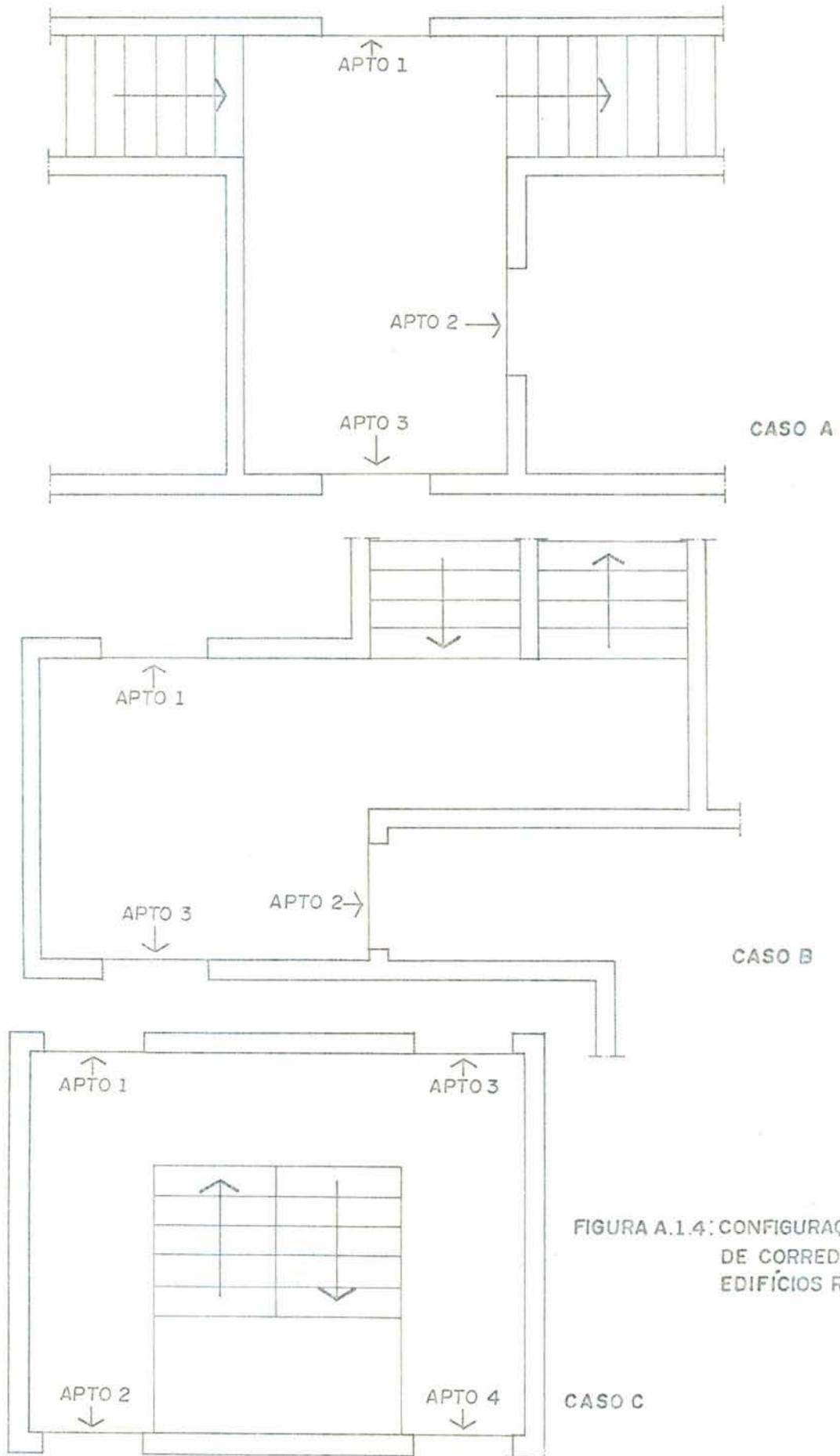


FIGURA A.1.4: CONFIGURAÇÕES TÍPICAS DE CORREDORES DE EDIFÍCIOS RESIDENCIAIS

PTO A / PTO B: considerar os pontos extremos de cada trecho

DH: distância horizontal entre os pontos A e B. Para os trechos PC-INT considerar a metade da largura do corredor

PE-DIREITO: indicar o pé-direito do corredor

#ACPS: somatório das alturas características dos pontos A e B. Ver quadro A.1.6.

ØELETROD: o diâmetro do eletroduto será 12,5 mm

ØFIO: considerar para cada trecho três fios de 1,5 mm<sup>2</sup>

ELETRODUTO: Ø, m, MAT: a bitola será 20 mm. O material, PVC rígido rosqueável. A metragem é calculada por:

$$m \text{ ELETRODUTO} = DH + (2 \times PE-DIREITO) - \#ACPS$$

FIO: Ø, m: serão três fios de 1,5 mm<sup>2</sup> com metragem igual a:

$$m \text{ FIO} = m \text{ ELETRODUTO} \times 3$$

INTERRUPTORES DE MINUTERIA: indicar o número de interruptores

ARANDELAS: não são consideradas

PLAFONIERS: em igual número ao de pontos de iluminação

CARGA DE ILUMINAÇÃO DO PAVIMENTO: calculada da seguinte maneira:

$$CARGA \text{ ILUMIN. PVTO} = (AREA \text{ DO CORREDOR} + AREA \text{ ESCADARIA})_{pvto} \times 10$$

O valor obtido deverá ser dividido pelo número de pontos de iluminação e verificado se esse valor resultante é igual a um múltiplo

tipo inteiro das potências comerciais indicadas no quadro A.1.2. Em caso afirmativo, o valor total anteriormente calculado é indicado na planilha. Caso contrário, procurar no quadro A.1.2, o valor superior mais próximo ao valor unitário obtido e, multiplicando-se pelo número de pontos de iluminação, tem-se a carga de iluminação do pavimento que deve ser indicada na planilha.

LUVAS: indicar, para cada bitola e material diferentes por eletroduto, o número de luvas como sendo o comprimento total de tubulação dividido por três

RASGOS EM ALVENARIA / RASGOS EM CONCRETO: considera-se, novamente, que os rasgos só serão necessários para as tubulações verticais e deve-se somar, em função da bitola:

.para alimentação da UR:

$$\text{metros eletrod.verticais} = (\#PÉ-DIREITO) - (\#ACC)$$

.para iluminação condominial:

$$\text{metros eletrod.verticais} = 2 \times (\#PÉ-DIREITO) - (\#ACPS)$$

CAIXAS ESTAMPADAS: calculadas por:

$$\text{.número caixas (50x100mm)} = (\text{número interrup.} + 1) \times 2$$

$$\text{.número caixas (100x100mm)} = \text{número pontos de luz}$$

BUCHAS E ARRUELAS: devem ser consideradas necessárias em número igual a:

$$\text{.Buchas/arruelas} = (\text{número interrup.}) \times 3 + \text{número pontos luz}$$

A bitola será a do eletroduto, 20 mm.

## CIRCUITOS DE SERVIÇOS NOS PAVIMENTOS:

Refere-se ao uso de energia elétrica em bombas de recalque, iluminação externa do prédio, elevadores, etc, que existam. Não havendo o projeto, deve-se tentar identificar os pontos de consumo de energia para os serviços que possivelmente ocorrerão. A planilha A.1.7 recolhe os dados referentes aos componentes de circuitos de serviço em cada pavimento. Observar que não são feitos registros referentes a iluminação interna do condomínio já que estão na planilha A.1.6.

### PLANILHA A.1.7: CIRCUITOS DE SERVIÇO

SERVIÇO / PAVIMENTO: indicar o tipo de serviço e em qual pavimento buscar-se-ão os dados descritos nesta linha, assim como a carga exigida (em watts)

PONTO A: ponto considerado como de início de um trecho de eletroduto

PONTO B: ponto considerado como de término de um trecho de eletroduto iniciado no ponto A

Observação: aqui serão anotados os trechos verticais e horizontais de eletrodutos que fazem o percurso desde o ponto de utilização da energia elétrica até a caixa de passagem do respectivo pavimento. A avaliação de comprimento dos trechos deve ser feita considerando distâncias horizontais e alturas características dos pontos presentes. Deve ser feita alguma anotação em planta para ser possível identificar os pontos A e B anotados para posterior conferência do registro realizado.

DISTÂNCIA: computar as distâncias verticais e/ou horizontais que caracterizam a ligação entre os pontos A e B

ØELETRODUTO E ØFIO: só podem ser avaliados entre os pontos extremos do circuito de serviço, ponto de consumo e caixa de passagem em cada pavimento. Assim, quando tiver sido anotado o ponto final, deve-se somar os comprimentos para a obtenção da distância entre ponto inicial e final do circuito no pavimento. O valor da distância total multiplicado pelo valor da carga do circuito consiste no resultado necessário para, com a ajuda do quadro A.1.3, determinar a bitola do fio. Considerando-se dois fios desta bitola para a ligação, determina-se o diâmetro do eletroduto no quadro A.1.6

ELETRODUTO: Ø, m, MAT: a bitola foi determinada no item anterior, os metros são referentes à distância total e o material será PVC rígido rosqueável

FIO: Ø, m: a bitola é a indicada anteriormente e os metros "m" serão iguais a:

$$m \text{ FIO} = m \text{ ELETRODUTO} \times 2$$

#### ALIMENTAÇÃO VERTICAL:

A alimentação vertical é aquela que faz a ligação entre o quadro de medidores e as caixas de passagem dos vários pavimentos. Levanta-se, numa primeira planilha (planilha A.1.8), as necessidades para as unidades residenciais, iluminação condominial e outros serviços nos pavimentos acima do térreo. Essa exclusão do pavimento térreo deve-se ao fato de que, normalmente, o quadro de medidores tem função de reunir os eletrodutos e fios deste pavimento ( substituindo a caixa de passagem existente nos demais pavimentos) e já foi computado anteriormente. A planilha A.1.9 determina a configuração final deste esquema vertical. Com a anotação de seus elementos complementares na planilha A.1.10., fica concluído o sistema.



PLANILHA A.1.8: DETERMINAÇÃO DE FIOS PARA A ALIMENTAÇÃO VERTICAL

CÁLCULO DOS COMPRIMENTOS DE ELETRODUTO: anotação dos dados gerais para cálculo dos comprimentos de eletroduto nas seguintes colunas:

PAVIMENTO: iniciando com o pavimento que fica acima do térreo, indicar a qual se está referindo

ACCP: altura característica da caixa de passagem: indicar quando se estiver tratando com o primeiro pavimento acima do térreo. Esse valor, de acordo com o quadro A.1.7 é de 1,50 metros.

DVCPS: distância vertical entre caixas de passagem: indicada para os pavimentos que não são o térreo e o pavimento seguinte a este. Será determinado por:

$$(DVCPS)_i = (PÉ-DIREITO)_{i-1} - 1,50 + (ELP)_i + 1,50$$

$$e \quad (DVCPS)_i = (PÉ-DIREITO)_{i-1} - (ELP)_i$$

onde ELP = espessura da laje de piso

i = índice do pavimento de que se está tratando

1,50 m = altura característica das caixas de passagem

COMP.ELET.VERT.: comprimento do eletroduto vertical: será, para cada pavimento, resultante da soma entre ACCP e os valores DVCPS até o pavimento em estudo

ALIMENTAÇÃO DA UNIDADE RESIDENCIAL: dados referentes à alimentação da unidade residencial para determinação do esquema vertical

CARGA TOTAL: em cada pavimento, é o somatório das cargas dos CDs das UR do respectivo pavimento

CARGA x DISTÂNCIA: produto da carga e distância (que é o valor do comprimento do eletroduto vertical) para o pavimento indicado

ØFIO: o quadro A.1.3, com o dado da coluna anterior, fornece a bitola adequada do fio

ILUMINAÇÃO DO CONDOMÍNIO: as colunas abaixo referem-se aos dados da iluminação do condomínio

CARGA TOTAL: deverá ser acumulada a carga de iluminação no último pavimento, por ser o mais distante do quadro de medidores

CARGA x DISTÂNCIA: produto da carga total acumulada no último pavimento pela distância do quadro de medidores (=comprimento do eletroduto vertical no último pavimento)

ØFIO: no quadro A.1.3 com o dado da coluna anterior, obtem-se bitola adequada do fio

SERVIÇO: seguindo os dados da planilha A.1.7, fazer as seguintes anotações:

CARGA TOTAL: indicar, separadamente, para cada serviço (quando ocorrer mais de um serviço num mesmo pavimento), a carga total

CARGA x DISTÂNCIA: a carga total indicada na coluna anterior deverá ser multiplicada pelo comprimento vertical de eletroduto até o respectivo pavimento (=distância)

ØFIO: verificar no quadro A.1.2. a bitola adequada do fio para o produto calculado na coluna anterior



PLANILHA A.1.9: ESQUEMA VERTICAL DE ALIMENTAÇÃO

PAVIMENTO TÉRREO: os dados a serem registrados na primeira etapa da planilha referem-se ao pavimento térreo

PÉ-DIREITO: do local onde está o quadro de medidores

ACQM: altura característica do quadro de medidores: no quadro A.1.2 é igual a 1,80 metros

DHQM-SOBE: distância horizontal entre o ponto central do quadro de medidores e o ponto onde ocorre a subida dos eletrodutos para os outros andares

ØFIOS: observando a planilha A.1.8, fazer a anotação de todas as bitolas de fios necessárias, acompanhadas de índices multiplicativos, indicadores do número de vezes que cada bitola ocorre

ØELETRODUTO: as bitolas dos fios devem ser agrupadas de maneira a ter-se as seguintes características:

.número máximo de fios = 9

.bitolas dos fios pertencentes a um mesmo grupo devem ser semelhantes

Isso é necessário para a determinação das bitolas de eletrodutos necessárias pelo método simplificado, anteriormente apresentado, que utiliza o quadro A.1.6. De cada grupo de fios se verifica a maior bitola e, considerando que exista um número igual ao determinado para o conjunto de fios com esta bitola, se obtém o diâmetro do eletroduto que os abrigará

ELETRODUTO: Ø, m, MAT: indicar cada bitola determinada anteriormente seguida de índice multiplicativo "n", que representa o n.º



mero de vezes que a bitola ocorre, na coluna "Ø". Calcular o comprimento necessário para cada bitola por:

$$m \text{ ELETRODUTO} = n \times (\text{DHQM-SOBE} + \text{PÉ-DIREITO} + \text{ACQM})$$

O material a ser indicado é o PVC rígido rosqueável

FIO: Ø, m: Indicar cada bitola anteriormente determinada, acompanhada do índice multiplicativo "p", que representa o número de vezes que a bitola ocorre, na coluna "Ø". O comprimento necessário de fio será:

$$m \text{ FIO} = p \times (\text{DHQM-SOBE} + \text{PÉ-DIREITO} + \text{ACQM})$$

OUTROS PAVIMENTOS: significa que os valores corresponderão aos pavimentos que se sobrepõem ao térreo

PVTO: indicar o pavimento que será tratado

ACCP: para o primeiro andar acima do térreo, indicar a altura característica da caixa de passagem que é de 1,50 metros (conforme quadro A.1.2)

DVCPS: a distância vertical entre caixas de passagem: deve ser retirada da planilha A.1.8

ØFIO: indicar as bitolas de fio que chegam a cada pavimento

ØELETRODUTO: as bitolas dos fios devem ser agrupadas de maneira a ter-se as seguintes características:

.número máximo de fios = 9

.bitolas dos fios pertencentes a um mesmo grupo devem ser semelhantes

O método simplificado de determinação da bitola adequada para um eletroduto que receberá certo grupo de fios considera que todos os condutores têm uma mesma bitola e esta será a mais avantajada do grupo. Feito esse tipo de consideração, introduz-se essas bitolas, tendo como índice multiplicativo o número total de fios do respectivo grupo, no quadro A.1.6 e define-se a bitola adequada para o eletroduto

ELETRODUTO: Ø, m, MAT: para cada bitola de eletroduto determinada na coluna anterior, indicar em "Ø" o diâmetro acompanhado de índice multiplicativo "n". O material será PVC rígido rosqueável e o comprimento é calculado por:

$$m \text{ ELETRODUTO} = n \times (\text{COMP.ELETR.VERT.}) \quad \leftarrow \text{pvto}$$

onde o valor do comprimento do eletroduto vertical característico do pavimento é retirado da planilha A.1.8

FIO: Ø, m: para cada uma das bitolas existentes até o pavimento considerado deverá se ter o diâmetro acompanhado de índice multiplicativo "p" e a metragem necessária será:

$$m \text{ FIO} = p \times (\text{COMP.ELETR.VERT.}) \quad \text{pvto}$$

onde o comprimento do eletroduto vertical característico do pavimento é retirado da planilha A.1.8

#### PLANILHA A.1.10: ELEMENTOS COMPLEMENTARES AO ESQUEMA VERTICAL DE ALIMENTAÇÃO

BITOLA: indicar as bitolas de eletroduto que ocorrem na planilha A.1.9.



M ELETROD: indicar o total de metros correspondentes a cada bitola de eletroduto

RASGO EM ALVENARIA / RASGO EM CONCRETO: considera-se que todos os eletrodutos são embutidos. Classificando segundo o material onde o eletroduto é embutido, indicar a metragem de eletroduto. O total deve ser igual ao da coluna anterior, para cada bitola

LUVAS: dividindo a metragem total por três, por considerar a compra dos eletrodutos em varas de 3,00 metros, temos o respectivo número de luvas necessárias

BUCHAS E ARRUELAS: considerar em número igual ao dobro daquele que foi indicado para os eletrodutos que chegam a cada pavimento, classificando-os segundo a sua bitola

CAIXAS DE PASSAGEM: indicar o tamanho e número de unidades necessárias. O tamanho é obtido no quadro A.1.9, em função do número de URs do pavimento servido pela CP. Deve-se considerar uma por pavimento, com exceção dos pavimentos com mais de 15 URs onde o número e tamanho é resultante de combinação que atenda a essas limitações

-----	
NUM.MAXIMO UR/PVTO	TAMANHO DA CP
-----	
ATE 2.....	20 x 20 x 12 cm
ATE 10.....	40 x 40 x 12 cm
ATE 15.....	60 x 60 x 12 cm
-----	

QUADRO A.1.9 - Tamanho das caixas de passagem em função do número de unidades residenciais do pavimento (CREDER)

## ALIMENTAÇÃO GERAL DO PRÉDIO:

A alimentação geral do prédio terá seus dados anotados na planilha A.1.11

### PLANILHA A.1.11: ALIMENTAÇÃO GERAL DO PRÉDIO

ALIMENTAÇÃO GERAL DO PRÉDIO: os dados a seguir referem-se a essa etapa da instalação elétrica e que vai desde a rede pública até o quadro de medidores

DRP-QM: distância entre rede pública e quadro de medidores: considera-se ligação aérea e, portanto, além da distância horizontal, deve-se computar o desnível entre os pontos (distância vertical)

FIO: a determinação da bitola adequada para o fio (ou cabo) é função do seguinte produto carga x distância:

.carga = carga total do prédio = carga apresentada na planilha A.1.8 + carga de serviços existentes no pavimento (não deve ser considerado como extra aos valores da planilha A.1.8 a carga devido a luz condominial interna do térreo)

.distância = DRP-QM

Divide-se esse produto por dois (pois a ligação será feita através de, no mínimo, 2 cabos) e, introduzindo-se no quadro A.1.8, obtem-se a bitola adequada. Caso o produto ultrapasse o valor máximo do quadro, dividir o produto (carga x distância) por três e então verificar a bitola. Caso o produto tenha sido dividido por dois, dois fios fase e um neutro, se fazem necessários (todos com mesma bitola). Se o divisor for igual a três, serão três fios fase e um neutro. Deve-se ter o cuidado de

OBRA:		FI:	
ALIMENTAÇÃO GERAL DO PRÉDIO			
LIGAÇÃO			
DRP-QM:	m	FIO:	ELETRODUTO:
TRANSFORMADOR (INSTALAÇÃO) - ( ) SIM ( ) NÃO			
NUN x KVA:		NUN DE POSTES PARA TRANSFORMADOR:	
LIGAÇÃO AÉREA ( ) SIM ( ) NÃO			
NUN DE POSTES ENTRE A REDE PÚBLICA E PRÉDIO:			
LIGAÇÃO SUBTERRÂNEA ( ) SIM ( ) NÃO			
CANALIZAÇÃO	BITOLA:		
	COMPRIMENTO:		
CAIXAS DE INSPEÇÃO	TAMANHO:		
	MATERIAL:		
QUADRO DE MEDIÇÃO			
MEDIDORES			
MONOPOLARES:	BIPOLARES:	TRIPOLARES:	
DISJUNTOR GERAL			
MONOPOLARES:	BIPOLARES:	TRIPOLARES:	
ATERRAMENTO			

nunca indicar fio com bitola inferior a 4,0 mm<sup>2</sup>, pois essa é, por Norma, a menor bitola utilizável na alimentação predial

ELETRODUTO: verificar no quadro A.1.6, a bitola adequada para os eletrodutos em função dos fios que farão a alimentação predial. Esse eletroduto protegerá o conjunto de fios no trecho interno à construção

TRANSFORMADOR: caso não exista rede de baixa tensão na zona, deve-se indicar a necessidade de um transformador

INSTALAÇÃO DE POSTE PARA TRANSFORMADOR: caso seja necessário para o transformador

LIGAÇÃO AÉREA: assinalar "sim" e se DRP-QM for maior que 30,00 metros, indicar o número de postes necessários, calculados por:

$$\text{número de postes} = \frac{\text{DRP-QM}}{30} \quad (\text{número inteiro superior ao resultado})$$

LIGAÇÃO SUBTERRÂNEA: não será utilizada

QUADRO DE MEDIDORES: indicar:

MEDIDORES: considerar disjuntores monoplares. O número de unidades é calculado por:

$$\text{número de medidores} = \text{número de UR} + 1 \text{ (de serviço)}$$

DISJUNTOR GERAL: será bi ou tripolar conforme forem utilizados dois ou três fios fase. A amperagem será determinada pela bitola alimentação predial, segundo quadro A.1.10.

FIO	AMPERAGEM	FIO	AMPERAGEM
4,0	21,0	70,0	115,5
6,0	28,0	95,0	136,5
10,0	38,5	120,0	150,5
16,0	49,0	150,0	168,0
25,0	66,5	185,0	196,0
35,0	81,5	240,0	224,0
50,0	101,5	300,0	269,5

QUADRO A.1.10 - Amperagem dos disjuntores em função da capacidade máxima dos fio em função da bitola (CREDER)

ATERRAMENTO: aterramento do fio neutro. Sugere-se que seja feito ligando-se este fio a uma canalização metálica de água ou esgoto. A distância recomendada para o bom funcionamento deste tipo de aterramento, entre quadro de medidores e ligação ao cano, é de 20,00 metros. O fio terra tem sua bitola determinada em função do diâmetro do ramal de entrada e a correlação esta indicada no quadro A.1.11.

Seguem a essas planilhas de levantamento de dados, aquelas que têm a função de apresentar os dados de forma mais compacta, ou seja, as Planilhas de Totalização. Para as instalações elétricas estas são representadas pelas planilhas A.1.12 a A.1.19. Observando-se a sua forma gráfica e a indicação das planilhas que lhe fornecem dados, efetua-se a totalização através de somas e multiplicações (para levar em conta o número de UR ou pavimentos incluídos no cabeçalho das planilhas como de repetição de dados).

-----  
RAMAL DE ENTRADA      FIO TERRA  
-----

ATE 2 AWG.....8 AWG

DE    0 A 000.....6 AWG

DE 0000 A 350.....2 AWG  
-----

QUADRO A.1.11 - Bitola do fio terra em  
função da bitola do ramal de en-  
trada (CREDER)









OBRA :			#1:	
TOMADAS				
PAREDE			CHÃO	
VOLTAGEM	NUN		VOLTAGEM	NUN
110 V			110 V	
220 V			220 V	
INTERRUPTORES				
SIMPLES			PARALELO	
1 TECLA	NUN:		NUN:	
2 TECLAS	NUN:		MINUTERIA	
3 TECLAS	NUN:		NUN:	
TECLA DE CAMPAINHA	NUN:			
SIRENE DE CAMPAINHA	NUN:			
CHUVEIRO	NUN:			
AR CONDICIONADO	NUN:			
EXAUSTOR DOMÉSTICO	NUN:			

PLANILHA A.1.16 : TOTAIS PARA PONTOS DE CONSUMO (TOMADAS DE ENERGIA)  
(DADOS PROVENIENTES DAS PLANILHAS A.1.:5,6)



OBRA:				FI:			
CAIXAS ESTAMPADAS		CANALIZAÇÃO					
TAMANHO	NUN	MATERIAL			BITOLA	NUN	
		CAIXAS DE INSPEÇÃO					
		MATERIAL			TAMANHO		
CAIXAS DE PASSAGEM							
TAMANHO	NUN	TAMANHO	NUN	TAMANHO	NUN	TAMANHO	NUN
TRANSFORMADORES							
KVA	NUN	KVA	NUN	KVA	NUN	KVA	NUN
POSTES							
PARA TRANSFORMADORES				PARA REDE AÉREA			
NUN:				NUN:			

PLANILHA A.1.18 : TOTAIS PARA ELEMENTOS COMPLEMENTARES  
(DADOS PROVENIENTES DAS PLANILHA A.1.: 5,6,11)



## ANEXO 2

Estudo comparativo entre levantamentos tradicional e sistematizado ( este considerando a inexistência de projeto específico) dos eletrodutos e fios de instalações elétricas de unidades residenciais

ESTUDO COMPARATIVO ENTRE LEVANTAMENTOS TRADICIONAL  
E SISTEMATIZADO (ESTE CONSIDERANDO A INEXISTÊNCIA  
DE PROJETO ESPECÍFICO) DOS ELETRODUTOS E FIOS DE  
INSTALAÇÕES ELÉTRICAS DE UNIDADES RESIDENCIAIS

Os dados das planilhas A.2.3 e A.2.4 nos fornecem a possibilidade de fazer uma avaliação comparativa, mesmo que parcial, dos valores obtidos pelo método sistematizado, quando este é aplicado sobre o projeto arquitetônico, em relação ao levantamento tradicional (planilhas A.2.1 e A.2.2). O quadro A.2.1 resume as informações que resultaram destes levantamentos para as unidades residenciais de um edifício. O projeto elétrico está apresentado nas figuras A.2.1 e A.2.2 e o anteprojeto (executado pelo método sistematizado), nas figuras A.2.3 e A.2.4.

Como esse método é utilizado para uma primeira aproximação do custo total da instalação elétrica do prédio, e aconselhável analisá-lo em termos de custos. Mesmo que se esteja trabalhando com valores parciais, pode-se ter idéia da repercussão do uso deste método. Os quadros A.2.2 e A.2.3 fornecem os dados necessários e resultados sobre esta questão.

Para fazer referência direta aos dados como aparecem em planta, as bitolas de fios e eletrodutos foram consideradas em unidades diferentes das regulamentadas pelo sistema internacional.

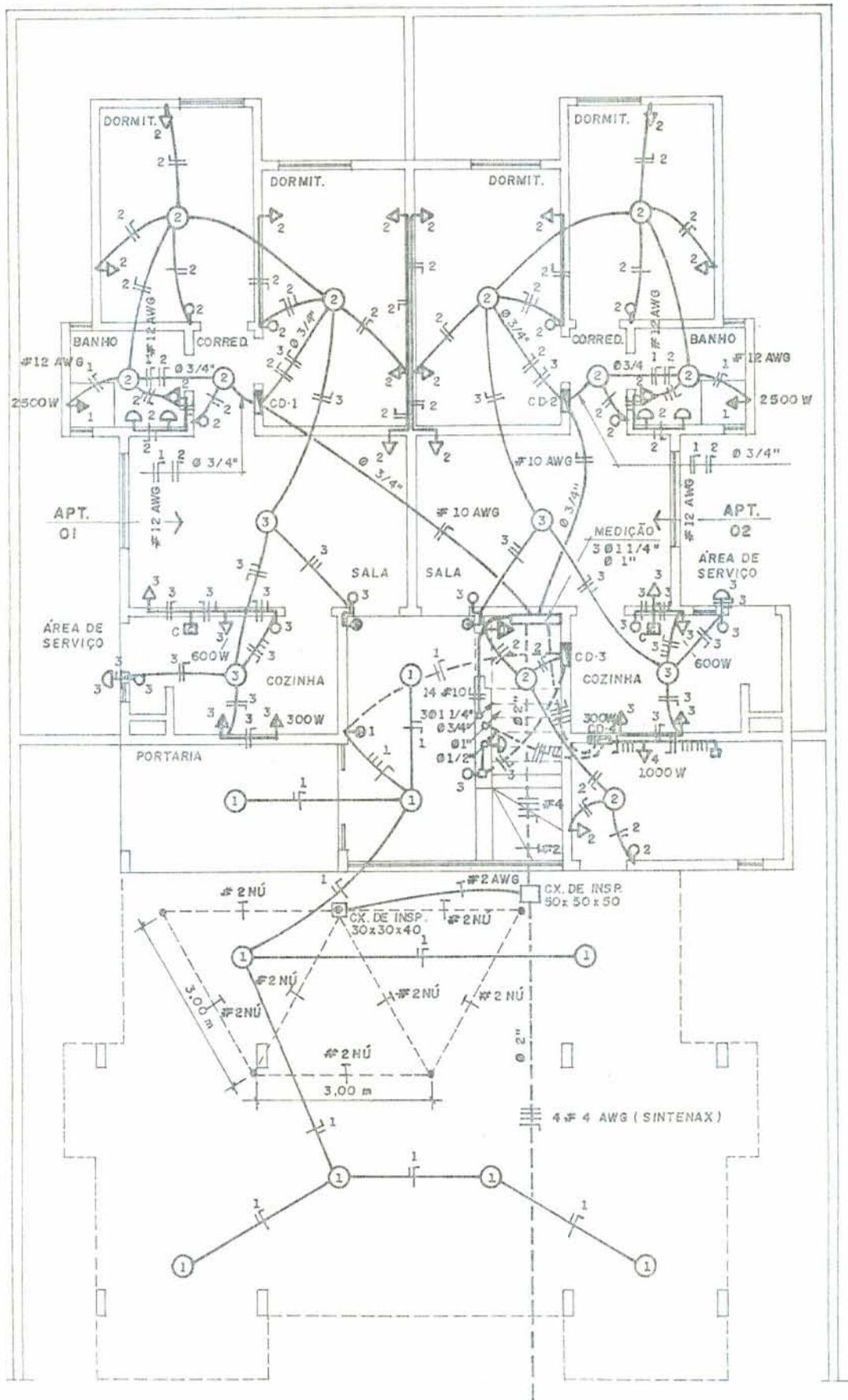


FIGURA A.2.1 : PLANTA DO PAVIMENTO TÉRREO - PROJETO DE INST. ELÉTRICA

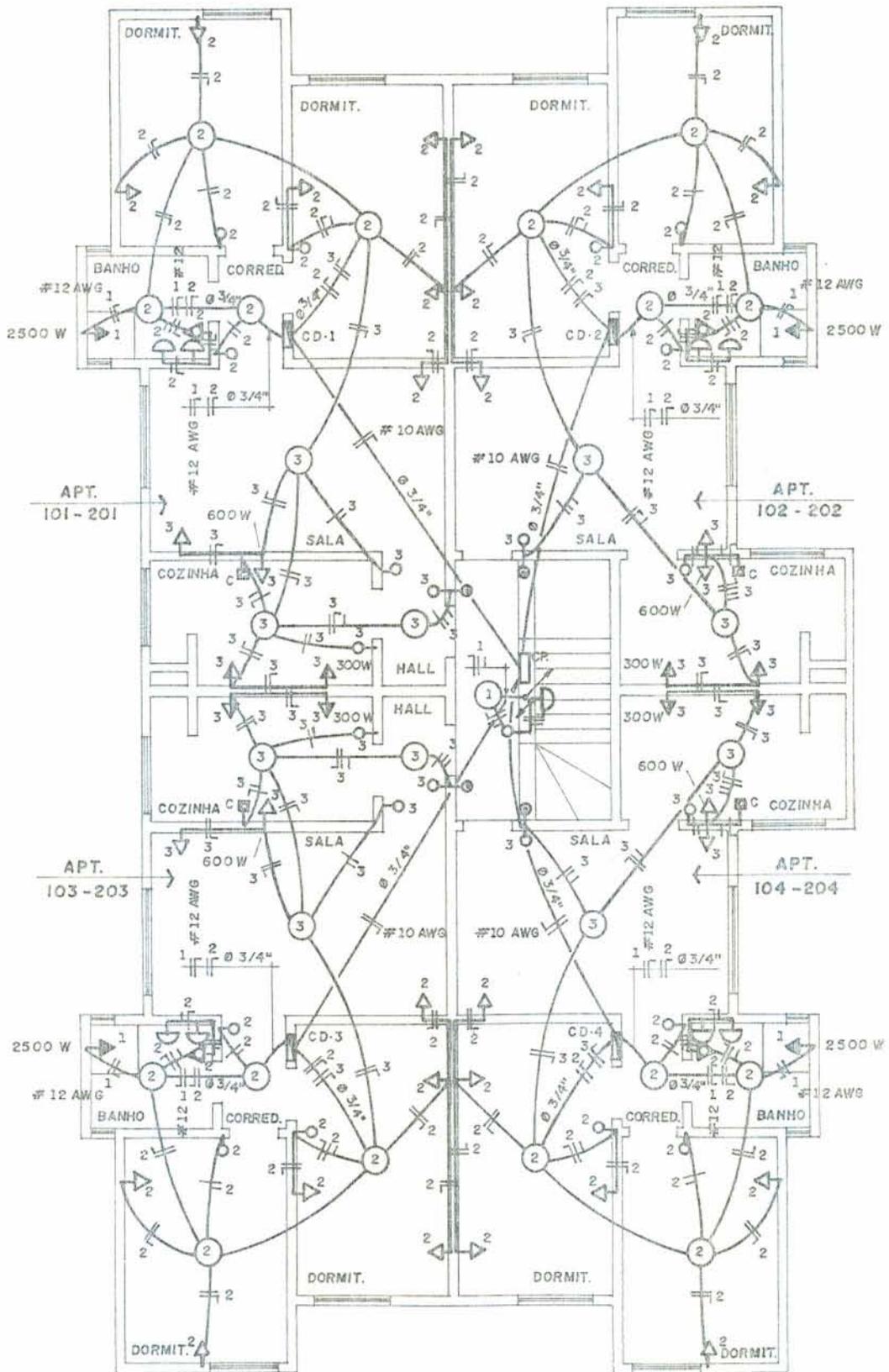


FIGURA A.2.2 : PLANTA DO PAVIMENTO TIPO - PROJETO DE INST. ELÉTRICA

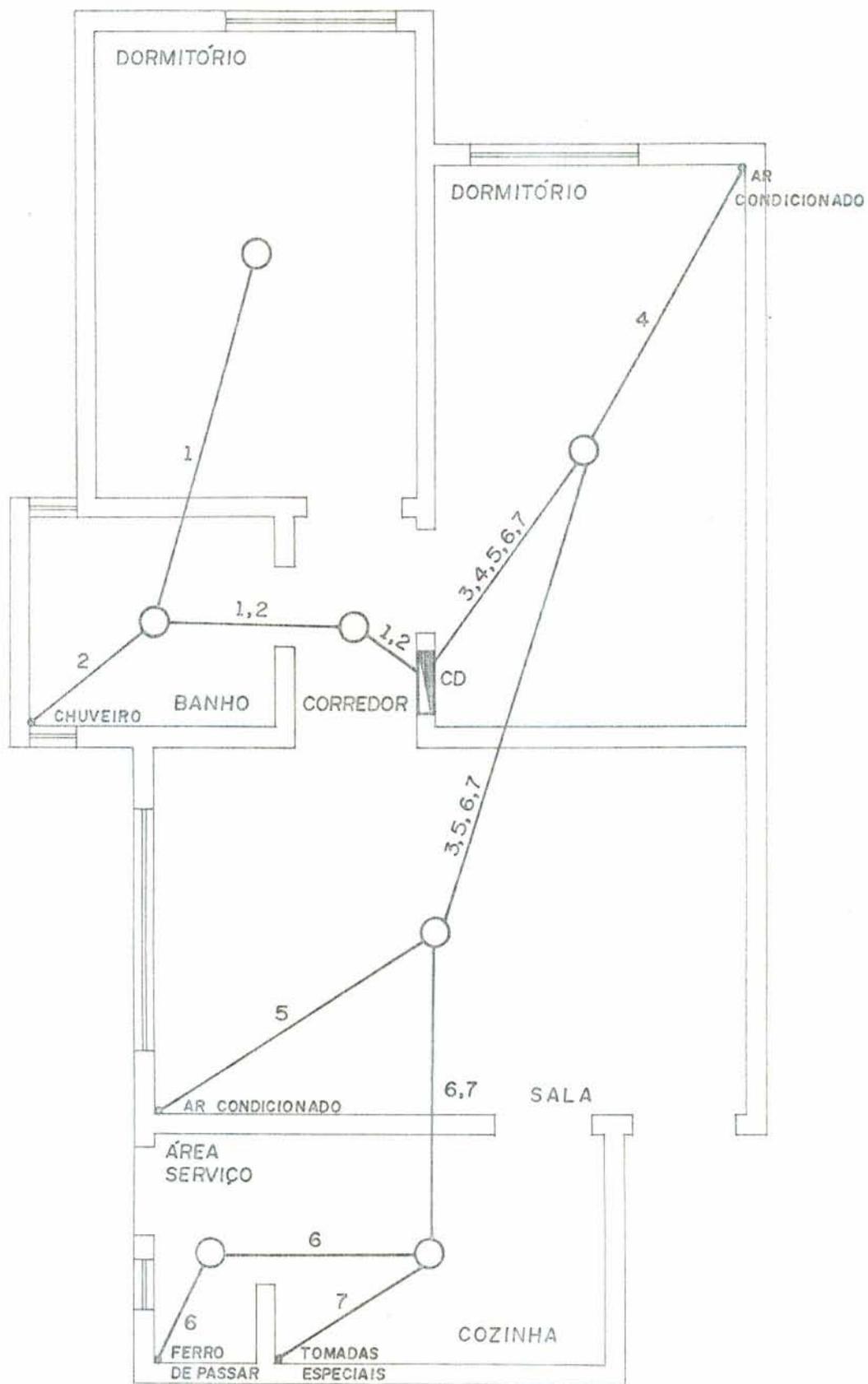


FIGURA A.2.3: PLANTA DO APARTAMENTO DO PAVIMENTO TÉRREO  
PROJETO DE INSTALAÇÃO ELÉTRICA

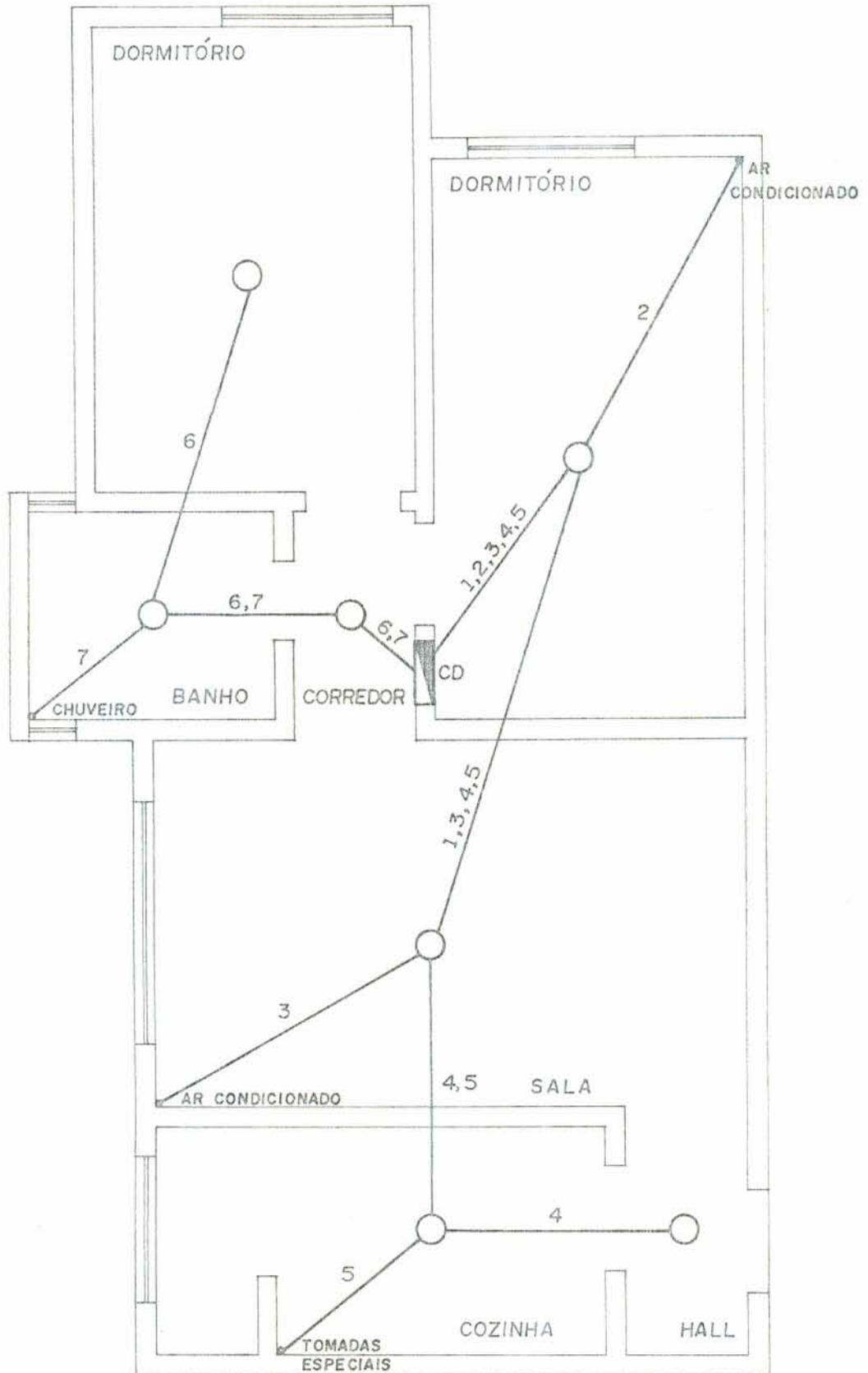


FIGURA A.2.4 : PLANTA DO APARTAMENTO DO PAVIMENTO TIPO PROJETO DE INSTALAÇÃO ELÉTRICA

OBRA: EDIFÍCIO IRENE							E1: 1			
UNIDADES RESIDENCIAIS INCLUÍDAS: 01 - 02 (TÉRREO)										
PONTO "A"	PONTO "B"	DISTAN. HORIZ.	PÉ- DIREITO	ACP DE "B"	COND. n x Ø	FIO n x Ø	CONDUTO		FIO	
							Ø	m	Ø	m
CD	PC-CORRED.	0,50	2,60	1,50	3/4	2 x 14	3/4	1,60	14	3,20
-	-	-	-	-	-	2 x 12	-	-	12	3,20
PC-CORRED.	INT.	1,00	2,60	1,20	3/4	2 x 14	3/4	2,40	14	4,20
PC-CORRED.	PC-BAN	1,20	-	-	3/4	2 x 12	3/4	1,20	12	2,40
-	-	-	-	-	-	2 x 14	-	-	14	2,40
PC - BAN.	CHUV.	1,10	2,60	2,10	1/2	2 x 12	1/2	1,60	12	3,20
PC - BAN.	INT.	1,00	2,60	1,20	1/2	3 x 14	1/2	2,40	14	7,20
INT.	PP.	1,20	1,20	2,10	1/2	2 x 14	1/2	2,10	14	4,20
PC - BAN.	PC-DORM.	2,80	-	-	1/2	2 x 14	1/2	2,80	14	5,60
PC-DORM.	INT.	1,80	2,60	1,20	1 2	2 x 14	1/2	3,20	14	6,40
PC-DORM.	T30	1,80	2,60	0,30	1/2	2 x 14	1/2	4,10	14	8,20
PC-DORM.	T30	1,60	2,60	0,30	1/2	2 x 14	1/2	3,90	14	7,80
CD	PC-DORM.	2,20	2,60	1,50	3/4	4 x 14	3/4	3,30	14	13,20
PC-DORM.	INT.	1,40	2,60	1,20	1/2	3 x 14	1/2	2,80	14	8,40
INT.	T30	1,90	1,20	0,30	1/2	2 x 14	1/2	2,40	14	4,80
PC-DORM.	T30	1,60	2,60	0,30	1/2	2 x 14	1/2	3,90	14	7,80
T30	T30	2,20	-	-	1/2	2 x 14	1/2	2,20	14	4,40
T30	T30	1,80	-	-	1/2	2 x 14	1/2	1,80	14	3,60
PC-DORM.	PC-SALA	4,00	-	-	1/2	2 x 14	1/2	4,00	14	8,00
PC-SALA	INT.	1,90	2,60	1,20	1/2	3 x 14	1/2	3,30	14	9,90
INT.	TCP	0,30	-	-	1/2	2 x 14	1/2	0,30	14	0,60
PC-SALA	PC-COZ.	2,70	-	-	1/2	3 x 14	1/2	2,70	14	8,10
PC-COZ.	INT.	1,40	2,60	1,20	1/2	4 x 14	1/2	2,80	14	11,20
INT.	T30	1,00	1,20	0,30	1/2	3 x 14	1/2	1,90	14	5,70
T30	SCP	0,40	1,20	2,10	1/2	3 x 14	1/2	1,30	14	3,90
SCP	T30	0,90	1,20	0,30	1/2	2 x 14	1/2	1,80	14	3,60
PC-COZ.	P. PAS	2,00	2,60	2,10	1/2	2 x 14	1/2	2,50	14	5,00
P. PAS	INT.	-	2,10	1,20	1/2	2 x 14	1/2	0,90	14	1,80
						Σ	3/4	10,10	14	149,80
							1/2	53,50	12	8,80
						TOTAL	3/4	30,20	14	299,60
							1/2	107,00	12	17,60

PLANILHA A.2.1 : DADOS EXATOS DE CIRCUITOS ELÉTRICOS DAS  
UNIDADES RESIDENCIAIS DO PAVIMENTO TÉRREO

OBRA: EDIFÍCIO IRENE							FI: 2			
UNIDADES RESIDENCIAIS INCLUÍDAS: 101-102-103-104-201-202-203-204										
PONTO "A"	PONTO "B"	DISTAN. HORIZ.	PÉ- DIREITO	ACP DE "B"	COND. n x Ø	FIO n x Ø	CONDUTO		FIO	
							Ø	m	Ø	m
CD	PC-CORRED.	0,60	2,60	1,50	3/4	2 x 12	3/4	1,70	12	3,40
—	—	—	—	—	—	2 x 14	—	—	14	3,40
PC-CORRED.	INT. CORRED.	0,90	2,60	1,20	1/2	2 x 14	1/2	2,30	14	4,60
PC-CORRED.	PC - BAN.	1,70	—	—	3/4	2 x 12	3/4	1,70	12	3,40
—	—	—	—	—	—	2 x 14	—	—	14	3,40
PC - BAN.	CHUV.	1,10	2,60	2,10	1/2	2 x 12	1/2	1,60	12	3,20
PC - BAN.	T120	1,00	2,60	1,20	1/2	3 x 14	1/2	2,40	14	7,20
T120	ARAN.	1,45	2,00	1,20	1/2	2 x 14	1/2	2,25	14	4,50
PC - BAN	PC-QUA1	2,90	—	—	1/2	2 x 14	1/2	2,90	14	5,80
PC-QUA1	INT. QUA1	1,80	2,60	1,20	1/2	2 x 14	1/2	3,20	14	6,40
PC-QUA1	T30	1,80	2,60	0,30	1/2	2 x 14	1/2	4,10	14	8,20
PC-QUA1	T30	1,90	2,60	0,30	1/2	2 x 14	1/2	4,20	14	8,40
CD	PC-QUA2	2,15	2,60	1,50	3/4	4 x 14	3/4	3,60	14	14,40
PC-QUA2	INT. QUA2	1,50	2,60	1,20	1/2	3 x 14	1/2	2,90	14	8,70
INT. QUA2	T30	0,80	1,20	0,30	1/2	2 x 14	1/2	1,70	14	3,40
PC-QUA2	T30	1,70	2,60	0,30	1/2	2 x 14	1/2	4,00	14	8,00
T30	T30	2,30	—	—	1/2	2 x 14	1/2	2,30	14	4,60
T30	T30	1,60	—	—	1/2	2 x 14	1/2	1,60	14	3,20
PC-QUA2	PC-SALA	3,90	—	—	1/2	2 x 14	1/2	3,90	14	7,80
PC-SALA	INT. SALA	2,10	2,60	1,20	1/2	2 x 14	1/2	3,50	14	7,00
PC-SALA	T30	1,60	2,60	0,30	1/2	2 x 14	1/2	3,90	14	7,80
T30	T30	1,40	—	—	1/2	2 x 14	1/2	1,40	14	2,80
PC-SALA	PC-COZ.	2,70	—	—	1/2	2 x 14	1/2	2,70	14	5,40
PC - COZ.	INT. COZ.	1,80	2,60	1,20	1/2	2 x 14	1/2	3,20	14	6,40
PC-COZ.	CAMP.	1,05	2,60	2,10	1/2	2 x 14	1/2	1,55	14	3,10
PC-COZ.	T120	1,10	2,60	1,20	1/2	2 x 14	1/2	2,50	14	5,00
T120	T120	1,15	—	—	1/2	2 x 14	1/2	1,15	14	2,30
PC-COZ.	PC-HALL	2,50	—	—	1/2	3 x 14	1/2	2,50	14	7,50
PC-HALL	INT. HALL	0,60	2,60	1,20	1/2	3 x 14	1/2	2,00	14	6,00
						Σ	3/4	7,00	12	10,00
							1/2	63,75	14	155,30
						TOTAL	3/4	56,00	12	80,00
							1/2	510,00	14	1.242,40

PLANILHA A.2.2 : DADOS EXATOS DE CIRCUITOS ELÉTRICOS DAS UNIDADES RESIDENCIAIS DO PAVIMENTO TIPO

OBRA : EDIFÍCIO IRENE										fl: 5						
UNIDADES RESIDENCIAIS INCLUÍDAS : 01-02 (PAVIMENTO TÉRREO)																
PEÇA / DADOS GEOM.	PONTOS ENER. ELET.	METR. HORIZ.	ØELET.	Ø FIO	PÉ- DIREITO	ACP	METR. VERT.	ALV.	CONC.	ELETRODUTO			FIO		FIO	
										Ø	m	MAT.	Ø	m	Ø	m
CORRED.	PC(CD)	0,50	3/4	2x12	2,60	1,50	1,10	X	-	3/4	1,60	PVC	12	3,20	14	3,20
A <sub>2</sub> =0,50	-	-	-	2x14	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
B=1,80	INT-1	0,50	3/4	2x14	2,60	1,20	1,40	X	-	3/4	1,90	PVC	14	3,80	-	-
BANHO	PC	1,20	3/4	2x12	-	-	-	-	-	3/4	1,20	PVC	12	2,40	14	2,40
A <sub>2</sub> =0,90	-	-	-	2x14	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
B=2,00	INT-2	0,90	1/2	3x14	2,60	1,20	1,40	X	-	1/2	2,30	PVC	14	6,90	-	-
C=1,35	PP	1,00	1/2	2x14	2,60	2,10	0,50	X	-	1/2	1,50	PVC	14	3,00	-	-
	CHUV.	1,35	1/2	2x12	2,60	2,10	0,50	X	-	1/2	1,85	PVC	12	3,70	-	-
DORMIT.	PC	3,00	1/2	2x14	-	-	-	-	-	1/2	3,00	PVC	14	6,00	-	-
A <sub>2</sub> =1,30	INT-1	1,30	1/2	2x14	2,60	1,20	1,40	X	-	1/2	2,70	PVC	14	5,40	-	-
B=3,50	T30	1,30	1/2	2x14	2,60	0,30	2,30	X	-	1/2	3,60	PVC	14	7,20	-	-
	T30	1,30	1/2	2x14	2,60	0,30	2,30	X	-	1/2	3,60	PVC	14	7,20	-	-
DORMIT.	PC(CD)	2,20	3/4	4x14	2,60	1,50	1,10	X	-	3/4	3,30	PVC	14	13,20	-	-
A <sub>2</sub> =1,25	INT-1	1,25	1/2	3x14	2,60	1,20	1,40	X	-	1/2	2,65	PVC	14	7,95	-	-
B=4,30	T30	1,25	1/2	2x14	2,60	0,30	2,30	X	-	1/2	3,55	PVC	14	7,10	-	-
	T30	1,25	1/2	2x14	2,60	0,30	2,30	X	-	1/2	3,55	PVC	14	7,10	-	-
	T30	1,25	1/2	2x14	2,60	0,30	2,30	X	-	1/2	3,55	PVC	14	7,10	-	-

PLANILHA A.2.3(1): MEDIÇÃO DOS CIRCUITOS ELÉTRICOS DAS UNIDADES RESIDENCIAIS DO PAVIMENTO TÉRREO

OBRA: EDIFÍCIO IRENE										fl: 6						
UNIDADES RESIDENCIAIS INCLUÍDAS: 01-02 (PAVIMENTO TÉRREO)																
PEÇA/ DADOS GEOM.	PONTOS ENER. ELET.	METR. HORIZ.	Ø ELET.	Ø FIO	PÉ- DIREITO	ACP	METR. VERT.	ALV.	CONC.	ELETRODUTO			FIO		FIO	
										Ø	m	MAT.	Ø	m	Ø	m
SALA	PC	3,80	1/2	2x14	-	-	-	-	-	1/2	3,80	PVC	14	7,60	-	-
A <sub>2</sub> =1,40	INT.-1	1,40	1/2	3x14	2,60	1,20	1,40	X	-	1/2	2,80	PVC	14	8,40	-	-
B=4,20	TCP	1,40	1/2	2x14	2,60	1,20	1,40	X	-	1/2	2,80	PVC	14	5,60	-	-
	T30	1,40	1/2	2x14	2,60	0,30	2,30	X	-	1/2	3,70	PVC	14	7,40	-	-
	T30	1,40	1/2	2x14	2,60	0,30	2,30	X	-	1/2	3,70	PVC	14	7,40	-	-
COZINHA	PC	2,70	1/2	3x14	-	-	-	-	-	1/2	2,70	PVC	14	8,10	-	-
A <sub>2</sub> =1,00	INT.-1	1,00	1/2	4x14	2,60	1,20	1,40	X	-	1/2	2,40	PVC	14	9,60	-	-
B=2,70	T120	4,40	1/2	3x14	2,60	1,20	1,40	X	-	1/2	3,00	PVC	14	9,00	-	-
C=1,70	SCP	1,00	1/2	2x14	2,60	2,10	0,50	X	-	1/2	1,50	PVC	14	3,00	-	-
AR.SERV.	PP	2,00	1/2	2x14	2,60	2,10	0,50	X	-	1/2	2,50	PVC	14	5,00	-	-
A <sub>2</sub> =0,30	INT.-1	0,30	1/2	2x14	2,60	1,20	1,40	X	-	1/2	1,70	PVC	14	3,40	-	-
B=1,60																
									Σ	3/4	8,00	PVC	12	1,30		
										1/2	62,45	PVC	14	162,05		
									TOTAL	3/4	16,00	PVC	12	18,60		
										1/2	124,90	PVC	14	324,10		

PLANILHA A.2.3(2): MEDIÇÃO DOS CIRCUITOS ELÉTRICOS DAS UNIDADES RESIDENCIAIS DO PAVIMENTO TÉRREO

OBRA: EDIFÍCIO IRENE

f1: 8

UNIDADES RESIDENCIAIS INCLUÍDAS : 101-102-103-104-201-202-203-204 (PAVIMENTO TIPO)

PEÇA/ DADOS GEOM.	PONTOS ENER. ELET.	METR. HORIZ.	ØELET.	Ø FIO	PÉ- DIREITO	ACP	METR. VERT.	ALV.	CONC.	ELETRODUTO			FIO		FIO	
										Ø	m	MAT.	Ø	m	Ø	m
CORRED.	PC(CD)	0,60	3/4	2x12	2,60	1,50	1,10	X	-	3/4	1,70	PVC	12	3,40	14	3,40
A <sub>2</sub> =0,50	-	-	-	2x14	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
B=1,80	INT.-1	0,50	1/2	2x14	2,60	1,20	1,40	X	-	1/2	1,90	PVC	14	3,80	-	-
BANHO	PC	1,70	3/4	2x14	-	-	-	-	-	3/4	1,70	PVC	14	3,40	12	3,40
A <sub>2</sub> =0,80	-	-	-	2x12	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
B=2,00	INT.-1	0,80	1/2	3x14	2,60	1,20	1,40	X	-	1/2	2,20	PVC	14	6,60	-	-
C=1,30	PP	1,00	1/2	2x14	2,60	2,10	0,50	X	-	1/2	1,50	PVC	14	3,00	-	-
	CHUV.	1,30	1/2	2x12	2,60	2,10	0,50	X	-	1/2	1,80	PVC	12	3,60	-	-
DORMIT.	PC	2,90	1/2	2x14	-	-	-	-	-	1/2	1,90	PVC	14	5,80	-	-
A <sub>2</sub> =1,30	T30	1,30	1/2	2x14	2,60	0,30	2,30	X	-	1/2	3,60	PVC	14	7,20	-	-
B=3,50	T30	1,30	1/2	2x14	2,60	0,30	2,30	X	-	1/2	3,60	PVC	14	7,20	-	-
	INT.-1	1,30	1/2	2x14	2,60	1,20	1,40	X	-	1/2	2,70	PVC	14	5,40	-	-
DORMIT.	PC(CD)	2,10	3/4	4x14	2,60	1,50	1,10	X	-	3/4	3,20	PVC	14	12,80	-	-
A <sub>2</sub> =1,25	T30	1,25	1/2	2x14	2,60	0,30	2,30	X	-	1/2	3,55	PVC	14	7,10	-	-
	T30	1,25	1/2	2x14	2,60	0,30	2,30	X	-	1/2	3,55	PVC	14	7,10	-	-
	T30	1,25	1/2	2x14	2,60	0,30	2,30	X	-	1/2	3,55	PVC	14	7,10	-	-
	INT.-1	1,25	1/2	3x14	2,60	1,20	1,40	X	-	1/2	2,65	PVC	14	7,95	-	-

PLANILHA A.2.4(1): MEDIÇÃO DOS CIRCUITOS ELÉTRICOS DAS UNIDADES RESIDENCIAIS DO PAVIMENTO TIPO

OBRA: EDIFÍCIO IRENE										f1: 9						
UNIDADES RESIDENCIAIS INCLUÍDAS: 101-102-103-104-201-202-203-204 (PAVIMENTO TIPO)																
PEÇA/ DADOS GEOM.	PONTOS ENER. ELET.	METR. HORIZ.	ØELET.	Ø FIO	PÉ- DIREITO	ACP	METR. VERT.	ALV.	CONC.	ELETRODUTO			FIO		FIO	
										Ø	m	MAT.	Ø	m	Ø	m
SALA	PC	4,00	1/2	2x 14	-	-	-	-	-	1/2	4,00	PVC	14	8,00	-	-
A <sub>2</sub> =1,40	INT.-1	1,40	1/2	2x 14	2,60	1,20	1,40	X	-	1/2	2,80	PVC	14	5,60	-	-
B= 4,70	T30	1,40	1/2	2x 14	2,60	0,30	2,30	X	-	1/2	3,70	PVC	14	7,40	-	-
	T30	1,40	1/2	2x14	2,60	0,30	2,30	X	-	1/2	3,70	PVC	14	7,40	-	-
COZINHA	PC	2,80	1/2	2x14	-	-	-	-	-	1/2	2,80	PVC	14	5,60	-	-
A=1,00	T120	4,40	1/2	2x 14	2,60	1,20	1,40	X	-	1/2	5,80	PVC	14	11,60	-	-
B=2,70	INT.-1	1,00	1/2	2x 14	2,60	1,20	1,40	X	-	1/2	2,40	PVC	14	4,80	-	-
C=1,70	SCP	1,00	1/2	2x14	2,60	2,10	0,50	X	-	1/2	1,50	PVC	14	3,00	-	-
HALL	PC	2,40	1/2	3x 14	-	-	-	-	-	1/2	2,40	PVC	14	7,20	-	-
A <sub>2</sub> =0,50	INT.-1	0,50	1/2	3x 14	2,60	1,20	1,40	X	-	1/2	1,90	PVC	14	5,70	-	-
	TCP	0,50	1/2	3x 14	2,60	1,20	1,40	X	-	1/2	1,90	PVC	14	5,70	-	-
									Σ	1/2	66,40	PVC	12	10,40		
										3/4	6,60	PVC	14	159,85		
									TOTAL	1/2	531,20	PVC	12	83,20		
										3/4	52,80	PVC	14	1278,80		

PLANILHA A.2.4(2): MEDIÇÃO DOS CIRCUITOS ELÉTRICOS DAS UNIDADES RESIDENCIAIS DO PAVIMENTO TIPO

INSUMO	APTOS TERREO			APTOS TIPO		
	MT	MS	%(1)	MT	MS	%(2)
ELETR.1/2"	107,00	124,00	+15,9	510,00	531,20	+4,2
ELETR.3/4"	20,20	16,00	-20,8	56,00	52,80	-5,7
TOTAL						
ELETRDD	127,20	140,90	+10,8	566,00	584,00	+3,2
FID 14	299,60	324,10	+ 8,2	1242,40	1278,80	+2,9
FID 12	17,60	18,60	+ 5,7	80,00	83,20	+4,0
TOTAL						
FID	317,20	342,70	+ 8,0	1322,40	1362,00	+3,0

QUADRO A.2.1 - Valores comparativos dos levantamentos tradicional e sistematizado sobre projeto arquitetônico onde:

- . MT = valor obtido pelo método tradicional
- . MS = valor obtido pelo método sistematizado

$$\begin{aligned}
 \text{. } \%(1) &= \frac{\text{MS(terreo)}}{\text{MT(terreo)}} & \text{. } \%(2) &= \frac{\text{MS(tipo)}}{\text{MT(tipo)}}
 \end{aligned}$$

INSUMO	CUSTO UNIT.
ELETRODUTO PVC 1/2"...	4,59
ELETRODUTO PVC 3/4"...	5,93
FIO 14.....	2,65
FIO 12.....	2,65

QUADRO A.2.2 - Custos unitários dos insumos para instalações elétricas (CZ\$-julho 86/m) (FRANARIN)

INSUMO	MÉTODO TRADICIONAL		MÉTODO SISTEMATIZADO	
	CONSUMO	CUSTO	CONSUMO	CUSTO
ELETRODUTO 1/2"...	617,00	2832,03	656,10	3011,50
ELETRODUTO 3/4"...	76,20	451,87	68,80	407,98
FIO 14.....	1542,00	4086,30	1602,90	4247,69
FIO 12.....	97,60	258,64	101,80	269,77
CUSTO TOTAL.....		7628,84		7936,94
CUSTO SISTEMATIZADO				1,04
CUSTO TRADICIONAL				

QUADRO A.2.3 - Comparativo de custos entre valores obtidos pelo método tradicional e sistematizado

### ANEXO 3

Estudo comparativo entre regras de medição para cálculo de quantitativos para alvenaria de tijolos

ESTUDO COMPARATIVO ENTRE REGRAS DE MEDIÇÃO PARA  
CÁLCULO DE QUANTITATIVOS PARA ALVENARIAS DE  
TIJOLOS

Pela falta de dados em publicações brasileiras sobre o consumo de mão-de-obra para o acabamento de aberturas, este estudo leva em consideração dados apresentados em publicação inglesa. Deve-se salientar que trata-se de estudo teórico que só poderia ser comprovado com a utilização de dados práticos coletados em obras. Observando os vários tamanhos de tijolos cerâmicos citados nas tabelas de GEDDES, considerou-se que aquele com 215 x 103 x 50 mm é bastante próximo ao tamanho médio dos tijolos maciços no Brasil. O quadro A.3.1. mostra o consumo de mão-de-obra (horas) por metro quadrado de alvenaria contínua para a aplicação deste tijolo, em várias espessuras de parede, na Inglaterra.

Confeccionando gráfico com esses dados (figura A.3.1), pode-se mostrar a relação entre as espessuras de alvenaria e o consumo de mão-de-obra.

ESPESSURA(MM)	PEDREIRO(H)	SERVENTE(H)
103.....	1,44.....	1,44
215.....	2,40.....	2,40
322.....	3,10.....	3,10

QUADRO A.3.1.- Consumo de mão-de-obra por  
área de alvenaria contínua na Inglaterra  
(GEDDES)

Realizando uma regressão linear obtem-se a seguinte equação :

$$y = 0,008 \cdot x + 0,695$$

com um coeficiente de correlação igual a 0,997 (considera-se válida a regressão linear porque se utiliza somente valores próximos àqueles que lhe deram origem)

Com essa equação podemos determinar os consumos de mão-de-obra para as outras espessuras possíveis de alvenaria. Fica-se com a série completa no quadro A.3.2.

Para execução dos acabamentos de umbrais e peitoris estão indicados os seguintes consumos de mão-de-obra:

. umbrais: 0,170 horas/m

. peitoris: 0,660 horas/m

Para se poder relacionar esses valores com os dados das composições com as quais se trabalha, propõe-se a verificação do valor percentual na relação horas/m (para umbrais e peitoris) e horas/m<sup>2</sup> (para alvenaria contínua em várias espessuras). A interpretação que deve ser dada para esse resultado é: x% das horas indicadas para pedreiro e servente por metro quadrado de alvenaria, de certa espessura, deverá ser acrescida para cada metro de umbral ou peitoril que ocorrer. Os valores obtidos aparecem no quadro A.3.3.

ESPESSURA (mm)	PEDREIRO (H/m <sup>2</sup> )	SERVEANTE (H/m <sup>2</sup> )
50.....	1,095.....	1,095
103.....	1,440.....	1,440
215.....	2,400.....	2,400
322.....	3,100.....	3,100
434.....	4,167.....	4,167

QUADRO A.3.2 - Consumo de mão-de-obra por área de alvenaria contínua para todas as espessuras utilizadas no Brasil, conforme dados ingleses

ESPESSURA (mm)	% HORAS/m <sup>2</sup> DE ALVENARIA CONTÍNUA	
	P/ 1,00 m UMBRAL	P/ 1,00 m PEITORIL
50.....	15,53.....	60,27
103.....	11,81.....	45,83
215.....	7,08.....	27,50
322.....	5,48.....	21,29
434.....	4,08.....	15,84

QUADRO A.3.3 - Percentagem de horas consumidas (pedreiro = servente) por metro quadrado de alvenaria contínua para a execução de um metro de umbral e peitoril

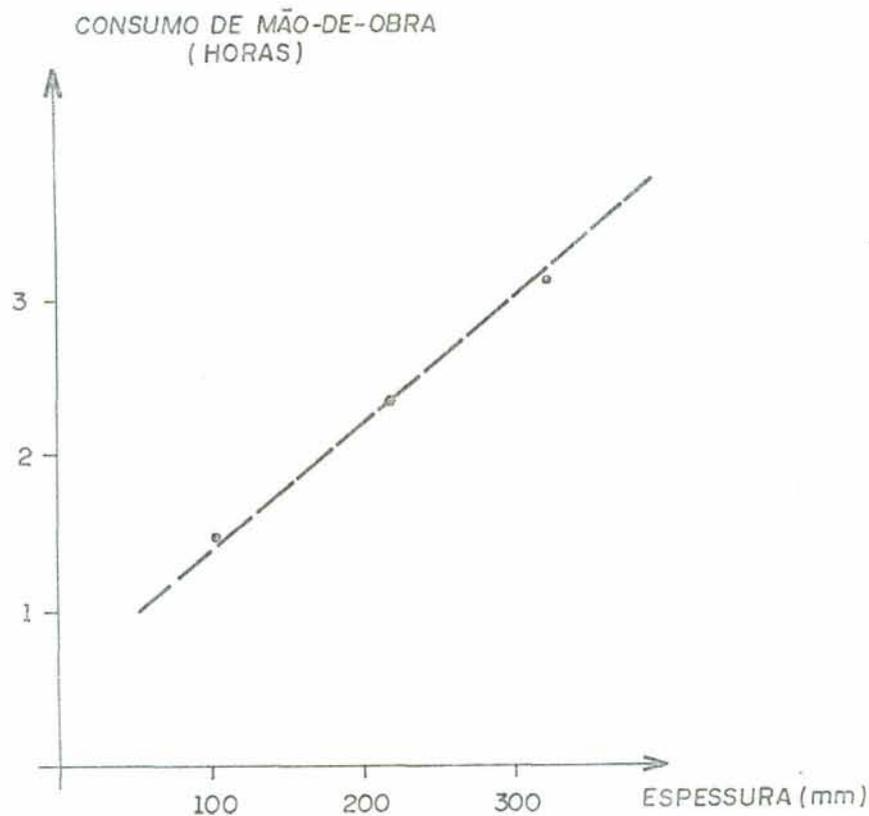


FIGURA A.3.1 : GRÁFICO DEMONSTRANDO RELAÇÃO ENTRE ESPES-  
SURA DA ALVENARIA (mm) E CONSUMO DE MÃO-  
DE-OBRA

Na publicação inglesa, por não constituir uma listagem completa de composições, mas um texto que abordava aspectos relativos a consumos de mão-de-obra em certos serviços, não foram obtidos valores numéricos referentes à execução de vergas. Foi desenvolvido, para esse tipo de serviço, portanto, o seguinte raciocínio: a verga é uma pequena viga executada sobre vãos de portas e janelas com uma das seguintes técnicas:

- . tijolo armado em fiadas: colocação de barras de ferro entre as fiadas de tijolos na região da verga, com a aplicação, ou não, de argamassa forte;

- . tijolo armado em forma de tijolos: colocação de argamassa forte em forma constituída pela colocação de tijolos a cutelo e com a aplicação de barras de ferro no seu interior;
- . concreto armado: pré-moldado ou moldado no local.

Para cada uma dessas operações, pode-se verificar suas principais atividades:

- . tijolo armado: enquadramento do vão para garantir tamanho e ângulos retos, instalação de apoio para verga, colocação de tijolos em posição especial (quando for o caso), acomodação da ferragem, assentamento de tijolos e argamassa;
- . concreto armado (executado no local): enquadramento do vão para garantir tamanho e ângulos retos, ajuste de formas, acomodação da ferragem, colocação de concreto, vibração e desempenamento da superfície.

Pode-se dizer que a complexidade das operações é bastante próxima. Para se determinar uma aproximação dos tempos de execução de vergas de tijolos armados, sugerimos que seja considerado, a priori, a igualdade de necessidades. Num levantamento de campo, pode-se constatar a veracidade ou não deste fato, mas, como o trabalho se restringiu a dados teóricos, foi considerada a hipótese apresentada.

A unidade de medida para os serviços em concreto armado é em função de seu volume. Portanto, numa composição para vergas de concreto armado, a mão-de-obra apresenta-se em horas/m<sup>3</sup>. No caso de vergas de tijolo armado, a unidade a ser considerada seria a metragem linear deste elemento e a mão-de-obra estaria avaliada em horas/m. Considerando que a altura mínima para uma verga de concreto armado é de 0,10 metros (NBR 8545), pode-

se considerar casos isolados para as várias espessuras de paredes, chega-se a:

- para concreto armado executado no local são necessárias:

- X horas/m<sup>3</sup> para pedreiro
- Y horas/m<sup>3</sup> para servente
- Z horas/m<sup>3</sup> para carpinteiro
- V horas/m<sup>3</sup> para ferreiro

- para tijolos armados em alvenarias com espessura "E":

- X . 0,10 . E horas/m para pedreiro
- Y . 0,10 . E horas/m para servente
- Z . 0,10 . E horas/m para carpinteiro
- V . 0,10 . E horas/m para ferreiro

Desenvolveu-se o exemplo abaixo para demonstrar, em termos comparativos, o que se pode concluir para os valores utilizados por um método tradicional e o que é proposto aqui. Os dados considerados são:

a. regras de medição:

- Método tradicional: descontar os vãos maiores que 2,00 m<sup>2</sup> e somar os valores relativos às vergas de concreto armado;

. Método proposto: descontar todos os vãos e considerar os serviços de acabamento de umbrais, peitoris e vergas.

b.composições utilizadas: referem-se a tijolos de tamanho 50 x 100 x 200 mm (para as várias espessuras empregadas) e para vergas de concreto armado (PINI) e estão nos quadros A.3.4 e A.3.5

c.com os dados dos quadros A.3.3 e A.3.4 e considerações apresentadas anteriormente, chega-se às composições aproximadas para o acabamento de umbrais, peitoris e vergas. Os valores obtidos estão nos quadros A.3.6 e A.3.7.

d.dados para serem utilizadas no cálculo de quantitativos: na planilha A.3.1 estão apresentados valores que serão utilizados nos métodos tradicional e proposto para a realização de comparativo em relação a mão-de-obra que resulta necessá-

ESPESSURA(MM)	PEDREIRO(H/M2)	SERVENTE(H/M2)
50.....	0,90.....	0,90
100.....	1,60.....	1,60
200.....	2,50.....	2,50
300.....	3,00.....	3,00

QUADRO A.3.4 - Consumo de mão-de-obra por área de alvenaria contínua (PINI)

SERVIÇO BÁSICO : ALVENARIA DE TIJOLOS CERÂMICOS				PD: 2,60 m				OBRA : 124		FI: 1	
PAREDE				JANELA				PORTA			
N	E	C	AH	X	L	H	R	Y	V	A	S
1	20	4,20	PD	-	-	-	-	-	-	-	-
2	20	5,20	PD	1	1,50	1,50	-	-	-	-	-
3	20	3,15	PD	1	1,00	0,50	-	-	-	-	-
				2	1,00	0,50	-	-	-	-	-
4	10	4,20	PD	-	-	-	-	1	0,80	2,10	-
5	10	3,15	PD	-	-	-	-	-	-	-	-
6	5	1,575	PD	-	-	-	-	1	0,60	2,10	-
7	20	4,20	PD	-	-	-	-	-	-	-	-
8	20	5,20	PD	1	0,60	2,60	-	1	0,90	2,10	-
9	20	1,575	PD	1	0,40	0,40	-	-	-	-	-
10	20	1,575	PD	-	-	-	-	-	-	-	-
11	20	5,15	PD	1	3,00	1,50	-	-	-	-	-
12	20	2,65	PD	1	1,00	1,00	-	-	-	-	-
13	10	5,15	PD	-	-	-	-	1	0,80	2,10	-
14	10	2,65	PD	-	-	-	-	1	0,70	2,10	-
15	10	1,65	PD	-	-	-	-	-	-	-	-
16	10	1,15	PD	-	-	-	-	-	-	-	-
17	10	5,00	PD	-	-	-	-	1	0,80	2,10	-
18	5	1,65	PD	-	-	-	-	-	-	-	-
19	20	2,80	PD	1	2,00	1,50	-	-	-	-	-
20	20	5,00	PD	-	-	-	-	-	-	-	-

PLANILHA A.3.1 : DADOS PARA EXEMPLO

MAO-DE OBRA	HORAS/m3
PEDREIRO.....	60,00
SERVENTE.....	32,00
CARPINTEIRO.....	22,00
FERREIRO.....	5,50

QUADRO A.3.5 - Consumo de mão-de-obra por metro cúbico de verga de concreto armado

ESPESSURA (mm)	UMBRAL (H/m)	PEITORIL (H/m)
50.....	0,14.....	0,54
100.....	0,19.....	0,73
200.....	0,18.....	0,69
300.....	0,16.....	0,64

QUADRO A.3.6 - Consumo de mão-de-obra (pedreiro=servente) para o acabamento de um metro de umbral ou peitoril

---

ESPESSURA (mm)	PEDREIRO	SERVENTE	CARPINT.	FERREIRO
50.....	0,30.....	0,16.....	0,11.....	0,03
100.....	0,60.....	0,32.....	0,22.....	0,06
200.....	1,20.....	0,64.....	0,44.....	0,11
300.....	1,80.....	0,96.....	0,66.....	0,17

---

QUADRO A.3.7 - Consumo de mão-de-obra (horas/m) para execução de vergas de tijolo armado

dados apresentados dizem respeito à planta com distribuição arquitetônica da figura 8.

e. valores obtidos para áreas de alvenaria segundo:

- método tradicional :

na espessura 200 mm = 97,965 m<sup>2</sup>  
100 mm = 46,280 m<sup>2</sup>  
50 mm = 8,645 m<sup>2</sup>

- método proposto:

na espessura 200 mm = 85,355 m<sup>2</sup>  
100 mm = 39,770 m<sup>2</sup>  
50 mm = 7,385 m<sup>2</sup>

f. quantitativos para umbrais em alvenarias com espessura de :

200 mm = 22,40 m

100 mm = 16,80 m

50 mm = 4,20 m

g. quantitativos para peitoris em alvenarias com espessura de :

200 mm = 10,50 m

h. cálculo dos quantitativos para vergas: segundo a recomendação da NBR 8545, as vergas com mais de 2,40 m de comprimento devem ser em concreto armado. Levando em consideração esse fato, teremos que separar as vergas segundo o seu comprimento (individual) maior ou menor que 2,40 m. O quadro A.3.8. demonstra o resultado.

ESPESSURA DA ALVENARIA	#COMPRIMENTO ATE 2,40 m	VERGAS COM MAIS DE 2,40 m
50 mm.....	0,60.....	-----
100 mm.....	3,10.....	-----
200 mm.....	8,40.....	3,00

QUADRO A.3.8 - Valores relativos aos comprimentos de vergas em função das espessuras de alvenaria para o exemplo em estudo

A verga de concreto armado terá seu volume calculado, considerando-se a altura de 0,30 metros. O volume para a verga de concreto será:

$$\text{VOLUME VERGA CONCRETO} = 3,00 \times 0,20 \times 0,30 = 0,18 \text{ m}^3$$

i. cálculo da mão-de-obra referentes aos quantitativos obtidos pelos dois métodos de medição: os valores estão registrados no quadro A.3.9.

j. conclusões sobre os consumos de horas de pedreiro e servente: verificando-se o número de horas computados, quando se usa um ou outro método para cálculo de quantitativos, foi feito o cálculo das metragens quadradas correspondentes a essas diferenças e a representatividade percentual desses valores em relação aos quantitativos obtidos pelo método tradicional. Os valores estão apresentados no quadro A.3.10

Observando os valores apresentados neste quadro e efetuando uma média entre os valores percentuais encontrados para as várias espessuras, chega-se a:

para pedreiros = 5,3 %

para serventes = 6,6 %

ESPESSURAS (MM)	200		100		50	
	(1)	(2)	(1)	(2)	(1)	(2)
PEDREIRO.....	255,71	245,55	74,05	68,69	7,78	7,42
SERVENTE.....	250,67	235,80	74,05	67,82	7,78	7,33
CARPINTEIRO.....	3,96	7,66	-----	0,68	-----	0,07
FERREIRO.....	0,99	1,91	-----	0,19	-----	0,02

QUADRO A.3.9 - Valores comparativos de consumo de mão-de-obra variando o método de cálculo de quantitativos (horas) onde:

(1) = método tradicional

(2) = método proposto

1. conclusões sobre os consumos de horas de carpinteiro e ferreiro: para esses tipos de mão-de-obra verificou-se somente as diferenças de horas que ocorreram na comparação dos métodos tradicional e proposto. Os valores estão no quadro A.3.11.

ESPESSURA (mm)	MAO-DE-OBRA	DIFERENÇA DE HORAS	m2 AVD	m2 AVD (%)	
				----- m2 MT	(%)
200	PEDREIRO.....	10,16.....	4,06.....	4,14	
	SERVENTE.....	14,87.....	5,95.....	6,07	
100	PEDREIRO.....	5,36.....	3,35.....	7,24	
	SERVENTE.....	6,23.....	3,89.....	8,40	
50	PEDREIRO.....	0,36.....	0,40.....	4,63	
	SERVENTE.....	0,45.....	0,50.....	5,78	

QUADRO A.3.10 - Diferenças encontradas entre os valores dos métodos tradicional e proposto no levantamento de valores para as horas necessárias para pedreiro e servente onde:

$$\text{DIFERENÇA DE HORAS} = (\text{horas método tradicional}) - (\text{horas método proposto})$$

m2 AVD = metros quadrados de alvenaria correspondentes à diferença de horas

m2 MT = metros quadrados obtidos pelo método tradicional

ESPESSURA (mm)	MAO-DE-OBRA	DIFERENÇA DE HORAS
200	FERREIRO.....	0,93
	CARPINTEIRO.....	3,70
100	FERREIRO.....	0,19
	CARPINTEIRO.....	0,68
50	FERREIRO.....	0,02
	CARPINTEIRO.....	0,07

QUADRO A.3.11 - Diferenças encontradas entre os valores dos métodos tradicional e proposto no levantamento de valores para as horas necessárias para ferreiro e carpinteiro onde:

$$\text{DIFERENÇA DE HORAS} = (\text{horas método tradicional}) - (\text{horas método proposto})$$

Um argumento que poderia ser usado para a utilização do método tradicional é que as composições não refletem os verdadeiros insumos de mão-de-obra e, portanto, dentro das horas indicadas para pedreiro e servente estariam as que são necessárias para carpinteiro e ferreiro. Baseando-se nesta hipótese, comparou-se as variações de horas de pedreiro e servente com as de carpinteiro e ferreiro. Os valores estão no quadro A.3.12.

Pode-se, ainda, levar em consideração o custo unitário da hora, salário base, dos diversos ofícios. Considerou-se que o custo horário do pedreiro é 1,00. Para os demais ofícios, os valores são:

- . servente = 0,69
- . ferreiro = 1,00
- . carpinteiro = 1,00

Este cálculo tem por base os valores para esses ofícios no mês de julho de 1986 (FRANARIN).

No quadro A.3.13., demonstra-se o resultado da comparação quando se transformam todas as horas em horas de mesmo custo unitário (padrão pedreiro).

ESPESSURA (mm)	MÃO-DE-OBRA	DIFERENÇA DE HORAS	VALORES P/ COMPARAÇÃO	VALOR RESULT.
200	PEDREIRO.....	10,16		
	SERVENTE.....	14,87	25,03	
	FERREIRO.....	-0,93		
	CARPINTEIRO.....	-3,70	-4,63	20,40
100	PEDREIRO.....	5,36		
	SERVENTE.....	6,23	11,59	
	FERREIRO.....	-0,19		
	CARPINTEIRO.....	-0,68	-0,87	10,72
50	PEDREIRO.....	0,36		
	SERVENTE.....	0,45	0,81	
	FERREIRO.....	-0,02		
	CARPINTEIRO.....	-0,07	-0,09	0,72

QUADRO A.3.12 - Verificação da equivalência de horas de pedreiro e servente com as indicadas para ferreiro e carpinteiro onde:

DIFERENÇA DE HORAS = (horas do método tradicional) -  
(horas do método proposto)

Convem salientar que este resultado tem o agravante de que não só a mão-de obra é considerada em excesso, mas também os materiais e estes, na maior parte dos casos, estão com o coeficiente majorado por índices referentes a perdas. Logo, além do quantitativo considerado em excesso se terá uma quantidade correspondente a perdas de áreas de alvenarias inexistentes.

ESPESSURA (mm)	MÃO-DE-OBRA	DIFERENÇA DE HORAS	VALORES P/ COMPARAÇÃO	VALOR RESULT.
200	PEDREIRO.....	10,16		
	SERVENTE.....	10,26	20,42	
	FERREIRO.....	-0,93		
	CARPINTEIRO.....	-3,70	-4,63	15,79
100	PEDREIRO.....	5,36		
	SERVENTE.....	4,30	9,66	
	FERREIRO.....	-0,19		
	CARPINTEIRO.....	-0,68	-0,87	8,79
50	PEDREIRO.....	0,36		
	SERVENTE.....	0,31	0,67	
	FERREIRO.....	-0,02		
	CARPINTEIRO.....	-0,07	-0,09	0,58

QUADRO A.3.13 - Verificação das diferenças de horas transformando-as em múltiplos do custo unitário padrão onde:

$$\text{DIFERENÇA DE HORAS} = (\text{horas do método tradicional}) - (\text{horas do método proposto})$$

## BIBLIOGRAFIA

- 1 ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. Barras e fios de aço destinados a armaduras para concreto armado: EB-3. Rio de Janeiro, 1980.
- 2 ---. Execução de alvenaria sem função estrutural de tijolos ou blocos cerâmicos: NBR-8545. Rio de Janeiro, 1984.
- 3 ---. Instalações elétricas de baixa tensão: NBR-5410. Rio de Janeiro, 1980.
- 4 BOLETIM DE CUSTOS. Rio de Janeiro, 1960-
- 5 BRASIL. Departamento Administrativo do Serviço Público. Instrução normativa nº 118 de 23 de junho de 1980: anexo. Brasília, 1980. Aprova critérios de medição para obras e serviços de engenharia.
- 6 CONSTRUÇÃO NA REGIÃO SUL. São Paulo, Pini, 1972-
- 7 CREDER, H. Instalações elétricas. 6.ed. Rio de Janeiro, Livros Técnicos e Científicos, 1979.
- 8 FAILLACE, R.R. Discriminação orçamentária. Porto Alegre, UFRGS, Departamento de Engenharia Civil, 1980.
- 9 FERRY, D.J & BRANDON, P.S. Cost planning of buildings. 4.ed. London, Granada, 1981.
- 10 FORMOSO, C.T. et alii. Estimativa de custos de obras de edificação. Porto Alegre, CPGEC/UFRGS, 1986. 108 p. (Caderno de Engenharia, 9)

- 11 FRANARIN ORÇAMENTOS E CUSTOS. Listagem básica discriminada: composições de custo para a construção. Porto Alegre, Jul. 1986. 162p.
- 12 GATES, M. Bidding contingencies and probabilities. Journal of the Construction Division, New York, ASCE, 97(2):277-303, Nov.1971.
- 13 GEDDES, S. Estimating for building and civil engineering works. London, Newnes-Butterworths, 1976. 413p.
- 14 HEINECK, L.F. Uma nova metodologia para o ensino de orçamentos na edificação. Porto Alegre, CPGEC/UFRGS, 1985. Trabalho apresentado no Congresso Brasileiro de Ensino de Engenharia, São Paulo, ago.1985.
- 15 HIROTA, E.H. Participação percentual dos grandes itens. Porto Alegre, CPGEC/UFRGS, 1984. Trabalho para discussão interna.
- 16 INFORMADOR DAS CONSTRUÇÕES. Belo Horizonte, 1956-
- 17 MASCARÓ, J.L. Aspectos econômicos das decisões arquitetônicas. In: SIMPÓSIO LATINO-AMERICANO SOBRE RACIONALIZAÇÃO DA CONSTRUÇÃO E SUA APLICAÇÃO AS HABITAÇÕES DE INTERESSE SOCIAL, São Paulo, out.1981. v.2, p.751-62.
- 18 PINI. Tabelas de composições de preços para orçamentos. 7.ed. São Paulo, 1980. 830p.
- 19 PTACEK, F. O custo da construção. 2.ed. São Paulo, Hemus, 1967. 370p.
- 20 ROYAL INSTITUTION OF CHARTERED SURVEYORS. Standard method of measurement of building works: SMM6. 6.ed. London, 1979. 128p.

- 21 SÃO PAULO. Secretaria de Obras e do Meio Ambiente. Caderno de encargos de edificações. In: ---. Manual técnico do DOP. 4.ed. São Paulo, 1980. v.3.
- 22 SCOTT, D. & RAHMAN, K.M.F. Methods of pricing projects in developing countries. Building and Environment, Oxford, 13(4):233-41, 1978.
- 23 SEELEY, I.H. Building economics. 2.ed. London, MacMillan, 1976. 332p.
- 24 STONE, P.A. Building desing evaluation: cost-in-use. 3.ed. London, E. & F.Spon, 1980.
- 25.VAN DER GRAAF, M.P. Richttijden voor bouwactiviteiten. Building Technology and Management, London, 17(9):8-12, Sept.1979.
- 26.WROBEL, S. Towards a computerised system for building cost estimates. The Quantity Surveyor, London, Aug.1975.