

ADILSON FRANCO PENTEADO

Engenheiro Civil, Faculdade de Engenharia Industrial e Civil de Itatiba, 1975.

COORDENAÇÃO MODULAR

Dissertação apresentada a Escola Politécnica da USP para obtenção do Título de Mestre em Engenharia.

ORIENTADOR :-

Carlos Eduardo Paula Pessoa

Professor Assistente Doutor do Departamento de Engenharia de Construção Civil da E.P.U.S.P.

São Paulo - 1980



que este trabalho fosse concluído com êxito.  
final deste curso, sempre auxiliando e incentivando para /  
noiva Marilisa, a maior incentivadora desde o início até o /  
Por fim, um agradecimento especial a minha  
da gratidão.

Miriam, Paschoal e Eduardo, a eles manifestamos a profun-  
gem ( datilografia e desenhos ) efetuadas pelos amigos /  
Morilla e José Eduardo de Paula Saran e a parte de monta-  
berto Yoshinaga, Edson Hiroyuki Uikawa, Icaro da Silveira  
com a estreita colaboração dos futuros arquitetos : - Al -  
As etapas de pesquisa foram desenvolvidas  
até o seu final.

ativaram e apoiaram desde a escolha do título do trabalho,  
gos, Francisco Romen Landi e Adhemar Fernandes, que inen-  
Agradecemos ainda aos Professores e am -  
volvimento do estudo.

que sempre mostraram-se solícitos e interessados no desen-  
membros do corpo docente e funcionários administrativos, /  
Chefe Professor Savério Andrea Felice Orlandi, a todos os  
Politécnica da Universidade de São Paulo, na pessoa do /  
partamento de Engenharia de Construção Civil da Escola /  
Gostaríamos de agradecer à chefia do De -  
conclusão do trabalho. A ele a nossa imensa gratidão.

conselheiro, incentivador e colaborador, conduziu-nos à /  
Dr. Carlos Eduardo Paula Pessoa, mais como companheiro e /  
pesquisa elaborado sob a orientação do eminente Professor  
Esta dissertação iniciou com um plano de /

---

AGRADECIMENTOS

O presente trabalho visa mostrar os aspectos teórico e prático da coordenação modular. Para melhor entender a teoria modular em si, é apresentado um histórico da modulação, sua relação com medidas antropométricas e a sua existência na natureza, seja em formas biológicas, seja em formas atômicas.

Após estes parâmetros iniciais, torna-se necessário analisar a própria teoria da coordenação modular, do papel representado por esta no contexto mundial e de suas possibilidades no campo da construção civil. A partir disto, passa-se ao estudo da organização interna dos vários tipos de sistemas, das normas que regem o projeto coordenado, e do próprio componente em si.

Assim, a partir de uma base teórica, podem ser analisados uma série de exemplos da aplicação da teoria modular ao projeto, através da pré-fabricação, em países, cujos estudos sobre este tema estão bastante desenvolvidos.

Finalizando o trabalho, é apresentado um panorama histórico e atual da aplicação dessas teorias / no Brasil, onde é analisada uma série de exemplos mais / significativos.



This paper intends to show the theoretical and practical aspects of modular coordination. For a better understanding of the study, a review of modulation history is presented. Its relation with anthropometric measures as well as with its existence in nature, both in biological or atomic forms are also commented upon. After the preliminary considerations, the actual analysis of the modular coordination theory per se becomes necessary, as well as its applications in the world in general and in the civil construction field, in particular. Subsequently, the study covers an analysis of the various types of systems and the policies that govern the coordinated project.

The foregoing makes it possible to evaluate several examples of the actual application of modular theory, through pre-fabrication, in countries where this system is highly developed.

As a closing to this study, an historical review and current application of this theory in Brazil is presented. The most significant examples are analyzed and commented upon.

---

ABSTRACT



INDICE

- AGRADECIMENTOS

- RESUMO

- ABSTRACT

- INTRODUÇÃO

1 - GENERALIDADES

1.1. Modulação na Natureza

1.2. Relação Módulo - Homem

1.3. Histórico

2 - A COORDENAÇÃO MODULAR

2.1. Princípios Básicos e Definições

2.2. Escolha do Módulo

2.3. Teoria e Possibilidades da Coordenação Modular

2.4. Os Instrumentos da Coordenação Modular

3 - RACIONALIZAÇÃO E INDUSTRIALIZAÇÃO DA CONSTRUÇÃO

3.1. Sistemas Abertos e Fechados

3.2. Classes Diferentes de Sistemas

3.3. Sistemas Construtivos

3.4. Normalização e Estandarização

3.5. Direcionalidade, Sistemas Lineares e Multi-dimensio-  
nais

4 - COMPONENTES

4.1. Limites para a fabricação e montagem dos componentes

5 - APLICAÇÃO NO PROJETO

- 4.2. Coordenação Planimétrica
- 4.3. Coordenação Altimétrica
- 4.4. Sub-sistemas ou conjuntos funcionais
  - 4.4.1. Escadas
  - 4.4.2. Serviço
  - 4.4.3. Estrutura
  - 4.4.4. Componentes para vedos
  - 4.4.5. Componentes para coberturas e forros

5.1. Introdução

5.2. Pré-fabricação

5.2.1. Estado Atual da Pré-fabricação

5.2.2. A pré-fabricação em concreto

5.2.3. A pré-fabricação em madeira

5.2.4. As "mobil-homes"

5.2.5. Casas metálicas pré-fabricadas

5.2.6. Casas pré-fabricadas de plástico

5.2.7. Construções que utilizam forma tipo túnel, / tipo mesa-parede e de aço leve

5.2.8. Construções em aço

5.2.9. Construções em alumínio

5.2.10. Construções com a utilização de elementos / refratários

5.2.11. Construção com blocos de grandes dimensões

5.2.12. Construções que utilizam grandes elementos / de concreto

- 5.2.13. Construções com estrutura de concreto armado
- 5.2.14. As construções pré-fabricadas pesadas
- 5.2.15. Construções que utilizam sistemas especiais
- 5.3. Edificações que geralmente empregam a pré-fabricação
- 5.3.1. Escolas e Jardins de Infância
- 5.3.2. Escolas Superiores, Institutos, Hospitais
- 5.3.3. Edifícios Administrativos
- 5.3.4. Edifícios Industriais
- 5.3.5. Sistemas utilizados nos Países Escandinavos
- 5.4. Conjecturas de Projeto
- 5.4.1. Programa do Edifício
- 5.4.2. Desenvolvimento do Produto-Componentes e Edifícios
- 5.4.3. Desenhos de Projeto
- 5.4.4. Esboços
- 5.4.5. Detalhes modulares
- 5.4.6. Desenhos modulares gerais
- 5.4.7. Desenhos de produção, desenhos de operação
- 5.4.8. Detalhes de montagem
- 5.4.9. Desenhos de montagem
- 5.4.10. Classificação dos desenhos
- 5.5. Esquema de representação gráfica do projeto modular
- 5.6. Exemplos de Aplicação no Projeto
- 5.6.1. Exemplo 1 - "Prédio de Apartamentos com Componentes de Concreto"
- 5.6.2. Exemplo 2 - O Projeto Modular e a Casa Unifamiliar



- 5.6.3. Exemplo 3 - Casa "Standard" da "Arkitekter -  
nes Typehuskontor"
- 5.6.4. Exemplo 4 - Edifícios Industriais e Instituc̄o  
nais
- 5.6.5. Exemplo 5 - Fábrica Padrão HØJGAARD & SCHULTZ

6 - A COORDENAÇÃO MODULAR NO BRASIL

- 6.1. Normalização
- 6.2. Panorama da utilização da Coordenação Modular

7 - ANEXOS

- 7.1. Normas Brasileiras
- 7.2. Glossário

8 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS ( E BIBLIOGRAFIA )

ÍNDICE DAS FIGURAS

- FIG. 01 - PÁG. 03 - ARRANJO DOS ÁTOMOS DE CARBONO NO GRAFI-  
TE.
- FIG. 02 - PÁG. 04 - ARRANJO DOS ÁTOMOS DE CARBONO NO DIA -  
MANTE E GRAFITE.
- FIG. 03 - PÁG. 06 - " O MODULOR " - Série azul e vermelha /  
à partir das dimensões humanas.
- FIG. 04 - PÁG. 07 - " O MODULOR " - Espaço ergonômico /  
utilizando os números das séries.
- FIG. 05 - PÁG. 07 - " O MODULOR " - Espaço ergonômico /  
utilizando os números das séries.
- FIG. 06 - PÁG. 09 - O MÓDULO COMO UNIDADE DE MEDIDA.
- FIG. 07 - PÁG. 15 - SISTEMA DE REFERÊNCIA.
- FIG. 08 - PÁG. 16 - RETICULADO ESPACIAL MODULAR DE REFEREN-  
CIA.
- FIG. 09 - PÁG. 16 - SISTEMA ESPACIAL DE REFERÊNCIA.
- FIG. 10 - PÁG. 17 - AJUSTE POSITIVO.
- FIG. 11 - PÁG. 17 - AJUSTE NEGATIVO.
- FIG. 12 - PÁG. 17 - AJUSTE NULO.
- FIG. 13 - PÁG. 18 - MEDIDA MODULAR, MEDIDA DE PROJETO E /  
JUNTA DE PROJETO.
- FIG. 14 - PÁG. 19 - SUB - SISTEMA DE REFERÊNCIA - Con - /  
junto de planos retas e pontos /  
que constitui um sistema espacial /

de referência.

FIG. 15 - PÁG. 31 - SISTEMA DE REFERÊNCIA - Conjunto de retas que formam dois planos de referência.

referência.

FIG. 16 - PÁG. 32 - RETICULADO ESPACIAL DE REFERÊNCIA

Constituição de módulos e multimódulos

los no reticulado espacial de referência

referência.

FIG. 17 - PÁG. 33 - QUADRÍCULA PLANA PARA MÓDULO M.

FIG. 18 - PÁG. 33 - QUADRÍCULA PLANA PARA MULTI-MÓDULO

3 M.

FIG. 19 - PÁG. 34 - SUPERPOSIÇÃO DE RETICULADOS.

FIG. 20 - PÁG. 37 - CORRELAÇÃO DE NÚMEROS.

FIG. 21 - PÁG. 38 - SIMPLIFICAÇÃO DAS SÉRIES NUMÉRICAS.

FIG. 22 - PÁG. 38 - TIPOS DE SÉRIES NUMÉRICAS.

FIG. 23/24 - PÁG. 39 - SÉRIES NUMÉRICAS DE RENARD.

FIG. 25 - PÁG. 40 - SÉRIE NUMÉRICA ITALIANA.

FIG. 26 - PÁG. 41 - SÉRIES FINAIS DE NÚMEROS ESCOLHIDOS

PELA OEFC.

FIG. 27/28/29 - PÁG. 42 - SÉRIES FINAIS DE NÚMEROS ESCOLHIDOS

LHIDAS PELA OEFC.

FIG. 30/31 - PÁG. 43 - TÁBUAS DE DIMENSÕES ELEITA PELA OEFC

OEFC À PARTIR DO MÓDULO DE 10 CM.

OU 4 POLEGADAS.

FIG. 32 - PÁG. 46 - EXPLICAÇÃO DE SISTEMAS ABERTOS E FECHADOS.

CHADOS.

FIG. 33 - PÁG. 47 - O EDIFÍCIO CELULAR E O PROJETO ABERTOS

TO EXEMPLIFICADOS.



- FIG. 34 - PÁG. 51 - COMPONENTES CONSTITUINTES DE UMA / EDIFICAÇÃO PRÉ-FABRICADA :- Pare-  
des externas e internas, janelas,  
portas, fundações, teto, etc...
- FIG. 35 - PÁG. 54 - DIRECIONALIDADE DE UMA CONSTRUÇÃO  
MODULADA, SISTEMAS LINEARES E MÚL-  
TI-DIMENSIONAIS.
- FIG. 36 - PÁG. 62 - TIPOS DE MEDIDA NO ESPAÇO MODULAR.  
FIG. 37 - PÁG. 63 - AS VÁRIAS ALTERNATIVAS DE AJUSTES  
QUE PODEM OCORRER EM RELAÇÃO AO /  
EIXO MODULAR.
- FIG. 38 - PÁG. 65 - ERRO DE FABRICAÇÃO QUE PODE SER /  
CONTROLADA PARA REDUZÍ-LO AO MI-  
NIMO TOLERÁVEL.
- FIG. 39 - PÁG. 66 - ERROS DE FABRICAÇÃO QUE PODEM SER  
CONTROLADOS PARA REDUZÍ-LOS AO /  
MÍNIMO TOLERÁVEL.
- FIG. 40 - PÁG. 66 - ERRO DE POSIÇÃO, QUE TAMBÉM PODEM  
SER CONTROLADOS.
- FIG. 41 - PÁG. 67 - ERROS DE POSIÇÃO QUE TAMBÉM PODEM  
SER CONTROLADOS.
- FIG. 42 - PÁG. 72 - LOCAÇÃO PELO EIXO E PELA FAIXA -  
Mostra uma das possíveis formas /  
de locação de um componente, em /  
uma construção que utilize a coor-  
denação modular.
- FIG. 43 - PÁG. 72 - LOCAÇÃO POR FACE - É uma outra /  
forma de locação de um componente

construtivo, sendo que esta deve co-  
incidir com a linha modular.

FIG. 44 - PÁG. 75 - ZONAS COORDENADAS OU DE COMPENSAÇÃO  
São delimitadas pelas linhas modula-  
res próximas aos eixos de locação.  
FIG. 45 - PÁG. 77 - LOCAÇÃO PELA ZONA MODULAR - E a co-

locação de um componente modular em  
uma "quadricula escocesa" (quadri-  
cula de 3M que possui alternadamen-  
te outras de 2 e 1 M).

FIG. 46 - PÁG. 77 - LOCAÇÃO PELO MJS ( MODULAR JOINTING  
SYSTEM ) - Onde os componentes são/  
localados pela faixa central da qua-  
drícula 3M, tendo suas juntas coïn-  
cidindo com a quadricula.

FIG. 47/48 - PÁG. 78 - ALGUMAS SOLUÇÕES PARA OS CANTOS - /  
São soluções comuns para o problema  
dos cantos para a união de componen-  
tes pré-fabricados.

FIG. 49 - PÁG. 79 - EXEMPLO DE UMA SITUAÇÃO ONDE SE DÁ/  
A MUDANÇA DE ESPESSURA DE UM COMPO-  
NENTE - No caso uma parede.

FIG. 50 - PÁG. 79 - SOLUÇÃO DE LOCAÇÃO DE UM COMPONENTE  
MODULAR EM UM CANTO.

FIG. 51 - PÁG. 83 - MOSTRA AS RELAÇÕES DE ALTURA DE UM/  
PISO ACABADO COM O MÓDULO.

FIG. 52 - PÁG. 84 - MOSTRA AS RELAÇÕES ALTIMÉTRICAS DOS  
PAVIMENTOS, BEM COMO SUA RELAÇÃO /  
COM OUTROS COMPONENTES VERTICAIS.

- FIG. 53 - PÁG. 84 - MOSTRA COMO SE CONSIDERA A ALTURA /  
 DE UM PE-DIREITO ACABADO.
- FIG. 54 - PÁG. 88 - SUB-SISTEMAS - O sistema sanitário/  
 de um edifício constitui um sub-sis-  
 tema.
- FIG. 55 - PÁG. 90 - MOSTRA TODA UMA VARIEDADE TIPOLOGI-  
 CA DE ESCADAS.
- FIG. 56 - PÁG. 91 - MOSTRA TODA UMA VARIEDADE TIPOLOGI-  
 CA DE ESCADAS.
- FIG. 57 - PÁG. 92 - MOSTRA TODA UMA VARIEDADE TIPOLOGI-  
 CA DE ESCADAS.
- FIG. 58 - PÁG. 93 - MOSTRA TODA UMA VARIEDADE TIPOLOGI-  
 CA DE ESCADAS.
- FIG. 59/60-PÁG. 94 - MOSTRA TRÊS EXEMPLOS DE DIMENSIONA-  
 MENTO DE ESCADAS.
- FIG. 61 - PÁG. 95 - MOSTRA TRÊS EXEMPLOS DE DIMENSIONA-  
 MENTO DE ESCADAS.
- FIG. 62 - PÁG. 99 - DEFINIÇÃO DE DIÂMETROS DE TUBOS DO/  
 PONTO DE VISTA DA COORDENAÇÃO MODU-  
 LAR.
- FIG. 63 - PÁG. 100 - MÉTODO DE ENTRE FIXOS :- Onde são /  
 admitidas defasagens sub-modulares/  
 entre dois sistemas para os ramais/  
 secundários.
- FIG. 64 - PÁG. 100 - ELEVAÇÃO DE UMA POSSÍVEL SOLUÇÃO /  
 COORDENADA PARA ACESSÓRIOS FIXOS /  
 DE UM BANHEIRO.
- FIG. 65 - PÁG. 101 - PARA OS ACESSÓRIOS FIXOS, ADOTA-SE/  
 A QUADRÍCULA M E M/4, PARA AS CONE-



- FIG. 66 - PÁG. 103 - CASO EM QUE A ALTURA DE PISO A PISO /  
 É IGUAL A 26 M E ESPESSURA DE ACABA -  
 MENTO IGUAL A 3M/4.
- FIG. 67 - PÁG. 105 - EXEMPLOS DE APLICAÇÃO DE TIJOLOS NO /  
 ESPAÇO MODULAR.
- FIG. 68 - PÁG. 109 - EXEMPLOS DE TAMANHOS DOS BLOCOS DE /  
 CONCRETO.
- FIG. 69 - PÁG. 110 - RELAÇÕES DE RECÍPROCO MENTO COM OS COM  
 PONENTES DE ALVENARIA.
- FIG. 70 - PÁG. 111 - PROBLEMATICA DIMENSIONAL DOS CAIXI  
 LHOS DECORRENTES DA LOCAÇÃO PELO EI -  
 XO.
- FIG. 71 - PÁG. 112 - POSIÇÃO RELATIVA DOS CAIXILHOS EM RE-  
 LAÇÃO AOS VEDOS E TIPOS DE REVESTI  
 MENTO JUNTO AOS MESMOS.
- FIG. 72 - PÁG. 113 - POSIÇÃO RELATIVA DOS CAIXILHOS EM RE-  
 LAÇÃO AOS VEDOS E TIPOS DE REVESTIMEN  
 TO JUNTO AOS MESMOS.
- FIG. 73A - PÁG. 115 - ESQUEMA PARA DEFINIÇÃO DAS MEDIDAS /  
 DAS TELHAS.
- FIG. 73B - PÁG. 116 - ESQUEMA PARA DEFINIÇÃO DAS MEDIDAS /  
 DAS TELHAS.
- FIG. 74 - PÁG. 117 - LOCAÇÃO DO FORRO NA QUADRÍCULA, ONDE/  
 A JUNTA VISÍVEL COINCIDE COM A LINHA/  
 DA QUADRÍCULA.

- FIG. 75 - PÁG. 125 - EXEMPLO DE UMA CONSTRUÇÃO QUE UTILIZA PLACAS DE CONCRETO PRÉ-FABRICADO EM FORMA DE T E U.
- FIG. 76 - PÁG. 127 - EXEMPLO DOS TIPOS MAIS CLÁSSICOS PARA JUNTAS DA MADEIRA PARA CONSTRUÇÃO PRÉ-FABRICADA EM MADEIRA.
- FIG. 77 - PÁG. 128 - SECÇÕES DE UMA CLÁSSICA "MOBIL HOME" /
- HOME".
- FIG. 78 - PÁG. 129 - CORTES E DEMONSTRAÇÕES DAS POSSÍVEIS MANEIRAS DE AMPLIAÇÃO DE UM MODELO COMUM DE "MOBIL HOME".
- FIG. 79/80 - PÁG. 129 - PLANTAS E MANEIRAS POSSÍVEIS DE UM "MOBIL HOME" E FORMAS DE AMPLIAÇÃO APÓS SER INSTALADA EM UM LOCAL DEFINITIVO.
- FIG. 81 - PÁG. 130 - UM GRANDE EDIFÍCIO CONSTRUÍDO COM CÉLULAS TRIDIMENSIONAIS - OS QUAIS SEGUEM APROXIMADAMENTE OS MESMOS PRINCÍPIOS DAS "MOBIL HOME", MAS QUE NO ENTANTO TEM COMO PRODUTO FINAL UMA SOMA DE PEQUENAS CÉLULAS.
- FIG. 82 - PÁG. 131 - UMA CASA SECCIONÁVEL - CONSTRUÍDA COM OS MESMOS PRINCÍPIOS DOS EDIFÍCIOS DE CÉLULAS TRIDIMENSIONAIS.
- FIG. 83 - PÁG. 134 - CICLO DE OPERAÇÕES EM UMA CONSTRUÇÃO QUE UTILIZE FORMAS TÚNEIS EM SUA EXECUÇÃO.
- FIG. 84 - PÁG. 137 - CICLO DE OPERAÇÕES EM UMA CONSTRUÇÃO.

- FIG. 85 - PÁG. 161 - DESENHO MODULAR GERAL DE UM APARTAMENTO.
- FIG. 86 - PÁG. 175 - PLANO GERAL DA LOCAÇÃO DE COMPONENTES DE PISO.
- FIG. 87 - PÁG. 176 - PLANO GERAL DA LOCAÇÃO DE COMPONENTES DE PAREDES EXTERNAS E INTERNAS.
- FIG. 88 - PÁG. 177 - PLANO GERAL DA LOCAÇÃO DE DIVISÓRIAS DE CONCRETO LEVE.
- FIG. 89 - PÁG. 183 - DESENHO DA PLANTA GERAL MODULAR, MOSTRANDO A SEÇÃO DOS DETALHES.
- FIG. 90 - PÁG. 184 - ESQUEMA DE UMA CASA UNIFAMILIAR COM UMA ÁREA TOTAL DE CERCA DE 122 m<sup>2</sup>.
- FIG. 91 - PÁG. 191 - COMPONENTES DO SISTEMA CONSTRUTIVO EXEMPLO ISOLADAS DOS COMPONENTES / CONSTRUTIVOS PRÉ-FABRICADOS MAIS COMUNS ( PRINCIPALMENTE PARA O SISTEMA EMPREGADO EM FUNEN NA DINAMARCA ).
- FIG. 92 - PÁG. 192 - PROJEÇÃO ISOMÉTRICA DOS SISTEMAS DE CONSTRUÇÃO MOSTRANDO UMA POS SÍVEL FORMA DE COMBINAÇÃO DOS COMPONENTES DA FIGURA ANTERIOR EM UMA CONSTRUÇÃO PEQUENA.
- FIG. 93 - PÁG. 193 - PROPORÇÕES DIMENSIONAMENTO E FORMA DE CONSTRUÇÃO DE ALGUNS TIPOS / DE SALA DE AULA DAS ESCOLAS DA DINAMARCA.



FIG. 94/95 - PÁG. 196 - FACHADAS E CORTES LONGITUDINAIS E

TRANSVERSAIS DO EDIFÍCIO INDUSTRIAL  
AL PADRÃO HØJGAARD & SCHULTZ.

FIG. 96 - PÁG. 202 - RELAÇÃO DAS MEDIDAS DE PROJETO /  
COM AS MEDIDAS MODULARES, PELOS /  
RESPECTIVOS AJUSTES MODULARES.

FIG. 97 - PÁG. 203 - ALTURA DE PISO A PISO COM A ALTU-  
RA DO COMPARTIMENTO.

FIG. 98 - PÁG. 204 - MEDIDA MODULAR E MEDIDA DE PROJE-  
TO ( TOLERÂNCIAS DE FABRICAÇÃO E /  
JUNTAS ) .

FIG. 99 - PÁG. 205 - MEDIDA MODULAR E MEDIDA DE PROJE-  
TO ( ALTURA NÃO MODULAR ) .

FIG. 100 - PÁG. 205 - REPRESENTAÇÃO DOS TIPOLOS ACIMA /  
INDICADOS.

FIG. 101 - PÁG. 206 - APLICAÇÃO DA ALVENARIA MODULAR /  
NO ESPAÇO MODULAR.

FIG. 102 - PÁG. 207 - MEDIDAS MODULARES E MEDIDAS DE /  
PROJETO DE BLOCOS DE CONCRETO (AL-  
TURA COMUM ) .

FIG. 103 - PÁG. 207 - MEDIDAS MODULARES E MEDIDAS DE /  
PROJETO DE BLOCOS DE CONCRETO //  
( 1/2 ALTURA ) .

FIG. 104 - PÁG. 208 - DIMENSÕES MODULARES DE UM BLOCO /  
DE CIMENTO.

FIG. 105 - PÁG. 209 - LOCAÇÃO DOS APARELHOS SANITÁRIOS /  
NA QUADRICULA MODULAR DE REFERÊN-  
CIA.

- FIG. 106 - PÁG. 210 - SEÇÕES DAS TUBULAÇÕES E SEUS DIÂMETROS.
- FIG. 107 - PÁG. 211 - PASSAGEM DOS DUTOS NAS ALVENARIAS.
- FIG. 108 - PÁG. 212 - QUANDO A ESTRUTURA É COMPOSTA DE LAJO - TAS E VIGOTAS, A DISTÂNCIA DE EIXO A / EIXO DAS VIGOTAS DEVE SER MODULAR.
- FIG.109/110-PÁG.232 - A RETÍCULA BÁSICA HORIZONTAL E A MALHA/ESTRUTURAL.
- FIG. 111 - PÁG. 239 - MODULAÇÃO :- PLANO VERTICAL.
- FIG. 112 - PÁG. 240 - SISTEMA PRODUÇÃO / CONSTRUÇÃO - VEDOS.
- FIG. 113 - PÁG. 241 - MODULAÇÃO :- PLANO VERTICAL.
- FIG. 114 - PÁG. 242 - MODULAÇÃO :- PLANO VERTICAL.
- FIG. 115 - PÁG. 243 - SISTEMA PLANEJAMENTO :- LABORATÓRIO DE ENSINO; 30 ALUNOS; S = 97,20 m<sup>2</sup>.
- FIG. 116 - PÁG. 244 - UNIDADE ESTRUTURAL.
- FIG. 117 - PÁG. 245 - ORGANIZAÇÃO E EXPANSÃO DAS UNIDADES ES TRUTURAIS.
- FIG. 118 - PÁG. 246 - OBRAS DA FUNDUSP (CIDADE UNIVERSITÁRIA).
- FIG. 119 - PÁG. 247 - OBRAS DA FUNDUSP (CIDADE UNIVERSITÁRIA).
- FIG. 120 - PÁG. 248 - OBRAS DA FUNDUSP (CIDADE UNIVERSITÁRIA).
- FIG.121/122-PÁG.258 - MODELO DO SISTEMA METHODY KAL.
- FIG.123/124-PÁG.259 - MODELO DO SISTEMA METHODY KAL.
- FIG.125/126-PÁG.260 - MODELO DO SISTEMA METHODY KAL.
- FIG. 127 - PÁG. 261 - DETALHES CONSTRUTIVOS.
- FIG. 128 - PÁG. 261 - MODELO DO SISTEMA METHODY KAL.
- FIG. 129 - PÁG. 262 - CONJUNTO UNITÁRIO - (STANDARD).
- FIG. 130 - PÁG. 262 - MODELO DO SISTEMA METHODY KAL.

zação da construção, houve a limpeza no canteiro de obras e o planejamento prévio da construção. Com a industrialização num mesmo tipo de componente, dificultando a organização de de elementos com dimensões que variam em milímetros / so, na construção tradicional, existe uma imensa variedade - / Além disso, são relativamente lentas e dispendiosas. / tradicionais, por apresentarem características artísticas / o problema nos moldes convencionais, pois as técnicas / há uma grande disponibilidade financeira para solucionar / se agrava mais. No entanto, deve-se considerar que não / suprimido o mais rapidamente possível para evitar que / Conseqüentemente, este déficit precisa ser /

se de maneira mais acentuada.

siderando-se que, nesses, o aumento demográfico processa- / va-se mais brutalmente nos países sub-desenvolvidos, con- / cit habitacional em todo mundo. A crise habitacional agrã / rifica-se, assim, que há um assustador e crescente défi - / cada vez mais, e somam-se ainda com as já existentes; ve- / soas, as necessidades habitacionais vão se multiplicando / Com este aumento constante do número de pes

de anos, a população mundial dobrar.

do o mundo, chegando hoje ao ponto de, em poucas dezenas / ro de habitantes aumenta cada vez mais rapidamente em to- / um incrível crescimento, sendo que, desta forma, o núme - / dustrial, a humanidade passou a sofrer, no último século, / Com o atual estágio de desenvolvimento in -

---

## INTRODUÇÃO

e a variedade de peças pode ser um pouco mais reduzidas, /  
mas não o suficiente para se atender às exigências de se /  
construir rápido com pouco dinheiro.

Assim, a fim de se atender a essas exigências -  
as, a coordenação modular se apresentou como a solução /  
mais viável, pois, como até a natureza tende a organizar -  
se perfeitamente através da modulação, parece óbvio que a /  
coordenação modular é a solução mais coerente para se atin-  
gir a almejada organização da construção, a qual se torna /  
cada vez mais definida, a partir de quando o homem compre-  
ende mais nitidamente os seus objetivos, o que possibilita  
um planejamento e um programa prévio esclarecendo suas /  
necessidades. Um outro fator que muito viabiliza a coorde-  
nação modular é o alto grau de desenvolvimento atingido /  
pela indústria, que, através da pré-fabricação, e de sis-  
temas especiais de concretagem "in loco", faz com que a /  
coordenação modular atinga seu climax, pois, com a pré - /  
fabricação e esses sistemas, os projetos são executados /  
rapidamente, com o mínimo de desperdícios de materiais e /  
de mão-de-obra, o que proporciona um grande barateamento /  
da construção. Entretanto, para que isto se torne realida-  
de, é necessário que a fabricação dessas peças pré-fabrica-  
das se dê em larga escala, e com menor variedade dimensio-  
nal e formal possível. Conseqüentemente, esses projetos /  
devem ser muito bem planejados, para que todos esses prin-  
cípios possam se empregados em todas as suas potencialida-  
des.

Além disso, como a coordenação modular não /

é um campo totalmente desenvolvido, ainda existem inúmeras possibilidades, fatores e teorias a serem analisadas e estudadas, o que a torna bastante interessante, principalmente no Brasil, onde esta não atingiu o requinte de outros países mais desenvolvidos.

1.1. MODULAÇÃO NA NATUREZA

A modulação é encontrada com muita frequência na natureza. A ideia de módulo envolve 2 noções relacionadas entre si: primeiro, o uso de uma unidade básica de comprimento ou volume como base de um plano inteiro; segundo, a adoção, no plano, de uma única série definida de relações proporcionais.

As formas biológicas nunca ser modulares no mesmo sentido em que são os planos arquitetônicos e pictóricos. E da essência das estruturas biológicas, o fato de estarem envolvidas em processos de crescimento e desenvolvimento. Quando se identifica uma unidade básica, ela não é constante, ou seja, muda com o tempo. Considerando a aplicação à biologia do mais simples aspecto da teoria modular - o uso de uma unidade básica - diz-se, à primeira vista, que as formas biológicas são definitivamente modulares, constituídas de unidades elementares denominadas células. Entretanto, somente nos organismos mais simples e pequenos, e que as células fazem parte de uma unidade modular. Geralmente, as células são muito menores em proporção ao tamanho total. Sua relação com o todo, porém, é maior, por exemplo, do que a de tijolos num edifício. ( 1 )

Assim, muitas formas biológicas são feitas de unidades, as quais são muito maiores que células, mas de fato representam um grande conjunto delas.

Porém, até que ponto os princípios modulã  
 res podem ser aplicados a estruturas biológicas mais comple  
 xas ? Há uma grande gama de situações. Num extremo, há es  
 truturas nas quais as unidades são muito parecidas entre si  
 e arranjadas segundo modelos regulares. Como exemplo típico,  
 tem-se a colméia de abelhas. Há outras estruturas, como o /  
 casco de tatu, que apresenta um arranjo bastante regular, /  
 existindo entretanto, unidades de várias formas e tamanhos.(1)  
 Uma situação comum, é a mudança de propor  
 ções durante o crescimento. Isto é característico do pró  
 prio corpo humano. A mudança de proporções de um organismo/  
 biológico, durante seu desenvolvimento, ocorre com diferen  
 tes índices de crescimento das várias partes, uma crescendo  
 mais rapidamente que outras. Porém, uma melhor observação /  
 mostra que estas variações não são arbitrárias.  
 Há um interessante tipo de ordenação, tí  
 pico das formas biológicas : o crescimento de segmentos vi  
 zinhos estão intimamente relacionados; é muito raro encon  
 trar um segmento muito longo próximo de um muito curto.  
 A perna de uma criança não é somente mais  
 curta que a de um adulto em proporção ao corpo, mas há tam  
 bém um diferente sistema interno de proporções entre a coxa,  
 joelho, tornozelo, etc.. Mas, tanto na criança como no adul  
 to, os comprimentos dos segmentos formam um sistema de pro  
 porções e as pernas não constituem uma montagem de partes /  
 não - interrelacionadas. ( 1 )  
 A modulação é ainda encontrada em estrutu  
 ras atômicas, como por exemplo, na estrutura do grafite e /  
 do diamante.



No grafite, cada átomo de carbono está no centro de um triângulo equilátero, cujos vértices também contêm átomos. De acordo com este requisito, cada átomo de carbono do vértice do triângulo é ao mesmo tempo, o centro de outro triângulo superior (linha contínua), então seus 3 vizinhos mais próximos estão no centro dos triângulos invertidos (linha tracejada).

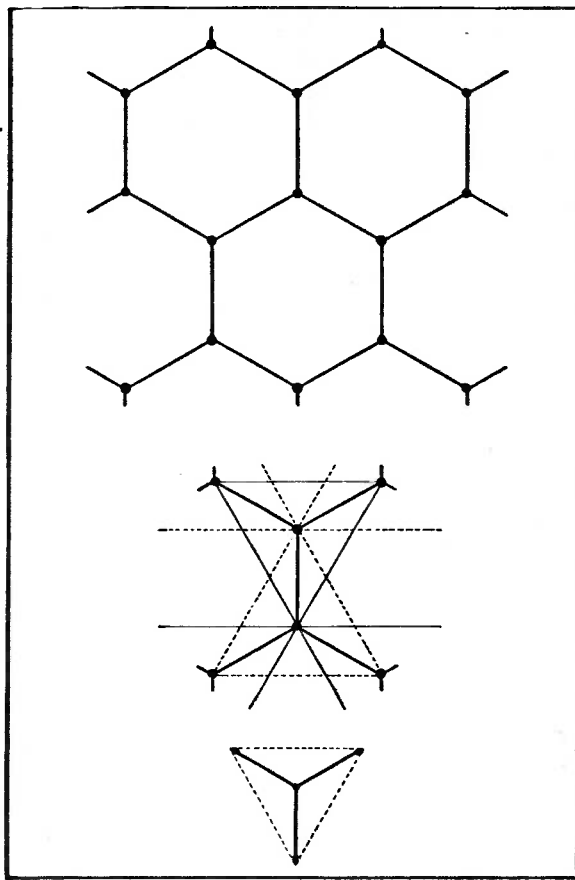


Fig. 1 (linha tracejada).

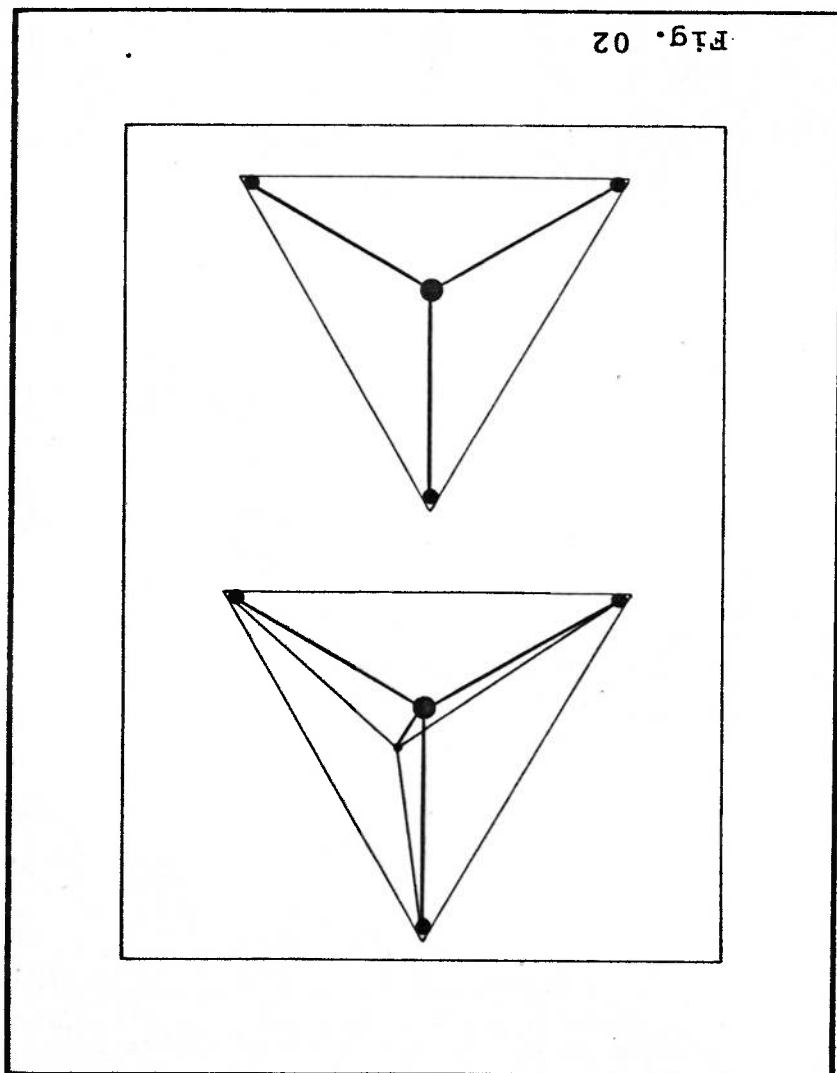
Fig. 01

A estrutura tridimensional do diamante é semelhante :- metade dos átomos de carbono está no centro do tetraedro superior, cujos vértices contêm átomos de carbono, os quais se localizam no centro de um tetraedro invertido.

A regra geral, tanto para o grafite como para o diamante, é que cada átomo tenha circunstâncias idênticas, exceto possivelmente pela orientação. No grafite, cada átomo de carbono tem 3 vizinhos próximos. No diamante, tem 4.

o meio em que vive. ( 1 )  
 sempre corretamente suas atividades, necessita racionalizar  
 espetacular forma de organização. Pois, para que o homem de-  
 estruturas minerais, o homem também poderá tirar partido desta/  
 o módulo, quer seja em estruturas biológicas, quer seja em es-  
 Da mesma forma como toda a natureza emprega/

mos idênticos tenham circunstâncias idênticas.  
 traedro para o diamante ) sob a condição de que todos os áto-  
 ralizados, usando um módulo ( triângulo para o grafite e te-  
 Nestes exemplos, modelos infinitos são gene-



Esta diferença no número de vizinhos próximos é que proporcio-  
 na todas as diferenças entre o grafite e o diamante. Fig. 2

O homem é um ser biológico e um ser social/ e, como tal, necessita de um meio próprio para satisfazer / suas necessidades biológicas, trabalhar e relacionar-se com seus semelhantes. Daí vem a necessidade de obter espaços or- ganizados para que neles se exerçam as funções humanas.

Em tais ambientes, desenvolver-se-ão uma ou mais atividades, sendo porém necessário um espaço mínimo / que garanta um bom desenvolvimento das mesmas.

O módulo ( do latim : " pequena medida " ) / é uma unidade de medida que permite quantificar e medir es- se espaço, seja mono, bi ou tridimensionalmente, e, como / quantifica um espaço relacionado a uma atividade, é chamado "módulo função".

Mas o espaço não é uma entidade abstrata, / isto é, ele precisa ser concretamente definido por meio de / um invólucro físico, o qual tem, assim como o módulo-função, uma forma geométrica. A mensuração de tal espaço faz-se tam- bém por um módulo, o "módulo-forma".

Assim sendo, deve haver uma integração en- tre o espaço-atividade e o espaço-forma, cujo resultado é o produto da atividade arquitetônica, isto é, o chamado "obje- to arquitetônico", que compreende as funções ( atividades ) , os espaços requeridos por esta, e os respectivos invólucros ou envolventes. Surge então a figura geométrica "módulo-ob- jeto", resultante das duas outras categorias de módulos. Em resumo, o módulo-objeto é a concretização de uma forma, a / qual por sua vez, é gerada por uma função-atividade.

A combinação de módulo-função é módulo-função - ma é possível quando se dispõe de uma unidade de medida comum. Fica claro que quanto maior o número de tais combinações, os módulos-objeto ficarão, por sua vez, necessariamente menores. ( 2 )

Os espaços físicos assim definidos têm como base dimensional o homem, obviamente, mas suas medidas não são necessariamente antropométricas. Não obstante, durante a 2ª Guerra Mundial, o grande arquiteto Le Corbusier fez um equacionamento das dimensões de um homem-padrão, por ele determinado, conseguindo dar-lhes expressão matemática. Ficou definido, assim, o por ele chamado "módulo", sistema numérico baseado num conjunto de medidas correspondentes ao corpo humano e suas várias posições. Esta série de medidas compreende essencialmente 2 séries de Fibonacci de razão / 1,618. Fig. 3, 4 e 5

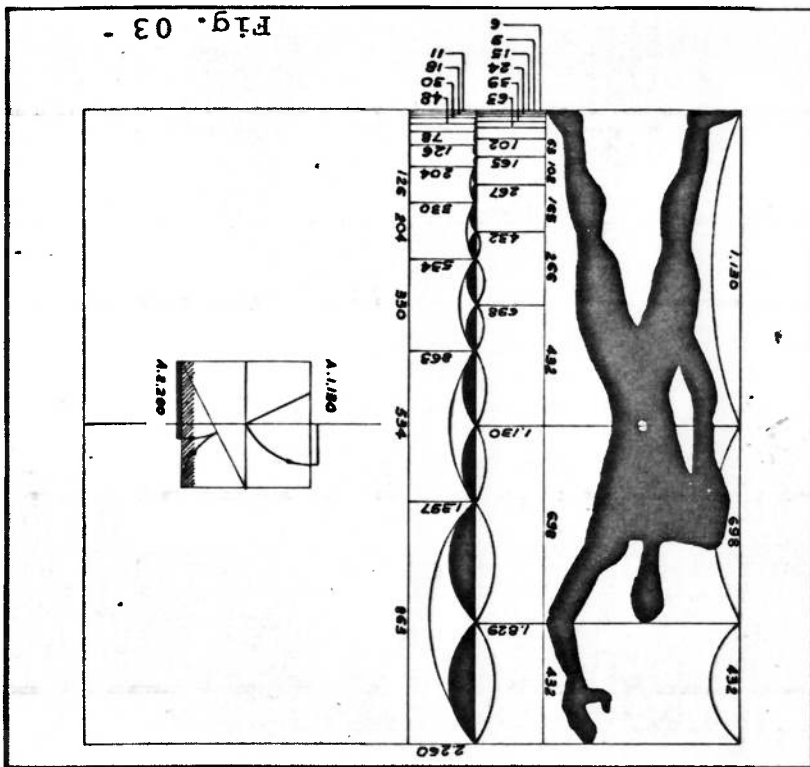


Fig. 05

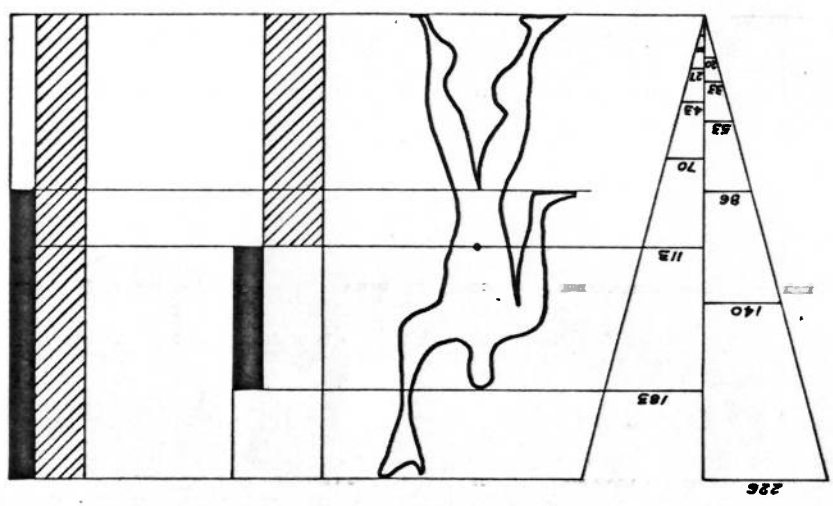
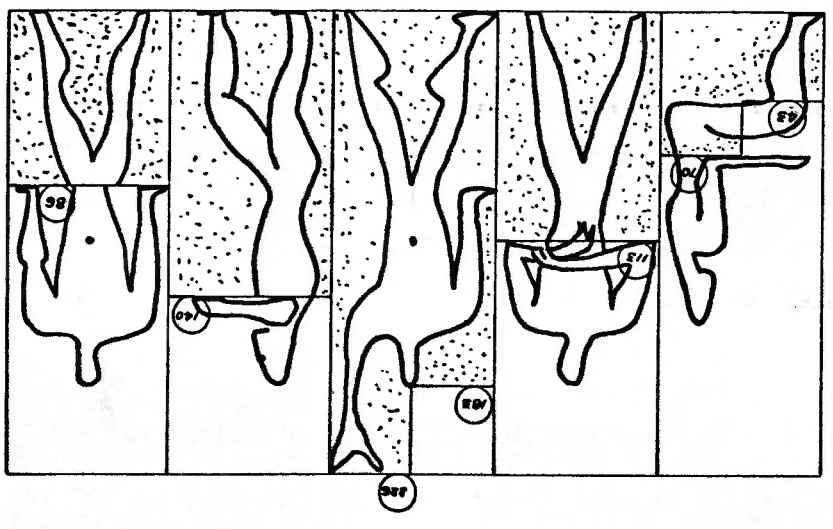


Fig. 04



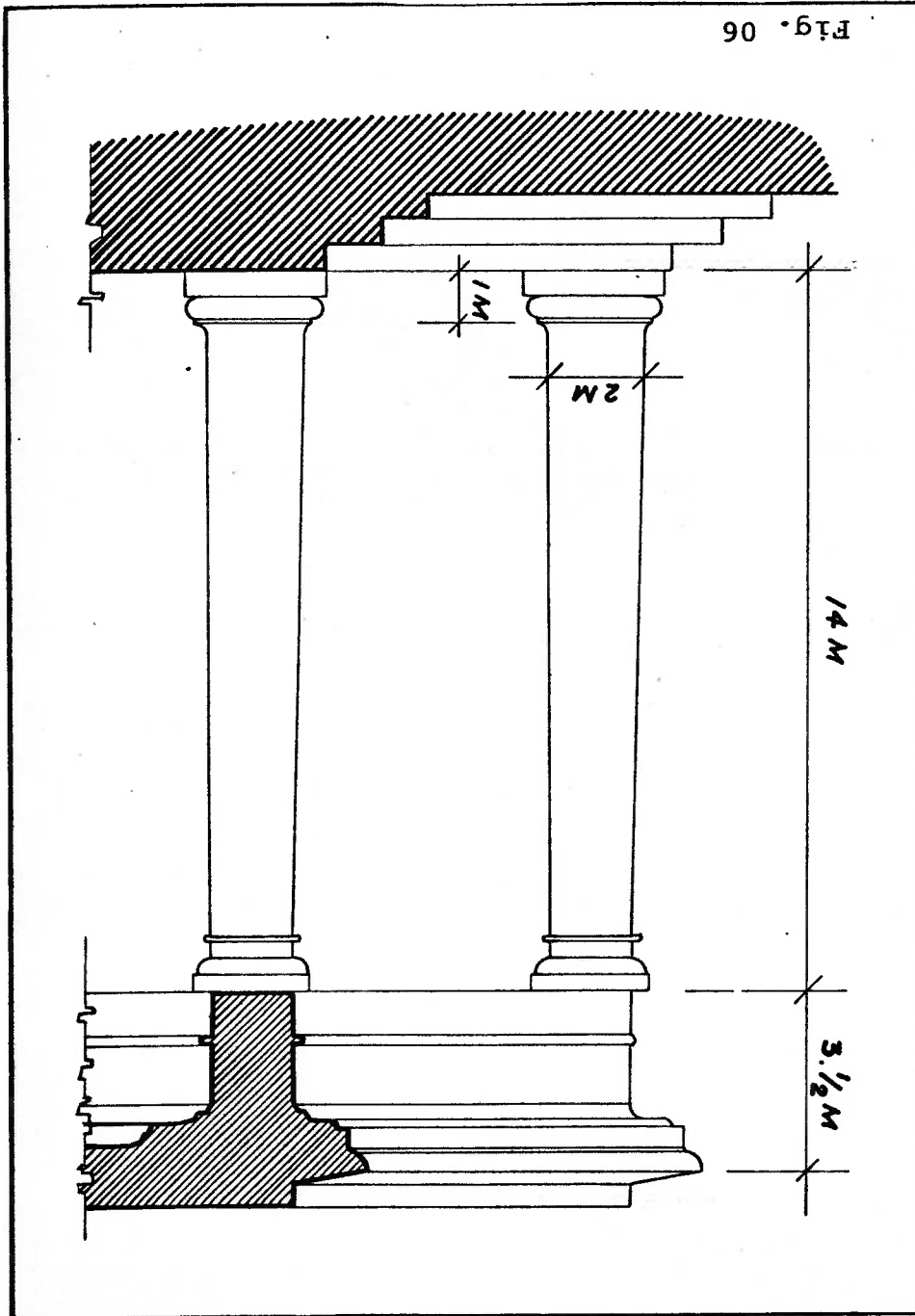
A série vermelha está baseada no valor 6 pés, ou seja, 1,829 m e desenvolve-se para cima ou para baixo a partir desse valor. A série azul é obtida a partir da série vermelha por duplicação. O valor fundamental de 6 pés corresponde ao tamanho de um homem em pé e, escolhida essa unidade, obtém-se um sistema que é literalmente a medida do homem. O modulor rege as medidas lineares, superficiais e volumétricas, mantendo sempre a escala humana e permitindo inúmeras combinações. O modulor é, portanto, um conjunto de dimensões extraídas a partir do próprio homem e, portanto, consideradas por seu criador adequadas para definir o seu espaço, ou seja, as edificações e seus componentes. ( 3 )

E conveniente, assim, analisar o desenvolvimento do modulor no decorrer da história humana.

### 1.3. HISTÓRICO

Embora não se possa, com certeza, atribuir aos gregos da época de Péricles, o uso do módulo, sabe-se // que os arquitetos do século V valiam-se de proporções entre medidas de superfície e não entre medidas lineares, utilizam do a " simetria dinâmica " para conseguir seus efeitos pitagóricos. Os helênicos traduziram as chamadas " divinas proporções " em múltiplos de uma medida básica unitária, representada pelo diâmetro inferior da coluna. Fig. 6

Sistemas ou teorias de proporções estão in-  
timamente ligados à teoria do desenho arquitetônico e esta -





Os romanos, homens essencialmente práticos, tinham conseguido padronizar seus tijolos em dois tipos universais : o "bipetalis" e o "sesquipetalis". Investigações recentes, assinalam que, a partir da época de Augusto, não se sabe se de forma sistemática, o planejamento das cidades e o projeto de edifícios e de seus componentes passaram a

Os romanos, homens essencialmente práticos, tinham conseguido padronizar seus tijolos em dois tipos universais : o "bipetalis" e o "sesquipetalis". Investigações recentes, assinalam que, a partir da época de Augusto, não se sabe se de forma sistemática, o planejamento das cidades e o projeto de edifícios e de seus componentes passaram a

pectos de uma mesma substância : a forma e a matéria.

cional. Uma abordagem mais filosófica deste tema revela 2 aspectos estéticos, passamos a uma modulação de caráter prático-fun- tos. De uma modulação clássica de caráter quase exclusivamente ma a poderem receber, no piso, um número inteiro de elementos - ção tradicional japonesa, que devem ser dimensionados de forma teira retangular de palha, elemento característico da habitação de Tóquio. Estas normas diziam respeito ao "tatami", estabe- ceram, em 1657, época em que ocorreu o segundo grande incêndio destinadas a unificar tipos construtivos e dimensões, apareceram, em 1657, época em que ocorreu o segundo grande incêndio destinadas a unificar tipos construtivos e dimensões, apareceram, em 1657, época em que ocorreu o segundo grande incêndio

Porem, foi no Japão que as primeiras normas

guitura, em sua "De Re Aedificatoria", publicado em 1485. (4)

ro importante escrito desde Vitruvius sobre proporções na Ar- tor, filósofo, músico e escritor italiano, produziu o primeiro

Alberti ( 1404 - 1472 ), um arquiteto, pin-

determinado organismo arquitetônico. ( 2 )

sões, proporções e ordenar a construção de elementos de um / como unidade de medida convencional para estabelecer dimen- dos anos. A Vitruvius deve-se a divulgação do uso do módulo / até hoje. Entretanto, o método de aplicação variou através / ra baseavam-se nesses antigos escritos, os quais são válidos critos por Vitruvius em 27 A.C.. Os fundamentos da Arquitetura, eram incluídas nos mais antigos estudos sobre arquitetura, es-

obedecer a um reticulado modular baseado no "passus" romano, uma unidade de medida antropométrica. ( 2 )

O verdadeiro pioneiro, entretanto, foi A.

F. Bemis, industrial de Boston, que no seu livro "The Evolving House" expõe os fundamentos de uma teoria da coordenação modular, resumida no axioma pelo qual todos os objetos que satisfazam à condição de possuírem dimensões múltiplas/de uma medida comum, são comensuráveis entre si, e, portanto, também o são em relação à construção. O "Cubical Method of Design", por ele concebido, embora sob alguns aspectos / passível de críticas, pode ser considerado a primeira formação correta de uma teoria da aplicação do módulo-objeto, / voltada para as necessidades da industrialização. ( 2 ) As -

sim, nesse trabalho, tratou-se a coordenação modular como / um meio de se obter a produção em massa e a estandarização dos componentes da construção. ( 5 )

Em 1938, A "American Standard Associati- /

on" iniciou um estudo para coordenar o dimensionamento dos / componentes para a construção. Na Alemanha, durante a 2ª / Guerra Mundial, Neufert desenvolveu um estudo baseado no módulo de 12,5 cm., que foi denominado de sistema octamétrico. Ao mesmo tempo, na Suécia, Bergvall e Dahlberg estudaram a / coordenação modular tomando o módulo de 10 cm. como base. Em 1946, a ASA publica a norma " A62 Gui- de for Modular Coordination " .

Em 1947, a "British Standard Institution"

cria uma comissão especial para o estudo da Coordenação /

Modular. ( 5 )

Em 1949, iniciam-se os trabalhos da Agência

Europeia de Produtividade ( AEP ), órgão da O.E.C.F., sobre/  
 o projeto 174, "La Coordination Modulaire".  
 Em 1951, é publicado a "Modular Coordination  
 on in Building", publicação da "British Standard". ( 2 )  
 Já em 1953, a AEP organiza um plano especi-  
 al para o estudo da coordenação modular. Participam desse es-  
 tudo, 11 países europeus ( Alemanha, Holanda, Bélgica, Dina-  
 marca, França, Grécia, Itália, Noruega, Áustria, Grã-Breta-  
 nha e Suécia ) e mais o Canadá e os Estados Unidos. ( 5 )  
 Em 1956, é publicado o primeiro relatório//  
 sobre o projeto AEP 174 ( um texto básico sobre o assunto ). ( 2 )  
 Em 1958, é publicado o primeiro anteprojeto  
 de recomendação ISO - " Regras Gerais da Coordenação Modu-  
 lar ". ( 5 )  
 Em 1960, é constituída a " International Mo-  
 dular Group (IMG), entidade que absorve os grupos de traba-  
 lho da AEP, do Comecom ( órgão económico dos países socialis-  
 tas da Europa Oriental ) e do Comité ISO TC/39. Ainda no mes-  
 mo ano, o IMG é integrado no " Conseil International du Batî-  
 ment " ( CIB ).  
 Em 1961, é publicado o 2º relatório sobre o  
 Projeto AEP 174 ( outro texto básico sobre o assunto ).  
 Em 1964, é publicado a norma francesa P 01/  
 101 " Dimensions de Coordination des Ouvrages et des Elémēn-  
 ts de Construction".  
 Em 1967, é publicado pelo IMG o " Condensed  
 Principles of Modular Coordination". ( 2 )  
 Dessa forma, tiveram início os estudos da /

Coordenação Modular em âmbito internacional, os quais vêm se desenvolvendo com interesse cada vez maior.

Após todo este processo de desenvolvimento/aperfeiçoamento pelo qual passou a coordenação modular, / torna-se cada vez mais factível o estabelecimento de teorias que a determinem melhor. Através de toda a experiência ex- traída da própria natureza e da obra de equipes técnicas es- pecialmente reunidas, ou mesmo de pessoas isoladas, puderam/ ser melhor definidos todos os princípios, conceitos e defini- ções que regem a teoria modular, a partir da qual, tornar-se- ia possível toda uma revolução na metodologia construtiva. / Mas antes de se abordar as características de projeto e exe- cução de uma obra que aplique a coordenação modular, esclare- cendo assim, o porque de sua aplicação e quais seriam as / suas vantagens e problemas, deve-se estudar o significado de coordenação modular, de módulo e dos demais termos correla- tos.

## 2.1. PRINCÍPIOS BÁSICOS E DEFINIÇÕES

Inicialmente, deve-se distinguir coordenação dimensional de coordenação modular. A COORDENAÇÃO DIMENSIONAL é um instrumento geométrico, físico e econômico que tem por função compatibilizar dimensionalmente de forma racional e orgânica, os espaços disponíveis (ambientes) e os ocupados (involucro) numa edificação. Está ligada tanto com a composição arquitetônica como com a tecnologia e a produção dos componentes da edificação. Pode-se entendê-la ainda como a "eleição conveniente de dimensões tendo em conta sua relação com a edificação".

A coordenação dimensional passa a ser COORDENAÇÃO MODULAR quando se utiliza como unidade de medida o módulo-objeto, já definido anteriormente. Ou ainda, é a "obtenção da coordenação dimensional por meio de um módulo. (2,6) Pode-se, então, definir a coordenação modular como sendo um sistema capaz de ordenar e racionalizar a construção desde o projeto e fabricação dos componentes até a execução da obra. Como será abordado futuramente, pode-se verificar que a coordenação modular pode ser aplicada tanto na construção tradicional, como nas construções que utilizam processos de pré-fabricação parcial ou total. ( 5 )

Segundo o estudo do BNH - " Coordenação Modular na Construção " - a coordenação modular baseia-se em três princípios fundamentais, que são :-

a - o sistema de referência;

b - o módulo;

c - o ajuste modular.

O SISTEMA DE REFERÊNCIA compreende o RETÍCULO ESPACIAL MODULAR DE REFERÊNCIA e o QUADRÍCULADO MODULAR DE REFERÊNCIA; o conceito de MÓDULO relaciona-se com os de / MEDIDA MODULAR, MEDIDA DE PROJETO e JUNTA DE PROJETO; já o / AJUSTE MODULAR pode ser POSITIVO, NEGATIVO ou NULO. ( 5 ) /

Fig. 7, 8, 9, 10, 11, 12 e 13.

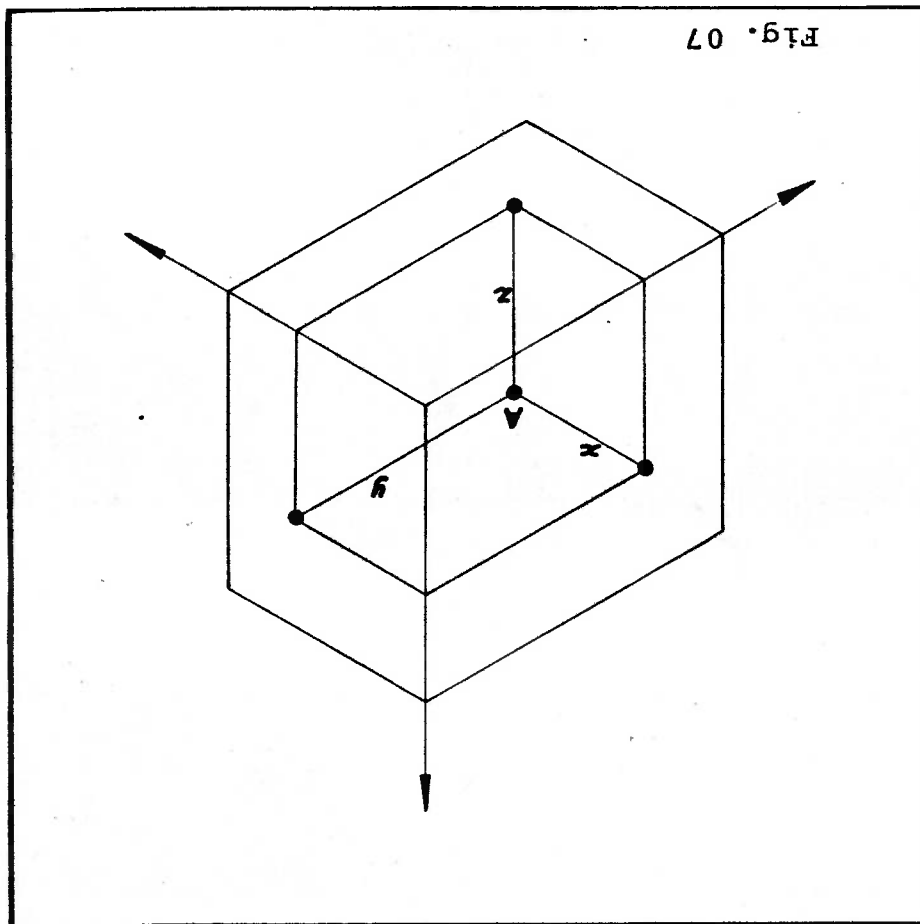
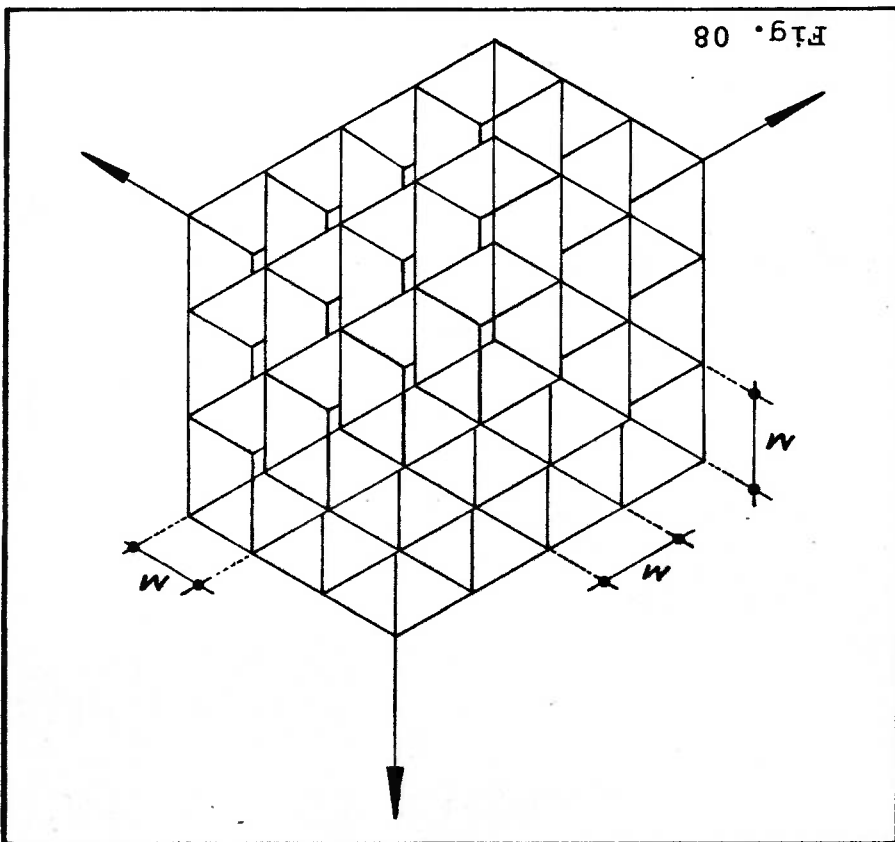
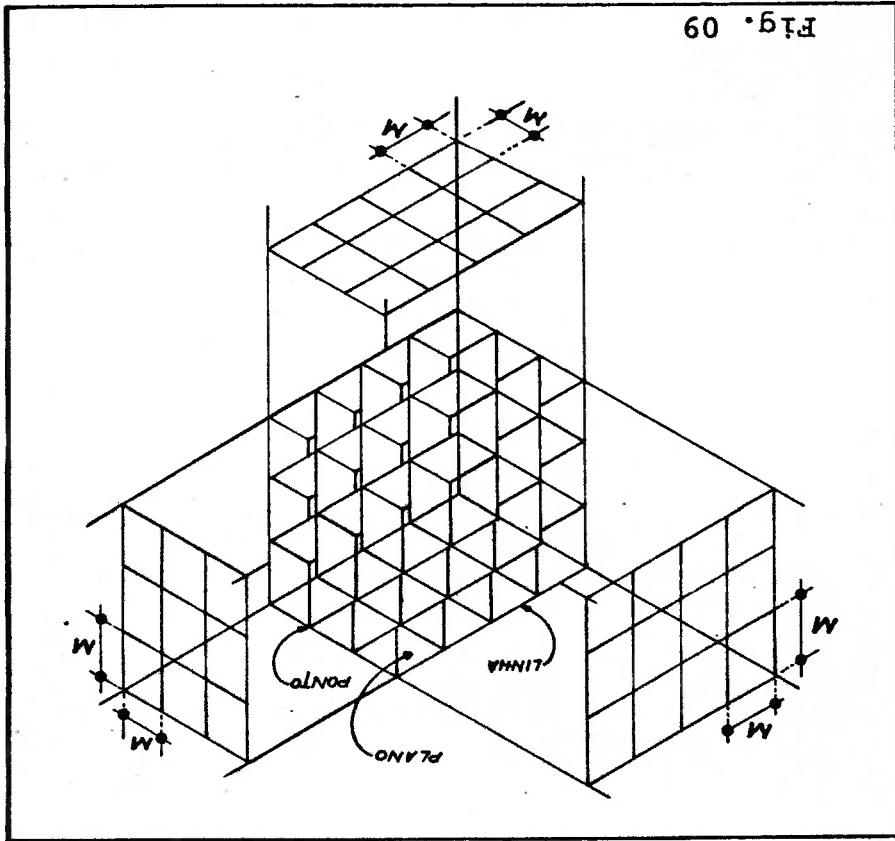
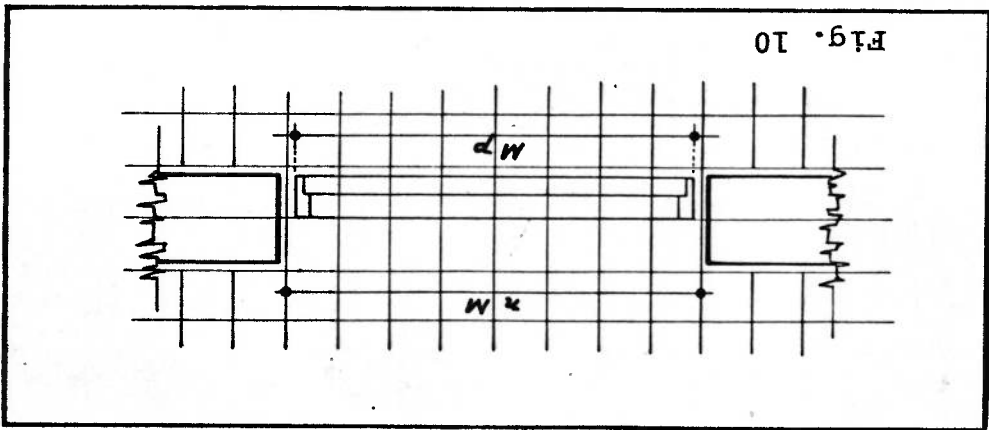
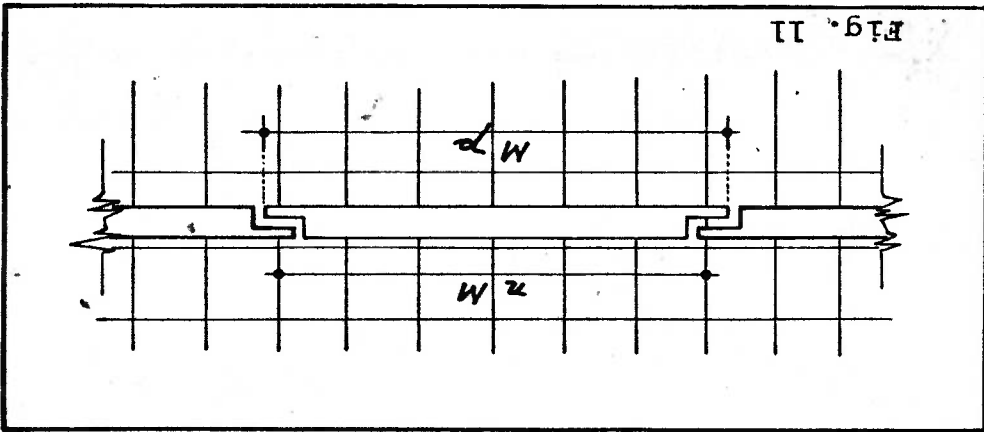
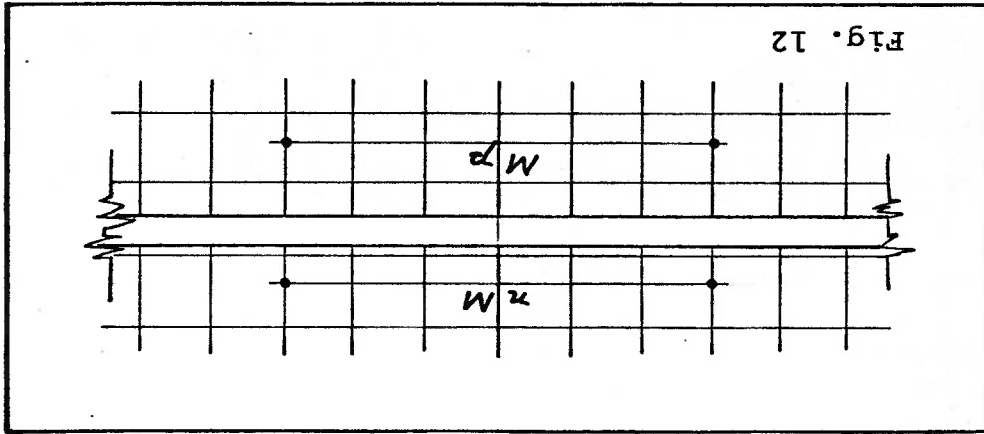


Fig. 07





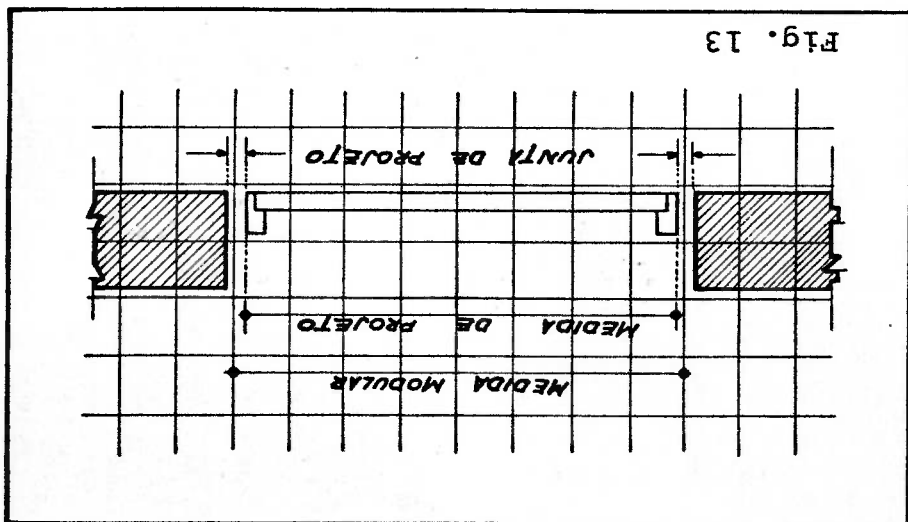


- a - sub-sistema de referência;
- b - sub-sistema modular de medidas;
- c - sub-sistema de medidas de coordenação;
- d - sub-sistema de ajustes e tolerâncias;
- e - sub-sistema de número preferenciais.

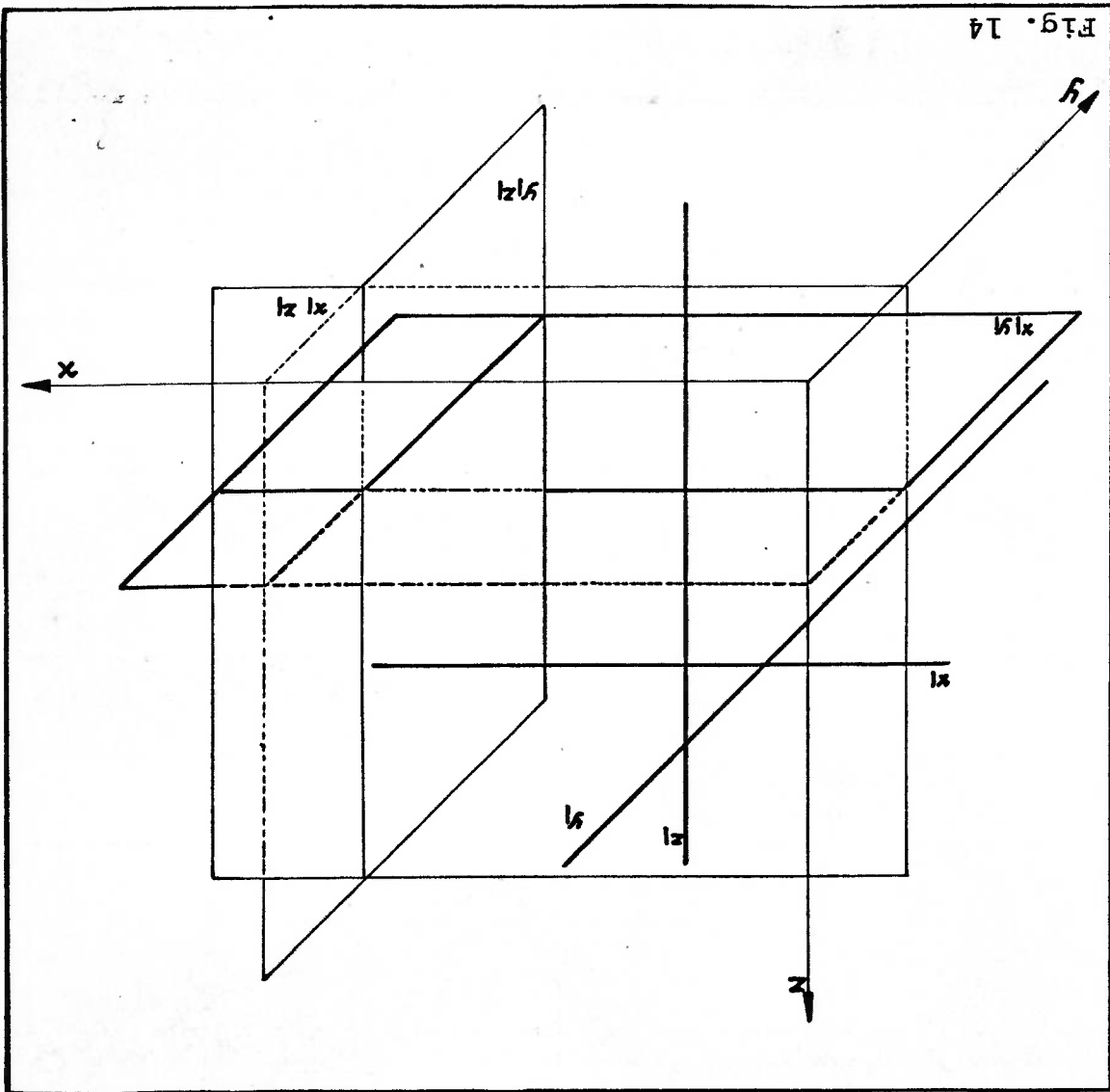
Modular :-

cinco sub-sistemas ou instrumentos básicos de Coordenação do especificamente à construção industrializada, tem-se / " Teoria e Prática da Coordenação Modular ", embora lida - Em estudo do professor Teodoro Rosso - / referentes ao tema.

mesmo assunto. Ambas trazem todas as definições e termos / e também a Terminologia Brasileira - TB - 202 - sobre o / Norma Brasileira referente à coordenação modular da cons - trução - NB - 25 \*, elaborada em 1950 e revisada em 1969, / Tem-se, anexo, ao final do trabalho, a /



O primeiro sub - sistema ( Fig./ 14 ) é constituído de pontos, linhas e planos e serve para posicionar os componentes da edificação no projeto e correlacionar suas medidas. O sub - sistema modular de medidas, conforme o próprio nome diz, é um conjunto de medidas baseadas no módulo básico ( no caso, 10 cm. ) visando padronizar o dimensionamento de componentes ou partes da edificação. O sub - sistema de medidas de coordenação destina-se a organizar as medidas dos componentes através de medidas



Embora pareça haver uma contradição entre o estudo do BNH e do Professor Rosso, na verdade há apenas uma pequena diferença. As duas concepções diferem quase que somente na linguagem dos termos e não nos conceitos básicos. O "sub-sistema de referência" da segunda corresponde ao "sistema de referência" da primeira. O princípio "módulo" da primeira compreende o "sub-sistema modular de medidas". Quando o estudo do BNH menciona o princípio de "ajuste modular", está referindo-se ao que o Prof. Rosso entende por "sub-sistema modular que não são comuns às duas concepções, são o "sub-sistema de números preferenciais", uma vez que o Prof. Rosso

tos de cada componente. ( 2 )

dispensável, através do otimização do tipo e número de formários e que visa reduzir as séries de produção a um mínimo in-séries de números escolhidos por meio de determinados critérios, finalmente, é um instrumento de seleção constituído por previstas anteriormente. O sub-sistema de números preferenciais entre as dimensões reais dos componentes e aquelas se uma certa flexibilidade para absorver as eventuais diferenças com as medidas modulares e as de fabricação, garantindo componentes, onde procurar-se-á relacionar as medidas de produção de ajustes e tolerâncias refere-se à articulação entre os lepidos que define o espaço de coordenação. O sub-sistema de PLANOS DE COORDENAÇÃO, que é a superfície do parâmetro o campo necessário para absorver as tolerâncias e os ajustes que é o espaço teórico que circunscribe o componente e abraça compreende ainda as noções de ESPAÇO GERAL DE COORDENAÇÃO, preferenciais para grande número de dimensões dos mesmos;

entendeu a Coordenação Modular como uma metodologia ligada / principalmente à construção industrializada ou pré-fabrica - da, enquanto que o estudo do BNH procura dar ênfase ao seu / emprego na construção civil tradicional, e além disso, o / "sub-sistemas de medidas de coordenação", é um conceito não- / aceito por todos os teóricos da coordenação modular, portan- / to não-ortodoxo.

A seguir, é conveniente definir-se melhor o que é o módulo, já que toda a teorização feita até aqui bā seia-se, em última instância, nesse conceito.

Módulo é a distância entre dois planos / consecutivos do sistema que origina o reticulado espacial mo- / dular de referência, base da coordenação modular. ( 5 )

O termo "módulo" tem duas conotações dife- / rentes : - "unidade de medida" e "coeficiente numérico".

O conceito atual da utilidade do projeto / modular consiste em obter o máximo de economia através do / uso de elementos modulares - tipo que possam ser utilizados / em diferentes edifícios. Durante a primeira Guerra Mundial, / Albert Farwell Bemis desenvolveu estudos sobre o módulo, sus- / tentando que o módulo cúbico deveria ser a unidade de dimensio- / nal básica para todos os componentes da casa.

A palavra módulo pode significar também / uma regra ou norma que permita relacionar diferentes números / e tamanhos.

No caso de uma série geométrica, o módulo / é um fator de multiplicação constante : - define a razão da / progressão. Um exemplo é o "módulo" de Le Corbusier.

Na sua acepção mais ampla, o módulo pode ser considerado unidade de medida e coeficiente-tipo ao mesmo tempo, atuando como base dimensional e proporcionando a correlação dos termos ou tamanhos de uma série ou dos tamanhos de uma sequência de tamanhos. ( 6 )

## 2.2. ESCOLHA DO MÓDULO

Em 1955, a Agência Europeia de Produtividade ( A.E.P. ), organismo da Organização Europeia da Cooperação Económica, após dois anos de trabalho, publicou o texto resultante do seu estudo desenvolvido sobre Coordenação Modular, ficando estabelecido que o módulo a ser usado daí por diante pelos países membros ( Áustria, Bélgica, Dinamarca, França, Alemanha, Grécia, Itália, Holanda, Noruega, Suécia e Reino Unido, além do Canadá e EUA ) seria o decímetro, ( 10 cm. ) para aqueles que adotam o sistema métrico decimal, ou 4 polegadas ( 4" ), para os países onde se usam medidas inglesas. ( 6 )

São duas as razões dessa escolha :-

1) a facilidade de manuseio dessa medida na industrialização de materiais;

2) a sua quase identidade com o valor de 4", o que simplificará enormemente o trabalho dos países que adotassem o sistema métrico decimal ( Reino Unido e Austrália ). ( 2 )

Apesar disso, somente em 1971 a Alemanha abandonou o uso do seu antigo módulo de 12,5 cm. ( 05

tamétrico), que é o valor mais prático para o trabalho modular com tijolos.

Como o módulo decimétrico deriva do me-

tro, o qual não tem qualquer relação com a escala humana, / consequentemente não se harmoniza com as dimensões dos ma- / teriais de construção tradicionais. Sendo assim, o módulo / de 10 cm. não estaria apto a promover a coordenação das me- / didas destes componentes. Porém, tais deficiências do módu- / lo básico podem ser bastante minimizadas pelo emprego de / múltiplos ou sub-múltiplos do módulo, ou pela definição de / zonas de domínio para cada categoria de componente. Coeren- / temente, a coordenação modular decimétrica deve ser preferi- / velmente aplicada a componentes não tradicionais de dimen-

sões médias. ( 2 )

O módulo decimétrico, ou sua versão de 4",

tem hoje emprego universal, sendo inclusive oficialmente ado- / tado no Brasil. O módulo básico de 10 cm. representa o valor / inicial das chamadas "séries modulares". ( 8 )

Para determinar estes valores, são usados / critérios diferentes, os quais podem ser derivados do mate- / rial usado, dos métodos de produção, etc. Estes critérios / são expressos na forma de valores numéricos e, por esta ra- / zão, se relacionam com o sistema modular. Segundo suas fun- / ções encontramos :-

- o módulo do material;

- o módulo de produção;

- o módulo de transporte e montagem;

Vistos os conceitos e princípios básicos sobre os quais repousa a teoria da coordenação modular, /

que deve ser integrado ao sistema modular. ( 8 )

Da mesma forma, os móveis ( cores, es-  
tantes de livros, tabiques ), além das portas de correr e/  
portas de dois batentes, determinam o MÓDULO DO MOBILIÁRIO,

O MÓDULO SANITÁRIO leva em conta a locali-  
zação e o tipo de equipamento sanitário da construção. Deve  
se usar preferencialmente, elementos sanitários especiais, /  
cujos tipo e o tamanho dos dutos e instalações sejam basea-  
dos nos valores do módulo sanitário.

estradas.

O MÓDULO DE TRANSPORTE E MONTAGEM leva em  
conta os fatores originários do transporte e montagem, tais  
como, o peso dos componentes e a extensão do percurso nas /

O MÓDULO DE PRODUÇÃO seleciona os fatores  
de influência que se manifestam com o processo de produção/  
de um componente da edificação.

ais empregados.

O MÓDULO DO MATERIAL seleciona os fato-  
res de influência que se manifestam com a escolha dos mate-  
riais de construção. Os valores a serem selecionados devem/  
estar de acordo com as dimensões mais favoráveis dos materi-

- o módulo do mobiliário;
- o módulo sanitário;



pode-se passar à análise de suas possibilidades.

### 2.3. TEORIA E POSSIBILIDADES DA COORDENAÇÃO MODULAR

A coordenação modular tem por finalidade/ controlar o projeto e a execução de uma construção de maneir/ ra mais racional possível, em função do módulo-base.

A partir de um módulo diminuto ( 10 cm. ou 4" ), tem-se uma gama completa de dimensões múltiplas ou / sub-múltiplas do módulo, que constituirão as medidas modula/ res empregadas no projeto e à partir das quais, se darão as medidas de projeto e de fabricação dos componentes da edifi/ cação e, finalmente, os ajustes, tolerâncias e acabamentos.

Os módulos devem ser empregados não somen/ te na direção horizontal, mas também na vertical, e portan- to, devem ser estudados para atender necessidades especifi- cas, seja de natureza da edificação, seja de aspectos parti- culares de cada país. Desta maneira, são eleitas, por exem- plo, certas medidas modulares para alguns elementos e compo- nentes, tais como portas ( 3 M, 5 M, 6 M ), painéis ( 3 M, / 5 M, 6 M ), grandes espaços horizontais ( 12 M, 30 M, 60 M ), direção horizontal normal ( 3 M ), direção vertical normal/ ( 2 M ), etc.. Todo e qualquer acerto ou ajuste necessário/ pode ser controlado pela teoria das tolerâncias e pode ser/ corrigido pelas juntas. ( 9 )

Percebe-se assim, que a coordenação modular organiza as dimensões dos elementos usados em uma obra, bem como proporciona a coordenação desta. O sistema modular foi

nece as grandezas que serão tomadas como base na normalização e dimensionamento dos elementos de construção. Tudo isso é fundamentado sobre o módulo-base o qual determina todo o sistema dimensional do projeto.

A coordenação modular é um sistema geral/que pode ser aplicado tanto na construção tradicional como/nos processos construtivos de pré-fabricação parcial ou total. Tem-se, assim, a vantagem de se poder utilizar o sistema construtivo mais adequado ao desenvolvimento industrial/além de apresentar maior flexibilidade diante do problema/da mão-de-obra abundante e não-especializada, que é o caso/do Brasil, e cuja solução pode ser dada pela aplicação da/coordenação modular em sistemas tradicionais de construção.

Numa construção tradicional, são empregados componentes muito variados, executados em locais diversos ou na própria obra, com enorme diversidade relativamente às suas funções, tamanhos, material empregado, ocasionando problemas na sua composição e união entre si, requerendo cortes e adaptações, o que, em última instância, representa perda de tempo, material e mão-de-obra. Neste caso, então, os sistemas e a metodologia da coordenação modular da construção proporcionam à construção civil, as vantagens que hoje encontramos nos processos de construção industrializada/em países adiantados. ( 2 ) Apesar disso, existem entraves/à aplicação da coordenação modular aos componentes construtivos tradicionais, como a dificuldade de obter paredes com dimensões modulares feitas com tijolos, devido às dimensões destes. Além disso, a construção civil tradicional se cons-

A existência de indústria de componentes / construídos de maneira normalizada e regras de projeto / com elementos pré-fabricados ou industrializados, possibilitam a simplificação do projeto de edificações. Desde que os processos de fabricação estejam ordenados, haverá um mercado

( 6 )

Os sistemas de pré-fabricação, contudo, necessitam de produção contínua e em larga escala para que seu desenvolvimento seja econômico. A pré-fabricação de elementos funcionais como paredes, tabiques, equipamento sanitário, etc., permite uma maior flexibilidade na construção, porém sempre serão necessárias grandes séries de produção.

( 5 )

Num mundo em que são necessárias milhões de habitações a um baixo custo e a um curto prazo, mais do que nunca é preciso eliminar a fabricação, modificação ou adaptação de peças em obra, reduzindo o trabalho nesta montagem dos componentes da edificação. Isto é possível através da coordenação modular da construção aplicada à fabricação industrial em grandes séries de componentes construídos, dimensionados com múltiplos de um módulo e de modo que as distintas medidas de cada conjunto ( vedos, equipamento sanitário, etc. ) estejam relacionadas a uma série de números, possibilitando a existência de várias medidas de um mesmo produto mediante a adição de componentes.

coordenação modular.

titui num processo construtivo demorado e artesanal, mesmo que algumas desvantagens sejam minimizadas pelo emprego da

do seguro, constante e contínuo para esses produtos, conseguindo-se, ainda, economizar tempo e trabalho nas indústrias com o aumento da eficiência de produção e redução dos custos de fabricação.

Desta forma, a coordenação modular - indispensável para a industrialização da construção é o método que permite coordenar as dimensões das partes do edifício, assegurando, ao mesmo tempo, flexibilidade de uso e facilidade de produção. Ela dá condições para que um dado componente seja empregado em várias posições diferentes, seja numa mesma edificação ou em outra distinta. Alguns componentes e detalhes podem ser usados em edifícios diferentes. Todo o sistema de medições e planos fica simplificado devido a utilização de partes que tem dimensões - tipicamente - já que os tamanhos dos componentes são relacionados com as dimensões requeridas pelo projeto e tipo de edifício, e já que os projetos levam em conta os métodos de construção. ( 2,5 )

A correta aplicação à construção industrializada da Coordenação Modular beneficia os construtores, os arquitetos e os fabricantes. Os construtores, por todos os motivos acima citados; os arquitetos, por ganharem mais tempo para se dedicar ao projeto e ao trabalho de coordenação, tempo antes consumido na elaboração de planos de obra para cada detalhe ou algum método de montagem especial; e os fabricantes, por fim, porque o uso de elementos dimensionalmente relacionados lhe proporciona produtos simplificados e evita a variedade desnecessária. ( 5 )

Tais componentes, para se enquadrarem na /  
coordenação modular, deverão obedecer a uma SELECÇÃO, isto é,  
não deverá haver muita variedade de tipos, apenas o mínimo/  
necessário para satisfazer os requisitos de estética e com-  
posição da edificação, a fim de simplificar as linhas de /  
produção e facilitar a estocagem; os componentes devem se /  
harmonizar nas juntas e uniões, e suas dimensões também de-  
vem ser compatíveis entre si a fim de que se obedeça a modu-  
lagão; por fim, eles devem ser INTERCAMBIÁVEIS, permitindo/  
uma liberdade de opção entre vários produtos. ( 10 )

Um país que opta pela construção industrial-  
lizada dirigida pela coordenação modular obterá os seguin-  
tes benefícios :-

a - uma maior produtividade fabril pela sim-  
plificação de medidas;

b - uma grande facilidade de montagem dos /  
componentes porque as grandes séries de  
produção permitirão que seja dedicada /  
atenção à coordenação das peças;

c - esta coordenação possibilitará que com/  
um menor número de peças o projetista /  
tenha a seu dispor um maior número de  
alternativas de combinação;

d - uma grande redução no prazo de execução;  
e - uma substancial diminuição nos custos /  
de fabricação. ( 5,6 )

Assim sendo, a coordenação modular é igualmente aplicável aos métodos tradicionais da construção, reduzindo substancialmente a perda de tempo, material e mão-de-obra com retoque, cortes e ajustes. As características atuais de mão-de-obra brasileira, farta e barata, facilitam mais essa aplicação. Através da redução de custos e maior rapidez na execução das obras, poder-se-á diminuir / nosso déficit habitacional. ( 5 )

Finalizando, a coordenação modular, através de seus instrumentos - reticulados de referência, séries de números preferenciais e sistematização de ajustes e tolerâncias - proporciona as seguintes vantagens a nível de projeto, produção e montagem e de mercado :-

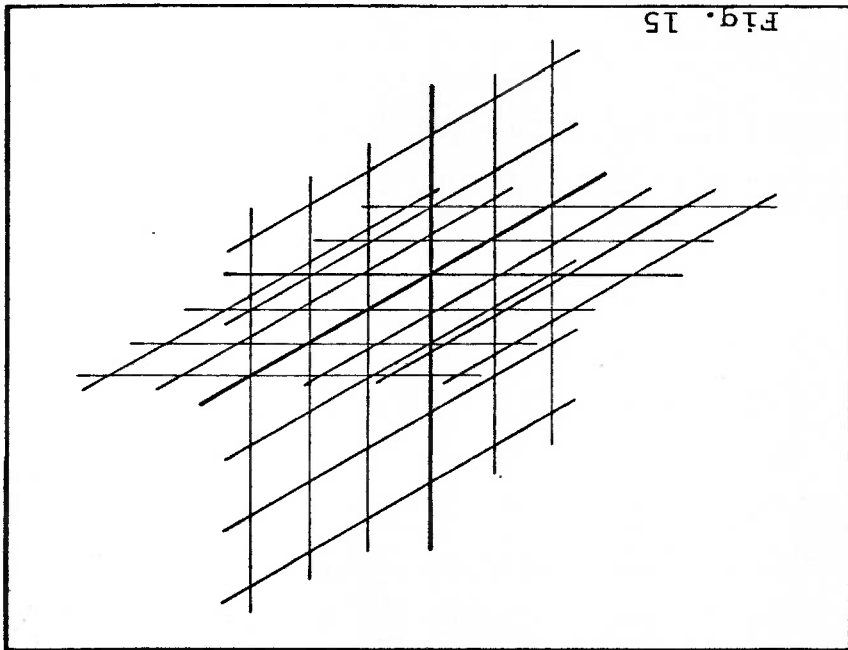
- a - simplifica a elaboração do projeto;
- b - facilita a normalização dos componentes de construção;
- c - reduz o número de formatos dos componentes de construção;
- d - simplifica as operações e execução da obra pela racionalização do traçado, da posição e montagem de seus componentes; e - proporciona melhor entrosamento entre os projetistas os fabricantes e os executores da obra;
- f - incrementa o mercado pela facilidade de

intercâmbio de componentes construtivos a nível nacional e pela exportação de / excedentes para países que também utilizam a coordenação modular da construção.

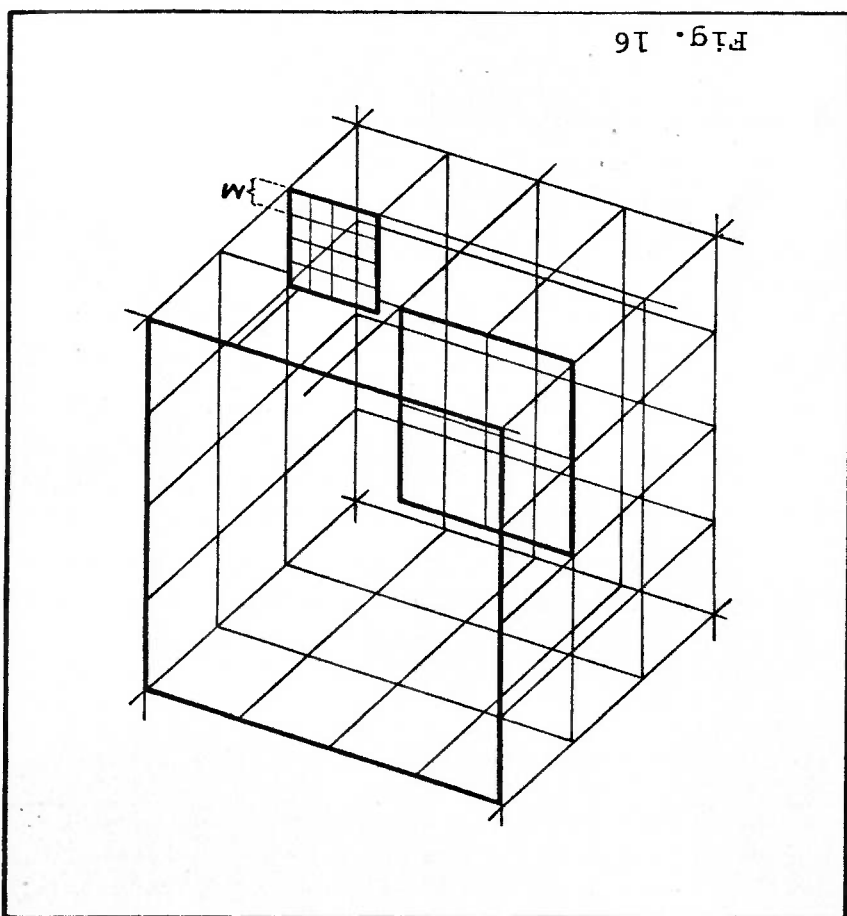
## 2.4.OS INSTRUMENTOS DA COORDENAÇÃO MODULAR

( 5 )

Uma edificação com partes e elementos coordenados necessita de um " SISTEMA DE REFERÊNCIA ". Este / constitui-se num conjunto de planos, linhas e pontos que / têm por finalidade facilitar o trabalho em cada etapa da / construção, através de seu emprego na fase de projeto. Tem- / se, assim, um PLANO DE REFERÊNCIA, em cujas intersecções / são encontrados os PONTOS DE REFERÊNCIA. O conjunto de li- / nhas paralelas e perpendiculares entre si forma o RETICULA- / DO DE REFERÊNCIA, que é a entidade geométrica que mais nos / interessa. Se o reticulado de referência projeta-se perpen- / dicularmente sobre o plano de referência, fica formado um / sistema tridimensional de linhas, o RETICULADO ESPACIAL DE / REFERÊNCIA: Conforme as necessidades de projeto, podem-se / acrescentar outras linhas. Fig. 15 e 16

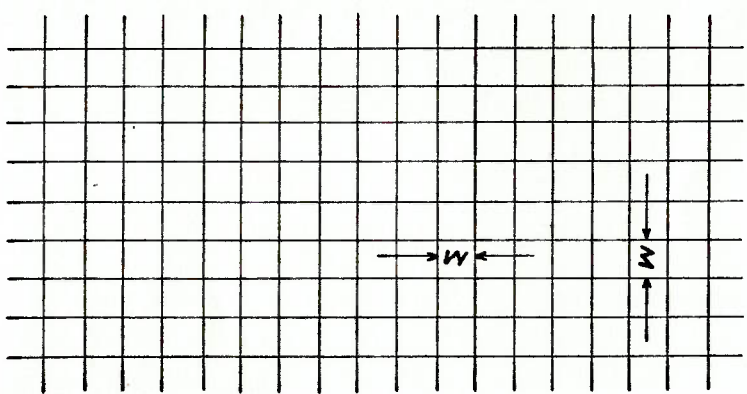


Os reticulados são utilizados no projeto da edificação, no projeto e fabricação dos componentes, e por fim, como guia para a colocação e montagem destes na obra. Eles podem ser de diferentes tamanhos, mas sempre múltiplos entre si. Uma vez adotado um módulo, a distância entre as linhas de referência pode ser expressa pelo valor do mesmo ou por um multi-módulo. A quadricula deve depender do objetivo do projetista: malhas grandes para o projeto da edificação e para os planos de juntas, e quadriculados menores para os detalhes de componentes. Pode acontecer que os componentes necessitem de reticulados de referência próprios, uma vez que não se encaixam no reticulado de projeto. A nova re-



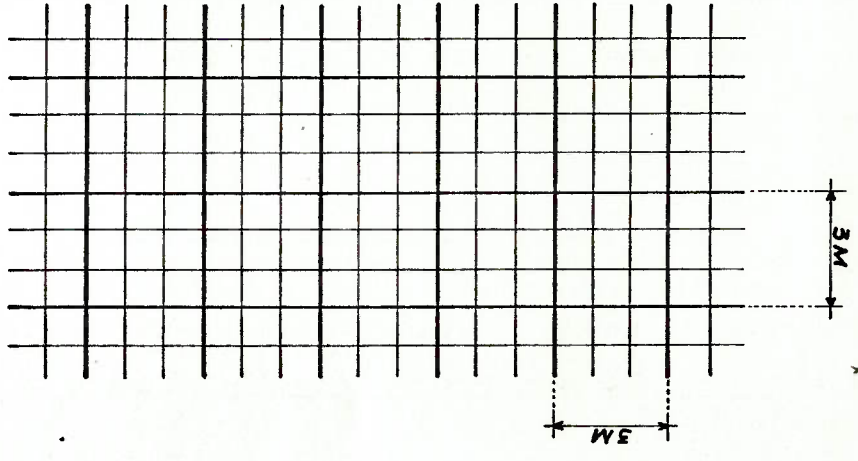


tícula deverá ser paralela à primeira e espaçada de um valor  
 à critério do projetista, conforme as necessidades. Qualquer  
 que seja o reticulado, porém, a malha poderá ter um valor /  
 qualquer de espaçamento, desde que seja o módulo ou um seu /  
 múltiplo (  $n \times M$  ). Figs. 17, 18 e 19. ( 6, 9 )



1-QUADRICULA PLANA PARA MÓDULO M

Fig. 17

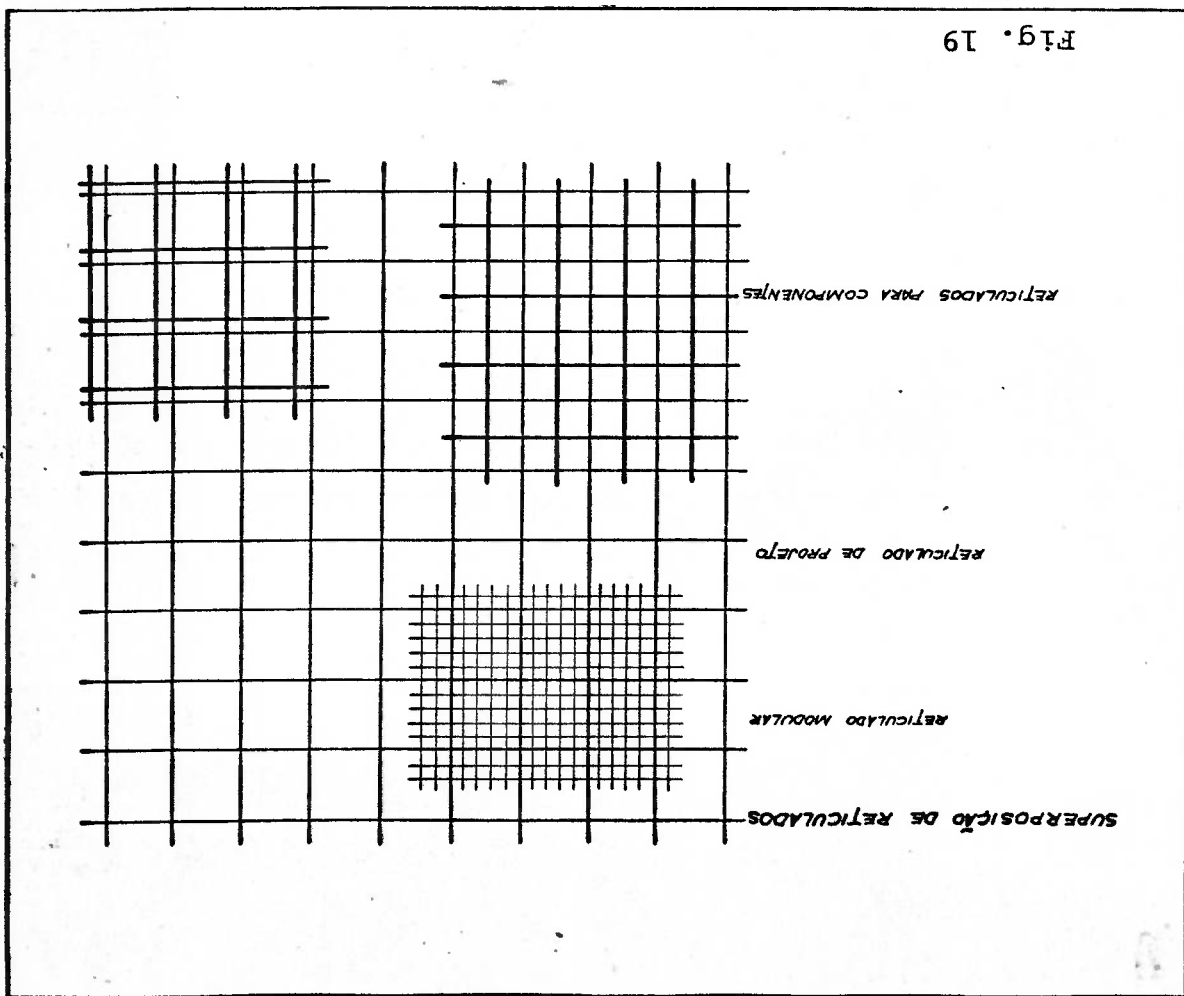


2-QUADRICULA PLANA PARA MULTI-MÓDULO 3M

Fig. 18

Como a maior parte dos elementos utilizados / na construção é dimensionada em múltiplos do módulo, o reticulado modular serve de reticulado para todo o projeto modular, ele é aplicável a todas as etapas de projeto. Assim sendo, as superfícies das paredes, as juntas, os elementos estruturais, tudo, enfim, estará regulado pelos reticulados. ( 9 )

Tem-se reticulados apropriados à cada etapa / de projeto ou ao elemento em questão. Assim, há os reticulados para o dimensionamento geral da edificação em planta e em elevação, onde são estabelecidos, também os planos de junções. Seu espaçamento é semelhante, normalizando em 3M para



as plantas ( coordenação planimétrica ) e 2 M para as elevações e cortes ( coordenação altimétrica ) . Estes reticulados servem para determinar as dimensões das peças, para por em evidência as diferentes partes da edificação e mostrar a distribuição geral de todos os elementos dimensionais que devem participar de uma parte ou de um conjunto do projeto. Há também o reticulado para o projeto de estrutura, espagado com firme o porte da edificação, podendo até mesmo coincidir com o reticulado dos principais elementos das estruturas, como pilares, vigas, etc., os quais formam o esqueleto da edificação. As escalas também variam com o porte da edificação. ( 2,9 )

Uma vez que os elementos são estabelecidos / em função de um reticulado ( grelha, malha, retícula ) de referência, pode-se reduzir o número de formas e simplificar e normalizar as juntas. O emprego do reticulado permite coordenar a posição e a junção dos elementos, especialmente se as grandes desses elementos estiverem coordenadas com as dimensões de base do sistema de referência. ( 9 )

Os reticulados modulares permitem simplificar o estudo dos projetos e diminuir o trabalho dos desenhistas. Eles determinam um método simples para dimensionar elementos num projeto ou para determinar a posição de elementos dimensionados no mesmo. O tamanho de reticulado espacial de referência empregado num projeto depende de um sistema de medidas. Neste ponto, é conveniente distinguir os conceitos de DIMENSÃO, UNIDADE DE MEDIDA e NÚMEROS. DIMENSÃO é a distância que separa duas linhas paralelas e, neste caso serve pa-

ra denominar, também, a extensão de um corpo em uma ou mais dimensões. UNIDADE DE MEDIDA é a base de um sistema convencional de medidas, por exemplo: o centímetro, a polegada, o pé, etc. NÚMERO é o número de unidades contido na dimensão que constitui a medida. ( 6 )

Entretanto, devemos fazer uma seleção das dimensões dos componentes por força da coordenação dos mesmos na edificação ou por motivo de economia e racionalidade na fabricação. Para selecionarmos as dimensões dos componentes a serem utilizados, devemos considerar os requisitos funcionais, os estudos empíricos sobre as dimensões mais usuais, e as séries ( numéricas ) sistemáticas.

Abordamos aqui especificamente as séries de números, obtendo assim uma série de tamanhos completamente correlacionada, sendo necessário adotar uma série sistemática de números, os quais são então multiplicados pelo módulo escolhido.

As séries numéricas servem, assim, de base para estabelecer as seqüências de tamanhos convenientes sendo do que para eleger tais séries, usamos os seguintes critérios fundamentais :-

- a - os números devem permitir a maior quantidade possível de combinações dimensionais;
- b - deve-se utilizar a menor quantidade possível de números.

Estes dois requisitos definem, respectivamente, os conceitos de "correlação" e "simplificação".

A correlação entre os números é necessária para que os componentes que tenham dimensões nelas baseados fira quem interrelacionados. Se uma dimensão de um componente baseia-se num módulo, ela ajustar-se-á ao reticulado de referência modular. Por outro lado, dois ou mais componentes de dimensões iguais ou distintas, porém sempre múltiplas do módulo, ocuparão espaços modulares ao unirem-se, e também ajustar-se-ão ao reticulado de referências.

O módulo, enquanto unidade de medida, restringe o número de tamanhos utilizáveis aos seus múltiplos, porque não determina a relação entre os tamanhos escolhidos. É necessário, portanto, uma seleção posterior de múltiplos numéricos que, combinados adequadamente permitam obter, por adição, toda a sequência de múltiplos modulares. E que se denomina "integrabilidade de termos". Fig. 20

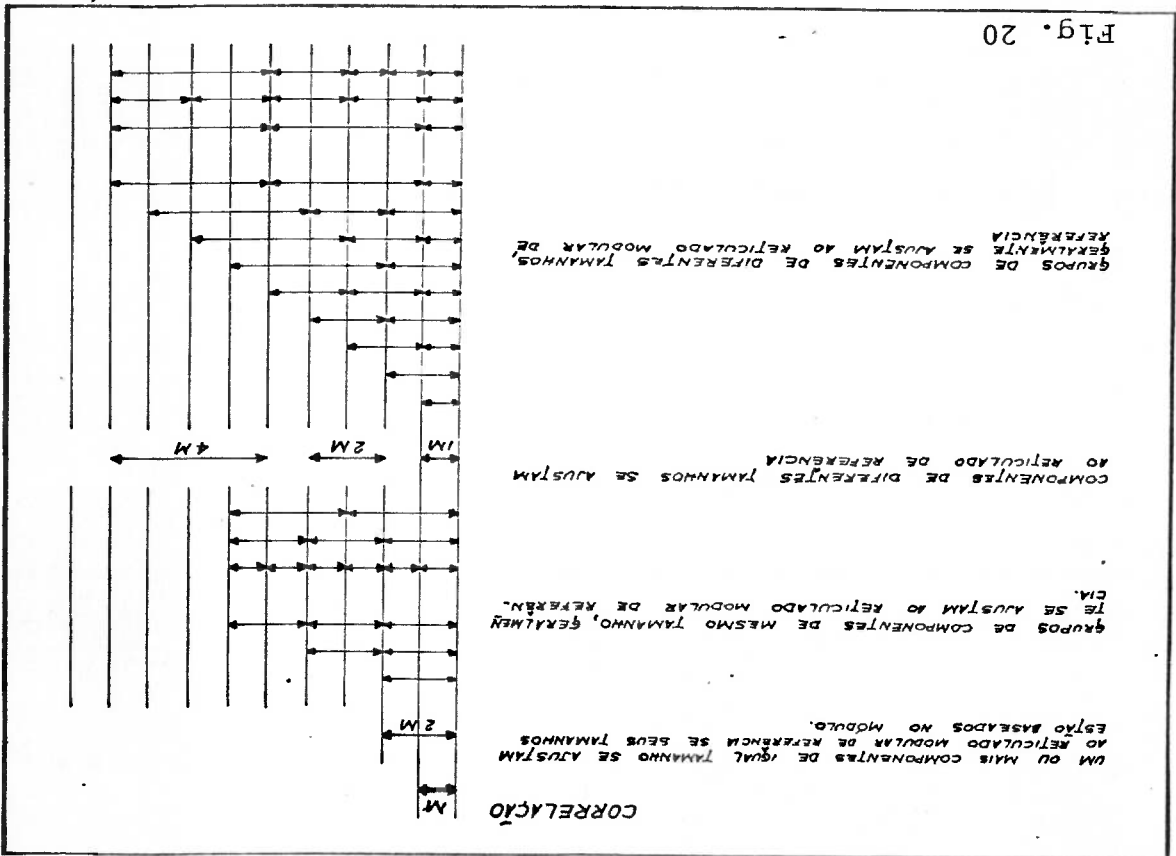
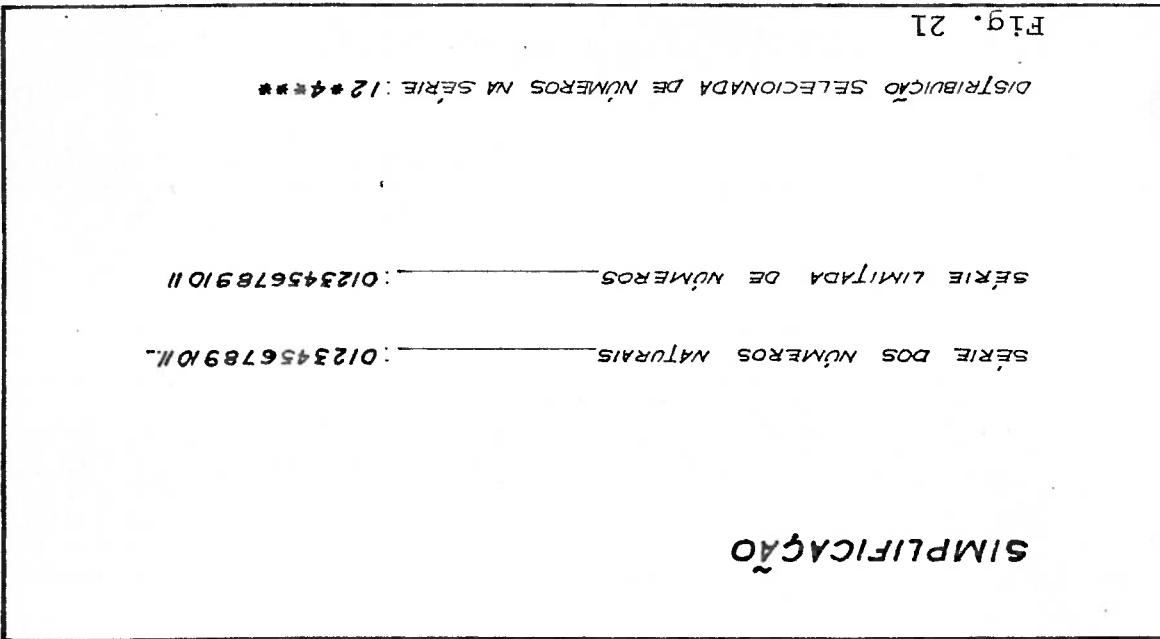
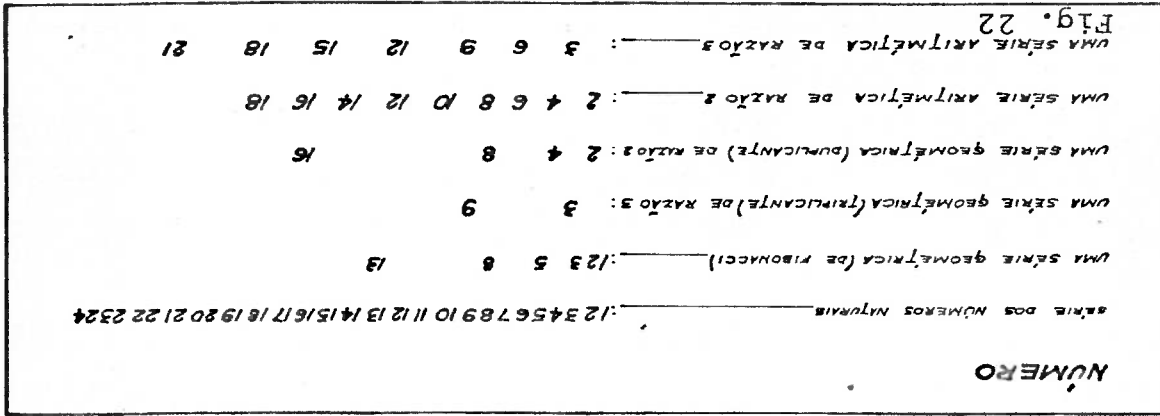


Fig. 20

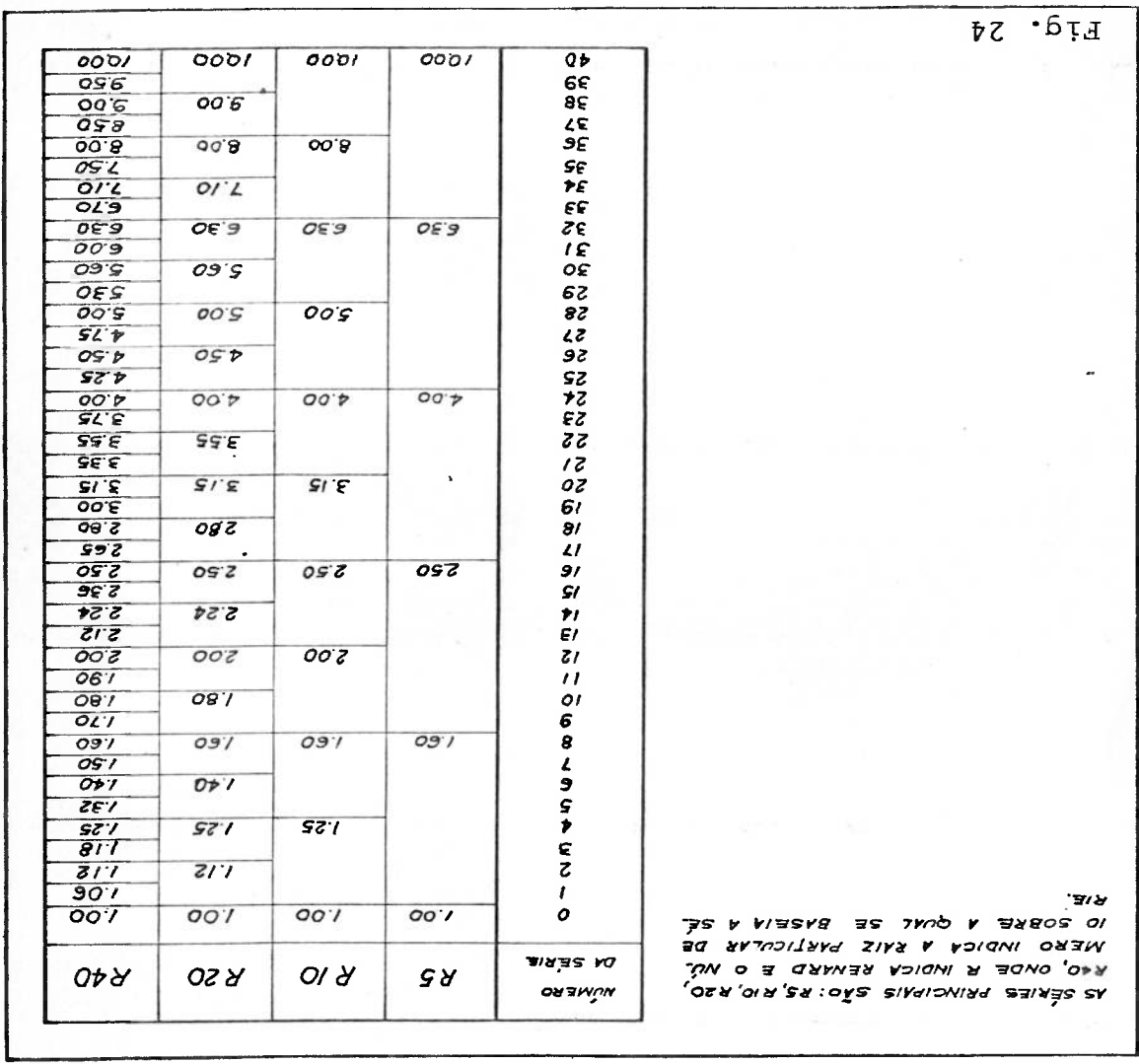
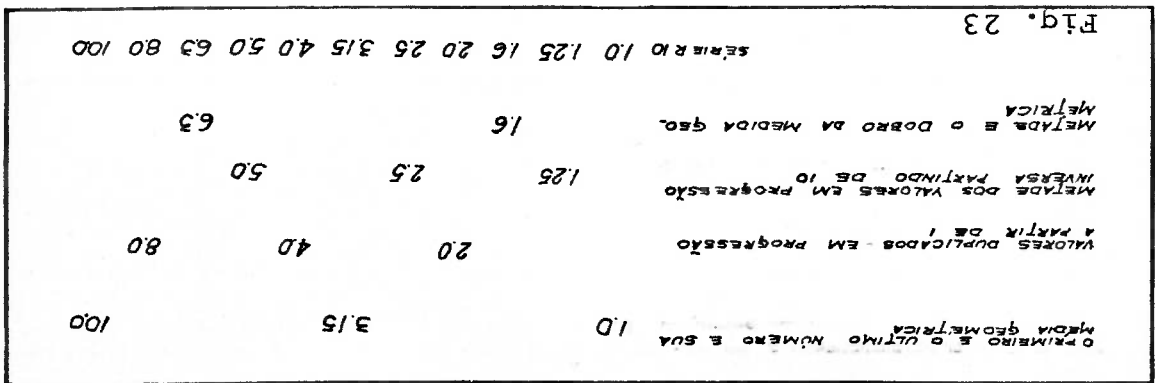
Além disso, a quantidade de números deve ser limitada para que se tenha poucos tamanhos. A seleção de séries limitadas facilita consideravelmente a produção industrial. Elas reduzem toda a variedade necessária e simplifica as operações de produção, controle, transporte e administração. Fig. 21



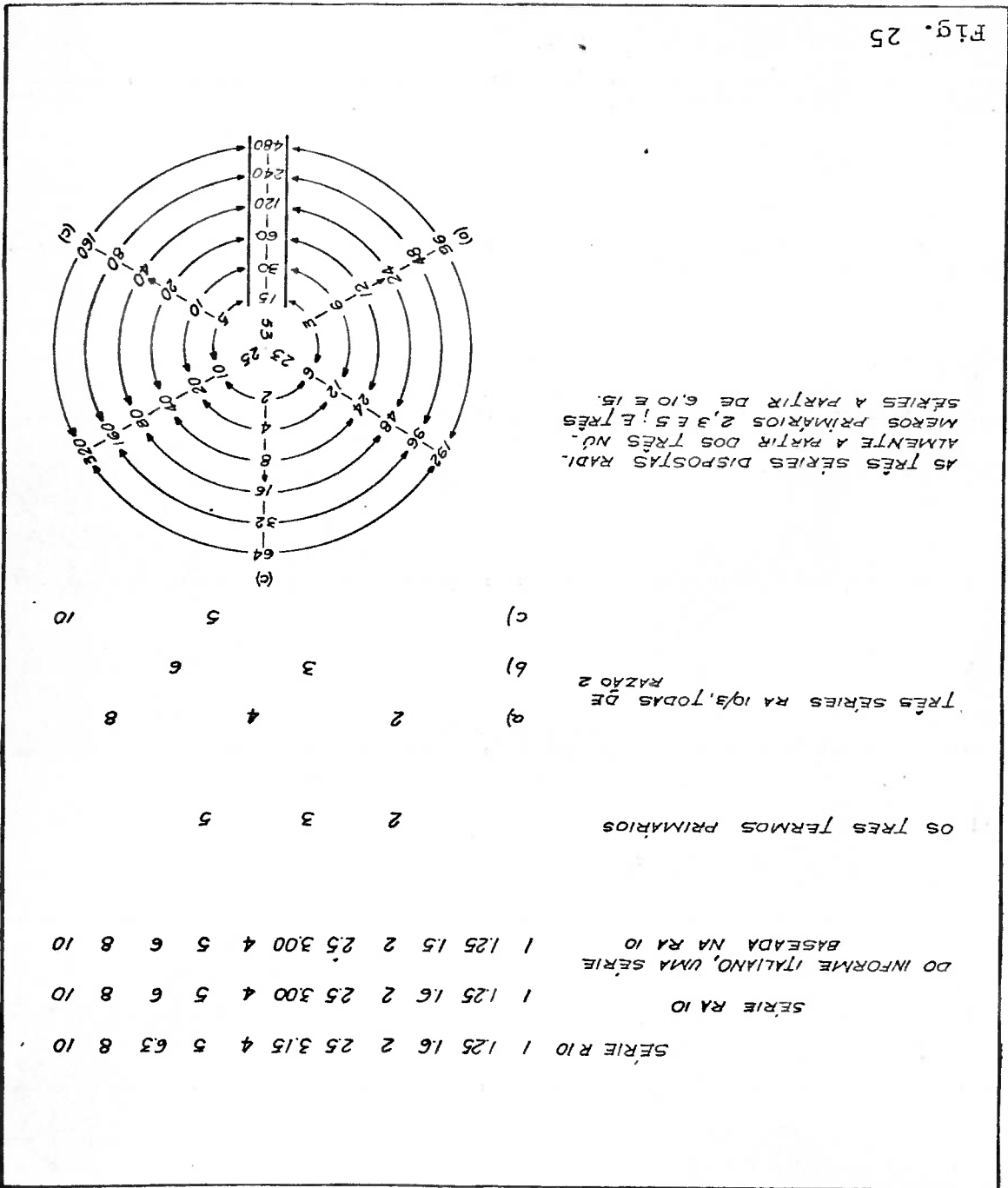
As séries numéricas podem ser ARITMÉTICAS / (múltiplas de algum número base, quase sempre o dois (2) ou o três (3)); GEOMÉTRICAS (podem ser duplicantes, triplicantes, quadruplicantes, etc., ou segundo a razão de Fibonacci); HARMÔNICAS; NATURAIS, etc., Fig. 22



A partir daí foi criada uma série de tabelas dimensionais, como a de Renard, Figs. 23 e 24



a alemã para edificações ( DIN 4172 ), a italiana, a do Rei no Unido, a grega, a holandesa, etc. A série italiana baseou-se na série R 10 de Renard, nos números bases 2, 3, e 5, e com razão de 1,25 para a R 10 e com três séries com razão de 2 para a série R 10/3. Fig. 25





A série do Reino Unido baseia-se nos números/naturais e, portanto, mantém um caráter aritmético e geométrico, dando ênfase à razão 2 e 3 para uma série geométrica, além de se utilizar da série de Fibonacci, juntamente com / as outras duas, formando um quadro geral. Os sistema do Rei- no Unido foi estudado de forma que, se triplicarmos a tabe- la de duplicados, teremos toda a série de Fibonacci. Na Grê- cia, tomou-se como base para as séries os princípios do "Mô- dulo" de Le Corbusier, e, como razão, a medida de 1,83 m / ( 6 pés ) ; mas por outro lado, tenta-se também conciliar a / medida razão de 1,618 do "Módulo" com o módulo-base de 10cm. As seleções de números de cada país citados / acima são apenas exemplos das propostas apresentadas no Con- gresso da Agência Econômica Européia, que, em 1955, publi- cou o resultado de todos os estudos desenvolvidos sobre / coordenação modular. Neste congresso, os estudiosos conse- guiram resumir todas as propostas num só grupo de números, / a partir dos quais pode-se, então, tirar um quadro de dimen- sões com base nos módulos de 10 cm. e 4". ( b ) Figs. 26, / 27, 28 e 29.

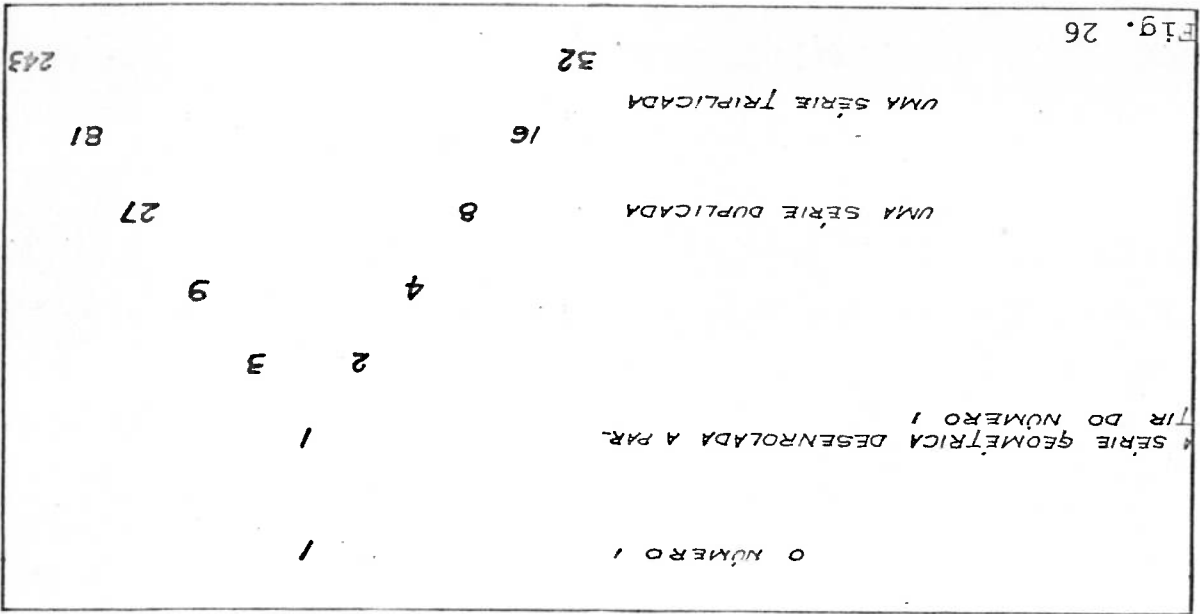


Fig. 29

É muito importante notar que estes são os números e que os mesmos devem ser multiplicados por um coeficiente de tamanho para obter os tamanhos preferenciais. Se há posto que este coeficiente seja o módulo de 10 cm.

Tabua de números selecionados como se se de tamanhos

4	10	6	15	9				
2	5	3						
8	20	12	30	18	45	27		
16	40	24	60	36	90	54	135	81

Fig. 28

Uma série duplicante e uma triplicante a partir de cinco, e os números contidos entre estas duas séries, obtidos por duplicações e triplicações sucessivas

um, e os três primeiros números mais baixos

5				
10	15			
20	30	45		
40	60	90	135	

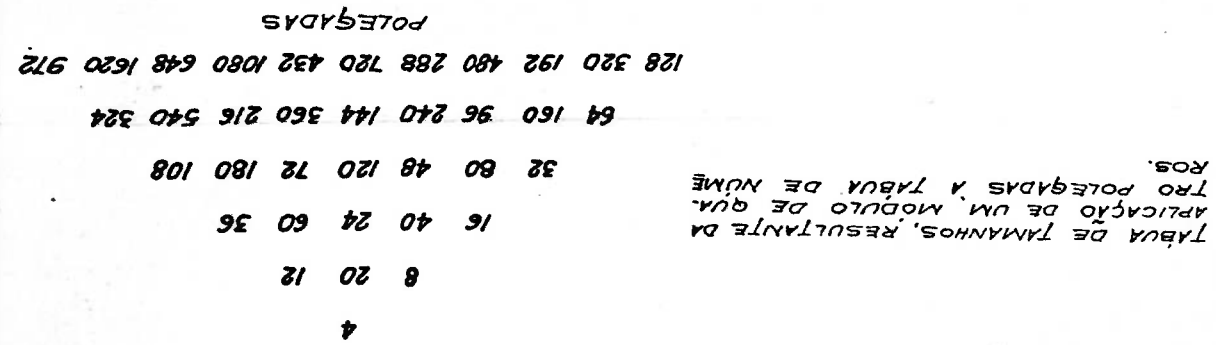
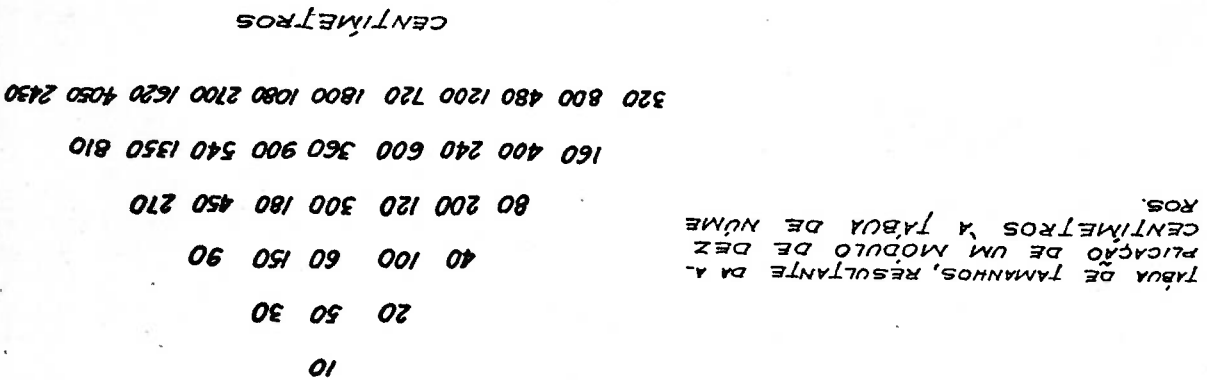
Fig. 27

Números contidos entre essas duas séries, obtidos por duplicações e triplicações sucessivas.

2	3			
4	6	9		
8	12	18	27	
16	24	36	54	81

32 80 48 120 72 180 108 270 162 405 243

A partir destes sistemas numéricos tornou-se possível a compreensão de como a coordenação modular pode ser empregada corretamente, sendo criados diretrizes de racionalização e industrialização da construção, as quais estabelecem dois enfoques bastante diversos de como o processo construtivo pode ser encarado.



### 3 - RACIONALIZAÇÃO E INDUSTRIALIZAÇÃO DA CONSTRUÇÃO

A reforma dos métodos de construção, apresenta constante evolução.

Os métodos tradicionais são os mais utilizados, mas apresentam operações individuais que têm sido modernizadas e dinamizadas, buscando a racionalização da construção.

Por outro lado, o processo de construção pode ser inteiramente industrializado, sendo que o processo tradicional de construção é substituído pelo método da construção seca.

A racionalização da construção tradicional/so engloba a construção real do edifício, a sua localização e a empresa contratada para esse serviço. Nenhuma mudança mais profunda é feita no plano de construção. Porém uma maior dinamização é conseguida com a adoção das seguintes postas :-

- uso de moderna maquinaria
- emprego de peças pré-fabricadas na profundidade exigida pelo projeto

- ocupação de uma empresa construtora, que execute o trabalho a preço fixo

- supervisão dos custos da construção, pela utilização de um plano de contas e processamento eletrônico

cos de dados.

- A industrialização, em contraste com a racionalização da construção, opera apenas com operações seletivas

cionadas, englobando todo o processo construtivo da fase de planejamento à execução. Ela envolve o arquiteto e o seu projeto, no processo de reforma.

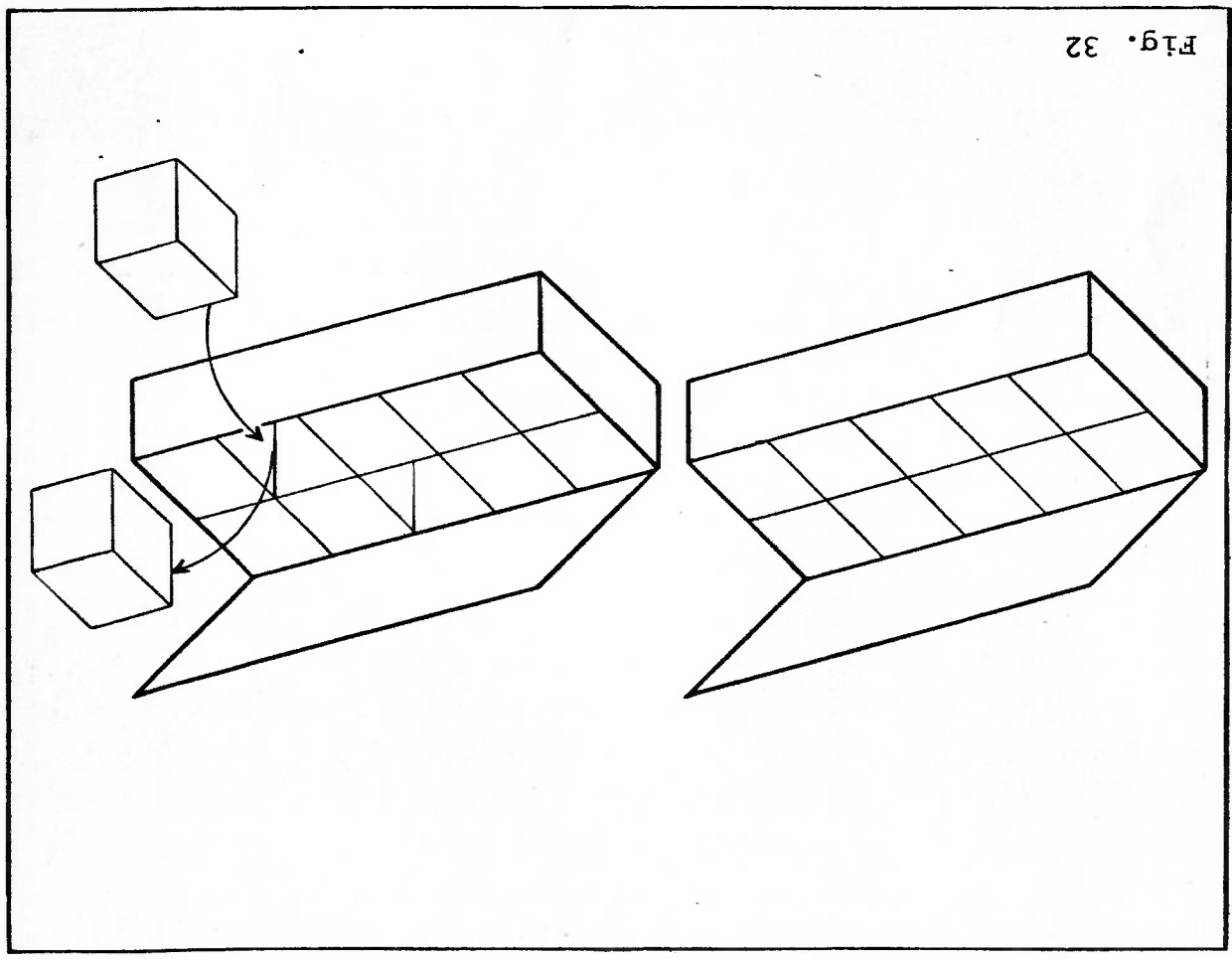
Desta forma, tem-se estabelecido o método, pelo qual poderá ser realizada uma obra; no entanto, é de suma importância saber qual é o tipo de sistema ou processo construtivo mais eficiente e economicamente viável. Em primeiro lugar, deve-se considerar que há 2 espécies básicas de sistemas. Uma é o próprio sistema construtivo ou o método empregado na construção, e a outra, é a forma como esse sistema relaciona-se com os demais, demonstrando, assim, sua versatilidade. Portanto, inicialmente deve-se analisar esse fator de versatilidade propiciado pelo sistema, o qual poderá ser chamado de aberto e fechado. ( II )

### 3.1. SISTEMAS ABERTOS E FECHADOS

Quando os sistemas de construção forem desenvolvidos por uma mesma empresa e os componentes e junções forem compostos de tal modo que somente partes do edifício, pertencentes a um só sistema podem ser empregados, estes sistemas, com partes de séries fechadas, são conhecidos como sistemas fechados de construção.

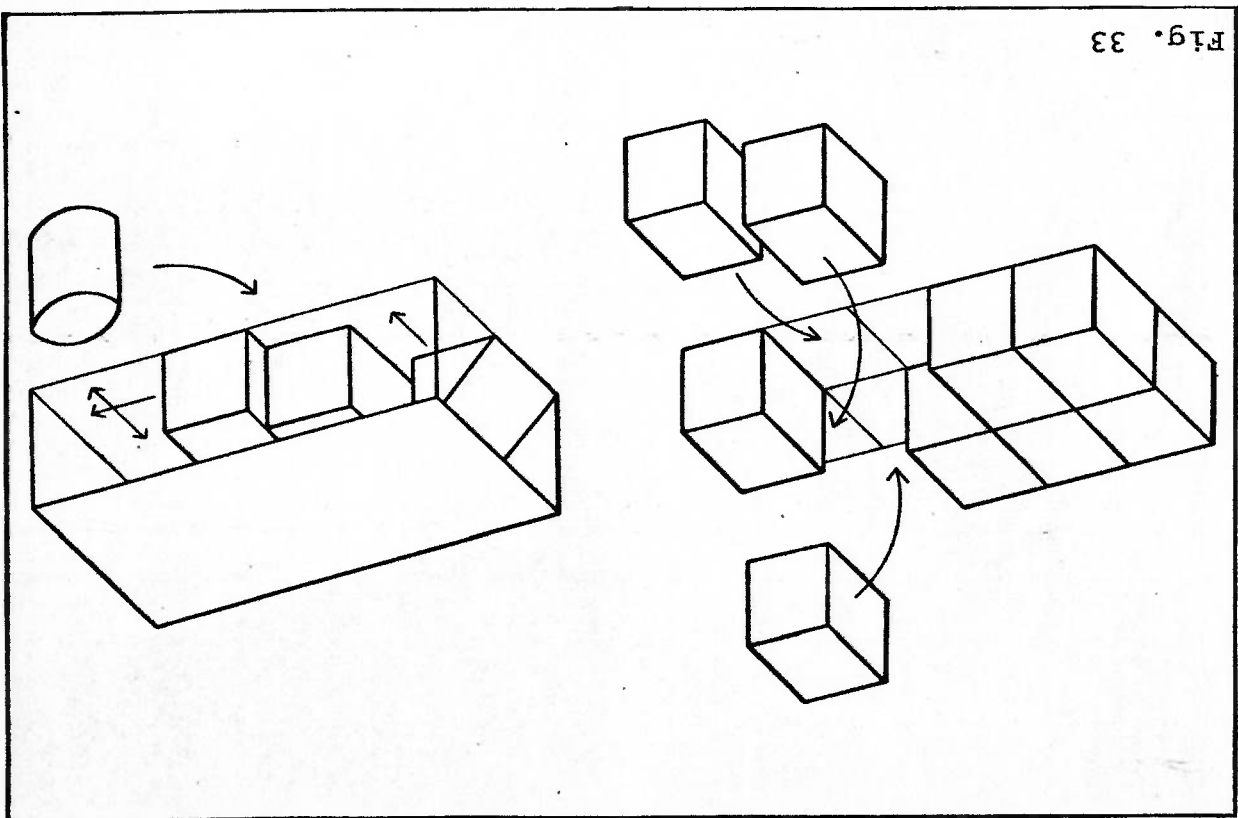
Com o desenvolvimento dos sistemas, porém, são exigidos projetos mais livres, maior número de variantes de projeto e livre competição; mudanças possíveis com o componente individual e grupos de sistemas passam a ser testadas e providenciadas, sendo que, ao invés do único fa-

bricante original, diferentes fabricantes podem incorporar / seus produtos em outros sistemas. Neste caso, tem-se siste - mas abertos. Fig. 32



Aqui, ao invés do limitado grupo de compo- nentes, há componentes intercambiáveis. A tendência à evolu- ção dos sistemas não para porém com o sistema aberto. O pro- cesso de diversificação pode ser levado a tal ponto que não/ é mais possível falar-se verdadeiramente de um sistema. Es- sa etapa final seria aquela onde tem-se edifícios à base de/ celulares.

Todos os componentes devem estar relacionados com um módulo comum, e que assegure, mesmo no caso de seleção livre de componentes, que todas as partes se encaixem. Onde as técnicas de juntas forem um problema para o construtor, que é também o caso dos métodos tradicionais de construção, o sistema modular é um fator novo que controla o processo de construção, baseado num princípio de ordenação matemática. Há prescrições e diretrizes que regulam o processo chamados Normalização e Estandarização. Esse processo também apresenta grande flexibilidade, cujo grau é chamado de permutabilidade e o procedimento que leva a essa flexibilidade é conhecido como plano aberto. Fig. 33. Concomitantemente ao estudo da qualidade /



do sistema a ser empregado, mesmo que tenha sido um estudo teórico que analise e considere as qualidades positivas e/ negativas dos sistemas abertos e fechados, e de suma importância ter-se conhecimento das diferentes classes de sistemas construídos, para fazer a escolha adequada do sistema a ser empregado no projeto. ( 11 )

### 3.2. CLASSES DIFERENTES DE SISTEMAS

Os sistemas construídos são divididos nas seguintes classes :-

- sistemas de painéis portantes - os painéis planos, tendo o tamanho de uma seção de parede ou de toda ela, serve como divisores de espaço e simultaneamente como estrutura de suporte.

- sistemas estruturais - a divisão de espaços e suas funções portantes são atribuídas a 2 grupos diferentes de elementos. As funções portantes são distribuídas a um sistema estrutural, em cujos espaços internos estão localizados painéis não-portantes.

- sistemas celulares - os componentes destes sistemas consistem em células com o tamanho de uma sala / que servem para criar volumes e descarregar cargas.

De acordo com o peso dos componentes, estas / classes de sistemas podem ser divididas em sistemas pesados e sistemas leves. Os sistemas pesados empregam materiais como o concreto e o tijolo e os sistemas leves empregam madeira, reboco, plásticos, alumínio e aço.



- organização do projeto e desenvolvimento
- organização da montagem
- organização do armazenamento e venda
- organização da produção
- dos componentes e instruções de montagem.
- de componentes, tabela de codificação, lista de preços /
- o sistema real, descrito pelo catálogo /
- seguintes partes :-

A estrutura de organização é composta das/

nejamto.

tes :- estrutura de organização, estrutura técnica e pla-

trutivo podem ser descritos de 3 pontos de vista diferen-

A natureza e conteúdo de um sistema cons -

### 3.3. SISTEMAS CONSTRUTIVOS

- estruturas prontas ( 11 )
- sistemas celulares leves
- sistemas celulares pesados
- sistemas estruturais leves
- sistemas estruturais pesados
- sistemas leves de painel
- sistemas pesados de painel
- seguintes classes de sistemas :-
- presa construtora. Portanto, é necessário distinguir as /
- projeto definitivo é oferecida a um preço fixo por uma em
- de a combinação de um sistema construtivo com um tipo de/
- A estrutura pronta é um caso especial, on-

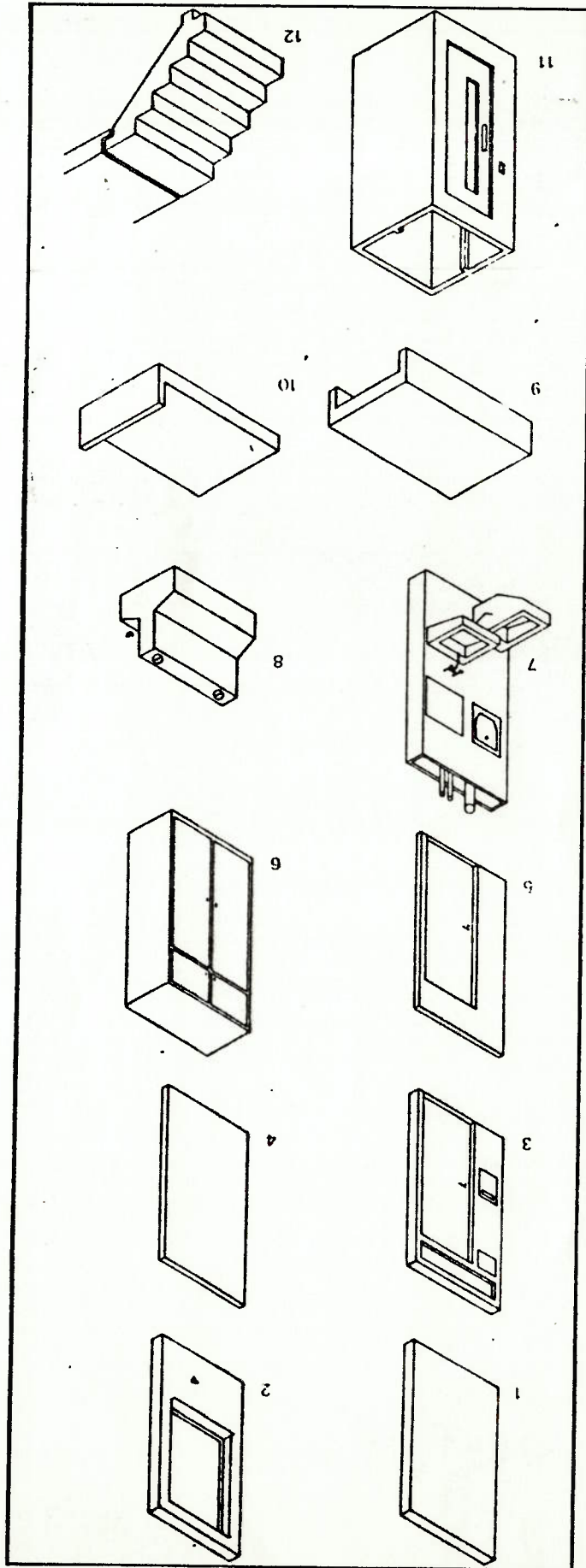
Em certos casos, todos estes organismos /  
estão unidos ante uma autoridade, como por exemplo na //  
União Soviética, onde toda a indústria da construção é /  
planejada e dirigida pelo Estado.  
A estrutura de organização garante uma /  
produção estável e facilidade de obtenção dos componentes  
da construção no mercado.

Do ponto de vista da estrutura técnica o

sistema é composto das seguintes partes :-

- componentes :-
- componentes inteiros
- componentes de fundação
- componentes de janelas
- componentes de teto
- componentes de cobertura
- componentes de paredes internas
- componentes de portas
- componentes de estruturas
- componentes de poço de elevador
- componentes sanitários
- conectores e suportes

- Isolação Fig. 34



A Estrutura técnica garante o funcionamento sem falhas dos sistemas, ou seja, que todos os componentes se correspondam, que a montagem possa ser feita sem complicações e que as exigências climáticas sejam respeitadas.

Do ponto de vista da estrutura de planeja-  
mento, temos :-  
- o sistema modular, que é associado com /  
cada sistema

- a combinação de elementos nas bases /  
deste sistema modular, formando o sistema de construção /  
completo.

A estrutura de planeja-mento garante a //  
adaptação do projeto arquitetônico ao sistema. Do mesmo /  
modo, faz com que os elementos feitos por diferentes pro-  
dutores se ajustem.

As estruturas de organização, técnica e /  
de planeja-mento de um sistema construtivo assumem propor-  
ções que excedem os poderes de uma empresa individual. /  
Por esta razão, as grandes indústrias mantêm um departa-  
mento para dirigir a produção e venda.

No entanto, para que haja uma perfeita /  
harmonia, é necessário que o projeto e todos os elementos  
sejam submetidos as regras de normalização e estandariza-  
ção. ( 11 )

Os sistemas não dispõem do mesmo grau de flexibilidade. Alguns dão ao arquiteto um alto grau de liberdade, outros, entretanto, colocam consideráveis restrições a ele. O grau de flexibilidade depende de como os pontos de junção e os cantos são desenvolvidos para expansão em todas as direções e a quantos pavimentos o /

### 3.5. DIRECIONALIDADE, SISTEMAS LINEARES E MULTI-DIMENSIONAIS

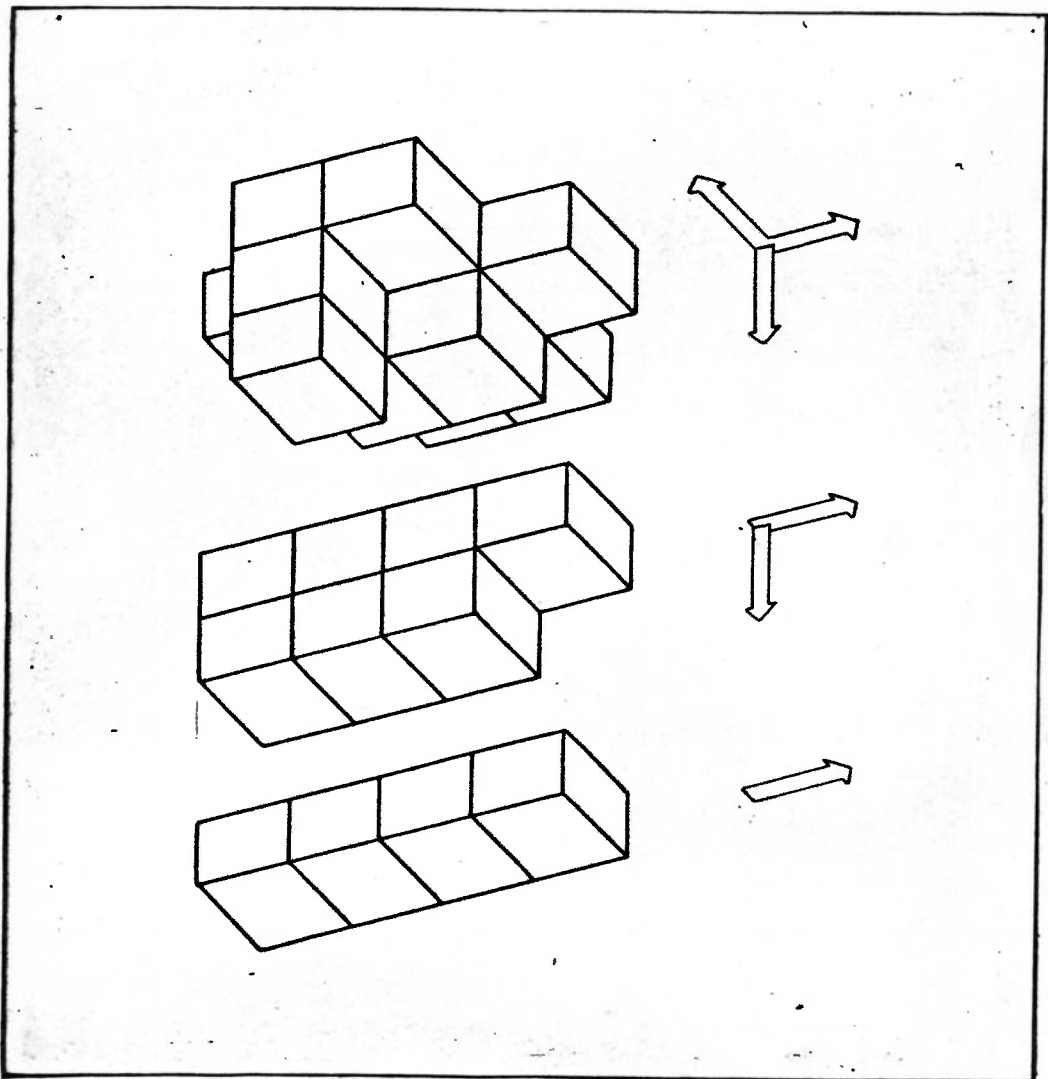
A normalização e a estandarização representam medidas gerais, enquanto os módulos são medidas exatas. Ambos prescrevem as dimensões dos componentes com grande precisão e indicam sua posição no sistema. No entanto, os elementos e o projeto, além de normalizados e estandarizados, devem ser muito bem estudados, para que tenham uma certa flexibilidade no que diz respeito à montagem. Portanto, deve-se saber qual sistema de direcionalidade será empregado. ( 11 )

normas.

A normalização prescreve a propriedade e a qualidade requeridas pelos componentes do edifício. A maioria dos países industrializados fazem uso de tais /

### 3.4. NORMALIZAÇÃO E ESTANDARIZAÇÃO

Se um sistema pode ser utilizado ou não, isso depende de seu grau de flexibilidade. Em geral, os sistemas tridimensionais dispõem de maior campo de aplicação. As estruturas mais simples que podem ser construídas, são escolas e edifícios/ de escritórios, devido às iguais unidades espaciais ( são



Um sistema que pode se expandir em uma única direção é conhecido como sistema linear. Um sistema com possibilidades de expansão em 2 direções é chamado bidimensional, e, em 3 direções, tridimensional. Fig. 35

sistema está restrito.

las de aula, escritórios ) que são repetitivas, sendo que / as unidades maiores ( ginásios, auditórios ) podem ser con- sideradas como múltiplos da unidade espacial básica. No / caso de residências, porém, não há uma unidade espacial bá- sica.

Uma limitação mais profunda no uso de / sistemas é fixada pelo número de pavimentos. Nenhum siste- ma pode trabalhar em edifícios com mais de 14 andares. As / dificuldades estáticas e estruturais, que crescem a partir- do 12º andar, aliadas a considerações econômicas, restrin- gem o número de andares.

A partir de todos estes parâmetros, po- demos escolher o método e os tipos de sistemas que podem / ser empregados em uma obra. No entanto, alguns sistemas / construtivos são tão complexos que formam outros sistemas / praticamente independentes, os quais deverão ser considera- dos à parte, desde o início do projeto, para que haja uma / real integração entre os sistemas escolhidos e esses sub- sistemas. ( 11 )

Atualmente nota-se uma propensão de se uti-

lizar a maior quantidade possível de componentes em condi-

ções industriais. Obtem-se, assim, componentes industriais

para quase todos os elementos de um edifício. Mas, para /

tanto, deve-se considerar perfeitamente todos esses ele-

mentos, juntamente com os que não são industrializados, /

desde os primeiros passos de um projeto, relacionando cor-

retamente cada um dos componentes em seus respectivos con-

juntos funcionais. Além disso esses elementos devem ser

classificados segundo seus formatos e dimensões, os quais

dependem dos fatores funcionais construtivos, tecnológi-

cos, econômicos e mesmo da experiência sobre o que já foi

produzido. ( 6 )

Os materiais de construção dividem-se em /

duas categorias básicas, que seriam a dos materiais amor-

tos e dos componentes; ( 2 )

1) Os materiais amorfos não possuem forma /

fixa; em geral, caracterizam a matéria pri-

ma em estado bruto. Portanto, os materi-

ais amorfos passam por uma série de pro-

cessos de beneficiamento, pois após se -

rem obtidos ou extraídos, eles devem ser

selecionados, processados e levados a /

obra ou a fábricas, onde serão transformā

dos em matéria prima amorfa ou em compo-

nenes. Assim, pode-se classificar os ma-



2) Quanto aos componentes pode-se encontrar :- a) os SEMI-PRODUTOS, ou semi-terminados, os quais são produzidos / através de uma operação contínua em / uma mesma fábrica de extrusão ou laminação, logo utilizados na obra, ou não, e possuindo pelo menos duas dimensões / definidas. Em geral eles são :- perfis laminados "tubos", cabos, barras, chapas, telhas, etc. ; b) OS ELEMENTOS / TERMINADOS SIMPLES, os quais são produzidos através de processos de moldagem / ou conformação, e possuem dimensões / pequenas, formas simples e uso limitado, são produzidos a partir de matéria

teriais amorfos em : amorfos naturais / ( os quais encontram-se em seu estado / natural, tal como quando são extraídos, e portanto, não tem nem dimensões e nem formas definidas e possuem características físicas e/ou químicas variáveis ) e a matéria prima amorfa ( a / qual já sofreu um beneficiamento e, / portanto, diferencia-se da matéria / amorfa no estado natural por ter características físico-químicas determinadas, tais como :- cimento, plástico, / metal, cola, argamassa ) . ( 2 )

Por outro lado os conjuntos funcionais / ( orgãos, ou elementos associados, ou sub-sistemas ), os / quais sofrem um processo de integração "in loco", são com- / postos por um número variável de componentes. Em geral / eles são as instalações de serviço, estruturas, vedos, re- / vestimentos e acabamentos, dando assim, por último, um ca- / ráter de conclusão da obra. Todos esses componentes e con-

amorfia e de semi-produtos. Possuem três / dimensões fixas, embora reduzidas, for- / mas simples e utilização específica. Em / geral eles são :- ladrilhos, blocos, / painéis, tijolos, elementos de união, / canos e complementos, etc.. ; c) Os / COMPONENTES TERMINADOS COMPOSTOS são / produzidos através de processos de as - / sociação e geralmente possuem dimensões / médias, formas complexas, utilização / específica e funcionalidade completa, / embora simples; em geral eles são :- vi- / gas, escadas, aparelhos sanitários, ma- / quinas elétricas etc.. ; d) OS COMPO- / NENTES TERMINADOS COMPLEXOS também são / produzidos através de processos de as - / sociação e eles podem atender a várias / exigências funcionais simultaneamente, / como é o caso de janelas, sanitários / pré-fabricados, painéis portantes, etc..(2)

Dependendo das necessidades funcionais e das exigências econômicas, temos a quantidade e o limite de tamanhos em uma série, sendo que esses limites são determinados pelos maiores e menores componentes possíveis dentro das exigências de cada componente. Tendo a simplificação /

número possível de tamanhos. ( 6 )  
combinatória obtendo-se uma grande variação com o menor /  
a qual deve ser feita dependendo da maior possibilidade /  
cionamento, a partir de uma eleição de série de tamanhos, /  
o fabricante tem a certeza da possibilidade de interrela -  
duz uma série modular de tamanhos, tanto o projetista como  
tuidade dessa correlação dimensional. Mas quando se intro-  
fica o surgimento de uma grande desordem gerada pela for-  
sas séries, há porém uma diversidade tão grande que se reverti-  
Em termos de diferentes dimensões das diver-

que sejam produzidos por diferentes fabricantes.  
to diferentes entre si dentro de uma mesma série, mesmo /  
não esteja inserido nas normas nacionais, eles não são mu-  
Embora o produto de muitos dos fabricantes /

uma nova dimensão especial para uma construção.  
ções. Essa série ainda pode ser aumentada pela criação de /  
de tamanhos diferentes, possuindo uma ampla gama de varia-  
Em geral, cada componente possui uma série /

xando para a obra, apenas o processo de montagem. ( 2,6 )  
rem utilizados componentes totalmente pré-fabricados det-  
uma grande diminuição da mão-de-obra, principalmente se fo-  
formar um sistema construtivo, que inclusive possibilite /  
juntos funcionais devem ser coerentemente coordenados para

como uma das metas de coordenação modular, devem ser elei-  
tas as dimensões ótimas para combinação dentro de cada sé-  
rie, de forma que se possa reduzir ao máximo a sua diversi-  
dade.

Assim, estabelecidas essas séries dimensio-  
nais para componentes modulares, deve-se, a seguir, conside-  
rar os limites de montagem dos componentes, pois praticamen-  
te um processo é decorrente do outro.

Em primeiro lugar, deve-se considerar que/  
nenhum componente poderá extravazar-se de sua área modular,  
pelo contrário, devem ser localizados exatamente ao centro dessa  
área. Desta forma, determinar-se-á a junta necessária e a/  
precisão deste componente, sendo que a junta é calculada an-  
teriormente, de forma que seja a mais econômica possível. (6)  
No entanto, antes de nos aprofundarmos ma-  
is neste problema de juntas e limites de tolerância, que se  
rão discutidos mais tarde, é conveniente considerar as medi-  
das dos próprios componentes e as suas relações com o resto  
da construção.

Em geral, quando obedeceida integralmente a  
teoria da coordenação modular, um projeto novo quase nunca/  
apresenta problemas, mas, quando se trata de uma reforma ou  
modificação de qualquer espécie em uma construção já exis-  
tente, podem surgir algumas complicações. Em geral, essas/  
complicações deve-se à existência de componentes que não se  
integraram completamente na medida modular adotada, muitas ve-  
zes tornando-se necessário modificar as dimensões desses /  
componentes antigos. ( 6 )

Portanto, para evitar esse problema em uma/

obra nova, deve-se considerar atentamente quais são as possibilidades de cada componente. No caso dos perfis, por exemplo, deve-se possibilitar a união com cada um dos outros componentes que ocupem o espaço modular adjacente. Além disso, sua forma construtiva deve permitir essa união/sem problema algum. No entanto, essas combinações e uniões/ não precisam ser em número exagerado, pois, em geral, cada perfil tem suas determinadas funções, e, portanto, cada um/ deles tem um número limitado de possíveis uniões para desempenhar as funções para as quais foram projetados. Eles devem ser projetados de forma a não terem suas superfícies/ funcionais afetadas pela coordenação modular, embora haja/ excessões, como é o exemplo dos componentes de engaste, que por vezes desobedecem a coordenação modular. ( 6 )

A fim de que os componentes estudados possam ser corretamente montados, é necessário que se levem em conta os seus limites de fabricação e montagem, pois esses/ limites tem uma relação muito íntima com os índices de tolerâncias, que por sua vez determinam os ajustes necessários, ou ainda determinam até o tipo de junta a ser utilizado. To dos esses limites são estabelecidos a partir de um controle dimensional, que estabelece, assim, os critérios e regras / para a articulação de um ou mais componentes. ( 6 )

#### 4.1. LIMITES PARA A FABRICAÇÃO E MONTAGEM DOS COMPONENTES

Existem inúmeros fatores que podem fazer /

com que as dimensões reais não sejam absolutamente precisas; no entanto, essas variações dimensionais devem estar dentro de um limite para que possam ser corrigidas. Cada módulo é definido por um espaço de coordenação representado pelo espaço teórico que o circunscribe, cujas dimensões são modulares. A medida modular básica é a distância entre os eixos de coordenação modular. O componente, entretanto, possui uma medida de projeto, em geral diferente da medida modular. ( 2 )

Um determinado componente pode ter três / tipos de medidas. Fig. 36

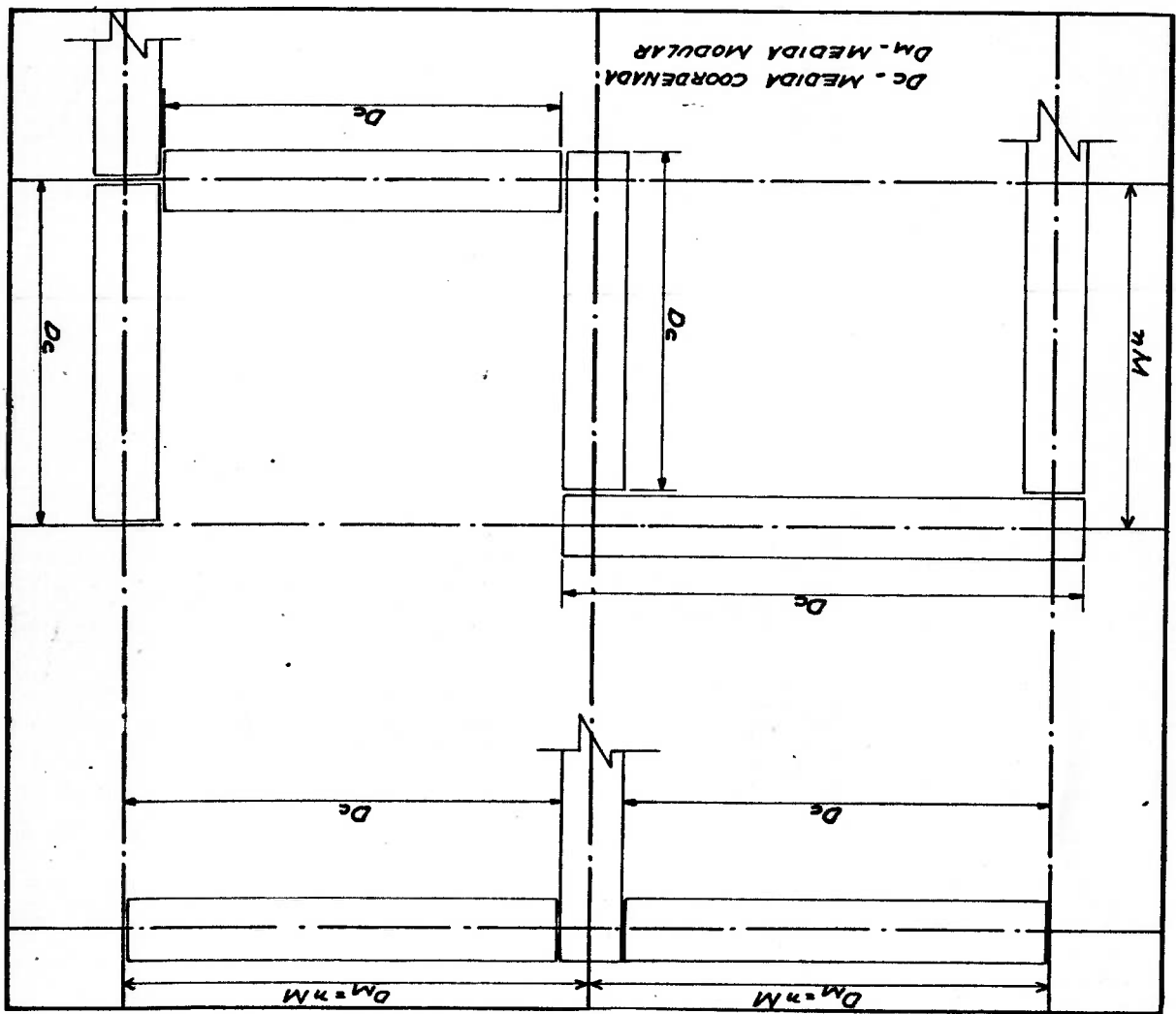


Fig. 36

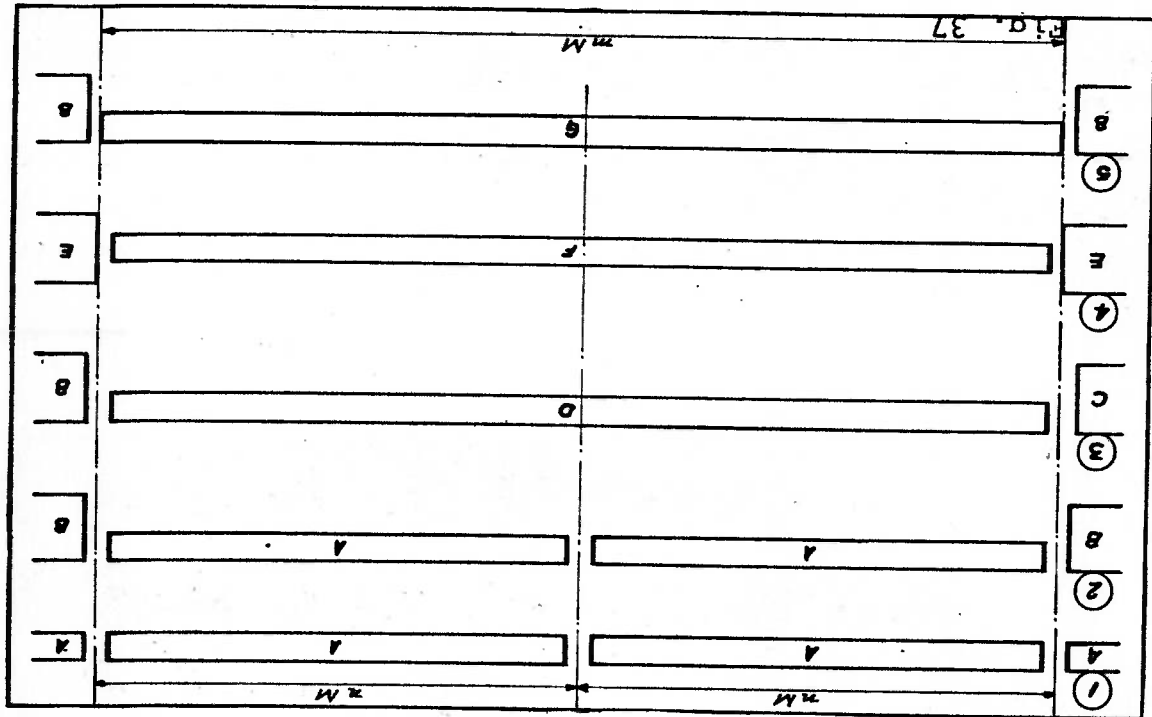
1) Medida Modular :- é a dimensão modular/teórica desejada;

2) Medida de Fabricação :- é a medida de referência para o fabricante, com relação a qual são indicadas as tolerâncias de fabricação;

3) Medidas Efetivas :- são as medidas reais do componente terminado. ( 4,6 )

A medida de fabricação deverá ter em conta a espessura da junta requerida para a união.

Assim, a diferença entre a medida modular/ e a de projeto do componente, segundo a norma NB-25/69, / constitui o Ajuste. Ela se destina a articular a união entre componentes e entre estes e a quadrícula de referência. ( 2 )



O ajuste se compõe de duas parcelas : uma geométrica, ( Fig. 37 ), que surge da compatibilidade geo-

métrica de dois ou mais componentes adjacentes; e uma mecânica, que decorre das exigências de associação realizada através da junta. A finalidade da junta é a de permitir a associação de dois componentes adjacentes sem dificuldades e sem acertos. ( 2 )

Os componentes devem aceitar os ajustes necessários sem perder suas características e sem dificultar a sua união com os demais, pois é bastante anti-econômico e inviável a utilização de um componente especial de arremate, ou mesmo grandes ajustes na hora da montagem. Os componentes devem ter também suas medidas pré-determinadas e moduladas com bastante rigor para que haja o menor número possível de ajustes na obra.

Não é necessário que o fabricante conheça as dimensões da junta, mas apenas a medida e a tolerância de fabricação. Portanto, um componente somente será aceito quando suas dimensões efetivas estiverem dentro dos limites especificados. Existem também os limites de montagem dos componentes, pois para um perfeito entrosamento entre os elementos, é necessário que estes localizem-se exatamente onde foram designados.

Ao se fabricar um componente, é materialmente impossível realizar exatamente as medidas previstas no projeto de execução em virtude de ocorrência de erros; por isso, devem ser estabelecidos limites toleráveis a estes erros. Estes limites são chamados de tolerância. ( 2 )

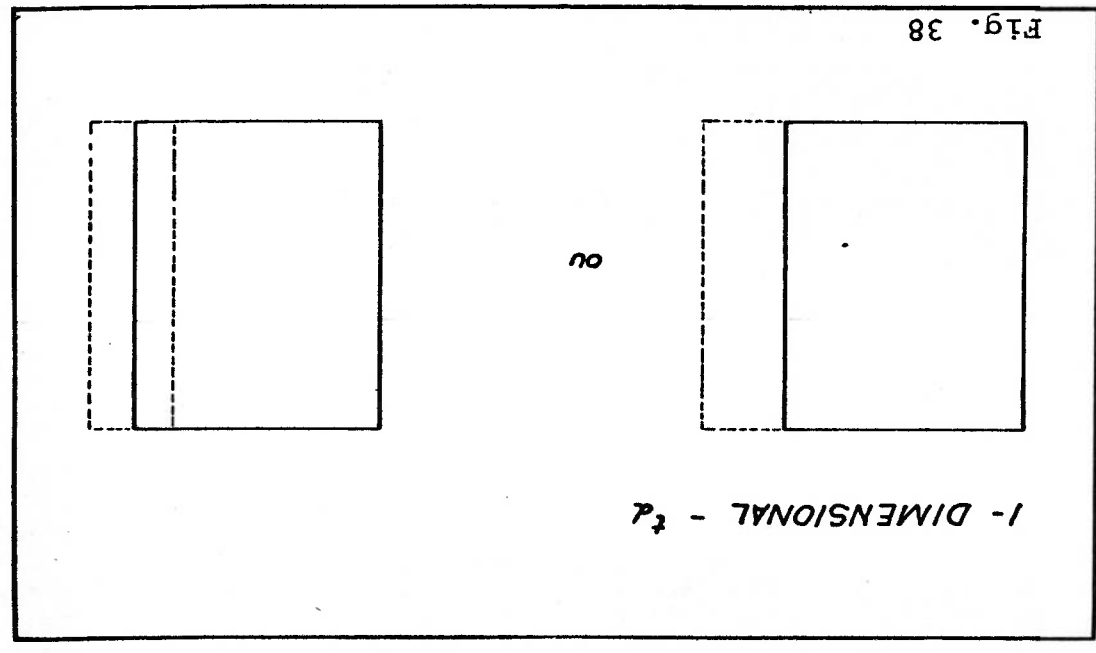
Além dos problemas causados pelas varia-

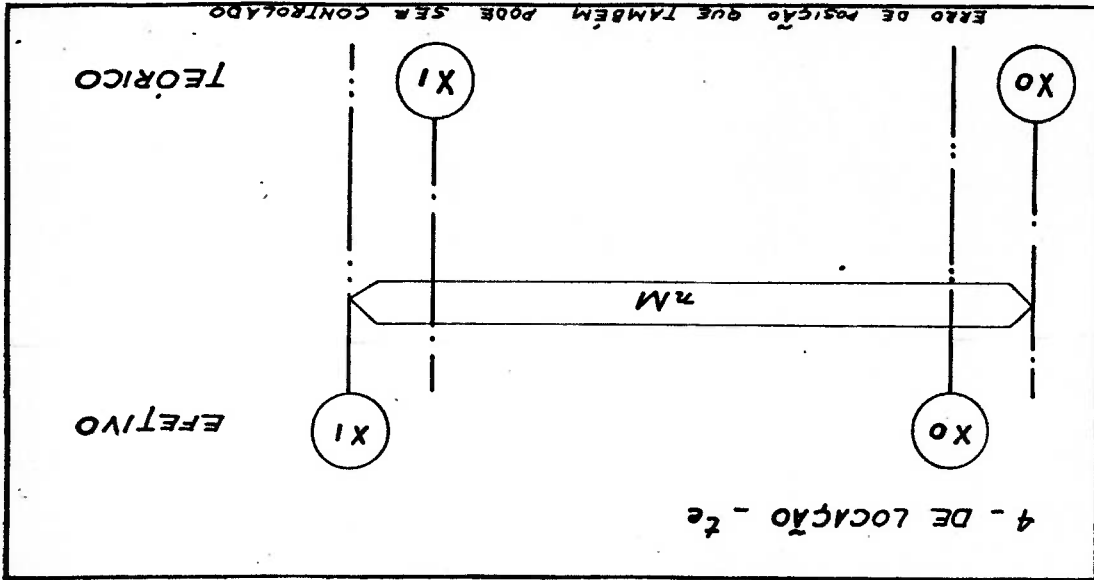


ções dimensionais de fábrica provocadas por desgastes de moldes, imprecisão de instrumentos de medida, prensas de fabricação em geral, ainda existem problemas na hora dos ajustes, devido a característica do próprio elemento, / como é o caso das dilatações ou deformações. As medidas/ desses componentes tomam como referência os planos modu- lares, sendo que a distância, a medida modular, deve ser sempre maior do que o componente. Em suma, tem-se :-

- Ajustes :- a NB-25/69 define três tipos/ de ajustes :- ajuste positivo ( quando o espaço modular não é ocupado totalmen- te ) ; ajuste negativo ( quando o espaço/ modular é excedido ) ; ajuste nulo ( quan- do há coincidência com o espaço modular).(2)
- Tolerâncias :- se distinguem em duas ca- tegorias principais : de fabricação e de

posição. Fig. 38

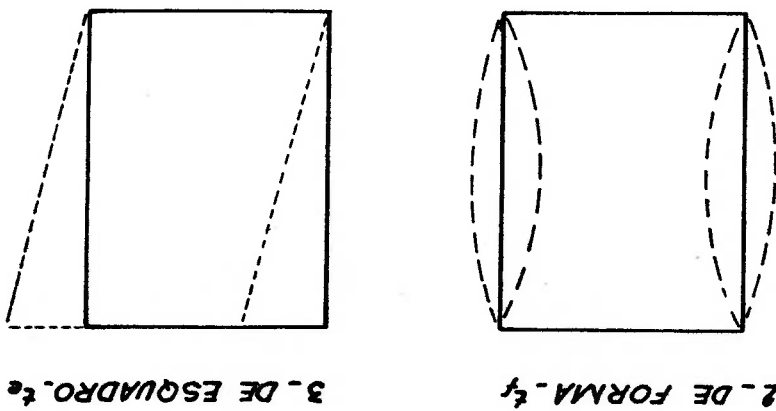




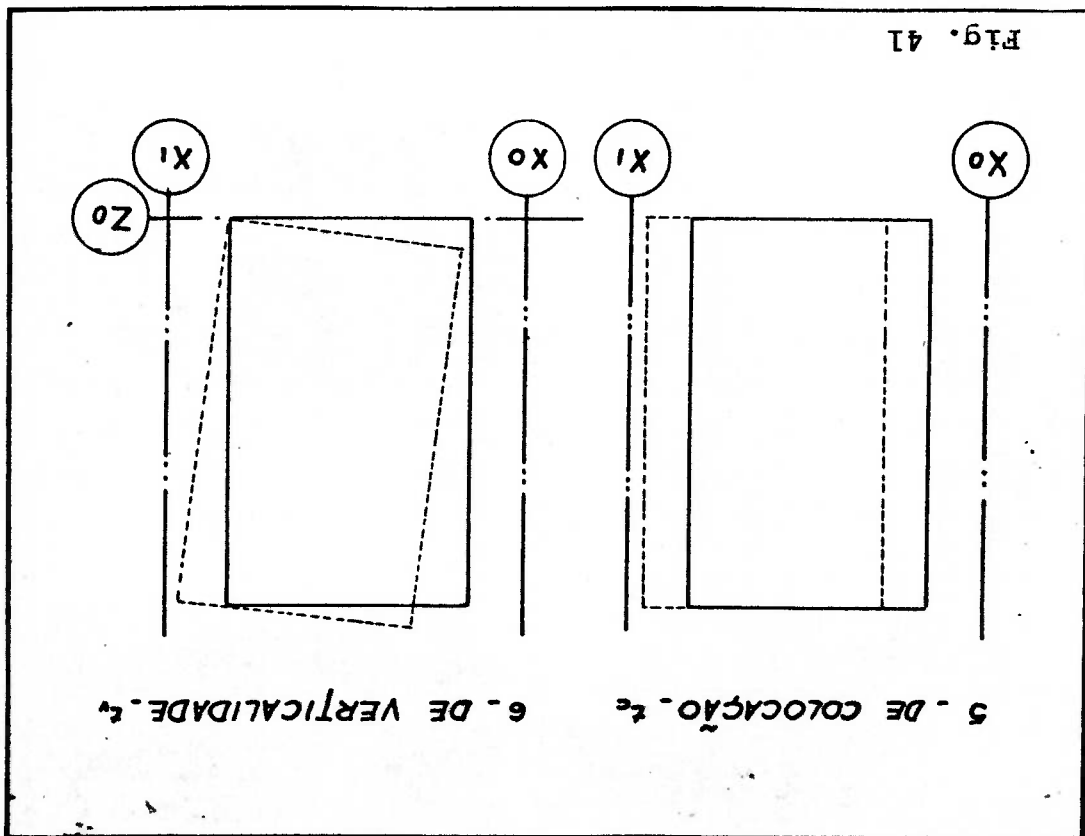
As tolerâncias de fabricação são de / três naturezas diferentes :- dimensão / (  $t_f$  ) : angulares ou de esquadro (  $t_e$  ). / As de posição, também são classificadas / segundo sua natureza em :- de locação / (  $t_l$  ) : de colocação (  $t_c$  ) : de verticã / lidade (  $t_v$  ). Figs. 39, 40 e 41 ( 2 )

Fig. 39

ERROS DE FABRICAÇÃO QUE PODEM SER CONTROLADOS / REDUZIDOS AO MÍNIMO TOLERÁVEL



- O erro de localização registra-se na locação dos eixos modulares, nas operações de /
  - O erro angular ou de esquadro decorre da não ortogonalidade dos ângulos.
  - O erro dimensional ou linear se verifica entre a medida de fabricação e a medida/ real do componente.
  - O erro de forma resulta de deformação / dos planos reais, que definem o componen- te, ou das bordas das juntas.
- Essencial identificar os vários erros, / para em seguida verificar o efeito conjunto :-



marcação dos eixos principais da obra e de sua transferência e na marcação dos secundários.

- O erro de colocação verifica-se no assentamento do componente em relação a posição pré-estabelecida pelos eixos.

- O erro de verticalidade ocorre também no assentamento do componente por falta de paralelismo entre as bordas e os eixos modulares verticais. ( 2 )

- Tolerância Global :- Dos erros acima analisados, todos, com exceção do de colocação, podem ser considerados variáveis aleatórias; assim, em lugar de somá-los algebricamente é facultado adotar a soma estatística ( teoria dos erros ). O erro de colocação pode ser somado estatisticamente. Deste modo, ao se fazer a montagem da soma, deve-se efetuar uma auto-compensação que facultata, embora arbitrariamente, reduzir na soma seu valor para 3/4 do efetivo.

$$t_{I=I} = \left[ t_d^2 + 2(3/4 t_f)^2 + (3/4 t_v)^2 + t_c^2 \right]^{1/2} + t_l \quad ( 2 )$$

- Ajuste Global : será a soma de - Ajuste/

geométrico ( Ag ), Folga ( F ), Tolerân-

cia Global ( T ). Tem-se portanto :-

$$A=A_g + A_n=A_g + ( F + T ) \quad ( 2 )$$

- Determinação das medidas dos componen-

tes : de acordo com a NB-25/69, a medi-

da de projeto do componente será dada pe-

la diferença entre medida modular e o /

ajuste :-

$$D_c = D_m - A_g$$

$$D_p = D_c - A_m = D_c - ( F + T )$$

Onde :

$D_c$  = medida coordenada

$D_p$  = medida de projeto

Porém, duas outras medidas são necessã -

rias :-

- Medida de Fabricação (  $D_f$  )

- Medida de posicionamento ou de referên-

cia (  $D_r$  )

A  $D_f$  será obtida subtraindo-se da medida

de projeto a maior das tolerâncias line-

ar e de forma :

$$D_f = D_p - t_d$$

$$D_f = D_p - t_f$$

escolhe-se o  $D_f$  menor.

Até aqui, já foi estudado grande parte da teoria da coordenação modular, a classificação e os tipos de componentes e como essa teoria é aplicada sobre esses componentes. Surge agora a necessidade da interligação de todos esses conhecimentos. Isso pode ocorrer quando se analisa os processos detalhados que levam à montagem desses componentes na horizontal e vertical.

da modular.  
 lar inferior é a diferença entre a medida inferior e a medida superior menos a tolerância de fabricação. A discrepância modular cada peça. A medida limite inferior é a medida limite superior define as diferenças possíveis entre as medidas limite de discrepância modular superior. A tolerância de fabricação / mínimo superior de um componente é a medida modular menos a junta, chama-se DISCREPÂNCIA MODULAR SUPERIOR; o limite / que equivale à metade da espessura mínima necessária para / a mínima aceitável entre o componente e o plano modular, / ainda se pode determinar alguns conceitos como :- a distância Através desses limites de tolerância, /

$$- ( t_1 + F ) \quad ( 2 )$$

$$D_r = D_c - ( t_1 + F ) \quad \text{Se } D_c = D_m \cdot D_r = D_m$$

real da obra, tem-se :-  
 ta do componente no espaço de coordenação  
 Como se deve estabelecer a posição corre-

A coordenação planimétrica define as dimensões horizontais dos componentes, sendo que, em primeiro lugar, é conveniente adotar-se um múltiplo do módulo, para assim reduzir a variedade dimensional desnecessária dos componentes. Para o múltiplo planimétrico/tem-se preferência pelo valor de 3M ( 30 cm ) e seus múltiplos. Isso ocorre também porque 3M se aproxima bastante do pé inglês, o que pode facilitar o intercâmbio de máquinas ou produtos entre os países que utilizam ou não o sistema métrico decimal. ( 2 )

Em geral, é conveniente que a adoção do múltiplo se preste para a seleção das medidas preferenciais e para o incremento das medidas. Atualmente, ainda existem componentes tradicionais que não se enquadraram no múltiplo, causando assim problemas de localização, principalmente devido a sua espessura, que muitas vezes nem ao menos são modulares. ( 2 )

As paredes de alvenaria são muito importantes sob este aspecto, pois o tijolo, por sua forma e colocação, leva a espessuras e vãos não-modulares. A utilização de vãos modulares pode ser obtida com a utilização de tijolos parcialmente modulares, tanto no comprimento como na altura, ou somente com alturas modulares e com o comprimento sujeito a cortes. Por conseguinte, tem-se a aceitação da zona neutra e do corte de tijolos. ( 2 )

Como solução para este problema adota-se: 1) as paredes locadas pelo eixo sobre a quadrícula e aceita-se medidas não modulares dos locais; Fig. 42

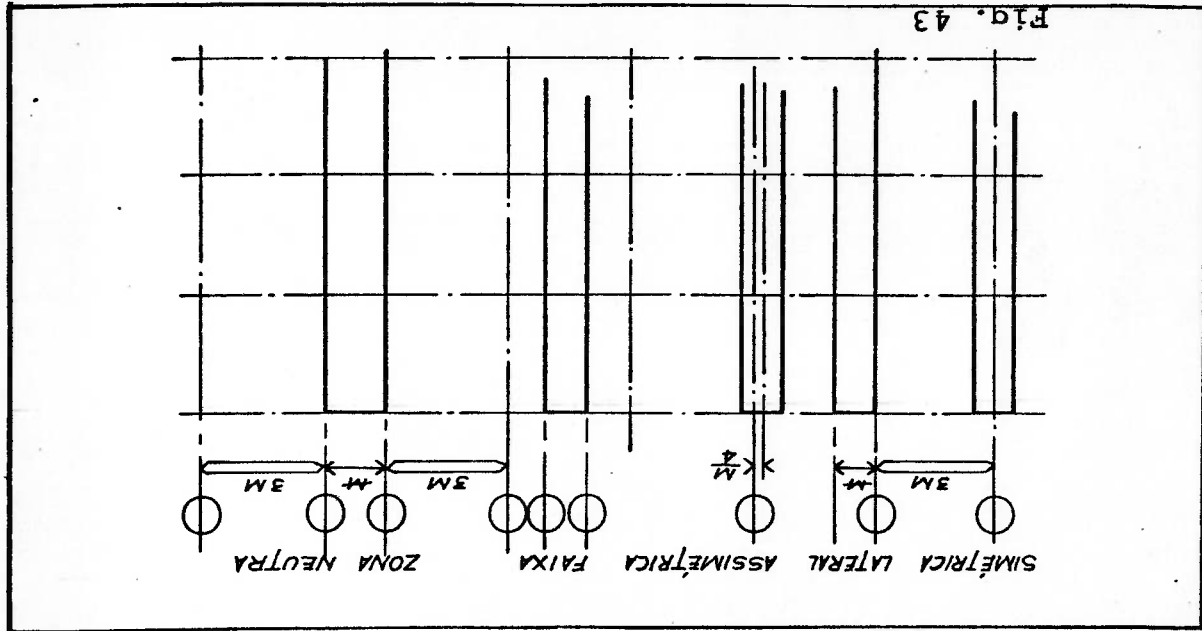
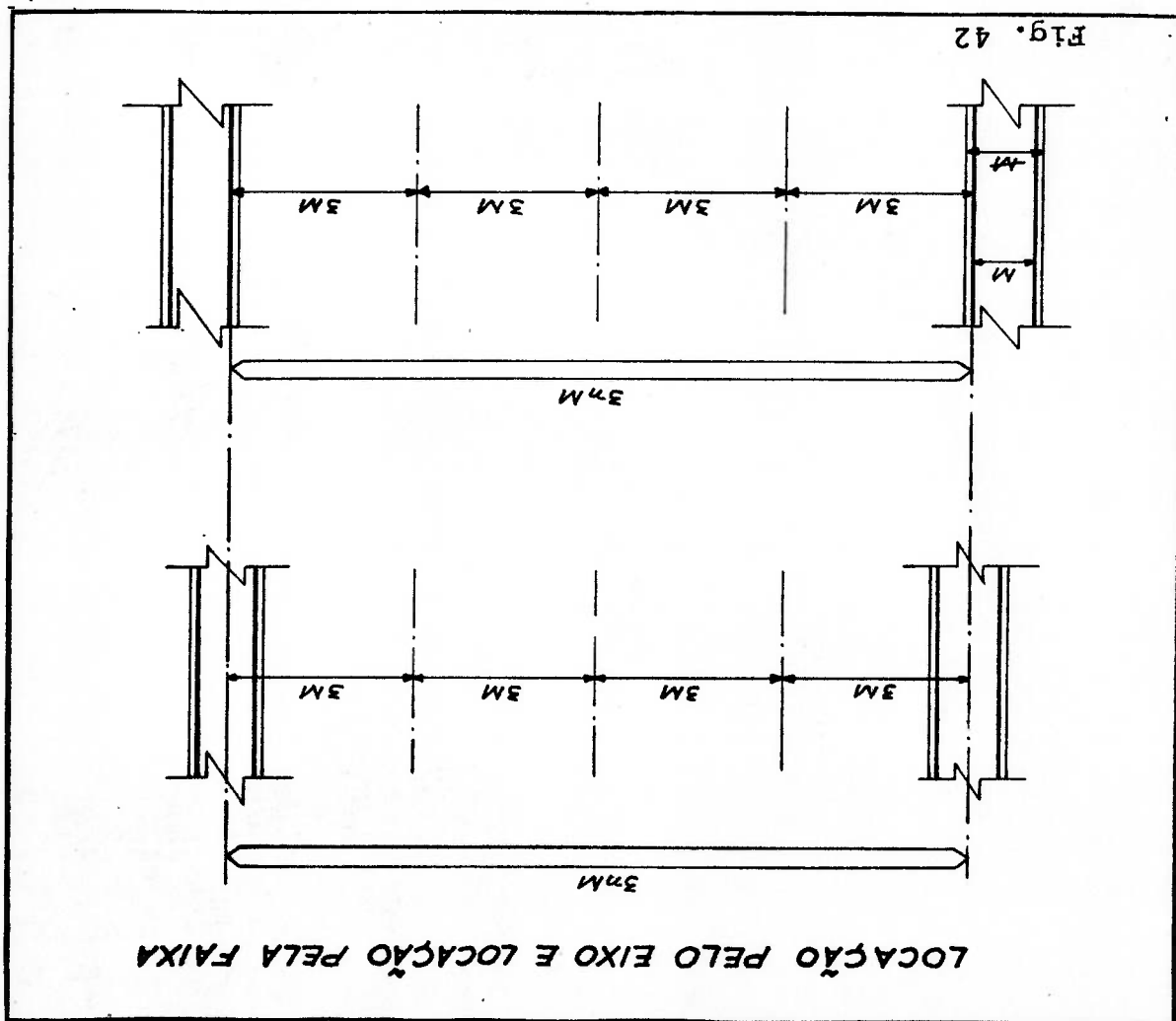


Fig. 43

2) as paredes localadas por face, as quais deverão coincidir com a linha modular;





Devido a esses problemas, chega-se à conclusão de que nem sempre é conveniente utilizar a quadriculada modular, pois na prática verifica-se que, em alguns casos especiais, é mais interessante utilizar componentes modulares sem ligá-los rigidamente à quadriculada modular, o que muitas vezes simplifica o projeto. Além disso, o corte de tijolos e azulejos cria uma dificuldade que é pouco coerente com a teoria da coordenação modular, e ainda há uma série de limitações à utilização de componentes tradi-

elavadores, rede hidráulica e elétrica, etc.. ( 2 )

A zona neutra é uma faixa onde a coordenação modular não age. Desta forma, se um védo tiver uma espessura não modular, a faixa que ela ocupa não será considerada. A zona neutra baseia-se no uso de quadriculas descontínuas internas ao plano delimitado pelas paredes. No entanto, o uso de zonas neutras não-modulares não considera a continuidade da construção, transferindo muitas vezes o problema do espaço interno para o externo, causando, assim, esse problema de descontinuidade, o qual dificulta a utilização de vários pavimentos quando as divisórias são localizadas em posições diferentes, pois a fachada pode deixar de ser contínua e há grande interferência nos elementos do edifício que têm um caráter contínuo, como é o caso de escadas, elevadores, rede hidráulica e elétrica, etc.. ( 2 )

3) Mantem-se as dimensões dos locais mas/ a quadricula é interrompida para o surgimento da "zona neutra" que corresponde a espessura das paredes. ( 2 )

cionais nas construções que utilizam os princípios da coor-

denação modular. ( 2 )

Também o revestimento e o acabamento dos/

vedos interfere no problema da locação, além de causarem /

elevados desperdícios. É bom salientar que revestimento é /

um recobrimento de uma ou mais camadas com exceção das mais

externas! e acabamento é a camada mais externa do recobri-

mento, incluindo-se o material de acabamento o qual pode ou

não exigir um revestimento prévio. A superfície de acabamen-

to é a que coincide com os planos que definem o espaço in-

terno e externo. ( 2 )

Estudando-se mais atentamente o problema/

de locação dos componentes, verifica-se que existem quatro/

opções preferenciais :-

1) Locação pelo eixo modular :- coincide/

com uma linha modular de referência; /

tem a distância entre eixos sempre se-

mi-modular; entre dois vedos haverá /

sempre n - 2 componentes com largura /

multi-modular e dois com largura modu-

lar ou sub-modular, conforme a espes-

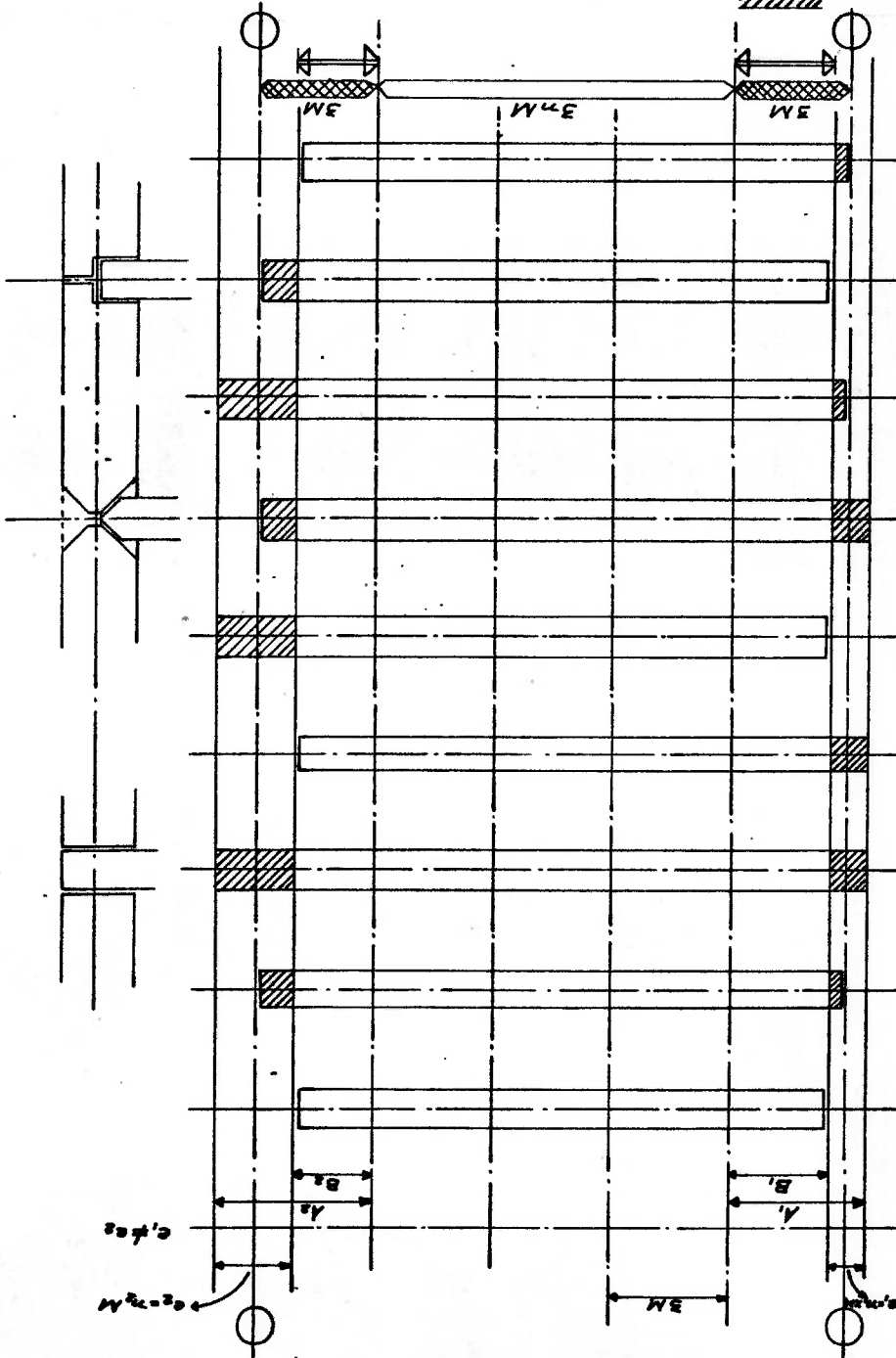
sura ( como seria o caso das alvena

rias, mas não das divisórias leves ou/

elementos estruturais ).

Fig. 44

INFERRENCIA  
- ZONA DE COMPENSAÇÃO  
A.B. - MEDIDAS COORDENADAS

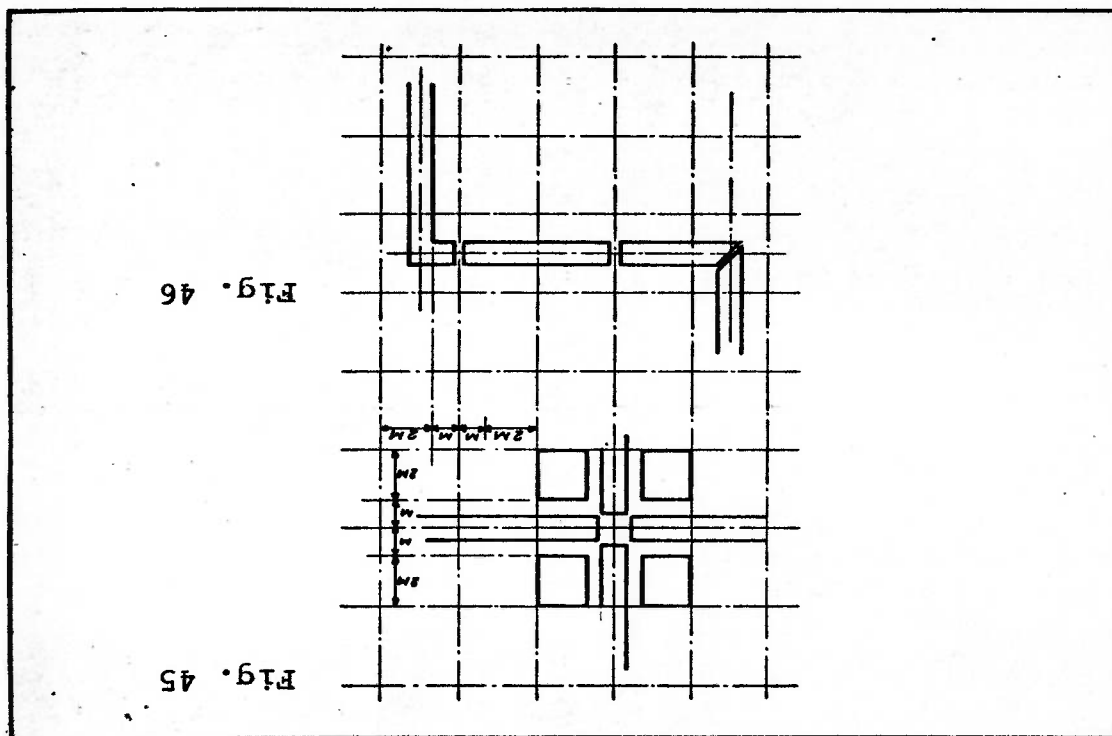


2) Locação pela Faixa ou Zona Modular :  
o componente é locado entre duas linhas da quadrícula modular de referência com as faces coincidindo com essas linhas. Cada zona pode ser dividida em várias faixas das quais uma central constitui o espaço básico

Com a espessura bruta mais o acabo -  
mento da peça, tem-se, a partir do eixo, uma zona crítica onde poderão ser usadas peças de fechamento que não tenham larguras modulares ou submodulares. Pode-se também utilizar outro multimódulo ou recorrer a ambas soluções. Cria-se, assim, uma solução intermediária entre o eixo e a faixa. Pode-se deslocar os vedos transversais adotando a locação assimétrica. Enfim, a locação pelo eixo assegura uma continuidade no espaço interno e externo, e permite uma continuidade na fachada. Muitos desses problemas poderiam ser resolvidos com a adoção de uma quadrícula modular M e não a multimódular 3M, mas isso deixaria de aplicar o princípio de seleção e redução na variedade dimensional dos componentes.

co e duas laterais são reservadas para os acabamentos. A largura da zona de controle pode variar conforme a necessidade; se ela incluir um elemento estrutural ou certos tipos de acabamentos, poderá ser muito maior/essa largura. As zonas de controle delimitam espaços de coordenação. A localização pela zona modular diminuiria a zona coordenada. Neste tipo de locação surge a quadrícula escocesa / que é uma quadrícula de 3M constituída alternadamente por uma de 1M e / uma de 2M. Os componentes podem também ser localizados na faixa central da quadrícula 3M e as juntas coincidem com as linhas da mesma quadrícula.

Fig. 45, 46.

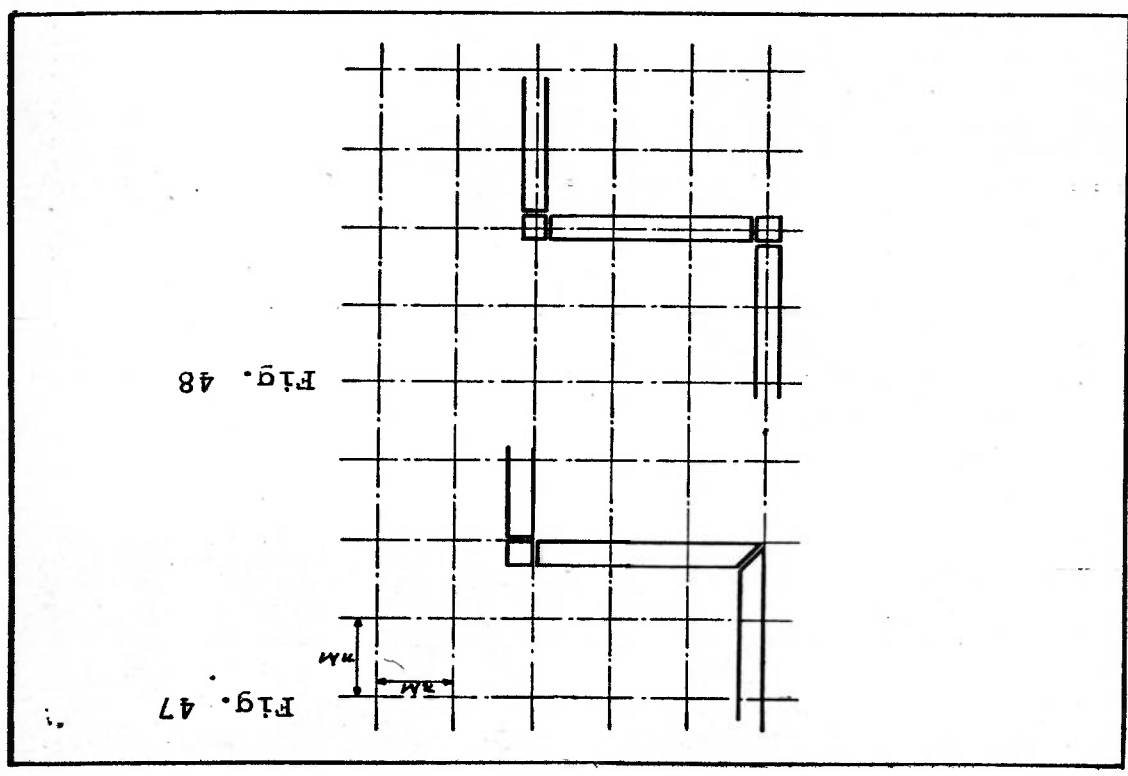


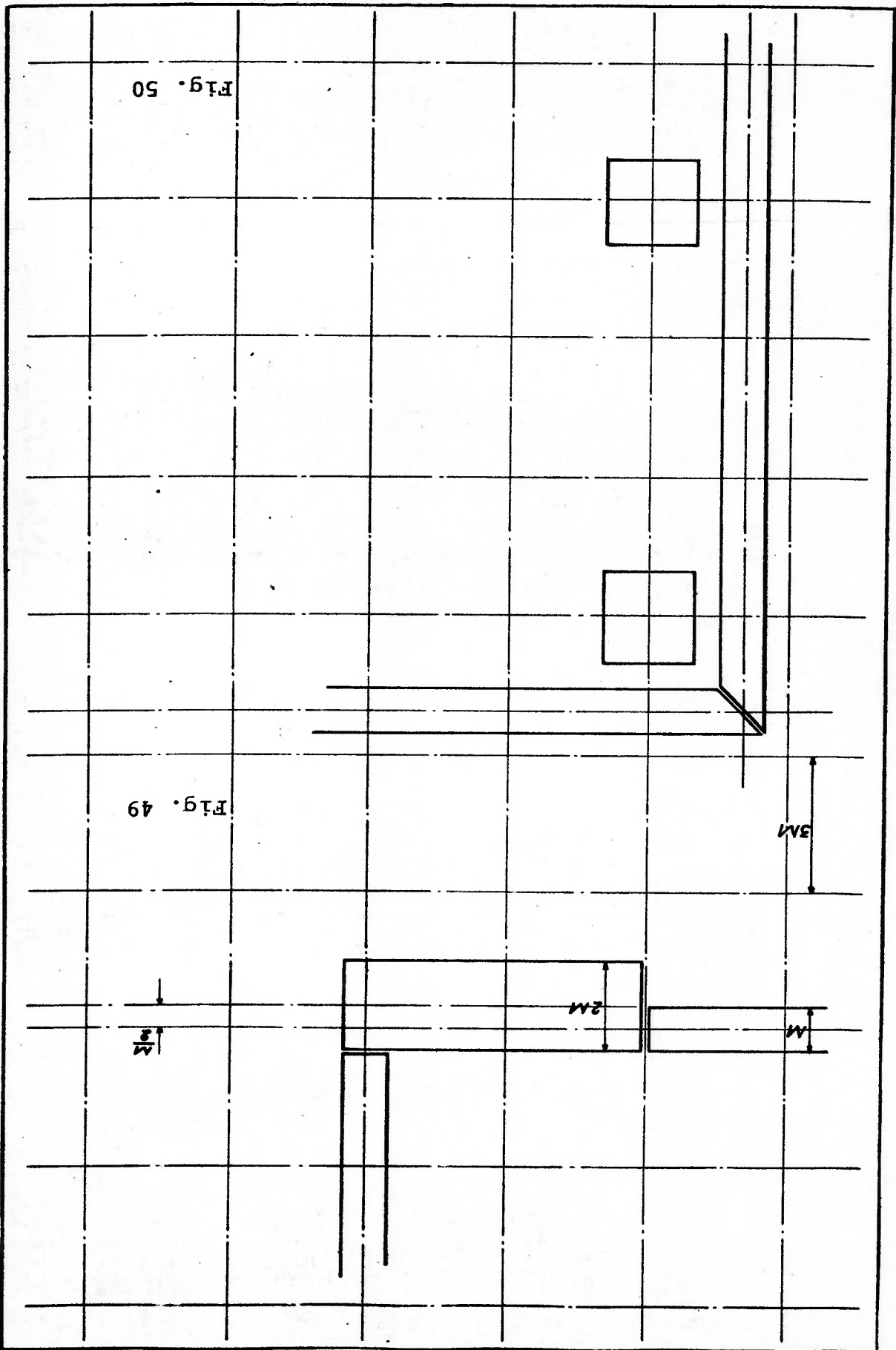
3) Locação Assimétrica

4) Locação Lateral : o componente é lo-

cado pelo eixo modular de forma assimétrica ao eixo do componente sendo / que, em geral, a excentricidade é submodular e geralmente utilizada em vedos e elementos perimetrais da edificação, ou em componentes internos que variam de espessura. A locação lateral é um caso de locação pela faixa / onde uma face coincide com a linha modular e a outra geralmente fica na faixa a uma distância sub-modular dependendo da espessura do componente.

Fig. 47, 48, 49 e 50. ( 2 )





Como todas estas opções de locação referem-se aos componentes que formam os vedos lineares, sem levar em conta os cantos, estes devem ser melhor estudados pois eles apresentam problemas nas duas direções. A solução com componentes coordenados é bastante comum, no entanto.

Mas, inicialmente, deve-se levar em consideração que os vedos tem duas categorias :- uma que abrange aqueles que exigem revestimento e acabamento, e / outra daqueles que já vem acabados, podendo, às vezes, receber um outro revestimento opcional. Assim, para solucionar esse problema que geralmente é mais agravado pelos revestimentos e acabamentos, pode-se dividir esses vedos em quatro categorias :-

- 1) os que excluem os revestimentos e acabamentos dos estudos da modulação;
  - 2) os que excluem os acabamentos;
  - 3) os que incluem ambos mas desvinculam-se da quadrícula original;
  - 4) os que incluem ambos e incorporam os acabamentos dos componentes. ( 2 )
- A partir daí tiramos as seguintes conclusões :-

- A primeira solução, embora mais fácil / para os teóricos, é pouca prática, pois não leva em conta os desperdícios ocorridos na prática e portanto não os elimina.



Além disso, o estudo das medidas preferenciais dos componentes é necessário, pois cada componente tem uma gama seletiva de tamanhos, os quais são decorrentes de sua análise funcional e tecnológica. Assim, são estabelecidos certos critérios como, por exemplo, onde não se usar medidas muito grandes, ou ainda deixar a possibilidade de se utilizar multi-módulos diferentes, embora a solução ideal seja a de que os multi-módulos de projeto sejam iguais à modulação do componente. ( 2 )

- A quarta possibilidade é válida apenas para componentes pré-fabricados.

tamento.

que facilitem o seu corte e a reaproveitamento. azulejos com ranhuras espaçadas de M/4/ tos artificiais, como, por exemplo, usar é possível desde que se recorra a cer - das disponíveis bastante grande, e isso de acabamento tenham uma gama de medi - ainda é válido desde que os componentes mesmo pontos de serviço. Este método / quando surgem caixilhos e esquadrias ou transversais, mas apresenta problemas / ta espessuras diferentes dos védos / - A terceira solução permite levar em con

e sua espessura "a priori". quando é possível prever o revestimento / - A segunda solução é muito utilizada /

A variedade dimensional dos componentes / tradicionais dificulta a utilização da coordenação modular. No entanto, deve-se utilizar multi-módulos coerentes com o tipo de componentes que se pretende utilizar, e, além disso, não se pode confundir multi-módulos de projeto com medidas / preferenciais dos componentes, e, se possível, é preferível não associar componentes com funções diferentes. ( 2 )

#### 4.3. COORDENAÇÃO ALTIMÉTRICA

A coordenação altimétrica utiliza os mesmos princípios da coordenação planimétrica, com a diferença que, neste caso, os multi-módulos preferenciais podem ser de 2M ou 3M. O dimensionamento vertical dos componentes depende, em geral, do seu dimensionamento horizontal, embora existam painéis, parede ou laje que ( podem estar tanto na posição vertical como na horizontal. Normalmente, neste caso, a tarefa de vincular os multi-módulos de projeto e dos componentes torna-se bastante difícil. ( 2 )

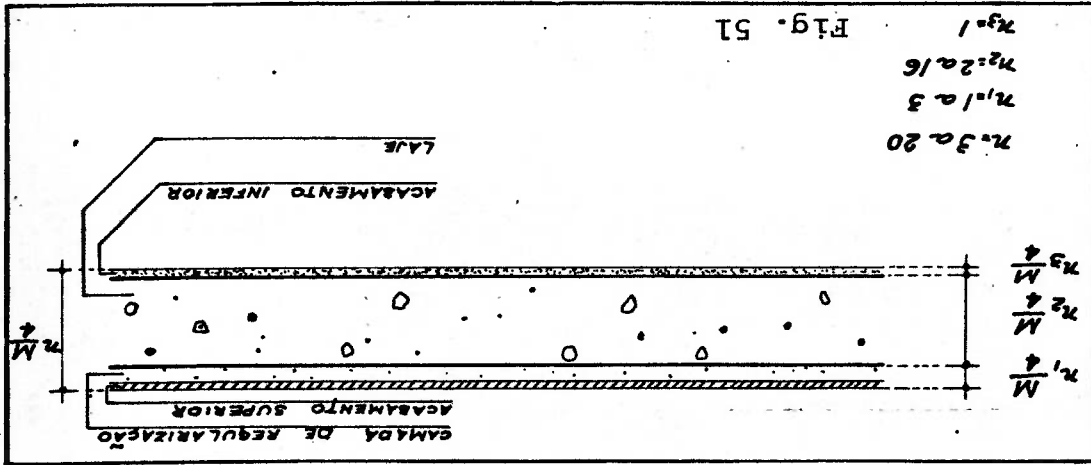
Portanto, é interessante que primeiro seja feita a escolha do multi-módulo. Após os estudos feitos, achou-se mais conveniente optar por um multi-módulo de 2M, pois, em geral, os materiais semi-terminados em forma não têm, no comprimento, restrições dimensionais, pois o processo de produção é contínuo. Ainda no caso de blocos, verifica-se que as medidas mais habituais são de /

20 cm., e, no caso do tijolo, que possui uma medida variável, pode-se adotar uma altura menor, desde que incluindo a espessura da junta e que seja múltipla inteira do módulo ou do multi-módulo, porque, desta maneira, se adapta a qual-quer um dos multi-módulos sugeridos. Embora seja pouco flexível, o sistema permite que as juntas coincidam com a quadricula a cada 4 ou 5 fiadas de tijolo. Verifica-se, ainda, que a maior parte das dimensões verticais da habitação são múltiplos de 2M. ( 2 )

Torna-se conveniente, também, definir claramente onde será utilizada a coordenação altimétrica. Assim :-

- ALTURA DE PISO ACABADO é a espessura do pavimento, mais a altura do pé direito;

Fig. 51



- A ESPESSURA DO PAVIMENTO é a espessura da laje; mais a do acabamento superior e inferior dessa laje, além de suas respectivas camadas de regularização; Fig. 52

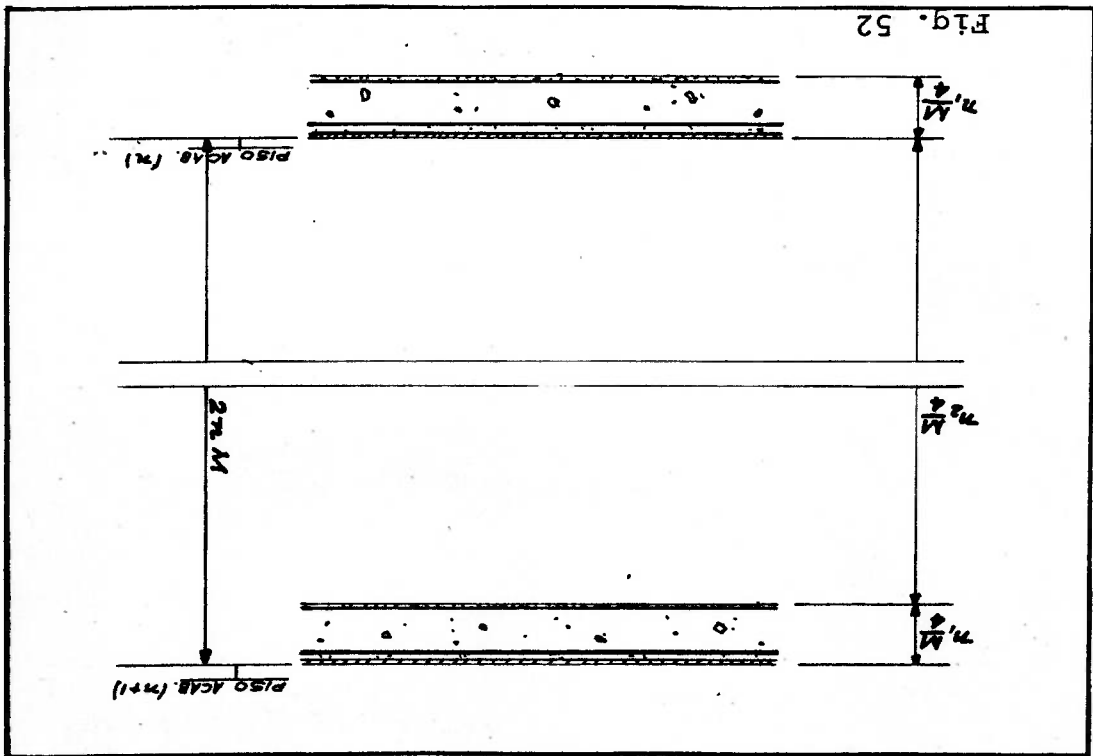


Fig. 52

- O PÉ-DIREITO ACABADO é a distância em  
tre o piso e o forro acabado naquele an

dar. Fig. 53

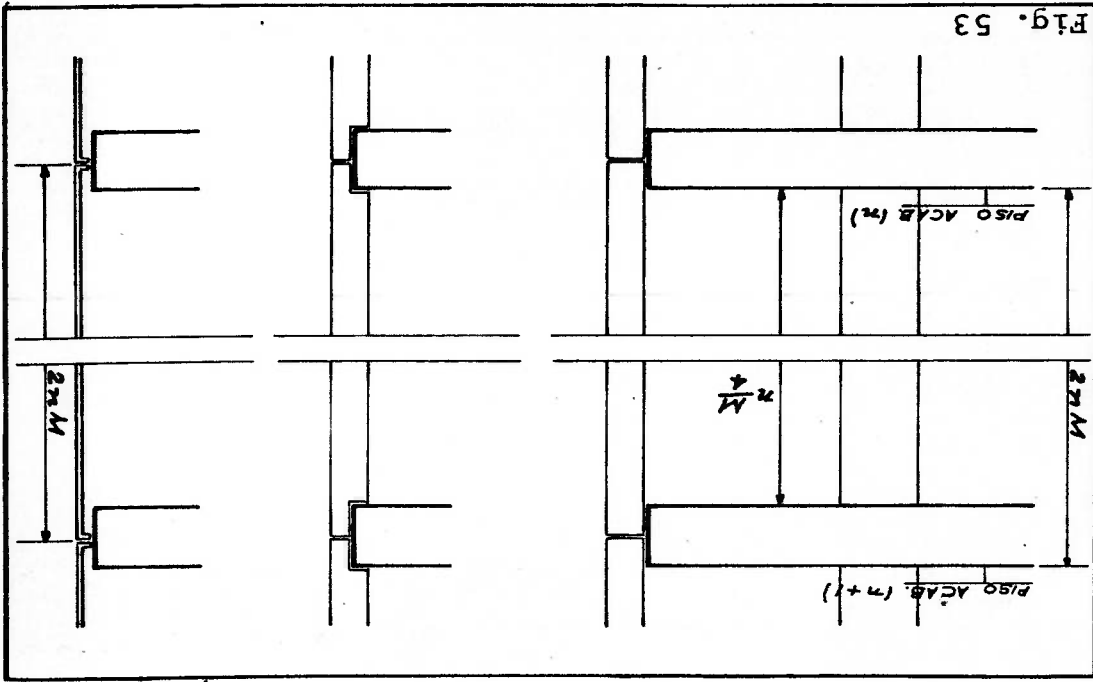


Fig. 53

Essas dimensões verticais são influenciadas pelos códigos de edificação. Por outro lado elas influenciam o dimensionamento de escadas e portanto, têm uma certa influência no dimensionamento horizontal. ( 2 )

A partir destes elementos anteriores, deve-se estudar qual dos elementos deve ter medidas normais e se os elementos podem ou devem ter medidas sub-modulares. No caso do pavimento, por exemplo, onde há uma soma de vários elementos, destacam-se : - o elemento estrutural, que geralmente é uma laje, a qual recebe um acabamento que é composto por uma camada de regularização, que nivela a superfície, além do próprio acabamento superior e inferior. ( 2 )

Assim, para atender a todos esses elementos, além de considerar que a laje varia de espessura conforme o vão, adotou-se a medida sub-modular de M/4 pois proporciona uma variação muito grande. Desta forma, estabelecem-se que, em geral, as lajes maciças terão até 6 M/4 ( 15 cm. ), as mistas até 18 M/4 ( 45 cm. ), e as nervuradas terão até 16 M/4 ( 40 cm. ), isto para vão máximo de até 4,80 m x 7,20 m ou seja 16 M x 24 M. No entanto, no caso dos acabamentos de piso pelas dimensões espessuras utilizadas, considera-se melhor adotar o sub-módulo de M/8. ( 2 )

Neste caso, para que esses acabamentos sejam bem feitos e que as camadas de regularização não sejam muito grandes, deve-se tomar muito cuidado em se ter /

res ou modulares. Nas construções industrializadas, há /  
nos, os quais, conforme o caso, poderão ser sub-modula -  
dois tipos fundamentais - os vedos internos e os exter -  
No entanto, para o caso dos vedos, há /

peças especiais de fechamento. ( 2 )  
de fechamento, tenham medidas sub-modulares, ou utilizar  
quais também poderão fazer com que os vedos e as peças /  
riar conforme a espessura, ou mesmo rebaixas da laje, os  
são como prioritária, a altura do pé direito poderá vá  
Como o ideal é considerar a altura de pi-

dules, variando no mínimo de 24 M, a 31 M/4. ( 2 )  
direitos diferentes e modulares e mais 30 outros sub-mo-  
proporciona, entre as medidas de 26 M a 32 M, oito pés /  
ferenciais :- 26 M, 28 M, 30 M, 32 M, 42 M, 52 M, o que/  
2M. Assim, também, são seguidas as seguintes alturas pre-  
primeira deverá ser obrigatoriamente modular múltipla de  
so é mais importante que a do pé direito, portanto, esta/  
sub-sistemas. Além disso, determinam que a altura do pi  
conselhável, pois ela pode causar descontinuidades em /  
anti-econômicas. Neste caso, o uso da zona neutra é desã  
vimento, que, ao se obter variações modulares, se tornam/  
uma zona neutra para o caso de algumas espessuras de pa-  
Há ainda a possibilidade da utilização de

faz com que todo o pavimento seja multi-módulo de M/4. (2)  
de ser resolvido considerando-as conjuntamente, o que /  
para acabamento superior e para a sua regularização, po-  
zar um sub-módulo muito pequeno, como é o caso do M/8 /  
um padrão de execução ótimo. Esse problema de se utili -

menor variação, pois o bom acabamento elimina as camadas / de regularização. No caso de estruturas celulares auto-por-tantes, aconselha-se evitar o rebaixo do banheiro, podendo-se usar um forro falso, ou as peças suspensas diretamente / ligadas as paredes com esgotos embutidos e com ralos no ni-vel do piso embutido em paredes. ( 2 )

Assim, para complementar o estudo sobre / coordenação modular, torna-se interessante a análise mais / detalhada dos principais conjuntos funcionais ou sub-siste-mas e suas implicações práticas.

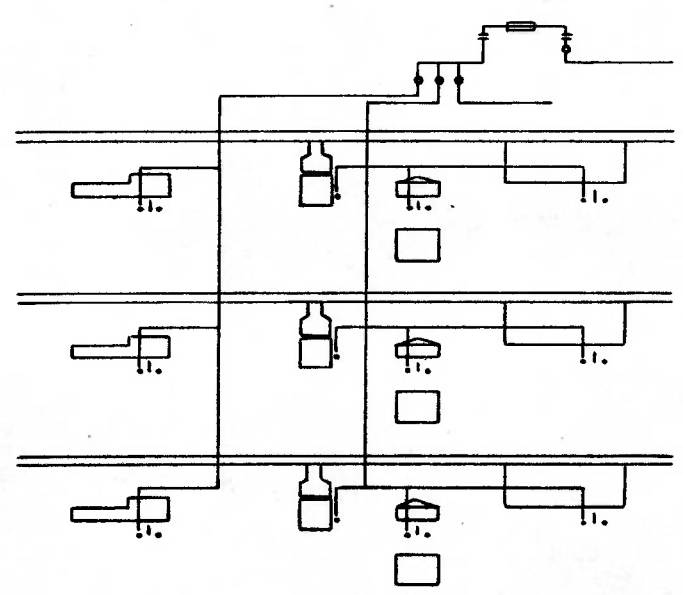
#### 4.4.SUB - SISTEMAS OU CONJUNTOS FUNCIONAIS

O sistema de construção é definido como / uma entidade organizada, técnica e planejada, que é ofereci-da ao cliente na forma de uma embalagem por uma firma ou / consórcio. O número e a função dos componentes que formam / um sistema construtivo podem ser tão grandes e numerosos / que alguns deles tem de ser reclassificados em sub - siste-mas. As instalações sanitárias são consideradas um sub - / sistema. Elevadores, paredes, equipamento elétrico, lumini-co e de aquecimento podem constituir sub - sistemas adicio-nais. Fig. 54

Depois de considerados todos os pormenores sobre todos os sistemas, é conveniente analisar o projeto /

colocados no mercado em forma de pacote. /  
mas são geralmente produzidos por uma firma particular e /  
sistemas do que com o sistema principal. Tais sub - siste -  
individuais serem mais fortemente relacionados com outros /  
diferente do módulo de projeto, ou pelo fato de elementos /  
nicas, como no caso de o sub-sistema ser baseado num módulo  
em um sub-sistema é conveniente, pois existem razões téc -  
A combinação dos componentes do edifício /

Fig. 54





sobre um outro aspecto, partindo do particular para o geral, ou seja, analisando os componentes construtivos de uma obra. Pois a partir de um estudo de como esses componentes se classificam, se interrelacionam, se unem e se integram, pode-se ter uma melhor noção de como cada subsistema, e o próprio projeto, é composto. ( 11 )

#### 4.4.1. ESCADAS

A escada é um elemento especial que deve conciliar as dimensões horizontais (3M), verticais, e as antropométricas. Essas dimensões antropométricas são das por uma relação de piso e espelho dos degraus, onde considera-se ideal que a altura de dois espelhos mais a largura de um piso sejam iguais ao passo de um homem adulto, ou seja,  $2h + p \approx 64$  (cm). Uma das relações muito usadas na Alemanha, por exemplo, é a de  $17 \times 29$  cm., onde se considera o passo médio de 63 cm. A fim de que o piso e o espelho tenham medidas lógicas e funcionais, estabelecem-se as seguintes relações:  $26 < p < 32$  (cm),  $p - h = 12$  (cm) e  $p + h = 46,6$  (cm). Algumas normas estabelecem os seguintes valores para os espelhos: - escadas externas de 14 a 16 cm, teatros e escolinhas, de 16 a 17 cm, habitações, de 17 a 18 cm, de pouco trânsito, de 20 cm. ( 2 )

Em geral, é conveniente que as escadas tenham um patamar de descanso, que deve medir um passo e meio mais dois meios pisos. Além disso, os pisos e os

espelhos dos degraus não podem, logicamente, mudar de tamanho, e, depois de um certo estudo, achou-se por bem adoptar dimensões modulares para o piso e não - modulares para o espelho, já que não é possível atender às duas simultaneamente. Assim, adota-se 3M para o piso, e verifica-se através das regrinhas já mencionadas, que os espelhos terão uma medida média entre 16,7 e 18 cm. ( 2 )

Para atender a todas as alturas de piso / a piso já estipuladas, tem-se uma pequena variação na altura do espelho, a qual será de :-

17,3 cm para a altura de 26 M; 17,5 cm para a altura de 28 M; de 17,6 cm para a altura de 30 M; 17,7 cm para a altura de 32 M; 17,5 cm para a altura de 42 M; de 17,3 cm para a altura de 52 M, ocorrendo assim uma diferença máxima entre os espelhos de 4 mm. Figs. 55, 56, 57, 58, 59, 60 e 61.

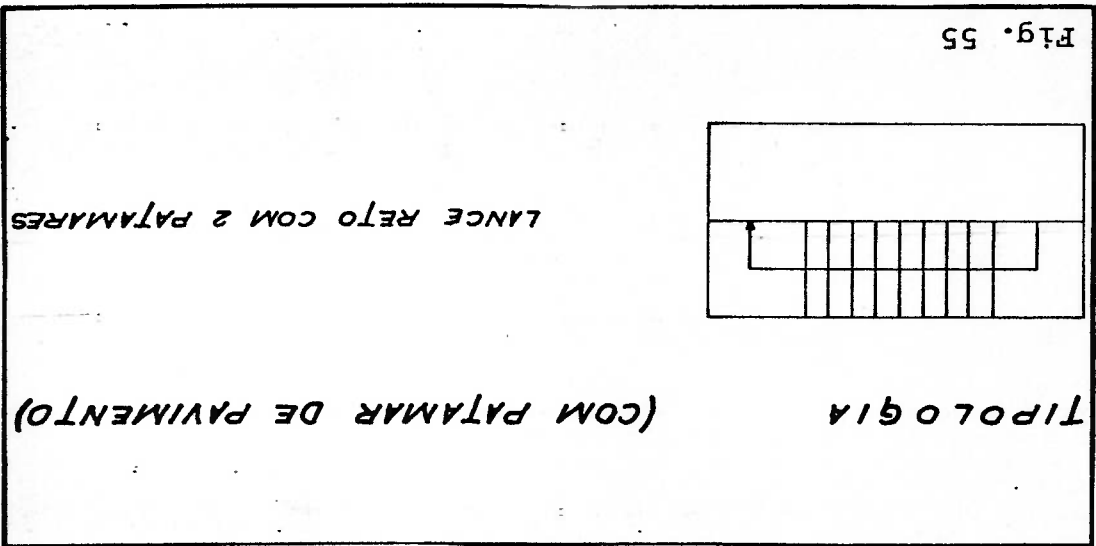
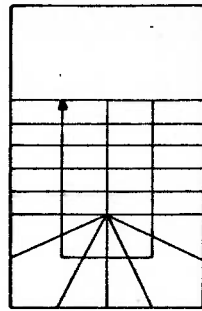
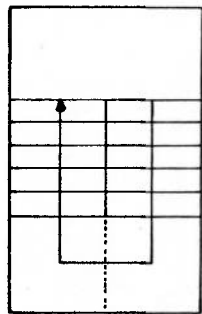


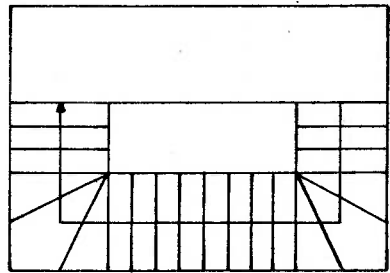
Fig. 56



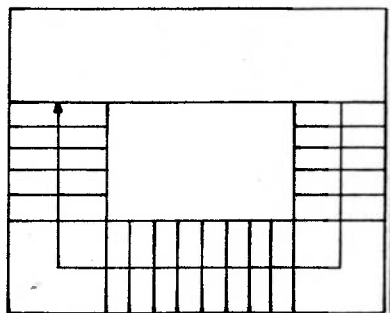
2 LANÇES COM LEQUE DUPLA



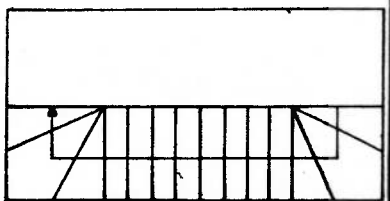
2 LANÇES COM PATAMAR DUPLA



3 LANÇES COM 2 LEQUES

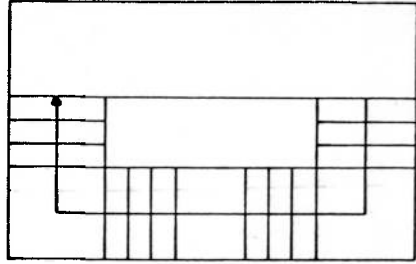


3 LANÇES COM 2 PATAMARES

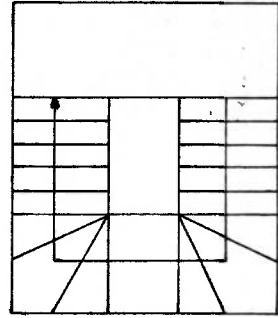


LANÇE RETO COM 2 LEQUES

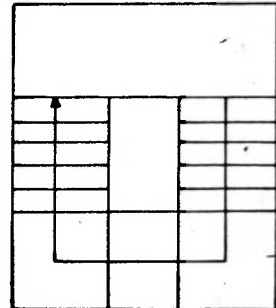
4 LANÇAS C/2 PATAMARES E PA-  
TAMAR INTERMEDIÁRIO

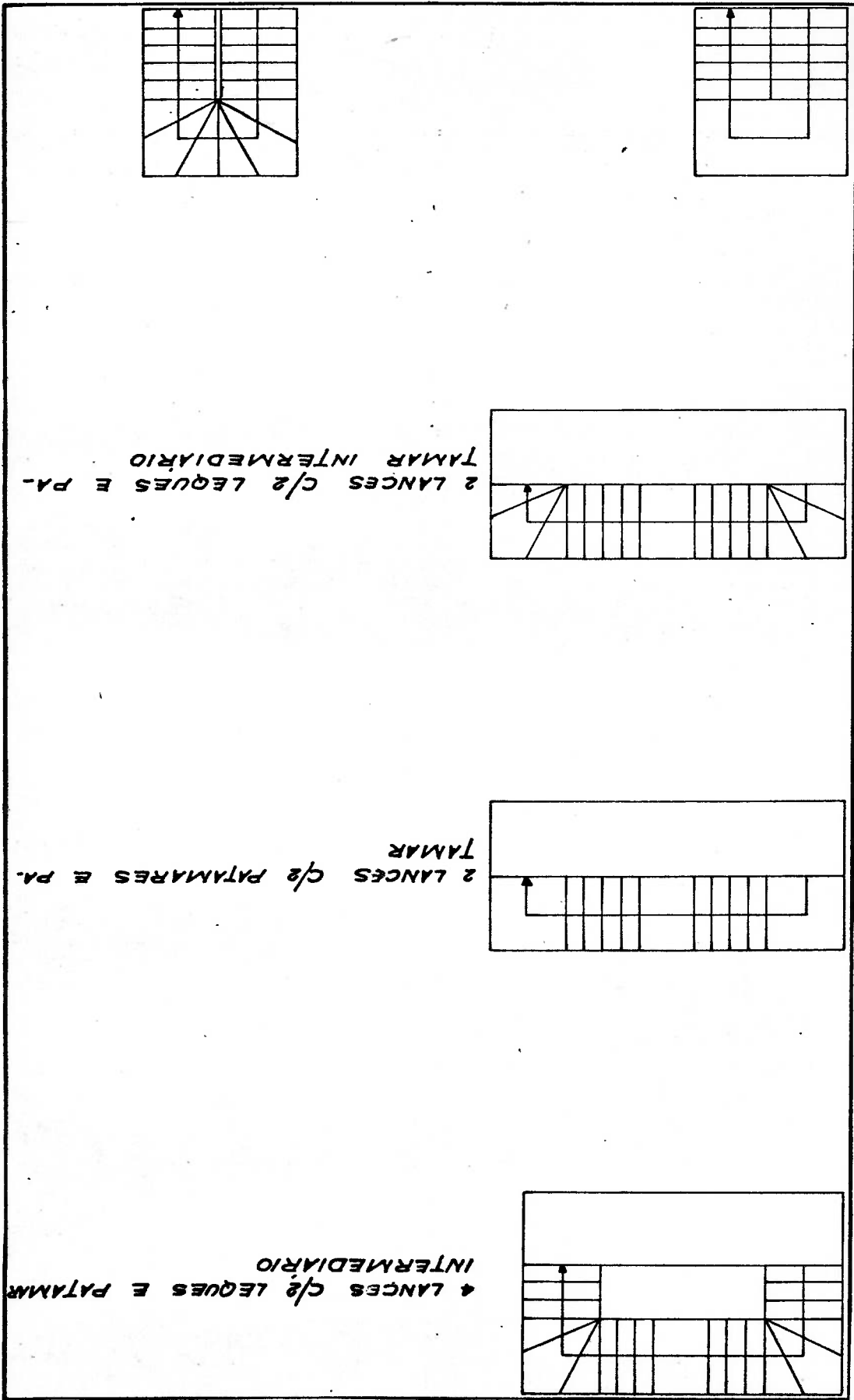


2 LANÇAS C/2 LEQUES E PATAMAR  
INTERMEDIÁRIO



2 LANÇAS C/2 PATAMARES E PATAMAR  
INTERMEDIÁRIO





Alguns exemplos com dimensjonamento :-

Fig. 59

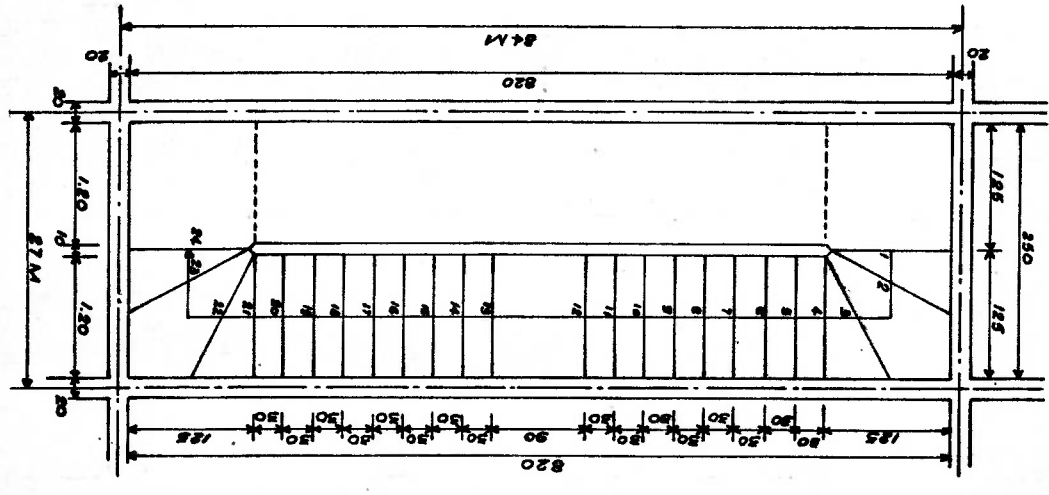
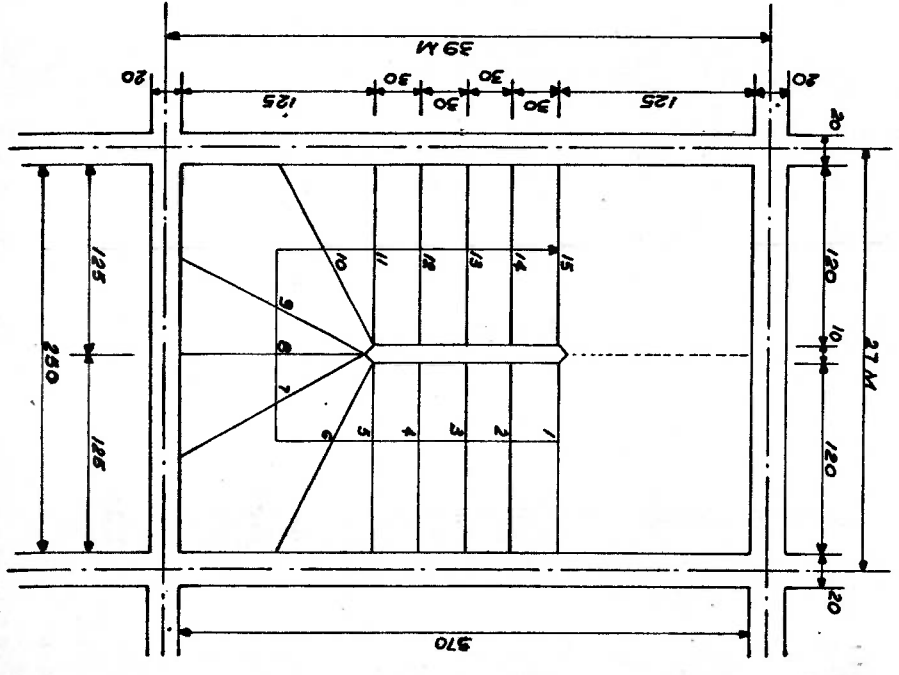
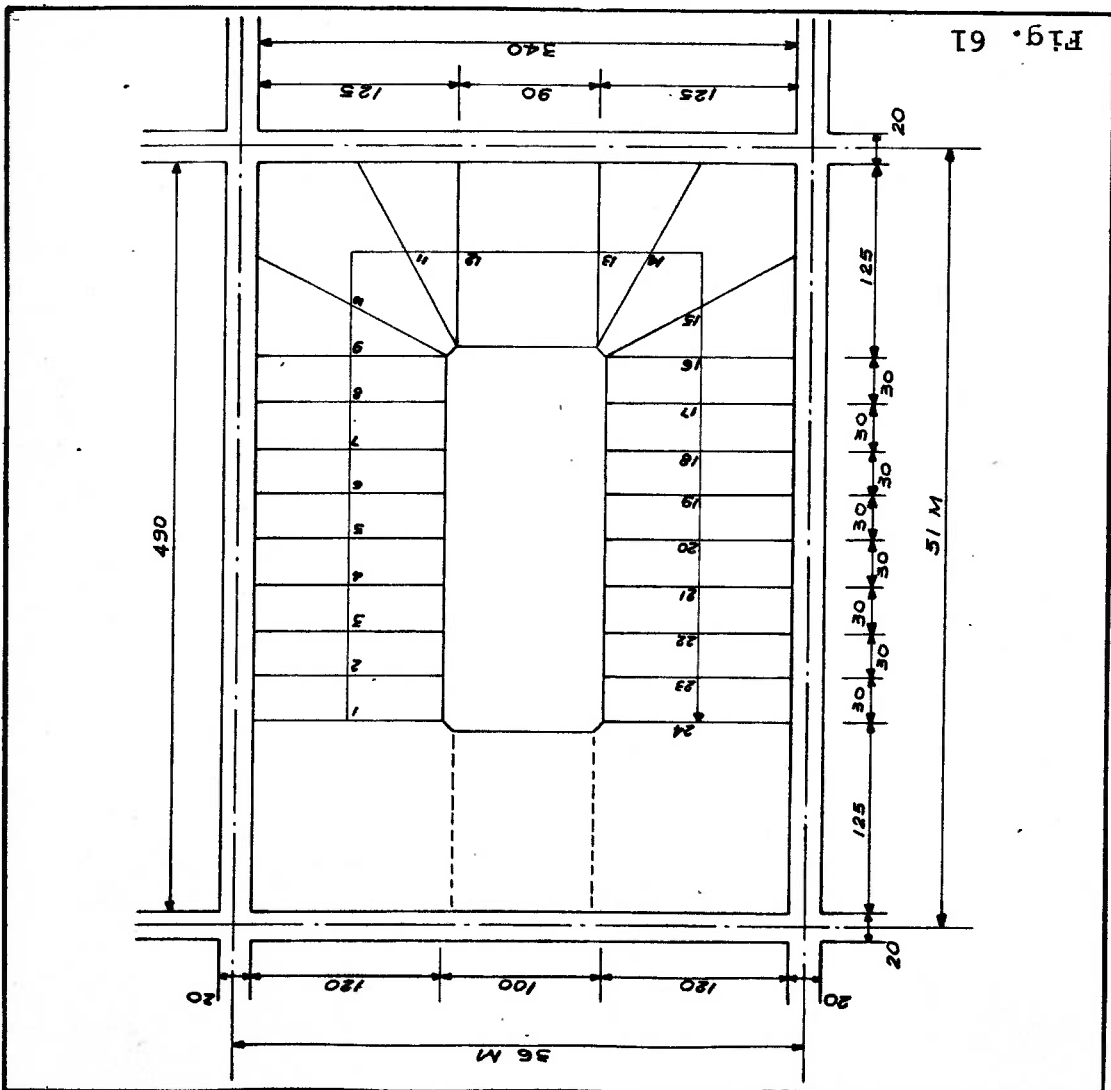


Fig. 60



Os Serviços são constituídos por redes e aparelhos, que se utilizam de componentes semi-terminados, como tubos e fios, de produtos simples como juntas e conexões e compostos como aparelhos sanitários e metais / acessórios. Funcionalmente, tem-se ainda : - paredes / técnicas, blocos técnicos, rede tradicional, árvore pré - montada, unidade completa. Há também, por exemplo, tubulações de barro vidrado, PVC rígido, e ferro galvanizado, o que proporciona uma grande variedade de opções. Embora / ainda não seja muito usada, essa variedade tende a /

#### 4.4.2. SERVIÇOS



restringir-se as funcionais, como paredes técnicas e unidades completas. Analisando cada um dos tipos tem-se / que :-

1 - a rede tradicional sugere as medidas / estabelecidas e tem suas partes cortadas e montadas na própria obra;

2 - a árvore pré montada difere apenas / por ter suas partes montadas na oficina;

3 - o bloco técnico tem suas partes coordenadas dimensionalmente e concentra-

4 - a parede técnica engloba grupos funcionais diferentes como água, esgoto, / eletricidade, calefação, etc.;

5 - a unidade técnica completa resolve todos os aspectos funcionais e construtivos em um único elemento espacial. (2)

No primeiro tipo, todos os elementos devem ser coordenados na obra; no segundo e terceiro, acertase apenas o posicionamento dos acessórios fixos nas obras; no quarto tipo, considera-se as dimensões do vão; e, no quinto, já se tem uma coordenação completa.

Quando se estudam os serviços, um item importante é o de tubos e conexões e sua relação com / diâmetros interno e externo, e como isto afeta os vãos / e os componentes estruturais onde eles se localizam. Em /



A partir daí, pode-se estabelecer uma rede de em malha ortogonal ou não. Em primeiro lugar, deve-se considerar que seriam criados dois planos paralelos ao horizontal por onde passaria toda a tubulação principal. Depois, considerando - se que os diâmetros coordenados são um pouco maiores do que os diâmetros reais, pode-se /

tâncias entre eixos sejam modulares. ( 2 )  
tes verticais e horizontais associados, desde que as distâncias, ainda, realizar uma rede constituída de componentes modulares (  $M/4$ ,  $M/2$ ,  $3M/4$ ,  $M$ ,  $5M/4$  ). Pode-se perceber que os diâmetros de tubos e conexões em apenas 5 medidas do diâmetro coordenado, pode-se reduzir os onze medidas o diâmetro maior. Por tudo isso, através das aproximações, que possuem diâmetros diferentes e aí se consistir-se os diâmetros de coordenação; ou ainda no caso das conexões de cruzamentos, somam-se os reais para então utilizar-se, como, por exemplo, quando se somam dois diâmetros superiores ao diâmetro real; mas isso traz certos problemas exatamente o mesmo do real, ele é um valor imediatamente Como esse diâmetro de coordenação não é /

nação. ( 2 )  
ses diâmetros de coordenação tem-se os espaços de coordenação de  $M/4$  e  $M/2$  e o módulo  $M$  , pois assim, com estes ( em polegadas ) e entre diâmetro coordenado ( em submódulos ( em milímetros ) , entre diâmetro interno / da, deve-se estabelecer uma relação entre diâmetros internos são os diâmetros mais comuns nas construções, e, em segundo lugar, deve-se estabelecer uma seleção de quais /

que deverão se relacionar modularmente, pelo menos nos pontos de intersecção com as redes, as quais adquirirão uma certa flexibilidade com a utilização de uma guarnição - /

tais como aparelhos, metais, dispositivos elétricos, etc., Há também uma série de acessórios fixos,

- 1) O diâmetro dos tubos;
- 2) O seu relacionamento locacional;
- 3) A posição relativa de cada peça da rede;
- 4) O estudo das peças do mercado.

possível estabelecer :-

A partir desses estudos realizados, é /

ditos valores sub-modulares  $(M'/4)$ . ( 2 )

dimensão de cada peça um valor novo modular além de ou -

4). Desta forma, para cada ângulo deve-se acrescentar a /

Los auxiliares relacionados com este ângulo  $(M' = M/\cos/$

ângulo  $\phi$ , o qual poderá determinar a criação de módulo -

palmente para esgotos. Essas derivações obedecem um certo

não ortogonais, sendo geralmente em forma de "Y", princí-

No entanto, é comum o uso de derivações /

des de água e electricidade e  $M/2$  para as de esgoto. ( 2 )

ficção da série, podendo-se, assim, adotar  $M/4$  para re -

do nesses espaços de enchimento, tem-se uma grande simpli-

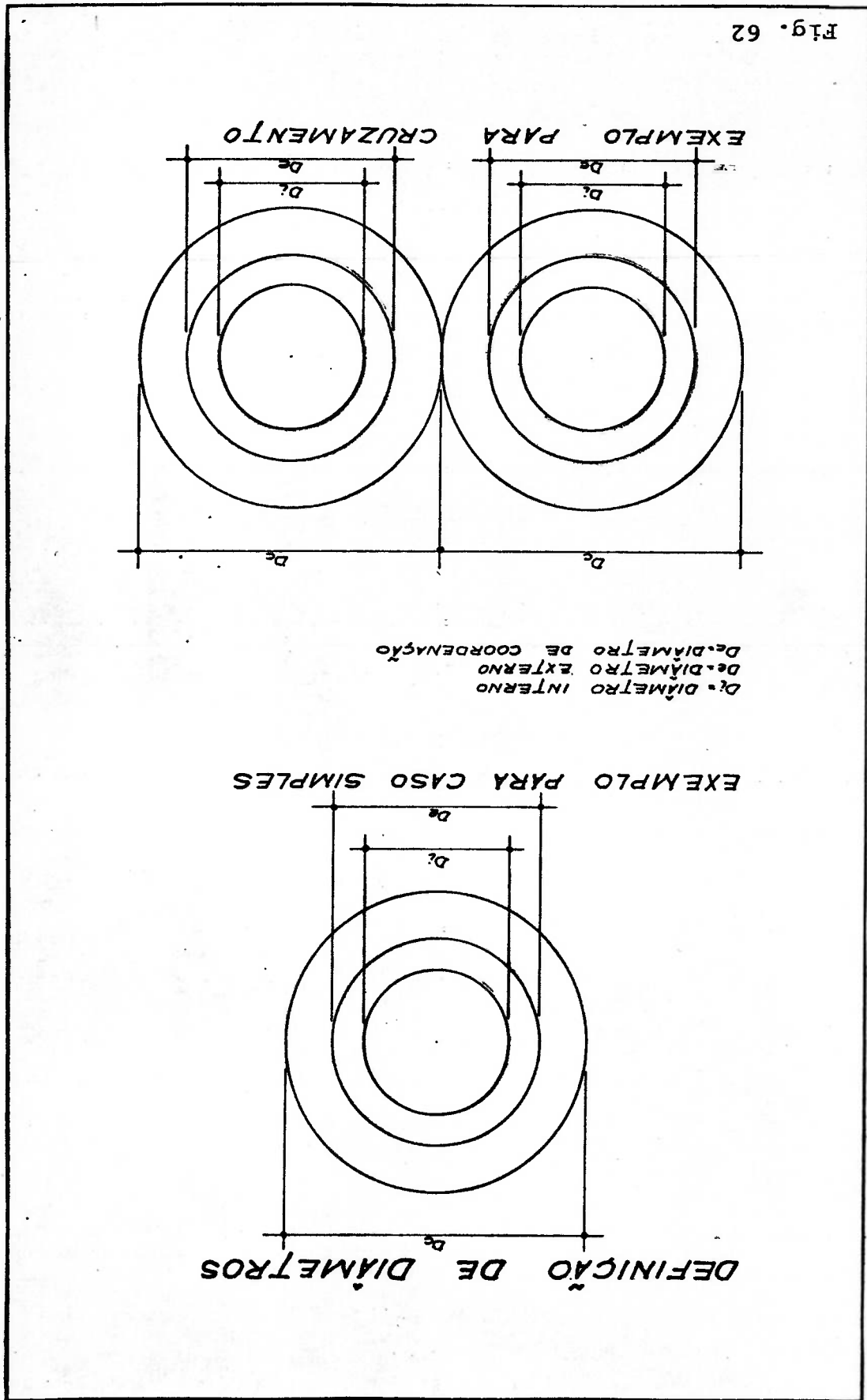
No entanto, se o sub-módulo for aumenta-

extravazam o espaço de coordenação. ( 2 )

elas forem feitas ortogonalmente e forem de ponta e bolsa

do essas conexões forem entre duas redes paralelas, e se /

Incluir também as conexões nesses espaços, a não ser quan



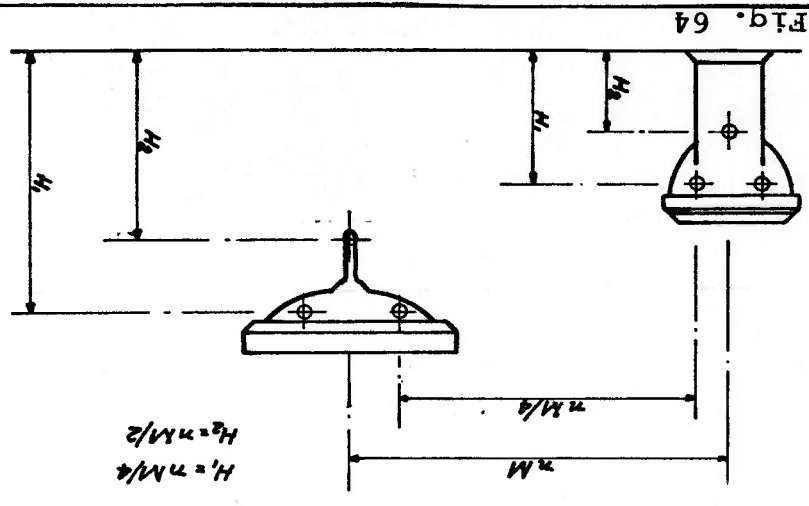
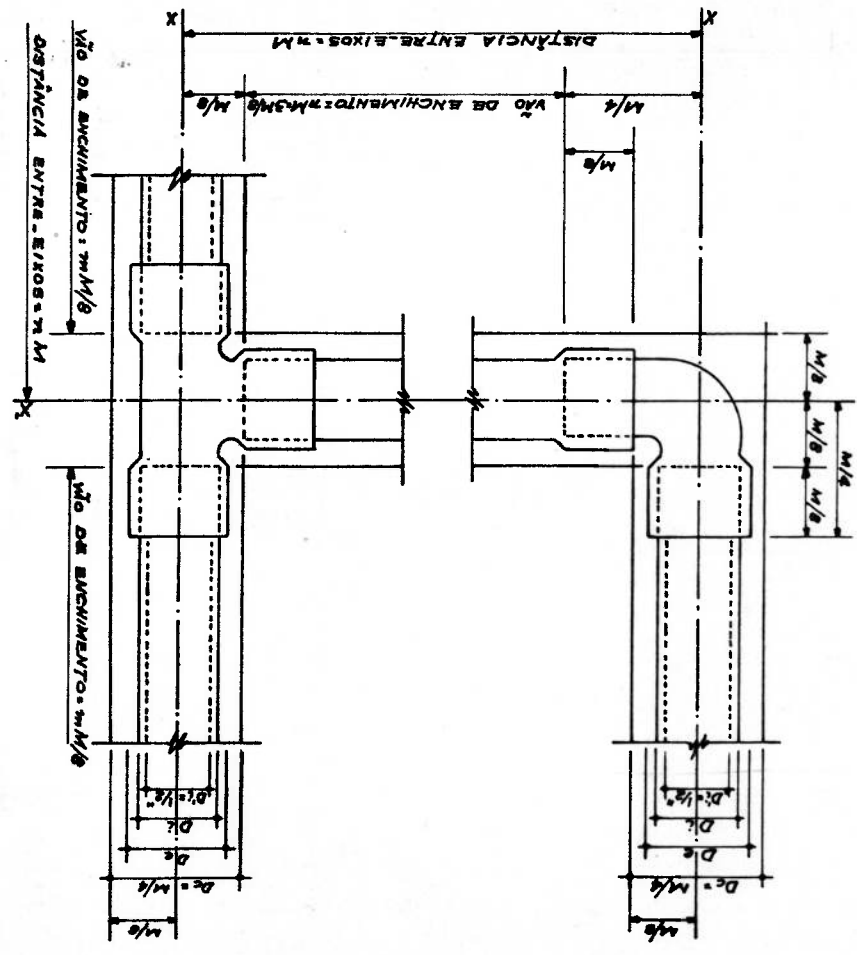


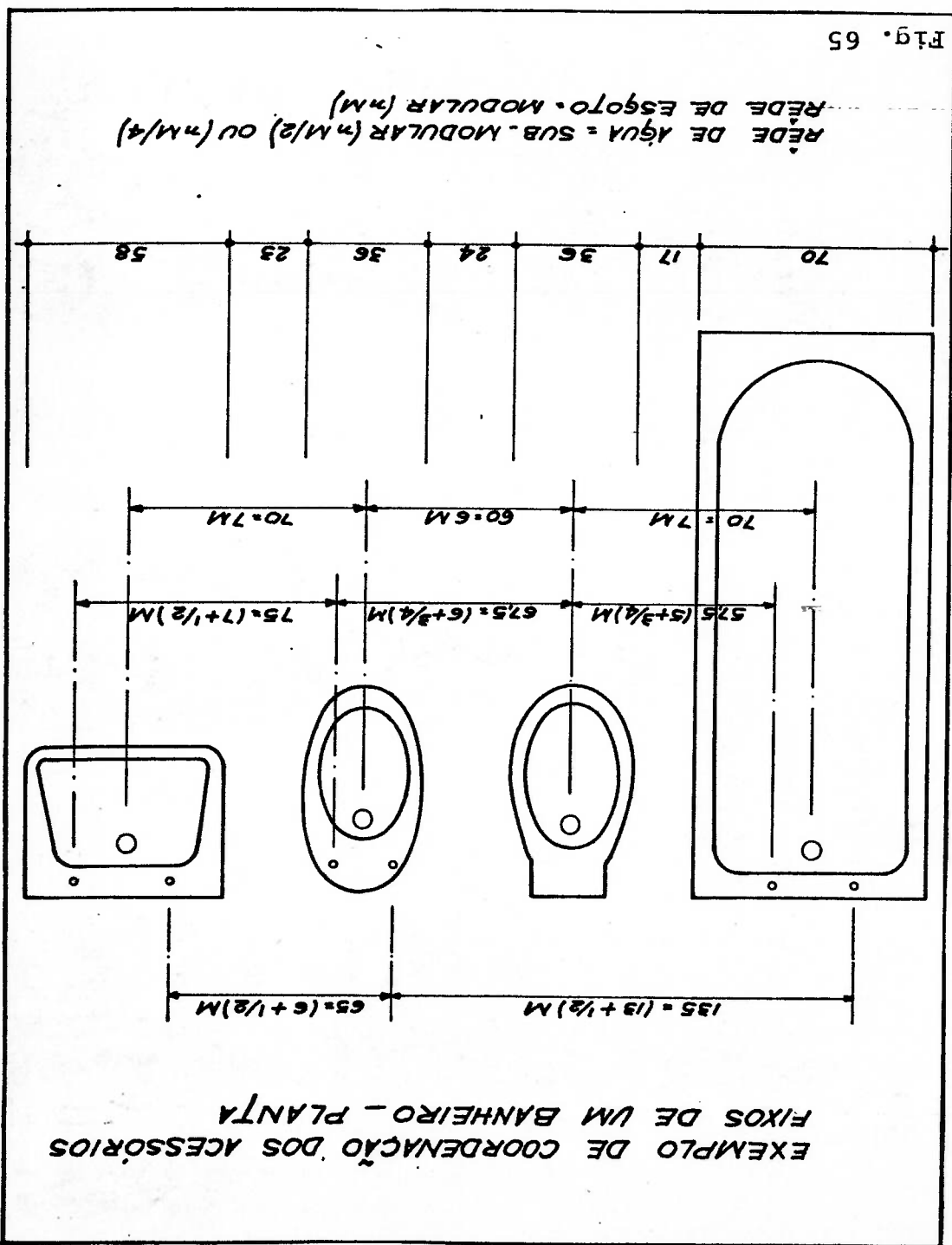
Fig. 63  
 EXEMPLO DE COORDENAÇÃO DOS ACESSÓRIOS FIXOS DE UM BANHEIRO - ELEVADO



METODO DE ENTRE-EIXOS

Neste caso, também são válidos todos os aspectos já levantados sobre a coordenação modular. Aqui também, há a possibilidade de existência de novos módulos estruturais. No entanto, seguem os mesmos critérios para a escolha, que são os econômicos e tecnológicos.

4.4.3. ESTRUTURA



cos, além do que, a estrutura não deve interferir na relação espacial já existente.

Outros fatores também influem na estrutura, tais como: - legislação, dimensões do lote e da obra, fundações, cargas e sua distribuição, existência ou não de sub-solo, existência ou não de área livre sob o edifício, altura possível das vigas (sem causarem grandes interferências nos pés-direitos baixos, os quais geralmente não permitem vigas para vãos maiores que 4,0 m), etc..

Em primeiro lugar, o dimensionamento dos pilares depende do material e técnica empregados. No entanto, como se trata de um sistema que pretende ser econômico, a estrutura em concreto armado, ao que parece, torna-se mais viável. Assim, foram feitos cuidadosos estudos e cálculos para pilares de  $400 \text{ cm}^2$  ( $2 \text{ M} \times 2 \text{ M}$ ) até  $10000 \text{ cm}^2$  e respondendo assim a todas as necessidades. (2) Os pilares preferenciais devem ser localizados por eixo de forma simétrica; no entanto, é possível uma localização excêntrica comum deslocamento múltiplo de  $M/4$ . (2)

Os pilares podem ser :-

- a) feitos "in loco" e com grande variação dimensional;
- b) pré - moldados mas com uma variação dimensional menor;
- c) pré - moldados em usina tendo uma

variação dimensional menor, mas tendo grandes variações de cargas, pois po-

dem ser ocios, tendo assim sua seção /  
 útil variável, e compatibilizando-se /  
 melhor, com as vigas.

As vigas devem integrar-se perfeitamente com os vãos, havendo, em geral, uma coincidência das fôrças. Nesse caso, os vãos em vez de preencherem o espaço entre o piso e o forro, preencherão os espaços entre o piso e a viga. Para que não seja anti-econômica, essa viga será sub-modular. (  $M/2$  ). Se for considerando que a viga ocupa o espaço entre o batente da porta e o peso próprio, para as alturas de pavimentos já escolhidos, tem-se:

Fig. 66 ( 2 )

ALTURA DO PISO		ESPESURA DE ACABAMENTO E FAIXA DE REGUL. DO PISO			
(CM)	3 M/4	(CM)	2 M/4	(CM)	M/4
32 M	92,5	37	95,0	38	97,5
30 M	72,5	29	75,0	30	77,5
28 M	52,5	21	55,0	22	57,5
26 M	32,5	13	35,0	14	37,5

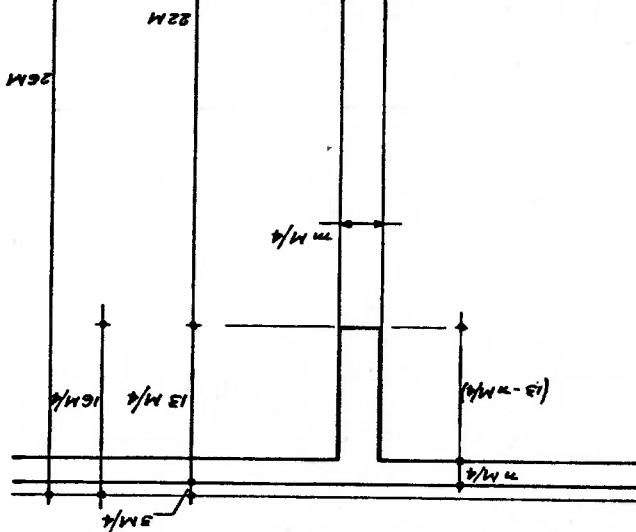


Fig. 66

As vigas na largura são sub-múltiplos / de M/4, mas, por razões econômicas e geométricas, é interessante que estas não variem muito. Obedecendo o dimensionamento dos pilares, as vigas têm uma variação sub-módular de M/4 no seu comprimento dos dois lados, ou M/2 de apenas um lado, e a sua locação obedece o eixo 3M. Deve-se ainda considerar a estrutura compatível com os vedos, e, como muitas vezes não é possível que os dois sejam separados, deve-se considerar a possibilidade de utilização de elementos especiais de fechamento. ( 2 )

Assim, praticamente finalizando os conceitos teóricos com este estudo dos sub-sistemas, pode-se analisar uma parte da edificação que não chega a ser um sub-sistema, mas que desempenha um papel de similar importância, que seriam os vedos e a cobertura. Deve-se conhecer a classificação dos componentes para vedos e cobertura e como eles são dimensionados e empregados.

#### 4.4.4. COMPONENTES PARA VEDOS

Os componentes para vedos podem ser classificados em primários e secundários.

Primários são os componentes indispensáveis para permitir que os vedos desempenhem suas funções/principais, as quais são a compartimentação e a habitabilidade resultando a qualificação do espaço. Tijolos, blocos, painéis são componentes primários. ( 2 )

- Tijolos :- Para os tijolos, podemos estabelecer os seguintes requisitos: Fig.





1) Apresentar facilidade de manuseio pelo

pedreiro, resultante de formato adequa

do e de peso reduzido ; as operações /

manuais podem ser classificadas em dois

típos : - mono-manuais e bi-manuais, /

conforme sejam realizadas a uma ou /

duas mãos. Apesar da história deste /

material revelar a existência de forma

tos que exigiram operações bi-manuais,

hoje o tijolo maciço de barro cozido é

normalmente manuseado com uma mão. A /

maior frequência de assentamento é de /

meio-tijolo ou um tijolo; nestes casos

a dimensão interessada no manuseio é a

largura do elemento. Esta deve portan-

to ser antropométrica, isto é corres -

ponder à largura da palma da mão. A me

diada de 10 cm atende a esse requisito.

2) Ter medidas que permitam alternativas /

de aparelhos visando facilitar a amar-

ração dos elementos : - este requisito /

é atendido pela regra de Frisch :

$$C = 2L + j_v \quad \text{onde}$$

$$L = 2H j_v$$

C = comprimento

L = largura

H = altura

$j_v$  = espessura da junta vertical

- 3) Ter uma seção que, na operação de secagem e no forno, não provoque uma retração excessiva de argila.

- 4) Ser de fácil moldagem

- 5) Permitir associação em vedos modulares :- será portanto observada a seguinte relação :  $1/2 \text{ tijolo} = M; 1 \text{ tijolo} = 2M$  ( 2 )

- Blocos de Concreto : as medidas básicas normais do mercado para blocos de concreto são atualmente : - 20 x 20 x 40 cm. Fig. 68

Para operações bi-manuais, esse formato, como a prática demonstra, deve ser considerado ótimo. Para efeito da coordenação planimétrica, melhor seria adotar / para o comprimento, um multi-módulo 3M, uma vez que assim seria obtida a coincidência do espaço modular do componente / com o do projeto. Todavia, isso é economicamente desfavorável em relação ao primeiro em virtude de aumentar o número de juntas.

O formato maior do que o adotado para os tijolos, exige uma gama maior de me-

didadas, para resolver os problemas que surgem das seguintes, condições :-

1) Posição das juntas horizontais com relação à quadrícula multimodular 3M;

2) União e cruzamentos de paredes;

3) Aberturas de vãos ou compatibilização com componentes secundários;

4) Cantos ou terminações de paredes;

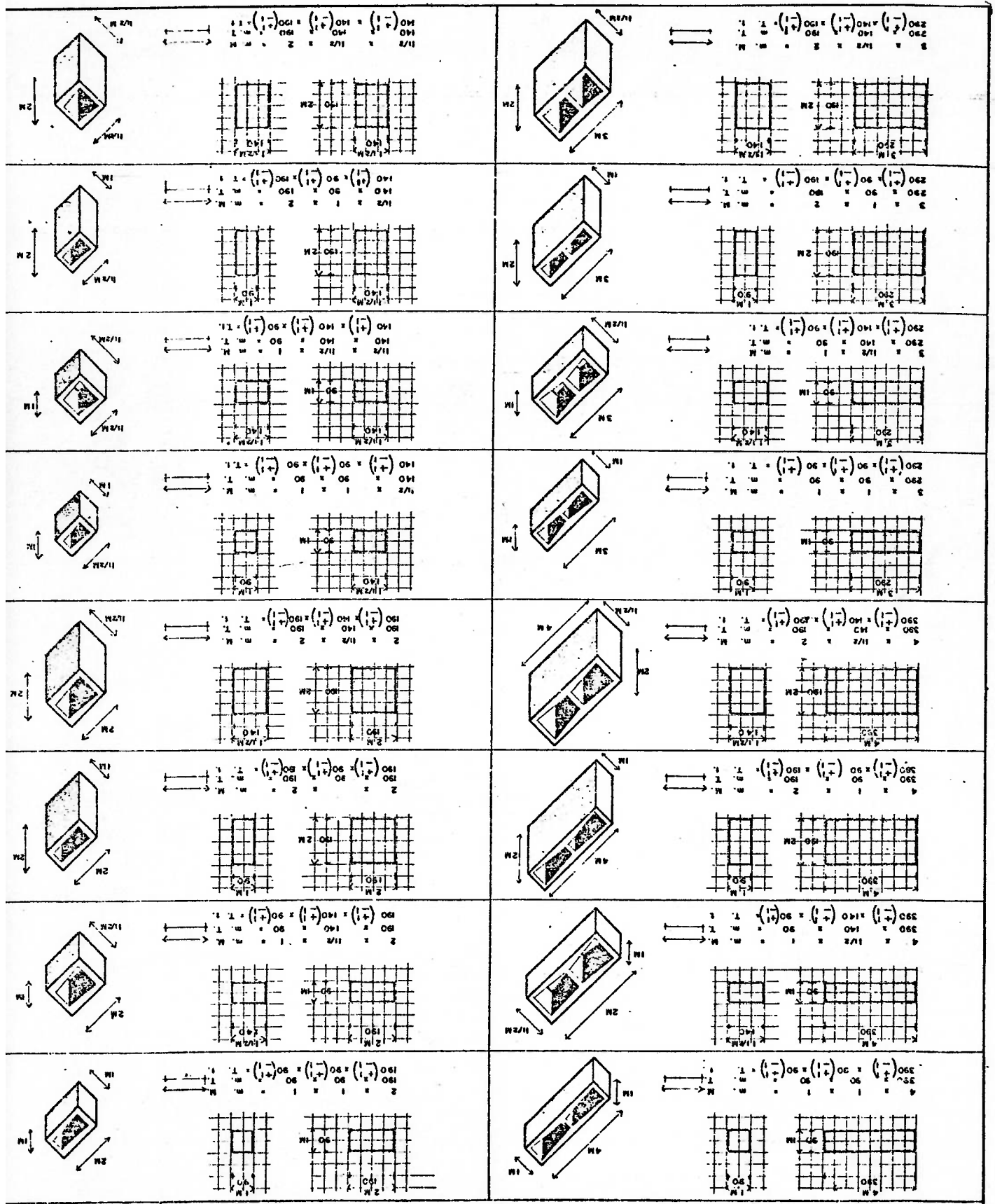
5) Dispensa de revestimentos e acabamentos (alvenaria à vista) ;

6) Coincidência dos furos para a passagem de tubulações.

Essas condições fazem com que a variedade necessária seja excessiva. ( 2 )

- Painéis de Concreto :- admitindo-se o uso das quadrículas planimétrica 3M e/ altimétrica 2M, as pesquisas efetuadas em vários países sugerem, para a largura, 3 séries básicas :- 6M, 9M, 12M. Quanto à espessura, 3 medidas podem ser consideradas suficientes :- 3M/4, 4M/4, 5M/4.

Quanto à compensação da altura, dois aspectos chamam a atenção no que se refere aos vedos verticais :-



**TAMANOS MODULADOS DE BLOQUES DE CEMENTO**  
 Para uniones normalizadas de 10 mm = "U" normal

**Smbolos:**  
 U = 10 mm = Unión  
 M = módulo = 10 cm  
 m.M. = medida modular  
 T.t. = tolerancia  
 m.m. = milímetro  
 m.T. = medida de traba

- a colocação pode ser efetuada na obra / bruta, isto é, sem o acabamento de piso e forro.

- com a variedade do pé-direito, necessã- ria para atender às variações do pavim- mento, a compensação da altura exige pé- gas especiais de fechamento. ( 2 )

Os componentes SECUNDÁRIOS dos vedos são/ constituídos de portas, janelas, caixilhos e vidros. Fig. 69 e 70.

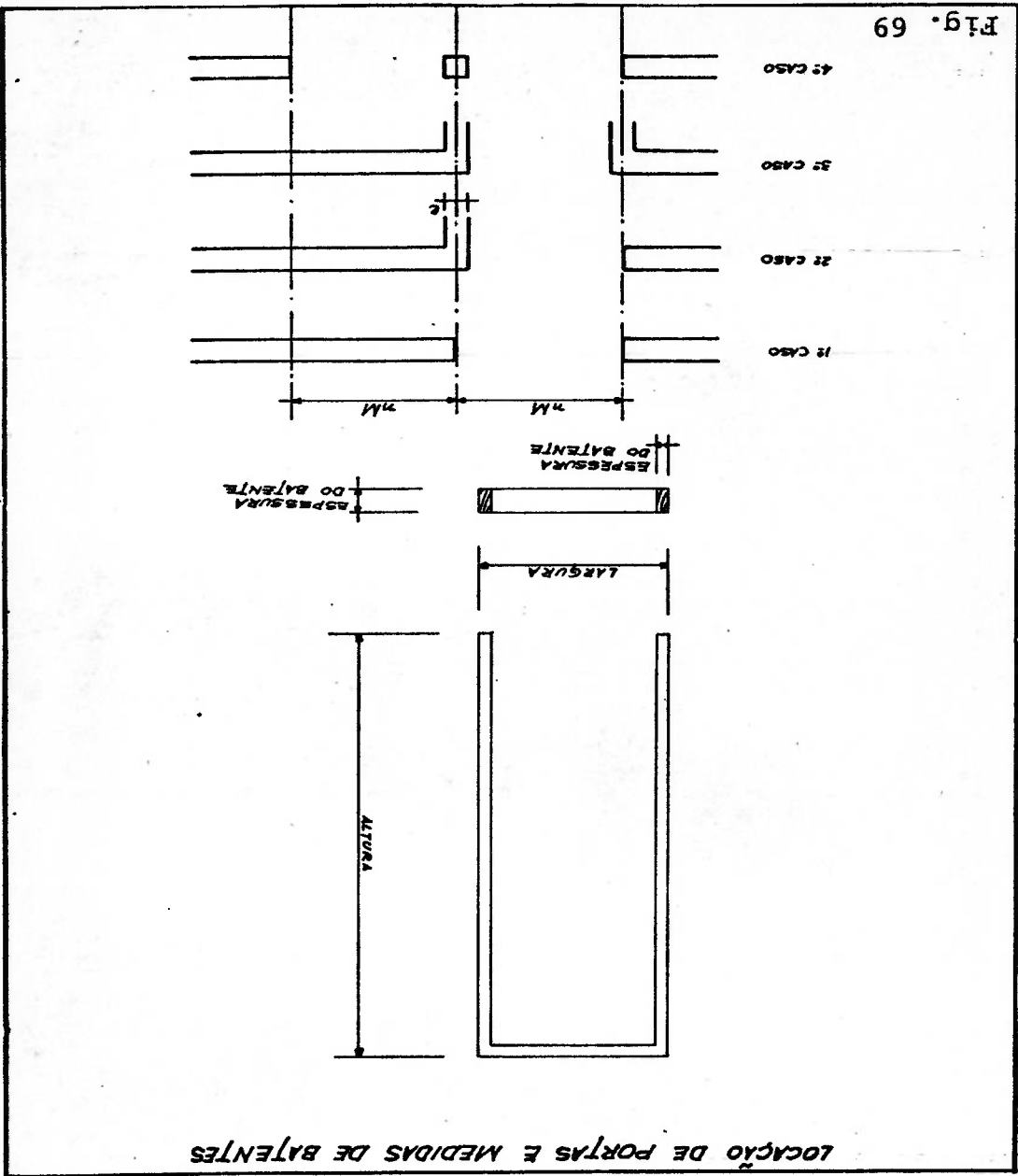
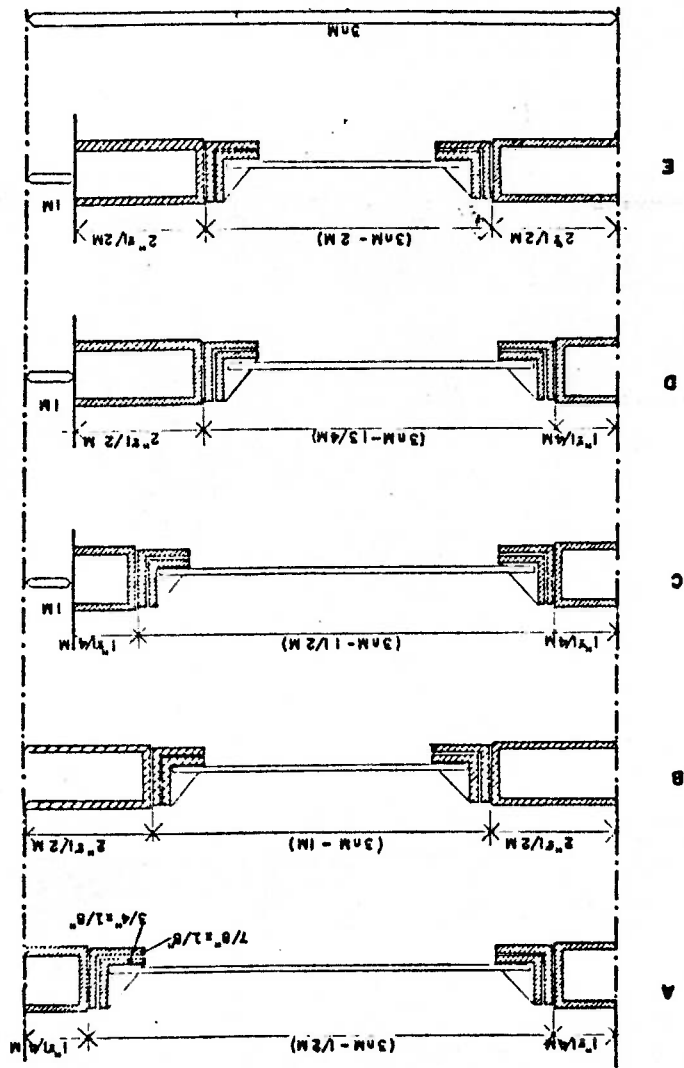


Fig. 70

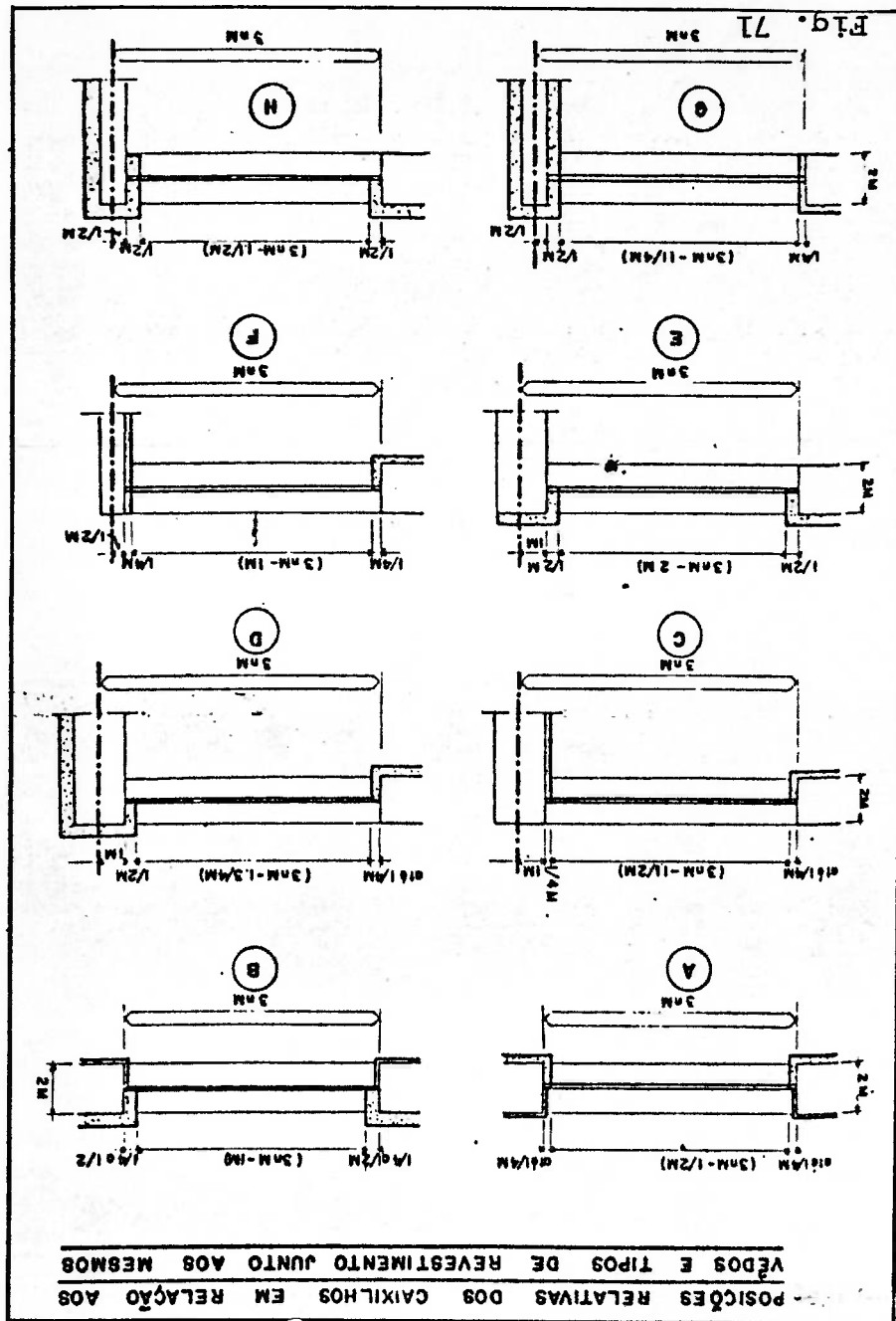


DETALHE DOS CAIXILHOS E PEÇAS ESPECIAIS

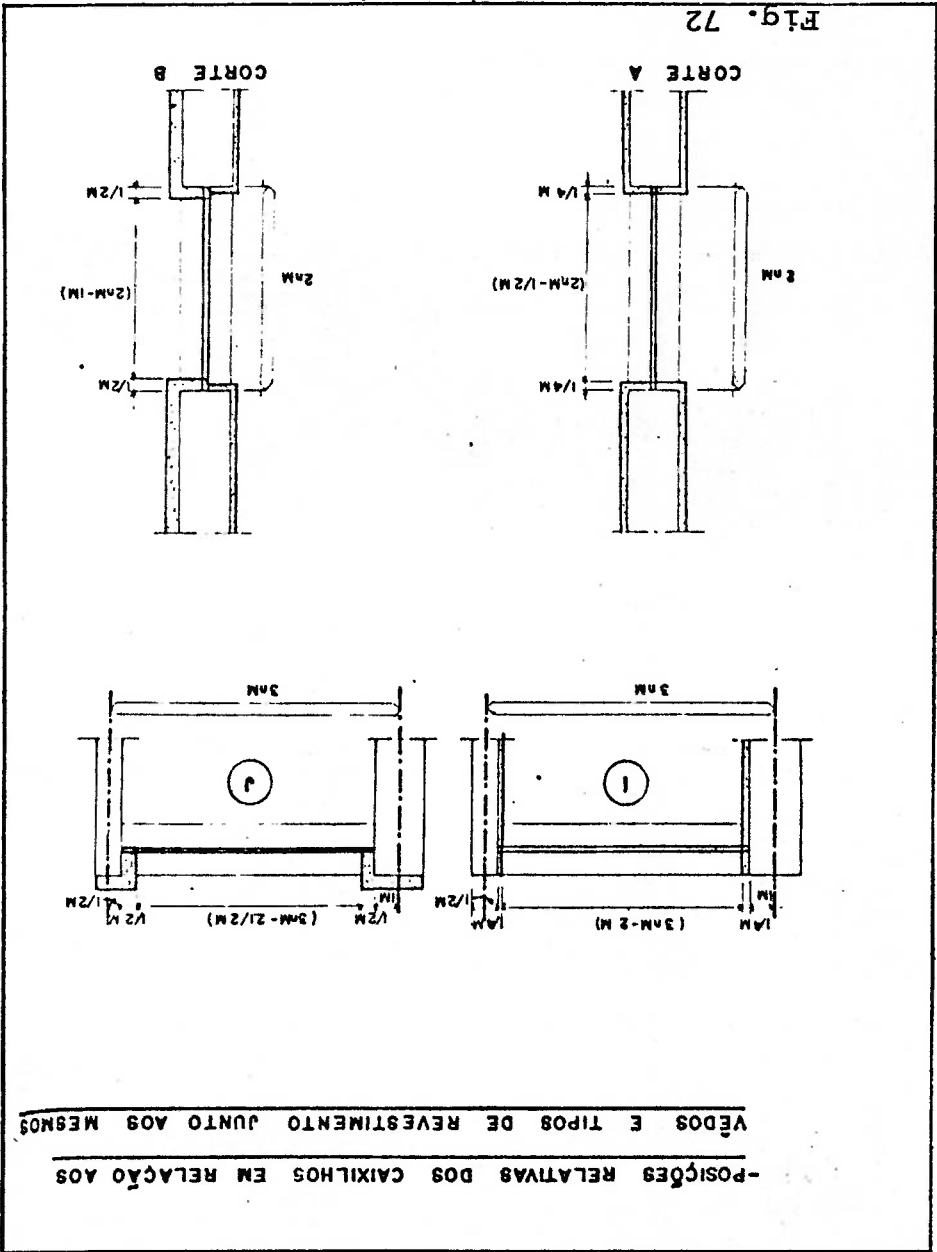
- Portas e janelas de madeira : tanto uma porta como uma janela podem genericamente utilizar um ajuste vão-enchimento.

O que realmente interessa são as medidas/externas dos batentes e a largura dos montantes, uma vez que somente estas mantêm uma relação de reciprocidade com os componentes de alvenaria. ( 2 )

Os casos principais que podem apresentar-se são :- Fig. 71 e 72.







1) elemento locado em parede isolada, sem interferência de outra transversal :-/ o vão é modular;

2) elemento locado em parede com interferência de outra transversal adjacente: o vão é modular ou sub-modular, dependendo da espessura da parede transversal;

3) elemento locado em parede ou corredor, com interferência de paredes adjacentes transversais dos dois lados :- o vão modular ou sub-modular, dependendo da espessura das paredes transversais;

4) dois elementos em parede isolada, separados por faixa ou espaleta de alvenaria :- o vão é modular ou sub-modular, dependendo da largura da faixa. ( 2 )

- Caixilhos :- para os caixilhos, também adotamos os multi-módulos 3M e 2M, respectivamente para a coordenação planimétrica e altimétrica. ( 2 )

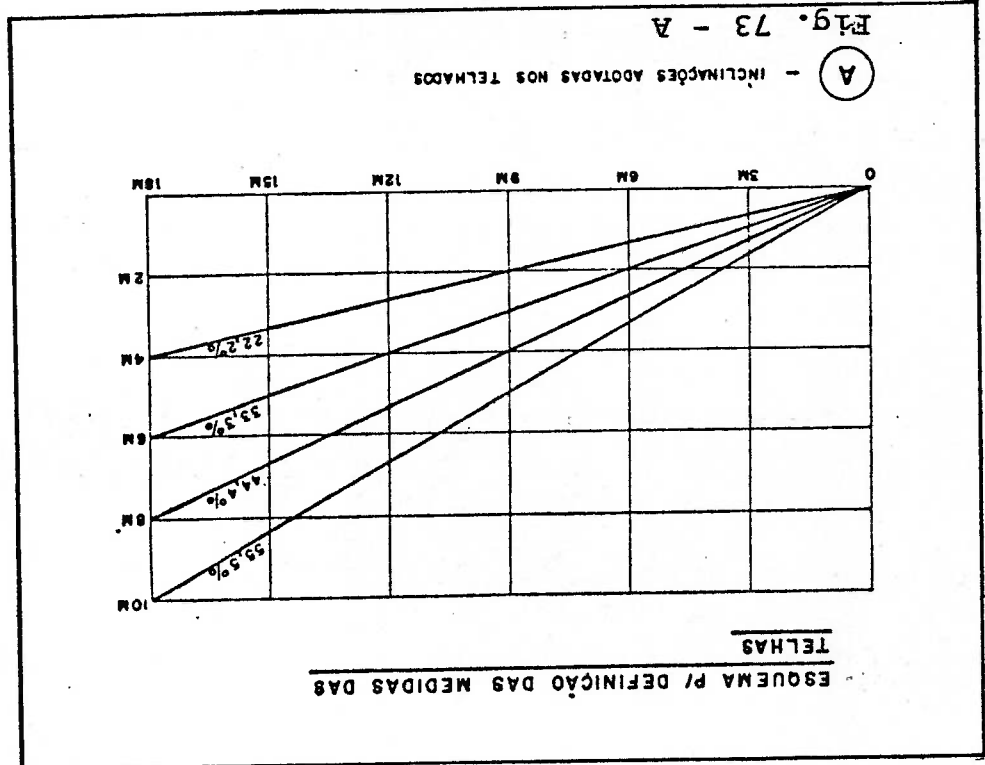
#### 4.4.5. COMPONENTES PARA COBERTURAS E FORROS

Coberturas inclinadas :- A inclinação ou declividade, representada pelo ângulo que o plano forma com o horizonte é variável, dependendo de requisitos funcionais e estéticos.

Mantendo-se o multi-módulo horizontal 3M/ e o vertical 2M, devem-se procurar a coincidência de alguns pontos críticos do telhado com pontos da quadrícula vertical 3M x 2M. As medidas dos componentes não serão / portanto modulares, mas múltiplas de um módulo auxiliar / derivado do módulo básico e que com ele mantem a relação

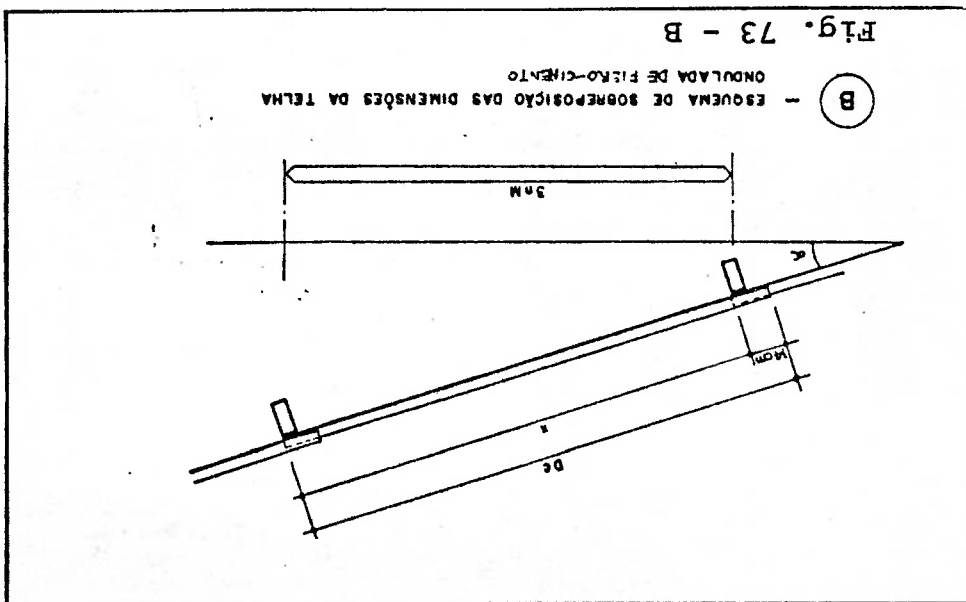
$$\frac{\bar{M}}{M} = \frac{\cos \alpha}{\cos \alpha}$$

onde  $\alpha$  é o ângulo de inclinação com a horizontal. Fig. 73 ( 2 )



Coberturas Planas :- destina-se aos componentes de lajes semi-pré-fabricadas tipo Volterrana, aos elementos estruturais pré-moldados com perfis T, duplo T, Y, calhas, Z, etc., assim como as tipo canaletes. A largura do formato básico das peças pode ser em geral 9M. Para os elementos tipo calha, a largura útil será modular 3M, preferencialmente 9M, devendo - se considerar a sobreposição lateral de 10 cm. ( 2 )

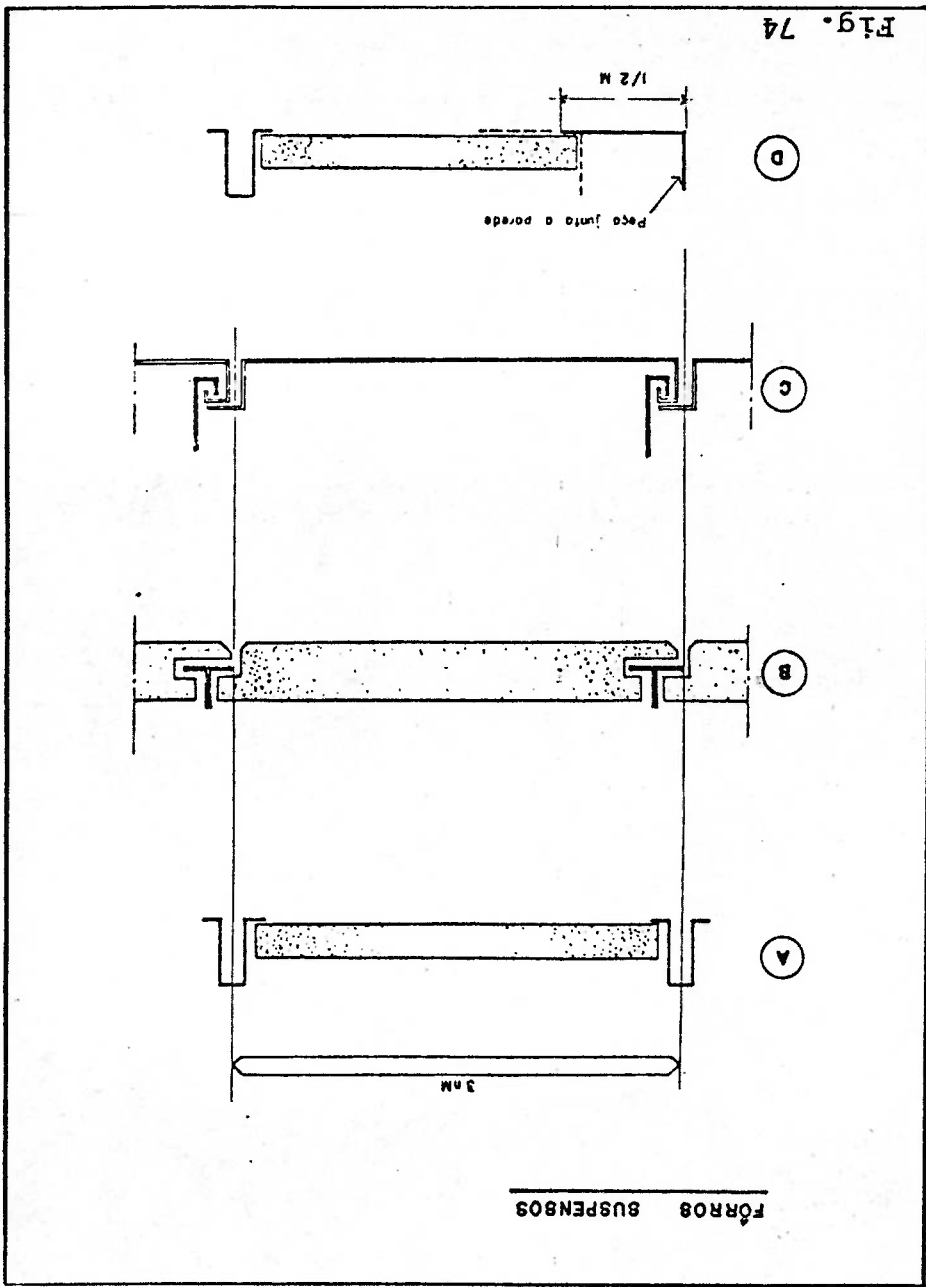
Forros suspensos :- a problemática dos forros também se identifica com a existência de zonas coordenadas originadas pela interferência de vedos verticais / perimetrais com o respectivo revestimento e acabamento. / São necessárias, portanto, peças especiais de fechamento /



assim como é obviamente conveniente deslocar a quadrícula de maneira a obter a simetria da locação.

A solução pode ser facilitada para os moldes que utilizam perfis metálicos de sustentação. Fig. /

74 ( 2 )



adotado na quadricula de projeto.  
estudo o arquiteto deverá definir o multi-módulo a ser /  
do sobre papel quadriculado modular. Na execução desse /  
projeto será a execução de um esboço preliminar realiza-  
O primeiro passo a ser dado no estudo do /

mente proporcionais as dimensões dos componentes.  
aplicação da coordenação modular, ou seja, são inversa -  
plexidade de projeto é proporcional à complexidade de /  
De um modo geral, portanto, o grau de com -

para dar assistência à colocação. ( 2 )  
não têm uma estrutura técnica adequada /  
cordar em produzir componentes modulares,  
telhas, embora em princípio possam con -  
vencionais tais como os tijolos, blocos,  
- os fabricantes de alguns materiais con -  
aos princípios da coordenação modular!

ão para facilitar na obra a obediência /  
- é necessário estudar os detalhes de uni-  
pologia, variada;

- o número de componentes é grande e a ti-  
complexo, uma vez que :-  
com componentes de pequenas dimensões, exige um projeto/  
fícios tradicionais, isto é, executados principalmente /  
A aplicação da coordenação modular em edi-

## 5.1. INTRODUÇÃO

### 5 - APLICAÇÃO NO PROJETO

consideração dos detalhes; isto porque o desenho livre /

vel logo após o primeiro rascunho ou croqui, faz-se a /

Na prática do projeto modular, é aconselhá-

quadricula de referência será 1M.

ções das juntas, serão desenhados em escala natural e a /

te os que estabelecem e definem tipos, perfis e dimen-

Os detalhes mais importantes, especialmen-

ra se proceder à escolha dos componentes de série. ( 2 )

- caracterizar os detalhes necessários pa-

turais;

- identificar e definir os problemas estru-

ta organização do espaço são atendidos;

- verificar se as exigências funcionais e /

O esboço preliminar será utilizado para :-

tes de grandes dimensões, acima de 24M.

- 15M onde houver prevalência de componen-

tes de dimensões médias até 24M;

- 12M onde houver prevalência de componen-

tes de dimensões médias de 9M;

- 9M onde houver prevalência de componen-

4M;

tes de pequenas dimensões, cujas medidas sejam iguais a /

- 6M onde houver prevalência de componen-

tes de pequenas dimensões;

- 3M onde houver prevalência de componen-

aconselhados são os seguintes :

Os multi-módulos horizontais de projeto /

das partes do edificio em funçao de uma livre execucao /  
na obra, nao e mais possivel pois todos estao sujeitos a  
uma disciplina comum. No desenvolvimento dos detalhes, as  
exigencias tecnico-constructivas devem merecer preferen-  
cia, evitando-se que as modulares possam prevalecer sobre  
solucoes tecnicas corretas, isto e, todos os aspectos de-  
vem ser considerados na justa medida. Ja vimos que os as-  
pectos mais criticos se apresentam nos cruzamentos dos /  
vedos e e ai que o arquiteto devera se deter com mais /  
cuidado, jogando com habilidade as varias alternativas /  
de locacao.

De posse dos detalhes, o arquiteto procurara  
ra nos catalogos dos fabricantes, os componentes que sa-  
tistagam as condicoes estabelecidas e verificara a con-  
gruencia.

Via de regra, modificacoes sao sempre in-  
troduzidas quando os esboços preliminares sao transformã-  
dos no projeto definitivo.

Assim, o resultado final desta primeira fa-  
se e uma planta modular que mostra os principais compo-  
nentes modulares na sua posicao definitiva na quadricula  
modular de referencia. ( 2 )

Escolhidos os componentes e definida a /  
planta geral, o projeto podera receber a sua feicao defi-  
nitiva.

Os desenhos serao, entao, elaborados tendo  
em vista as exigencias da obra ; logo, tres tipos serao  
necessarios. O primeiro, constituido pela planta de loca-  
cao geral, mostrara os eixos principais modulares, seu /





A industrialização da construção é uma das metas para a qual a arquitetura atual se dirige a fim de resolver o problema da escassez de habitações.

O principal intuito da pré-fabricação/é levar a maior parte possível dos trabalhos do canteiro/para as oficinas e as usinas, onde as condições de trabalho são melhores, tanto para a produção em série como para o controle dos materiais, matérias primas e produtos acabados. ( 12 )

O erro de considerar uma casa como pré-fabricada pelo simples fato de suas paredes externas serem de painéis pré-fabricados, deve, entretanto, ser corrigido. Outro tipo mal entendido é pensar que a pré-fabricação significa necessariamente grandes elementos. Na verdade, até tijolos e blocos de cimento são todos componentes pré-fabricados de construção. Considerando-se na pré-fabricação, as duas opções de industrialização ( aberta e fechada ), pode-se então destacar mais uma vez o papel influente da coordenação modular na pré-fabricação fechada. Esse tipo se caracteriza por uma maioria de elementos fornecidos pelo mesmo fabricante ou por um pequeno grupo de fabricantes, conforme foi visto anteriormente. Logo, é suficiente adotar convenções válidas exclusivamente no âmbito considerado. O outro caso é a pré-fabricação aberta, /que utiliza elementos produzidos por fabricantes diferentes. Neste caso, as convenções são aceitas totalmente no/

âmbito de certas fronteiras econômicas ( regionais, nacio-  
nais, continentais, etc. ) . ( 12 )

### 5.2.1. ESTADO ATUAL DA PRÉ-FABRICAÇÃO

Na Alemanha, nos anos 50, inicia-se a en-  
trada de mão de obra estrangeira, a qual viria modificar/  
as bases dos sistemas construtivos, porém isso ocorre em/  
apenas alguns setores como na construção de Universidades.  
Com o desenvolvimento das técnicas, porém a pré-fabrica-  
ção estendeu-se atingindo o campo das pequenas casas, /  
onde tomou certo impulso.

A esmagadora maioria dessas casas pré -  
fabricadas é de madeira, embora atualmente já se utilizem/  
no lugar da madeira, outros revestimentos, tais como pla-  
cas de fibrocimento, alumínio, placas onduladas de fibras/  
artificiais, placas cerâmicas reboque de resinas sinteti-  
cas, madeira contraplacada, etc. ( 12 )

Simultaneamente, o restante das constru-  
ções pré-fabricadas é feito de concreto leve ou pesado. Es-  
te tipo de solução, embora seja mais homogêneo, não permiti-  
te uma variação tão grande na planta. No final da década /  
de 60, na Alemanha, já existiam mais de 400 empresas dedi-  
cadas à pré-fabricação, embora 50 delas detivessem 75% do/  
mercado. ( 12 )

### 5.2.2. A PRÉ-FABRICAÇÃO EM CONCRETO

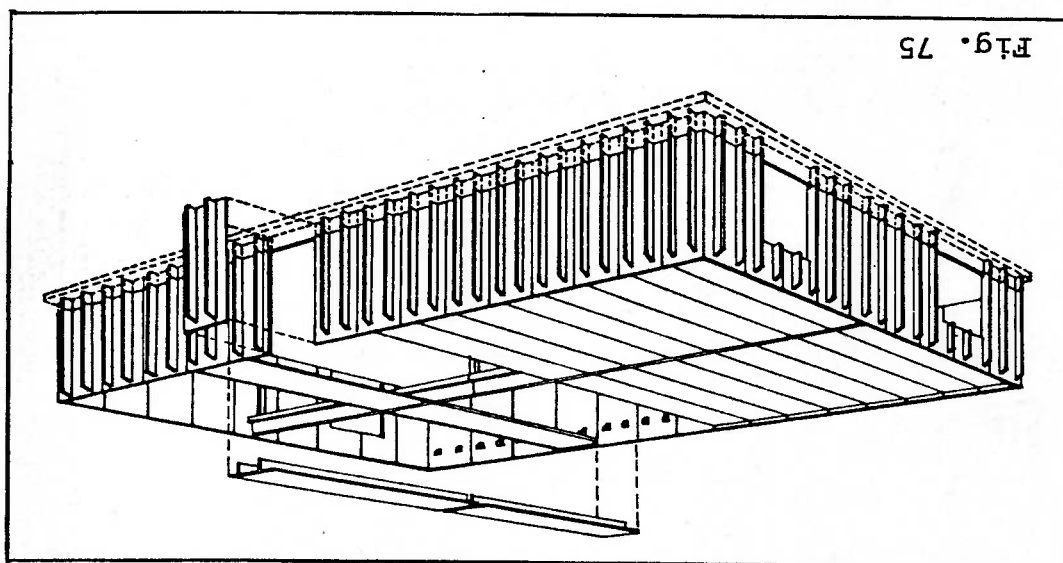
Este foi um dos campos em que a construção pré-fabricada mais se desenvolveu, atingindo índices de crescimento fantásticos. Mas para que todo este crescimento e desenvolvimento tecnológico seja corretamente aproveitado, deve-se considerar as potencialidades dessa indústria desde quando se inicia o projeto de uma edificação. Assim, para que este projeto seja feito corretamente, deve-se empregar a teoria da coordenação modular, conforme já foi visto, e deve-se ainda considerar a obra sob outros aspectos que foram estabelecendo certos princípios a partir da prática, dos métodos existentes, e / mesmo das teorias estudadas.

Em primeiro lugar, deve-se considerar / que estes elementos pré-fabricados em concreto, geralmente são de grandes dimensões e são bastante semelhantes, / mesmo quando feitos por fabricantes diferentes, sendo / que a única diferença está no fato da peça ser de concreto armado ou protendido, mas mesmo assim há grande semelhança entre os fabricantes, pois para cada tipo de elemento ou finalidade há algum tipo determinado ou ideal, / e, portanto, já se tem assim a escolha do tipo de concreto. ( 12 )

Quanto ao projeto, deve-se considerar / que o número de elementos em cada edifício deve ser o menor possível, por isso, o projeto precisa ser feito levando-se em conta o sistema a ser utilizado. Além disso, é interessante que não se utilize unidades diferentes nos elementos; por isso, muitas vezes são adaptados elementos horizontais (laje ou cobertura) para fechamento vertical (parede).

A madeira é um material considerado tí-  
 pico para residências, desde a idade média, principal-  
 mente por envolver processos construtivos simples e por /  
 não necessitar de grandes instalações para preparar a ma-  
 téria prima, ou seja, as carpintarias são bastante sim-  
 ples. Geralmente, essas casas tem como elementos princi-  
 pais : - os revestimentos, o teto, as gelosias, as vigas, /

### 5.2.3.A PRE-FABRICAÇÃO EM MADEIRA



TT e em U. ( 12 ) Fig. 75  
 redes, quase sempre as exteriores, sendo um exemplo tí-  
 pico o das construções que utilizam placas de concreto em

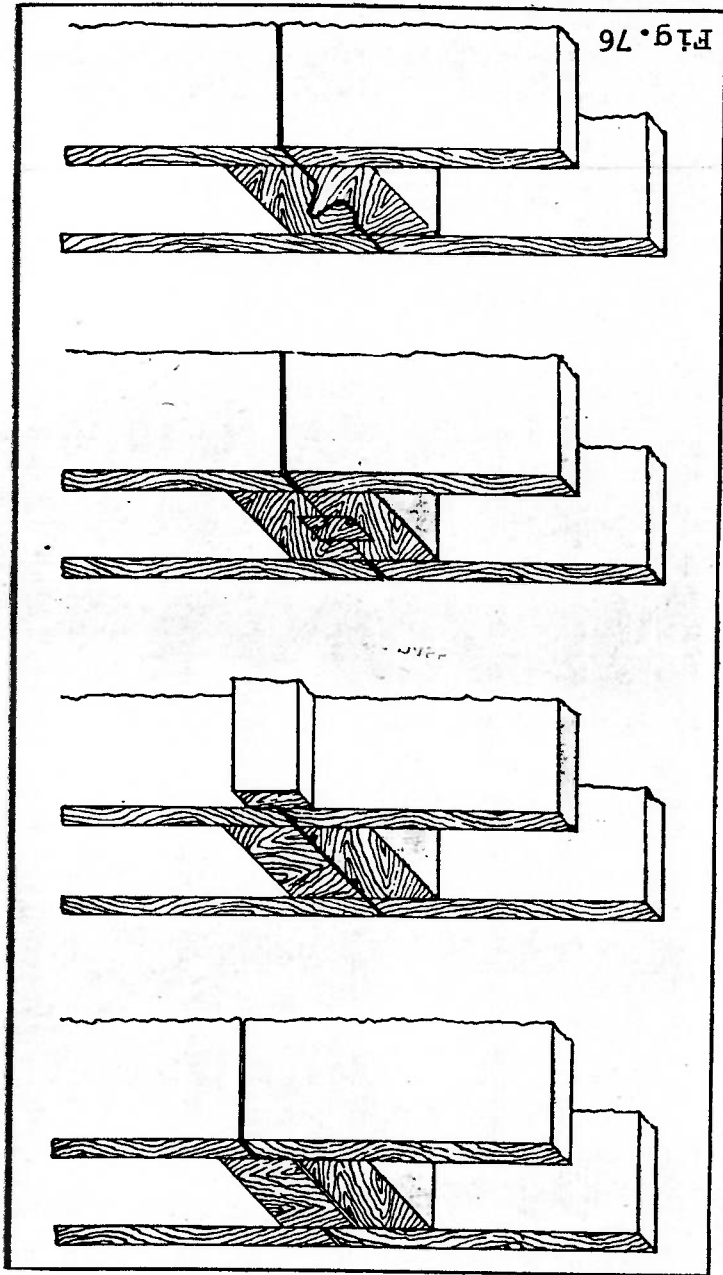
Mas essa evolução não parou aí, pois / alguns componentes um pouco mais complexos, ou que exigis- am muito trabalho na obra, foram aperfeiçoados e melhora- dos, sendo agora apenas montados na obra como é o exem- plo dos painéis. Eles agora possuem um isolamento muito / melhor, são muito mais fáceis de montar, sendo que quase todo o trabalho é feito fora da obra, apesar de ainda /

operação na hora da montagem. / cortada com as medidas determinadas, dispensando essa / nas no fato de que a madeira utilizada na obra já vem / os mesmos princípios das anteriores, diferenciando ape- "balloon frame" foi a das casas pré-cortadas, que seguem / Uma evolução que surgiu a partir de /

uma construção típica do interior americano. ( 12 ) / dos a longas distâncias. Passaram a representar, / seções constantes de 5 x 10 cm e podiam ser transporta- Desta forma, estes elementos podiam ser aparelhados com / se muito próximos umas das outras ( 60 cm em média ) . / porte estrutural possuíam a mesma dimensão e localizavam- de madeira em que as vigas pilares e qualquer outro su- quando surgiram as "balloon frame", que eram construções / dicional nos EUA, desde os meados do século passado. Foi Este tipo de construção tornou-se tra-

ou horizontal, variando apenas os tipos de uniões. / dos basicamente de placas de madeira no sentido vertical- rem uma estrutura leve e por terem seus vedos constitui- Assim essas casas de madeira, caracterizam-se por possu- sistemas de encaixe, cravação, parafusamento e colagem. / estrutura da cobertura, juntas especiais, além de novos /

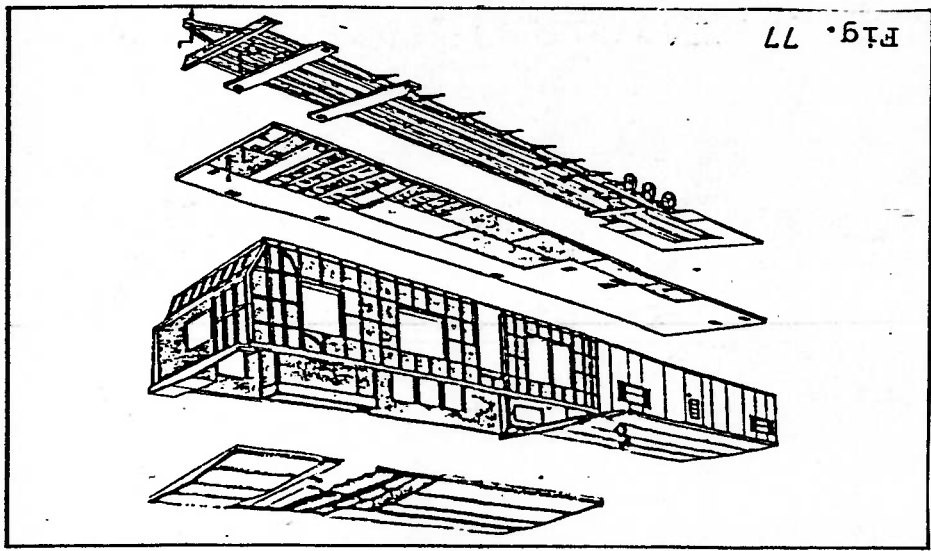
se utilizarem os tipos clássicos para as juntas. Fig. 76



Além da modernização e desenvolvimento / destes componentes tradicionais, há também um aprimora-  
 mento nas técnicas de tratamento da madeira e de revesti-  
 mento, o que eleva muito a qualidade deste tipo de cons-  
 trução. Além desta forma tradicional de construção, há /  
 também aquela que se utiliza de porticos e portanto con-  
 segue vencer vãos relativamente grandes para as caracte-  
 rísticas do material, atingindo assim vãos de até 18,3 m.  
 ( 12 )

5.2.4. AS " MOBIL HOMES "

As "Mobil Homes" tipicamente americanas /  
 são constituídas de materiais leves montados sobre uma /  
 espécie de chassis com rodas, podendo ser transportada a /  
 grandes distâncias. Quando elas chegam a seu destino, ou /  
 ficam sobre as rodas ou são colocadas sobre uma pequena /  
 laje de concreto feita previamente, sendo, em seguida, /  
 conectadas com os serviços, transformando-se assim, em /  
 residências unifamiliares. ( Fig. 77 )





Essas "mobil homes". têm sua forma e / dimensão diretamente ligadas às condições e ao dimensionamento das estradas. Portanto, hoje em dia, com a melhoria das estradas, elas atingem as dimensões de até 4,30 m de largura por até 21,40 m de comprimento e, apesar de ainda manterem a forma de um paralelepípedo, muitas vezes elas já podem ser ampliadas telescopicamente. ( 12 ) Figs. 78, / 79 e 80.

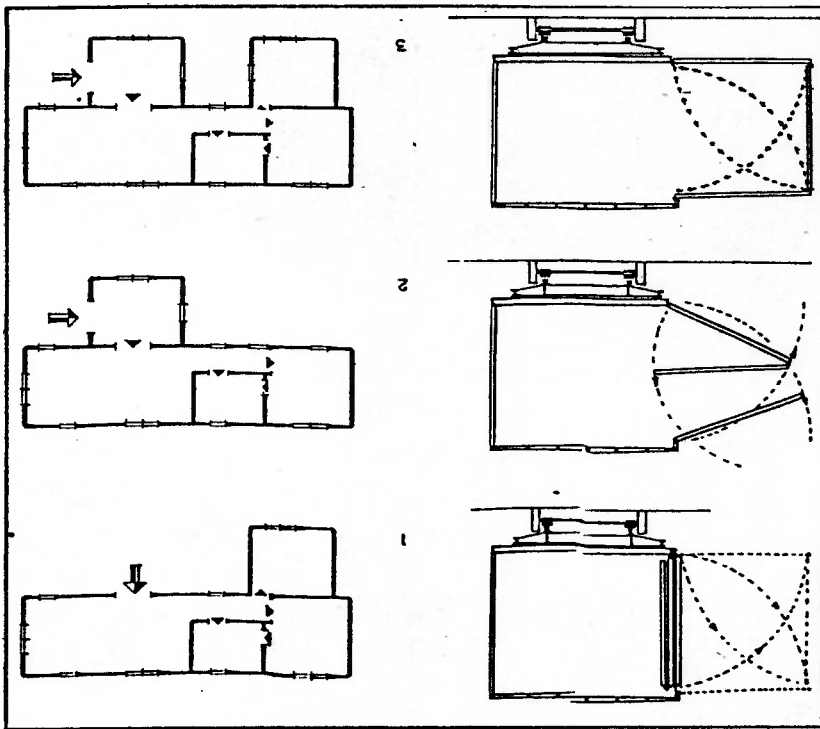


Fig. 78

Fig. 79

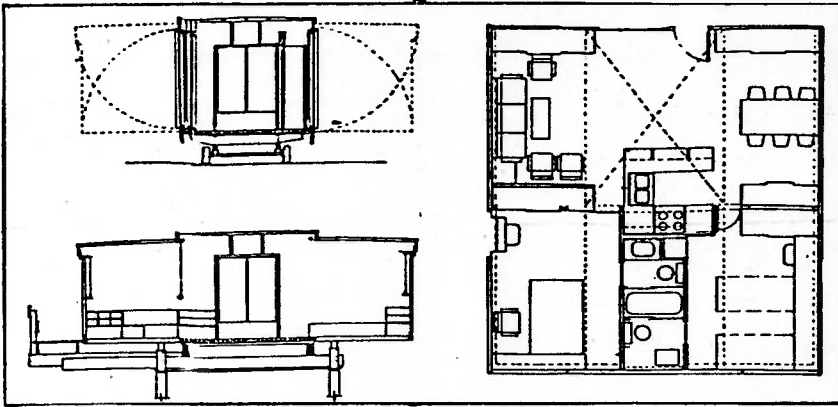
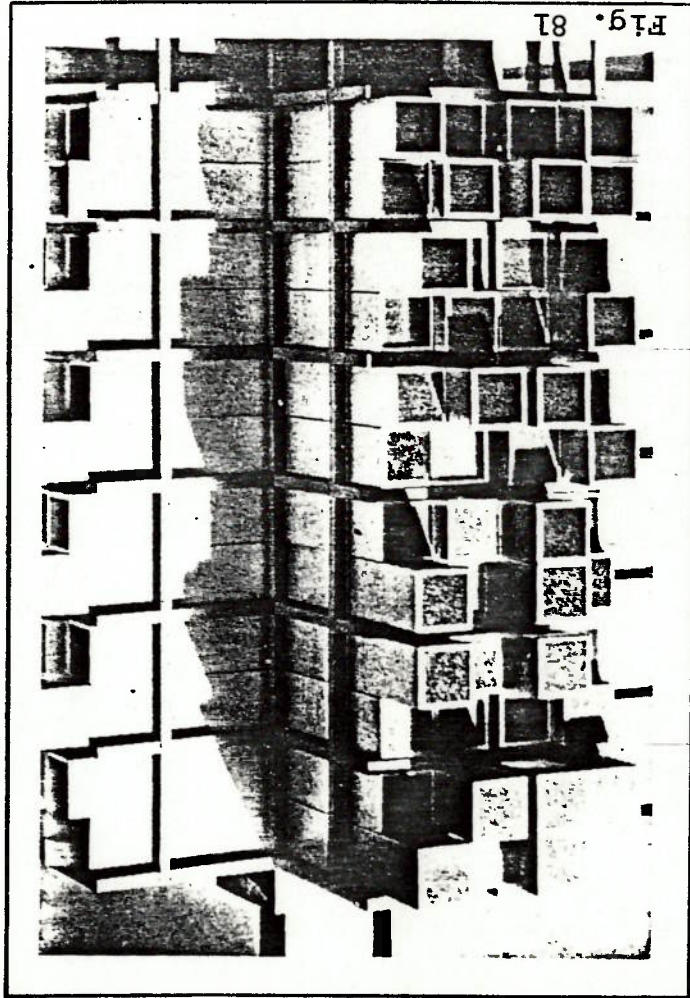


Fig. 80

Existem ainda conjuntos habitacionais / especialmente planejados para "mobil homes", além de su- / girem alguns planos mais audaciosos que utilizam-se de / pórticos para sustentarem essas unidades habitacionais / na forma de prédios, tendo no seu centro a concentração / dos serviços e das circulações. Fig. 81



Existem ainda conjuntos habitacionais / especialmente planejados para "mobil homes", além de su- / girem alguns planos mais audaciosos que utilizam-se de / pórticos para sustentarem essas unidades habitacionais / na forma de prédios, tendo no seu centro a concentração / dos serviços e das circulações. Fig. 81

Estas casas podem ter estruturas de aço ou alumínio, e podem receber elementos exteriores de chapas de aço (galvanizado, pintado ou esmaltado, inoxidável ou recoberto com PVC), protegidas contra a condensação da água. Estas chapas galvanizadas possuem espessuras que variam de 0,1 a 10 mm, e apresentam grande resistência aos efeitos da unidade. As placas esmaltadas também têm ótimo desempenho, desde que sejam montadas sobre montantes e que tenham boa vazão de água entre as juntas

### 5.2.5. CASAS METÁLICAS PRÉ-FABRICADAS

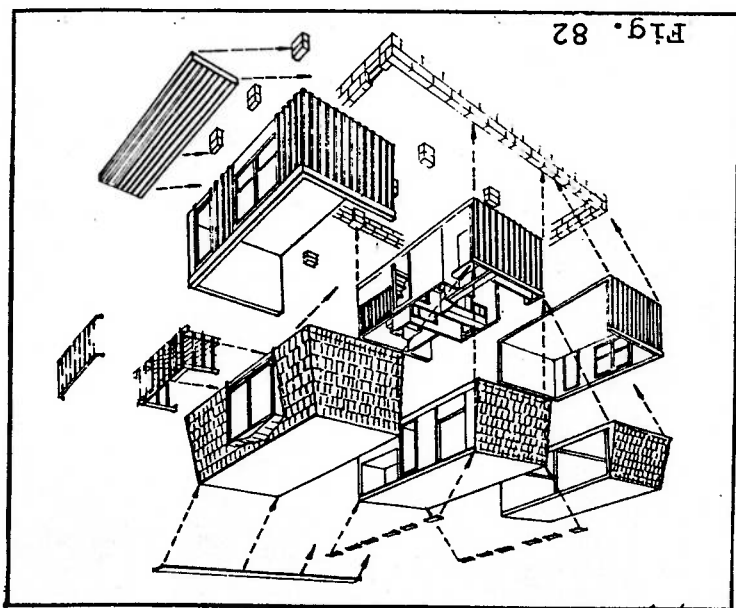


Fig. 82

xando ainda a possibilidade de ampliação futura. ( 12 ) /

através de canais especiais. O aço inoxidável possui excelentes características, embora tenha um alto custo inicial. O alumínio, por sua vez, devido à sua grande maleabilidade e ao processo de extrusão pela qual é produzido, permite que se utilize nas mais diversas formas. ( 12 )

#### 5.2.6. CASAS PRE-FABRICADAS DE PLÁSTICO

A utilização dos plásticos em grande escala nas construções ainda é um assunto que deverá ser estudado melhor, por ser ainda um tanto inédito. No entanto, primeiramente, se deve diferenciar os produtos de poliéster, os plásticos celulares, o PVC, e as placas de plástico. Os produtos de poliéster são relativamente pesados, e são substituídos por fibras, que lhe dão características do concreto armado, sendo que eles são muito aplicados como placas e pinturas isolantes, placas para paramentos, e coberturas. Os plásticos celulares são produzidos à base de stiropor, polistrol, etc., e possuem uma aparência branda e esponjosa e são muito utilizados como placas isolantes. O PVC é um polímero químico mente inatacável e que também é combustível, não necessita de revestimento, possui grande precisão nas medidas e pode ser usado na fabricação de vários componentes, tais como janelas. As placas de plástico são compostas de várias lâminas de papel fino, que são prensados e revestidos por poliéster ou PVC, ou simplesmente compostas por esses plásticos endurecidos; possuem grande rigidez/

e podem ser facilmente dobradas e manuseadas. ( 12 )

## 5.2.7. CONSTRUÇÕES QUE UTILIZAM FORMA TIPO TÚNEL, TIPO MESA - / PAREDE, E DE AÇO LEVE

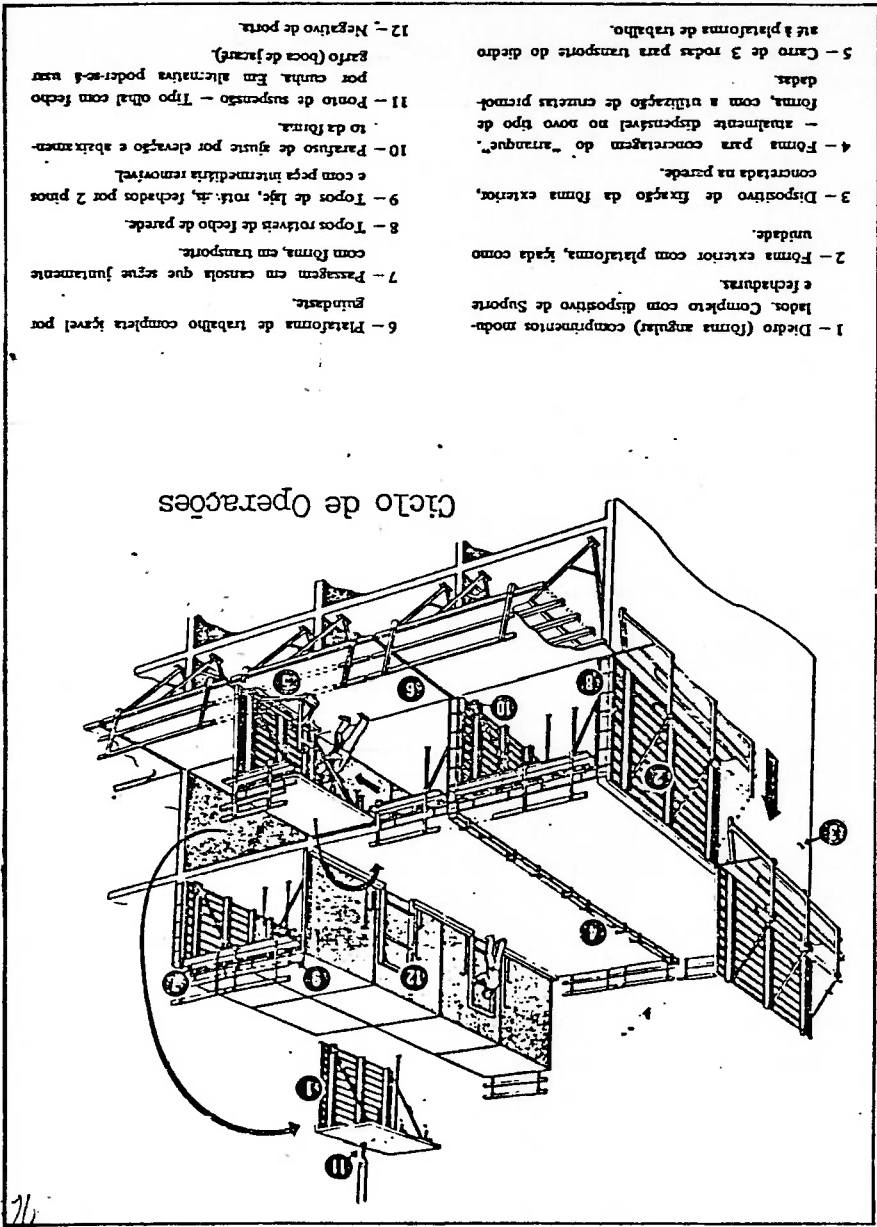
Uma maneira de se executar uma edificação -  
ção projetada segundo a coordenação modular é pela utilização de formas metálicas especiais e moduladas para moldagem "in loco", que moldam em concreto as paredes e lajes da obra. As paredes dispensam vigas e pilares, conseguindo-se um trabalho mais resistente, aproveitamento do espaço e considerável corte das despesas com materiais, acabamentos e mão de obra.

A forma tipo túnel é constituída por dois

diédros unidos no plano horizontal e assim constituídos do um U invertido, que, junto a outros, permitirá a criação de paredes e lajes. Sua montagem é extremamente simples, dada a existência de ajustes que permitem aprumar paredes e nivelar e colocar na devida altura a laje. A superfície com bom acabamento que se obtém no concreto com a utilização da forma metálica, a exactidão das dimensões, das esquadrias e na localização de /  
vaos, são alguns dos fatores que vão eliminar ou reduzir posteriores e onerosas operações de acabamento. A superfície da parede só necessita de uma ligeira camada de massa antes da aplicação da pintura. Pressupõe boa disponibilidade de equipamento de elevação, dado que essa peça envolve formas verticais e horizontais. É ideal para proje-

tos em que os fatores vão e pé-direito se mantêm constantes. A rapidez de sua montagem e desmontagem, além da qualidade obtida tanto na precisão quanto nos acabamentos, implica numa maior racionalização. ( 12 )

As formas túnel são ideais para os projetos habitacionais em que, o vão e pé-direito, se mantêm constantes e em elevado número de reaplicações. Além do modelo em dois diédros, podem ser também semi-circulares, encontrando uso em numerosos tipos de obras públicas, civis e industriais. Na fig. 83 tem-se o ciclo de operações deste sistema.



- 1 - Diédro (forma angular) comprimentos modulados. Completo com dispositivo de Suporte e fechaduras.
- 2 - Forma exterior com plataformas, ligada como unidade.
- 3 - Dispositivo de fixação da forma exterior, concretada na parede.
- 4 - Forma para concretagem do "arranque", - atualmente disponível no novo tipo de forma, com a utilização de cruzetas pivotadas.
- 5 - Camo de 3 rodas para transporte do diédro até à plataforma de trabalho.
- 6 - Plataformas de trabalho completaável por guilaste.
- 7 - Passagem em consola que segue juntamente com forma, em transporte.
- 8 - Topos rotáveis de fecho de parede.
- 9 - Topos de lige, rotáveis, fechados por 2 pinos e com peça intermediária removível.
- 10 - Parafuso de ajuste por elevação e abaxamento da forma.
- 11 - Ponto de suspensão - Tipo oval com fecho por cunha. Em alternativa poder-se-á usar parto (boca de jarro).
- 12 - Negativo de porta.



Na forma tipo parede-mesa, a parede é formada por duas formas paralelas, separadas entre si por espaçadores que se colocam ao sopé, deixando, por esse motivo, um orifício, aproveitado posteriormente para a fixação de rodapé, mas que são facilmente tapáveis. Todo o painel de paredes é reforçado por perfil em aço a esse conjunto por uma das peças verticais, de grande rigidez, de maior secção nas zonas inferiores (maior pressão do concreto) chamadas entroncas, a que estão ligadas pelas ajustáveis por parafusos sem-fim ( escoras ), que servem para arrumar o conjunto. Nas extremidades das paredes, topos metálicos fazem o fechamento. Os painéis são ligados entre si por fechadura operável por simples martelo de modo a atender qualquer comprimento de parede. Em cada painel, colocam-se ganchos de suspensão, para transporte por guindaste ou grua. No topo do painel, é colocada previamente uma plataforma de trabalho, de onde os operários poderão concretar e vibrar o concreto com segurança. No caso onde haja vãos de porta ou janela, colocam-se os "negativos" desses vãos no local apropriado, presos ao painel ou, se for o caso, colocam-se os próprios bates e caixilhos fixos à forma por peças especiais. Para a execução das paredes, posiciona-se uma das faces da forma. Em seguida, coloca-se a armadura, que já deverá estar montada, as tubulações de eletricidade e hidráulica ( fixa à armadura ou às formas ) e fecha-se o conjunto com outro painel. Colocados os espaçadores para garantir a espessura das paredes, promove-se, então, o ajuste do prumo com o auxílio das escoras reguláveis e a concre-

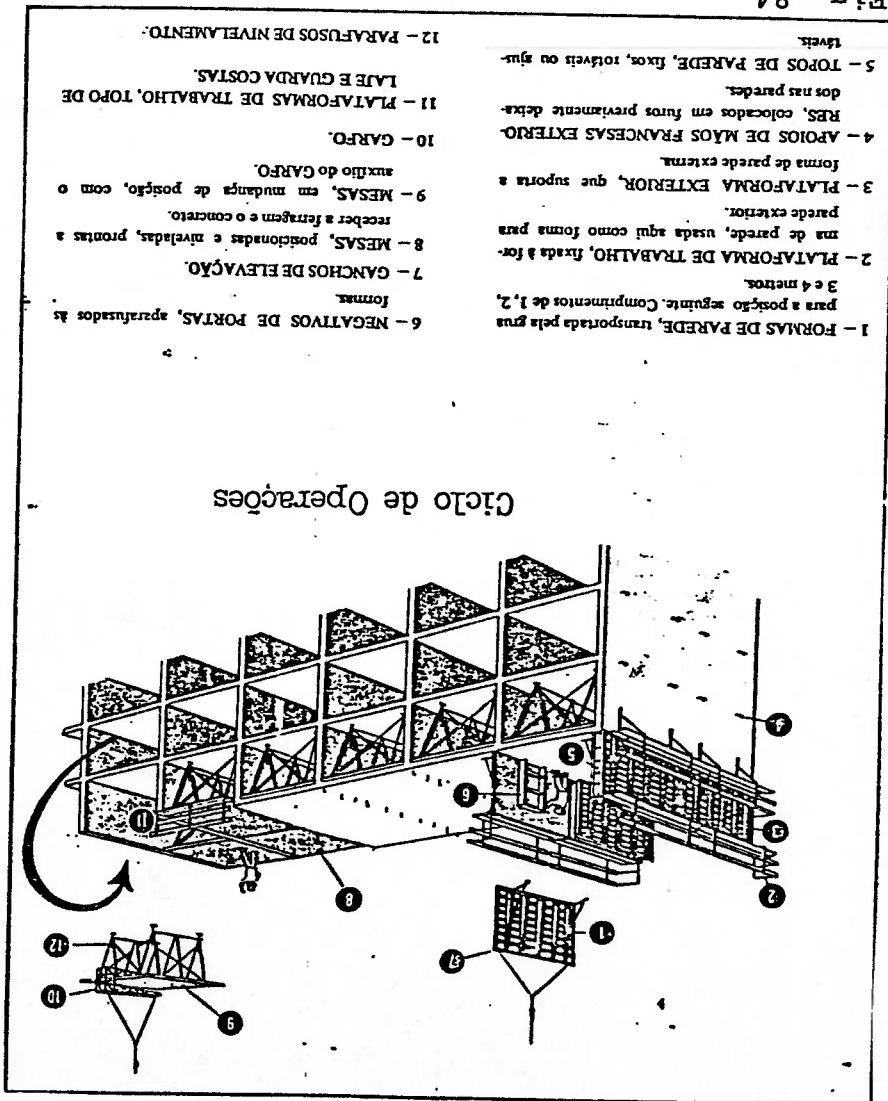
tagem pode ser iniciada. Ao fim de 13 horas, isto é, no/  
 dia seguinte pela manhã, desmolda-se as paredes e após /  
 limpeza do painel e aplicação do desmoldante, pode-se /  
 continuar uma segunda concretagem. Com as paredes já fei-  
 tas, procede-se à execução das lajes. Para tanto, uns su-  
 portes ( mesas ) são colocados sobre a laje anterior e /  
 no meio das paredes já concretadas. A mesa tem uma largu-  
 ra ligeiramente inferior ao vão entre paredes e é provi-  
 da de quatro pernas com parafusos que providenciam a ele-  
 vação e horizontalidade do painel de mesa. Este painel /  
 tem as dimensões necessárias para permitir a concretagem  
 da laje. A colocação, sobre o painel, da armadura, tubu-  
 lação elétrica, etc., faz-se de modo usual, preferível-  
 mente preparando no solo o que for possível e colocando /  
 por guindaste ou grua no local. Procede-se, então, à con-  
 cretagem, à desmoldagem da laje e à consequente substi-  
 tuição da mesa do segundo dia. O transporte da mesa é /  
 feito por guindaste ou grua, usando uma peça tipo "garr-  
 cho" que "pesca" a forma debaixo da laje. O guindaste ou  
 grua retira a forma da mesa e coloca o conjunto no novo/  
 local onde é necessário, continuando deste modo o ciclo/  
 de trabalho. Na fig. 84 , tem-se o ciclo de opera -  
 ções deste sistema. ( 12 )



Esses dois tipos de formas metálicas são utilizadas para construção de edifícios, conjuntos habitacionais, prédios industriais e outros. Permitem que as paredes e lajes da obra sejam rapidamente moldadas em ciclos contínuos. São versáteis porque se adaptam com facilidade a novos projetos e aplicações, proporcionando amplos recursos construtivos e operacionais.

As formas mesa-parede são utilizadas para construção de edifícios, conjuntos habitacionais, prédios industriais e outros. Permitem que as paredes e lajes da obra sejam rapidamente moldadas em ciclos contínuos. São versáteis porque se adaptam com facilidade a novos projetos e aplicações, proporcionando amplos recursos construtivos e operacionais.

Fig. 84



sistemas prestam-se quase exclusivamente a obras verticais, sendo inviáveis na construção de casas populares, por exemplo, que ocupam canteiros muito grandes, obrigando a movimentações constantes dos equipamentos. ( 2 )

As formas de aço leves procuram por essas razões, aliar-se às vantagens das formas metálicas tradicionais para moldagem "in loco", numa leveza tal, que permita uma movimentação por meios exclusivamente manuais. Os painéis podem ser produzidos em várias dimensões, mas, no mercado brasileiro, utilizam-se as medidas padronizadas em múltiplos de 30 cm. ( 0,09; 0,30; 0,60 / m ) por 2,5 m, sendo 3 m a altura máxima recomendada, havendo a possibilidade de constituir-se superfícies de maior altura com painéis sobrepostos. Para complementação das medidas de cada projeto, existem, além de painéis especiais, elementos de canto externos e internos. A montagem dos conjuntos é realizada com acessórios patenteados especificamente para a utilização deste tipo de forma, empregando mão de obra não-qualificada, acessórios / estes, que facilitam ainda mais a utilização dos sistemas, já que o peso reduzido das formas permite que sejam movimentadas e posicionadas manualmente. Os painéis podem ser utilizados de pé ou deitados, para execução de muros, cortinas, lajes, paredes divisorias, fachadas, completando, desta forma, o que outros sistemas deixavam para ser executado em alvenaria.

É o sistema que oferece mais vantagens / e economia para a construção em grande escala de conjun-

tos habitacionais, embora não tenha aplicação restrita à moldagem de casas populares. Para projetos especiais, podem ser executados formas com cantos diferentes de 90°, inclusive curvos. Quando empregado para construir casas, estas podem ser moldadas com concreto, solo-cimento ou similar. O concreto, entretanto, é o material de aplicação mais comum, com tecnologia totalmente dominada, funcionando em condições termo-acústicas semelhantes às do bloco de cimento convencional, e, por isso, presta-se à finalidade social de execução de casas populares de custo reduzido. Pode ter baixo consumo de cimento (cerca de  $150 \text{ Kg/m}^3$ ), uma vez que as cargas que agem sobre estas formas, as armaduras podem ser quase totalmente abolidas, sendo usadas somente para reforço nos buracos de portas e janelas. Em comparação com a alvenaria de blocos, esse sistema permite rapidez de execução durabilidade de muito maior e níveis de conforto ambiental satisfatórios.

Principais vantagens dos painéis leves :

em superfície fechada, são auto-portantes, não necessitam de escoramento; a rigidez dos elementos permite concreto tagens mesmo com a utilização de bombas; como consequência, torna-se simples o uso de concretos leves de baixa densidade e alto poder isolante; tem-se rapidez de montagem e desmontagem; as superfícies concretadas têm boa qualidade, permitindo economia dos acabamentos; a furação do contorno dos painéis é modulada e simétrica, tornando ver-sátil a montagem dos elementos, os quais podem também ser aplicados.

O sistema alemão STAHLBAU RHEINHAUSEN / utiliza-se de uma modulação de 125cm para dimensionar / sua estrutura. Em linhas gerais, este sistema utiliza / da a trama estrutural de pilares e vigas de aço enquanto as paredes compõem-se de concreto leve e la-de-vidro, o / que proporciona um bom índice de conforto térmico e acús / tico nestas construções. Na cobertura, são utilizadas te- / lhas apoiadas sobre perfis de aço, as quais são preenchí- / das com concreto leve. Desta maneira, este sistema, além / de executar construções com elevados índices de conforto / ambiental exigidos na Alemanha, os seus projetos apresen- / tam uma solidez muito grande. No entanto este tipo de / sistema ainda é um pouco caro, sendo que se torna muito / vantajoso apenas quando utilizado em obras de grande por- / te.

#### 5.2.8. CONSTRUÇÕES EM AÇO

Feita esta pequena divisão técnica em / diversas categorias construtivas, pode-se mencionar al- / guns dos mais importantes sistemas construtivos existen- / tes no mundo. Aqui também, estes sistemas obedecem, por / sua vez, certas categorias que são determinadas por seus / aspectos funcionais, formais, de execução, princípios, / partidos e materiais utilizados. ( 12 )

cretagem.  
ca poderão ser colocadas dentro das formas antes da con- /  
temas racionalizados, as tubulações elétrica e hidrául- /  
cados na posição horizontal; à semelhança de outros sis-

Um dos sistemas mais conhecidos na França para construções pré-fabricadas em aço é o sistema PHENIX. Este sistema baseia-se na utilização de uma estrutura composta por perfis metálicos leves ou por chapas metálicas, as quais ficam embutidas e servem de apoio a pequenas placas de concreto armado vibrado, de 4 cm de espessura e que podem ser encaixadas a outras. Já as paredes internas são constituídas por placas de gesso e la-de-vidro. Esses mesmos princípios são repetidos quase que por toda a obra, a não ser por certos detalhes, como por exemplo no caso das janelas, onde devem ser previstas aberturas com bordas de aço para receber um caixilho de chapa galvanizada. Por tudo isso, este tipo de sistema é muito rápido de ser executado, além de gastar relativamente pouco material; na fabricação de um metro quadrado de parede utiliza-se: 18 Kg de aço, 12,6 Kg. de cimento, 0,04 metros cúbicos de agregados, e 8,50 Kg. de placas de gesso. ( 13 )

### 5.2.9. CONSTRUÇÕES EM ALUMÍNIO

As construções feitas em alumínio apresentam muitas características diferentes das demais, por vários fatores, que variam desde a sua recente utilização na construção pré-fabricada, até às suas qualidades físicas, tais como leveza, resistência a corrosão e maleabilidade. Estas construções também apresentam um índice mais elevado de sofisticação e, como produto final, /

elas são muito boas.

Na França um bom exemplo da utilização/

do alumínio em construções pré-fabricadas, é o edifício/ da Federation Nationale du Batiment ( Federação Nacional de Construção ), em Paris, onde é utilizada uma estrutura de concreto armado, que é feita especialmente para receber e permitir o encaixe de painéis de alumínio. Estes / painéis são bastante sofisticados, pois eles, além de já serem modulados e dimensionados para proporcionarem um / fechamento completo no sentido da altura a serem utilizã- dos em números inteiros no sentido da largura, são com - postos de duas folhas independentes, sendo uma interna e outra externa. Essas folhas são encaixadas na estrutura, e unem-se entre si através de isolantes que evitam a / transmissão de calor, além de possuírem entre as duas / chapas, uma folha de 20 mm. de "Isorel" e outra de papel alumínio ondulado de 0,04 mm. de espessura. Os caixilhos são fixados nesses painéis, a uma altura de 0,593 m., e / tem uma largura de 1,363 m. e utilizam vidros duplos de 8 mm., sendo que, entre os caixilhos, há montantes de aço / em forma de U e com a espessura do painel. ( 13 )

Na Suíça, um dos sistemas que melhor em

prega elementos de alumínio é a ZWAHLEN E MAYR S.A., sen- do que um exemplo bastante significativo é o do Centro / Mont-Blanc em Genebra. Este projeto foi composto por dois tipos básicos de elementos de vedação, sendo que um é // destinado para o exterior, composto por vidraças que / são montadas entre o piso e o teto de cada um dos nove /

pavimentos do edifício; e o outro elemento é montado da mesma forma, mas pode ser utilizado tanto no exterior como no interior. Suas dimensões variam de 1 a 1,5 metros de largura para o primeiro tipo, 2,5 a 4,0 metros de largura para o segundo tipo, e 2,2 a 3,5 metros de altura para o primeiro tipo e de 2,2 a 2,6 metros de altura para o segundo tipo. Esses vedos recebem uma proteção externa de uma liga de alumínio, e um isolamento interno de lã-de-vidro e de cimento amianto. As juntas são isolantes de transmissão de calor. Usando a estrutura metálica este sistema evita a utilização de água na obra, além de simplificar a fixação dos elementos, embora também possam ser utilizadas estruturas de concreto armado, mas nesse caso essas vantagens anteriores deixariam de existir, embora ambas conservem a característica de grande rapidez. (13)

#### 5.2.10. CONSTRUÇÕES COM A UTILIZAÇÃO DE ELEMENTOS REFRAATÓRIOS

O sistema FIORIO utiliza blocos refratários ocios para formar painéis para laje e para paredes. Esses painéis podem atingir até  $20 \text{ m}^2$  sem uma estrutura externa. Embora eles sejam fabricados no local da obra, necessitam de pesadas máquinas para transportá-los do solo ao local de montagem; por outro lado, isto também é vantajoso, pois, com essas máquinas, há uma redução bastante grande no número de operários.

Apesar deste tipo de construção muitas vezes ainda manter um pouco do caráter artesanal, quer seja no local da montagem dos painéis quer seja na própria /

obra, ela é ainda bastante empregada, sendo que na Itália é que se encontram os melhores elementos refratários, bem como é onde surgem as maiores variedades de elementos.

#### 5.2.11. CONSTRUÇÃO COM BLOCOS DE GRANDES DIMENSÕES

O sistema alemão TRAUSTRICH utiliza concreto leve para fazer blocos vazados de 125 cm x 25 cm com um peso de 75 Kg., que podem ser utilizados nos vedos, e/ outros blocos de 125 cm x 30,5 cm x 22 cm para serem utilizados na cobertura.

O sistema francês ROUZAUD - PRESEC emprega blocos vazados de concreto, que medem 15 x 15 x 45 cm e que pesam 8 Kg. cada um. A montagem desses blocos, por ser bastante simples, não requer mão-de-obra especializada, embora nas construções com muitas pavimentos tenha-se que tomar o cuidado de preencher o interior de certos blocos com concreto. Os elementos desse tipo de construção formam todos dimensionados para serem montados manualmente.

te. ( 13 )

#### 5.2.12. CONSTRUÇÕES QUE UTILIZAM GRANDES ELEMENTOS DE CONCRETO

O sistema WATTES, inglês, baseia-se na montagem de grandes elementos, feitos de concreto armado/ usinado e que tomam a forma de painéis, os quais possuem/ certas arestas para permitir um melhor encaixe com os outros painéis e elementos, além de uma cabidade que deve/ ser preenchida com concreto durante a montagem, a fim de/



dar uma maior resistência ao conjunto. A operação de montagem não exige a utilização de formas, mas apenas de es-  
coramento, o qual é feito com tubos de aço. Apenas os painéis que apresentam pesos superiores a 500 Kg precisam /  
utilizar máquinas mais pesadas para a sua montagem. As paredes divisorias possuem pilares pré-fabricados de concreto, que são revestidos por blocos de concreto de 76 mm. /  
de espessura, além de uma camada de feltro para isolamento acústica.

O sistema britânico REEMA utiliza painéis vazados pré-fabricados de concreto, tendo estes uma largura de até 3,30 m. Esses painéis são compostos por uma parede exterior de 4 cm, um espaço vazio de 15 cm, /  
uma partida interna de 2,5 cm de concreto e um revestimento isolante de 1,3 cm de espessura. Este sistema é de montagem extremamente rápida, podendo-se com apenas 6 operários montar duas casas geminadas em apenas 4 dias e meio. (13)

O sistema alemão HEBEL também utiliza painéis que são feitos de concreto curado à vapor após receberem misturas de pó de alumínio e cimento puro. Esses painéis pré-fabricados portantes e não portantes podem receber qualquer revestimento e podem utilizar estruturas de aço ou concreto armado. Esses painéis ainda tem as espessuras de 15; 17,5; 20 e 50 cm, e as larguras de 200; 225; e 250 cm, sendo que as medidas mais utilizadas são 15 cm; 50 cm e 250 cm. Neste caso os painéis também apresentam cavidades laterais que devem ser preenchidas por cimento na montagem. Este sistema permite construir-se /

O sistema britânico UNITY entrega na estrutura de suas construções pilares de concreto armado / pré-fabricado e dispostos a cada 1,5 m nas paredes exteriores e vigas de aço de até 6,70 m. As placas da extremidade de por serem relativamente largas e por estarem soldadas / as vigas, são utilizadas para solidarizar os pilares / jun- to ao chão. Os vedos exteriores são compostos por dois /

### 5.2.13. CONSTRUÇÕES COM ESTRUTURA DE CONCRETO ARMADO

do em 23 semanas. ( 13 )

do como exemplo um bloco de apartamento que foi construído que assim este sistema bastante simples e rápido, tendo se sistema é feito apenas pelas paredes transversais, sendo de isolantes de 2 cm. O contraventamento das paredes de pedra industrializada no exterior, além de uma camada / prega painéis de 100 cm x 20 cm de concreto no interior e em O sistema GRANITO utilizado na Suíça, em sário podem ser feito no canteiro.

montantes de concreto armado. Esses elementos, se necessa- de 4 cm e uma parede interna de 6 cm, e é fixado por / posto por uma parede externa de 20 cm, um colchão de ar / possui uma espessura total de 30 cm, sendo que ele é com - placas de concreto que pesam de 600 a 800 Kg. Esse painel Na França, o sistema THREAU-MOREL utiliza painéis de 20 cm de espessura em vez dos usuais de 15 cm. dois andares inferiores seja recomendável a utilização de até 4 pavimentos sem uma estrutura especial, embora nos /

painéis pré-fabricados de 1,50 m de largura e 25 cm de altura, e eles são separados por um vazão de 15 cm. As portas e as janelas são especialmente estudadas para fixarem-se diretamente aos pilares.

No sistema britânico WOOLAWAY são utilizados pilares e painéis de concreto leve, e portanto com exceção da fundação, toda a construção é feita a seco. A saliência da nervura de outros pilares permite o encaixe através de cavilhas de ferro protegidas contra a ferrugem. As paredes exteriores são formadas de painéis de concreto leve de 5 cm de espessura cada um, sendo que eles são separados por um espaço vazio de 5 cm. Por isso e porque esse concreto leve sofreu tratamentos especiais, esses vedos tem um excelente desempenho térmico. ( 13 )

#### 5.2.14 AS CONSTRUÇÕES PRÉ-FABRICADAS PESADAS

Na Europa Ocidental existem mais de 20 / sistemas de pré-fabricação pesada, sendo que alguns chegam a utilizar componentes de até 10 toneladas e com 20 / m<sup>2</sup>. Desses sistemas pode-se, por exemplo, estudar dois // que são basicamente diferentes por se caracterizarem por seus componentes serem feitos em usinas ( sistema francês CAMUS ) e no local da obra ( sistema sueco 3 - S ) .

No sistema CAMUS verifica-se as operações de concretagem, execução da camada exterior, colocação do madeiramento das portas e janelas, e a execução / das instalações; são todas feitas de uma só vez, e em um /

Destacando-se o sistema suíço SCHINDLER GÖHNER, que já executou projetos por quase toda a Europa/Ocidental, verifica-se que este sistema preocupa-se em reduzir os custos finais dos projetos, controlando rigorosamente as obras secundárias do projeto. Assim, ele une placa para formar painéis únicos de 2,44 m x 4,57 m e que não precisam ser pintados. Além disso, essas placas já contam com toda a tubulação necessária e podem ser facilmente encaixadas na estrutura de concreto. A cobertura é geralmente construída em indústrias, mas sempre utiliza a lâ-de-vidro e outros dispositivos para apresentar um ótimo

5.2.15. CONSTRUÇÕES QUE UTILIZAM SISTEMAS ESPECIAIS

O sistema 3 - S exige a construção de um "atelier" no local da obra, para que possam ser feitos os componentes pesados da obra. Nos vedos exteriores de 35 cm, utiliza-se concreto leve ( " Schieferola " ), e, para os vedos internos, utiliza-se concreto comum; para painéis de 12 cm e para painéis de 16 cm que atingem áreas de até 25 m<sup>2</sup> e pesos de até 10 toneladas utiliza-se concreto maciço. Todas as operações são feitas "in loco" e com a utilização de equipamentos bastante pesados, com exceção dos patamares das escadas, que são feitos em indústrias. Uma vantagem deste sistema é que cada abertura feita nos componentes já é prevista em cada caso, o que reduz o número de operações finais. ( 13 )

mo desempenho térmico. Os painéis, além de receberem o /  
madrimento para o isolamento térmico, já vem com o  
madrimento das portas e janelas incorporado, sendo que  
os painéis internos são de material fibroso de 57 mm de  
espessura e também já vem com as portas incorporadas. Em  
suma, pode-se dizer que este sistema apresenta as seguin-  
tes vantagens: - 1) os materiais utilizados são baratos /  
e são encontrados em toda a parte; 2) ele é bastante ver-  
sátil e pode modificar a planta e o aspecto exterior con-  
forme as condições climáticas ou outras necessidades; 3)  
pode-se utilizar grande parte de mão-de-obra semi especí-  
alizada; 4) a pré-fabricação no canteiro pode se elevar /  
ao máximo; 5) o seu preço final é bastante reduzido.

Desta forma, foram feitas mais de 2500 /  
casas na França, no Reino Unido e na Suíça, somente em /  
1955. Além de muitas obras na Europa Ocidental, dando-se  
destaque à Suíça e a França. ( 13 )

### 5.3. EDIFICAÇÕES QUE GERALMENTE EMPREGAM A PRÉ-FABRICAÇÃO

#### 5.3.1. ESCOLAS E JARDINS DA INFÂNCIA

Deve-se considerar que, além destas di-  
visões técnicas em diversas categorias construídas, os /  
métodos de coordenação modular e de pré-fabricação podem  
também ser classificados quanto a uma série de funções /  
específicas.

Neste setor da edificação, a construção /  
pré-fabricada vem sendo utilizada já há algum tempo. Is-  
to porque os novos métodos de ensino necessitam de mais /

Embora a construção pré-fabricada e modular, principalmente de escolas universitárias, continue

Embora a construção pré-fabricada e modular, principalmente de escolas universitárias, continue muito bem empregada neste setor da construção. A construção pré-fabricada, por ser muito flexível, não se um dos mais desenvolvidos no campo da pré-fabricação de construção e reconstrução, este setor torcido aos contínuos estudos sobre o assunto e o aumento da construção eram feitas pelo sistema tradicional. Mas, devido a um planejamento individual, até há pouco tempo, as / Como neste campo cada projeto necessita

### 5.3.2. ESCOLAS SUPERIORES, INSTITUTOS, HOSPITAIS

lho de montagem "in loco". ( 13 )  
nas indústrias. Diminui-se, portanto, o tempo e o trabalho bastante simplificado, com a maior parte da obra feita / repetição de salas iguais, é possível que o projeto seja / grande facilidade, principalmente porque, devido a essa / pré-fabricação e a modulação podem ser empregados com / rem um centro de serviços e uma série de salas iguais, a / Como as escolas caracterizam-se por te- acústico e diminuição dos custos de manutenção.

boa iluminação natural e artificial, isolamento térmico e a construção rápida de escolas, com modernas instalações, nº de estudantes. Assim, a solução destes problemas seria mais nas velhas escolas, como, por exemplo, o aumento do / la. Os defeitos e problemas surgem e crescem cada vez / espaço e não permitem que haja 2 ou 3 cursos na mesma sa-

em franco desenvolvimento, já existem alguns métodos bas-

tante consolidados :-

1) construção da estrutura em montagem horizontal - onde a estrutura é separada e feita toda antes dos vedos, dando assim a esse método, uma certa sofisticação, sendo, portanto, empregado em edifícios de grande categoria.

2) Método construtivo misto - onde a estrutura é reforçada por meio de paredes portantes, o que o faz parecer mais homogêneo, embora também tenha uma montagem horizontal, apresentando uma redução no número de elementos, apesar de surgirem às vezes alguns problemas de montagem.

3) Método de grandes superfícies planas - que utiliza grandes placas verticais para sustentar as lajes, o que elimina as vigas, reduz a altura dos pisos, permite o alojamento de grandes instalações horizontais, reduz muito o número de elementos, apesar de necessidade de poços verticais de serviços.

4) Construção da estrutura e montagem vertical - onde se exige grande precisão de montagem, / grande quantidade de concreto na obra e equipamento pesado. ( 13 )

### 5.3.3. EDIFÍCIOS ADMINISTRATIVOS

Dois fatores importantes na construção de um prédio de escritórios, são :- a rapidez de execu-

ção e a variedade e maleabilidade da planta, isto sem contar com as exigências de boa ventilação, refrigeração, aquecimento e iluminação. Por esta razão, ultimamente foram desenvolvidos muitos métodos para a pré-fabricação desses edifícios, dos quais destacam-se os que utilizam estruturas metálicas ou de concreto protendido, e ainda, em menor escala, tem-se os de grandes painéis, além de outros sistemas mistos ou outros ainda que são semelhantes aos tradicionais. ( 13 )

5.3.4. EDIFÍCIOS INDUSTRIAIS

Para os edifícios industriais, a pré-fabricação também se apresenta como uma boa solução, pois eles geralmente necessitam de grande rapidez de execução da obra, além de precisarem ter um projeto bem versátil, que se adapte bem a todas as exigências fabris, levando em conta o tamanho, disposição e forma de trabalho de todas as máquinas, além de outros elementos como pontes móveis, vagões, carros transportadores, montacargas, etc. Para atender esta exigência pode-se usar :-

1) Estruturas portantes - geralmente utilizadas pilares e vigas de aço ou concreto armado ou protendido.

2) Edifícios normalizados - geralmente utilizam grandes vigas, embora haja uma grande variação na forma construtiva, conforme o sistema.

3) Pórticos de duas ou três articulações



Em Copenhague, na Dinamarca, o bairro residencial de ENGSTRANDS ALLES foi totalmente construído com componentes pré-fabricados. Esse bairro é constituído, na sua totalidade, de sobrados que têm como estrutura as paredes externas e algumas paredes centrais. As paredes externas são constituídas por blocos de concreto leve pré-fabricados de 120 x 23 cm e que pesam 125 Kg, e /

anos.

Após o estudo de uma série de sistemas construídos modernos que empregam a pré-fabricação e a coordenação modular, verifica-se que os países escandinavos que detêm grande parte dos mais desenvolvidos sistemas existentes hoje. Portanto, é interessante mencionar alguns projetos realizados nesses países nos últimos /

#### 5.3.5. SISTEMAS UTILIZADOS NOS PAÍSES ESCANDINAVOS

A maior parte dos mais modernos sistemas de construção pré-fabricada é escandinava. A seguir, são apresentadas rapidamente alguns destes sistemas. (13)

4) Indústrias de vários pavimentos - /  
ainda não utiliza muito os sistemas pré-fabricados pois estes também não são muito aceitáveis com alturas superiores a 20 pavimentos.  
A maior parte dos mais modernos sistemas de construção pré-fabricada é escandinava. A seguir, são apresentadas rapidamente alguns destes sistemas. (13)

As quais são muito empregados em indústrias grandes e altas que utilizam grandes cargas, suspensas, tais como pontes móveis, guinchos etc.

que sofreram tratamentos de proteção. As lajes são montadas no canteiro da obra e medem 120 x 420 cm, pesando cerca de 1 tonelada cada uma. Seguindo os mesmos princípios básicos de ENSTRANDS ALTES, um outro bairro foi construído em Copenhague, o de STRANDHAVEVEJ, embora este se diferencie por não necessitar de pedreiros em sua construção, e desta ter sido feita a seco.

Em Copenhague, no bairro residencial /

de MILESTEDDT RODVRE, foram construídos 1500 apartamentos em edifícios de 12 a 16 andares, todos com sistemas de pré-fabricação. Neste caso, os elementos portantes são as paredes transversais, o que dá uma maior liberdade a disposição da fachada. As paredes têm suas espessuras variando entre 12, 16 e 20 cm de concreto, sendo que as estruturas são de concreto armado. As divisórias leves são placas de apenas 4 cm de concreto, apoiadas em montantes metálicos. As fachadas são feitas com painéis de 8 cm de concreto com mais 5 cm de laje de vidro e 2 cm de argamassa, além das nervuras em concreto e dos parapetos de balcões. ( 13 )

Na Suécia, em Malmö, os processos de construção basearam-se na montagem de paredes transversais portantes, o que exige grande precisão. Essas paredes transversais têm 12 ou 18 cm de concreto de espessura. As paredes exteriores não portantes são constituídas por 2 camadas de 5 cm de espessura de concreto, separadas por outra de laje mineral, e as internas são de 6 cm de espessura de concreto.

Entretanto, antes de detalhar mais os exemplos fornecidos por estes países, é interessante levantar-se algumas conjecturas sobre o próprio projeto, de maneira a se poder sentir melhor ainda como foram desenvolvidos e executados estes projetos modulares. ( 13 )

#### 5.4. CONJECTURAS DE PROJETO

##### 5.4.1. PROGRAMA DO EDIFÍCIO

Enquanto o desenvolvimento técnico e da indústria da construção parecem óbvios, e, as vezes, difícil perceber melhorias nas casas e prédios de apartamento. A grande produção de casas unifamiliares, na Dinamarca, tem proporcionado novos tipos de residência e melhoramentos qualitativos.

No fim da década de 60, já havia base para a introdução de novos tipos de prédios de apartamentos. O desenvolvimento dos novos projetos está intimamente relacionado com um tamanho permissível. Mesmo o arquiteto mais inventivo, ver-se-á restrito a limitar a área do apartamento em  $80 \text{ m}^2$ .

Os projetos de novos apartamentos podem, com uma certa extensão, ser realizados com métodos de pré-fabricação já existentes, embora seja óbvio que o desenvolvimento neste campo conduzirá a novos projetos e a novos métodos de construção. Seria aconselhável que arquitetos e engenheiros, engajados neste campo, assegurassem que os componentes e sistemas de construção tivessem a mais larga aplicação possível, e isto pode ser conseguido em parte, dimensionando de acordo com as regras do sistemas modular. (14)

Todo projeto de um edifício começa de /  
uma necessidade de um cliente. Quando a necessidade existe,  
é tarefa do cliente, formular um programa do edifício que /  
responda a essa necessidade. Há muitos tipos de clientes, /  
mas nem todos são capazes de realizar a difícil tarefa de /  
formular um programa claro. É aqui que o cliente necessita  
de conselheiros profissionais : o arquiteto e o engenheiro  
consultivo. O programa toma forma gradualmente, porém um /  
certo número de decisões deve ser tomado, decisões essas /  
de vital importância para todo o projeto. É neste estágio /  
que as decisões devem ser tomadas, considerando tipos de /  
edifícios, projetos de aposentos, projeto estrutural, mate-  
riais, métodos de construção, etc...

Esta fase é decisiva para o sucesso do /  
projeto, como um projeto modular. É aqui que as exigências /  
do Código Nacional de Construção (Dinamarca), observando /  
o uso de um número máximo possível de componentes estanda-  
rizados, têm de ser seguidos. ( 14 )

Nesse país, atualmente, não só todos os /  
componentes do edifício são disponíveis como componentes /  
estandardizados, mas o campo está crescendo rapidamente, /  
como pode ser visto no crescente número de edifícios-pa-  
drão que estão sendo adaptados ao sistema modular.

Se um projeto necessita usar componen-  
tes não disponíveis no mercado, novos componentes modula-  
res podem ser desenvolvidos. Isto tem ocorrido em vários /  
casos, mas é claro que somente grandes projetos podem /  
arcar com o custo de tais trabalhos experimentais. Natural

mente, os mais altos graus de estandarização modular / são encontrados em projetos grandes e coletivos. ( 14 )

#### 5.14.2. DESENVOLVIMENTO DO PRODUTO - COMPONENTES E EDIFÍCIOS

Há a possibilidade de cumprir as exigências do Código de Construção, considerando-se a promoção/ do uso de componentes estandarizados e o constante aparecimento de novos produtos no mercado.

Enquanto alguns fabricantes se concentram nos componentes de catálogos para uso geral em vários projetos - o chamado sistema aberto - outras firmas estão desenvolvendo tipos de edifícios, nos quais a firma / em questão é responsável pela manufatura, entrega e montagem de todo o edifício, incluindo os trabalhos de acabamento. Este tipo de contrato é utilizado tanto para a construção de residências, como para a construção de indústrias e edifícios institucionais. ( 14 )

#### 5.4.3. DESENHOS DE PROJETO

O rápido desenvolvimento dos métodos de construção é acompanhado por um desenvolvimento correspondente dos materiais de projeto. A escala do desenho principal é 1:100.

A totalidade do edifício não pode ser expresso como um desenho de trabalho, em face da crescente especialização dos métodos de construção.

Devido ao crescente número de instala -

ções nos editícios, desenhos especiais são necessários para desenvolver os processos de trabalho. Entretanto, a carga e a montagem precisam de detalhes especiais, e no caso de projetos mais avançados, todos os sub-contratos / têm seus próprios desenhos de execução. ( 14 )

Como os sub-contratos exigem seus próprios desenhos de execução, é necessário, durante o projeto, trabalhar com diferentes tipos de desenhos, cada um servindo a seu próprio propósito no processo de projeto. Há os seguintes tipos de desenhos :-

- esboços
- desenhos principais
- desenhos de detalhes

A estes, devem ser adicionados desenhos especiais que são usados para esclarecer os problemas modulares no projeto :-

- desenhos modulares gerais
- desenhos modulares de detalhes

Para editícios pré-fabricados, onde os desenhos de trabalho são feitos como desenhos operacionais, são utilizados :-

- desenhos dos componentes
- desenhos de montagem
- desenhos módulo
- esquema (lay-out) para componentes
- listas dos componentes ( 14 )

Durante os trabalhos preliminares de /

projeto, os principais arranjos e dimensões do edifício / são determinados de acordo com o programa e todas as decisões necessárias são feitas, considerando a escolha de estruturas, materiais e métodos. A maioria dos projetistas / está, acostumada a usar papel quadrículado de 6 mm, que / acomoda a rede modular, precisamente na escala 1:50.

No estudo preliminar, as paredes portantes da carga são colocadas de acordo com o princípio do eixo, ou seja, com a linha central da parede, colocada ao longo de uma linha modular, enquanto que as paredes externas são colocadas por face em relação à rede modular. O local exato de todas as paredes só pode ser determinado, / quando todos os detalhes tenham sido rigorosamente projetados. ( 14 )

#### 5.4.5. DETALHES MODULARES

A locação das linhas modulares em relação às estruturas deve ser determinada, baseando-se em / uma análise técnica destas estruturas. Pode-se pensar previamente que é possível citar regras gerais para esta locação, na qual as linhas modulares na parede externa estão localizadas M ou M/2 dentro da parede, medida da superfície interna. Quando tais regras são obedecidas, sempre / surgem conflitos a respeito de condições técnicas, que se aplica a estas conexões. Estes têm de cumprir várias exigências funcionais que influenciam a geometria dos componentes.

entes, e portanto, a locação das linhas modulares nas conexões. ( 14 )

E, assim, impossível impor regras para a locação das linhas modulares, mas o princípio geral aplicável em qualquer projeto pode ser formulado, como se segue :-

" A locação das linhas modulares em estruturas depende de soluções técnicas corretas para as conexões entre componentes " .

Para este propósito, são usados desenhos modulares de detalhes, que locam os componentes em relação um ao outro e às linhas modulares. Devem ser feitos desenhos em maior escala dos detalhes modulares - 1:1 ou 1:2 - para que a montagem e tamanho das juntas fiquem absolutamente claras, permitindo preciso dimensionamento. Os detalhes modulares podem tomar a forma de esboços, possivelmente à mão-livre e forma a base para os próprios detalhes de montagem. ( 14 )

#### 5.4.6. DESENHOS MODULARES GERAIS

Os desenhos modulares gerais podem ser preparados uma vez que a adoção das linhas modulares em relação aos vários componentes tenha sido determinada nos desenhos de detalhes, e quando todos os materiais e componentes para o projeto tenham sido selecionados. Estes desenhos devem mostrar :- ( 14 )

- os componentes modulares usados no projeto



- sua localização em relação a outros componentes
- sua localização em relação às linhas modulares

res. Fig. 85

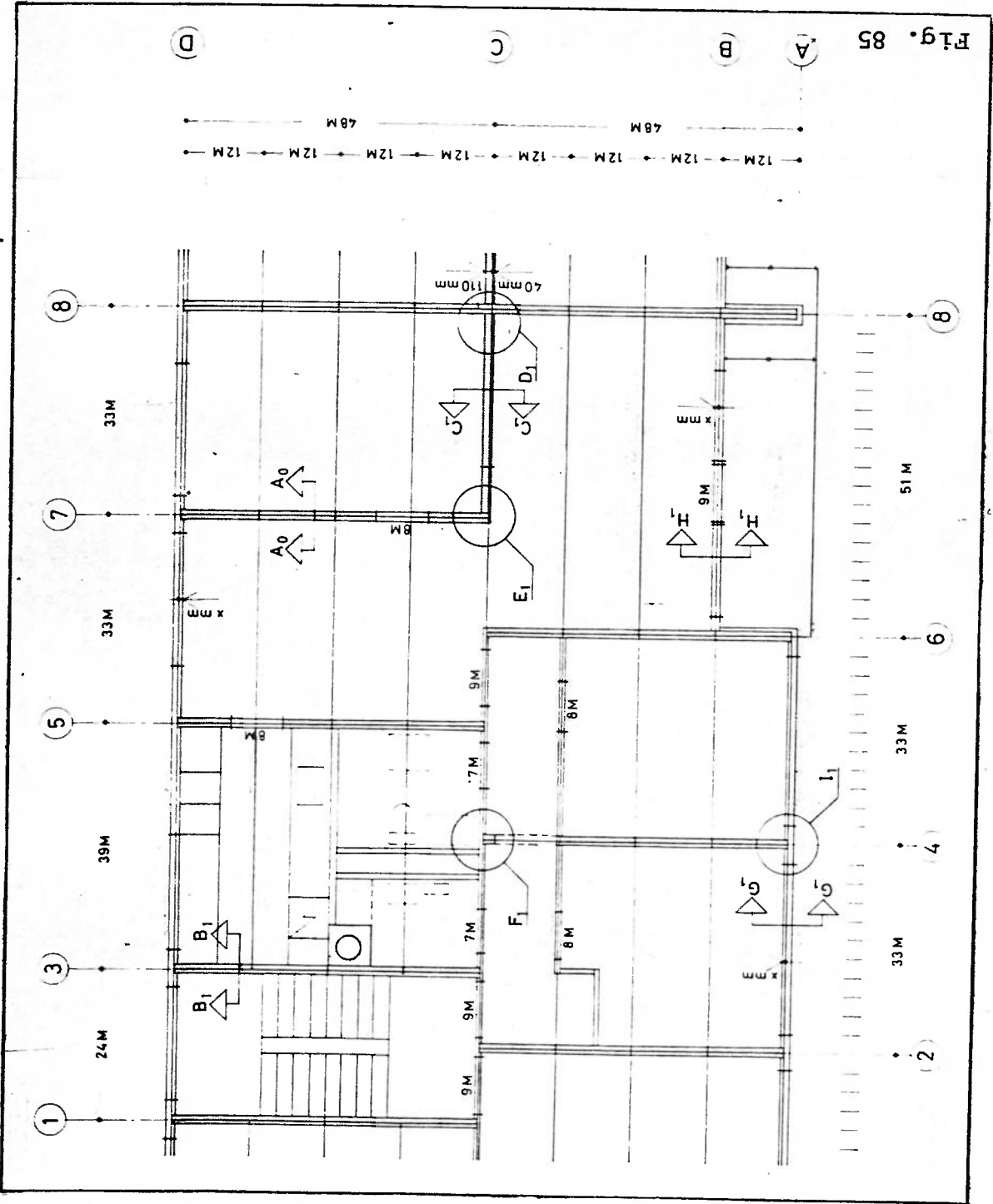


Fig. 85

No caso em que se tem um tipo básico de um componente padrão, o desenho é simplificado de maneira / que ele contenha dados que se apliquem a todos os componentes de piso deste tipo. Dados especiais relacionados a componente de piso de diferentes comprimentos e a isolantes.

As dimensões são determinadas com base em / dados do desenho, mostrando sua ligação com outros componentes e com base nas exigências funcionais dos componentes.

são derivadas de dimensões modulares. ( 14 )  
As dimensões dos componentes - largura e comprimento - não incluem dimensões modulares, ainda quando as principais dimensões são especificadas em mm, e estes desenhos / qualitatativas necessárias para a produção dos componentes. Os dados detalhados de todas as dimensões e exigências / Os desenhos dos componentes devem proporção

etc...  
Os desenhos de produção compreendem os de -  
senhos do componente para uso da fábrica e oficina e // os desenhos para uso local da construção, escavação, /

#### 5.4.7. DESENHOS DE PRODUÇÃO, DESENHOS DE OPERAÇÃO

As dimensões nos desenhos modulares gerais / são principalmente dimensões modulares, e os desenhos / não tem a intenção de uso no local, onde a unidade de medida é mm e não M. Eles também proporcionam a base para / os desenhos de montagem. ( 14 )

Os últimos da série de desenhos operacionais são neste contexto são os desenhos de montagem ou gerais. Estes são preparados com base em desenhos modulares gerais e mostram a localização dos vários componentes. Aos/

#### 5.4.9. DESENHOS DE MONTAGEM

À medida que o projetista se acostumar ao projeto modular, os detalhes modulares tornar-se-ão provavelmente somente uma fase preliminar na preparação dos detalhes de montagem. ( 14 )

As medidas de colocação e as dimensões dos detalhes são especificados em mm, e novamente nenhum módulo aparece nestes desenhos. A conexão deve ser mostrada em relação às linhas de referência, que podem ser escolhidas entre as linhas modulares do projeto. As medidas de colocação e as dimensões dos detalhes são especificados em mm, e novamente nenhum módulo aparece nestes desenhos.

A colocação dos componentes que formam uma conexão, junção, reforço de juntas, isolamento, etc... devem, portanto, conter dados de tais aspectos como localização necessária para ligar os componentes. Os desenhos operacionais, ou seja, eles devem conter somente a informação para o trabalho no local. devem ser feitos também como desenhos de detalhes comuns empregados

#### 5.4.8. DETALHES DE MONTAGEM

Os desenhos de detalhes comuns empregados para o trabalho no local devem ser feitos também como desenhos operacionais, ou seja, eles devem conter somente a informação necessária para ligar os componentes. Os desenhos operacionais, ou seja, eles devem conter somente a informação para o trabalho no local. devem ser feitos também como desenhos de detalhes comuns empregados

Uma classificação compreensiva dos desenhos é trazada segundo seus usos no escritório, no local/ ou pelas autoridades.

Um método simples é mostrado aqui: de como os desenhos para um grande projeto pré-fabricado são organizados e classificados. Este sistema tem sido usado em alguns dos maiores projetos pré-fabricados da Dinamarca. (14)

#### 5.4.10. CLASSIFICAÇÃO DOS DESENHOS

componentes são dados uma designação-tipo e um número, e/ sua locação é mostrada em relação às linhas de referência adotadas. Entretanto, a locação exata dos componentes / acha-se nos detalhes de montagem, aos quais podem ser feitas algumas referências. ( 14 )

Os desenhos de montagem são também providos de um registro dos componentes, que dá o número dos / diferentes componentes e pode incluir informações sobre / suas dimensões modulares e qualquer observação especial. / Como os desenhos de montagem são desenhos de trabalho, todas as dimensões são dadas em mm.

É vantajoso ter um sistema numérico de 4 / dígitos para os componentes. Os 2 primeiros dígitos indicam a dimensão característica principal do componente, ou seja, seu comprimento. Por exemplo, o componente de piso / PE 3300 mostra um comprimento de 33 M, do tipo básico 00. As variantes são numeradas de 01 a 99, e o tipo ( básico / ou variante ) é indicado pelos últimos 2 dígitos. ( 14 )

As autoridades necessitam ter cópias / dos desenhos principais, assim como cópias da maioria / dos desenhos de trabalho, para o tratamento comum de um / projeto de edifício. As autoridades devem assegurar que o projeto para propósitos de renda seja projetado em bases

### C) DESENHOS PARA AUTORIDADES

O local da construção, a fábrica de componentes e as oficinas devem ter todos os desenhos necessários para o planejamento e execução do trabalho. Estes desenhos devem ser feitos como desenhos operacionais, preparados com atenção especial aos limites de projeto estabelecidos no contrato. ( 14 )

### TRUÇÃO

### B) DESENHOS PARA FÁBRICAS E LOCAL DA CONSTRUÇÃO

Os arquitetos e engenheiros prepararam / todos os desenhos, mas alguns deles são somente para uso / no escritório. Todo o material de desenho pode ser classificado, de acordo com a função, nos seguintes grupos :-

- esboços e estudos preliminares - para uso interno
- desenhos de orientação - para informação do cliente - desenhos principais, perspectivas
- desenhos operacionais - para uso no local da obra e fábrica ( 14 )

### A) DESENHOS DE ESCRITÓRIO

modulares de acordo com os regulamentos do edifício. ( 14 )  
Isto é melhor demonstrado pelos desenhos/  
modulares gerais. Estes mostram imediatamente o grau em /  
que os projetistas promoveram o uso de componentes estan-  
dardizados.  
Dos dados contidos nos desenhos modulares  
gerais, com respeito ao número relativo de componentes mo-  
dulares usados nos vários projetos, as autoridades podem /  
avaliar o grau ao qual as exigências do Código Nacional /  
tem sido cumpridas. ( 14 )

5.5. ESQUEMA DE REPRESENTAÇÃO GRÁFICA DO PROJETO MODULAR

A) DESENHOS MODULARES DO PROJETO PARA USO NO ESCRITÓRIO

- Esboços :-
  - conteúdo - arranjos com o programa, esboços gerais, escolhas dos materiais, etc...
  - propósito - base para um posterior trabalho de projeto, ilustração do programa para o cliente.
  - escala - depende da tarefa; para projetos de apartamentos, 1:50 em papel modular.
- Desenhos Principais
  - conteúdo - programa completo do edifício.
  - propósito - desenho para o cliente, para autoridades, financiadores, etc... Base para a preparação de desenhos de produção.
  - escala - principalmente 1:100
- Desenhos Modulares
  - conteúdo - localização dos componentes modulares em relação às linhas modulares.
  - propósito - somente para esclarecimento dos desenhos de escritório
  - escala - 1:1 ou 1:2
- Desenhos Modulares Gerais
  - conteúdo - estudo de todos os componentes modulares escolhidos.

- propósito - demonstração do conteúdo modular do / projeto. Base para a preparação de desenhos de detalhes e de montagem.
- escala - principalmente 1:50 e 1:100 ( 14 )

B) DESENHOS MODULARES DE PROJETO PARA FÁBRICAS E PARA O /

LOCAL DA CONSTRUÇÃO

- Desenhos de produção para o local da construção
- conteúdo - instruções detalhadas para os processos de trabalho no local da construção.
- propósito - produção no local da construção, definição do objetivo do contrato e seus limites.
- escala - depende da tarefa.

- Desenhos de produção para fábricas
- conteúdo - instruções detalhadas para a produção / de componentes.
- propósito - produção na fábrica, definição do escopo do contrato.
- escala - de acordo com a tarefa.

- Detalhes de Montagem
- conteúdo - instruções detalhadas para conexões, com dados sobre locação dos materiais de juntas, reforços, isolação, etc...

- Desenhos de Montagem
- conteúdo : - locação dos componentes em relação às / linhas do sistema. Lista de componentes.



- regulamentos do edifício, em relação /
- propósito - controle detalhado do cumprimento dos /
- conteúdo - descrição do processo de trabalho.
- Desenhos de Trabalho ( Desenho de Montagem )
- escala - de acordo com a tarefa.
- exigências estruturais e funcionais.
- propósito - controle detalhado do cumprimento de /
- de componentes.
- conteúdo - instruções detalhadas para a produção /
- Desenhos de trabalho ( Desenhos dos componentes )
- escala - principalmente 1:100
- cional de Construção.
- objeto modular no contexto do Código Na
- propósito - demonstração de que o projeto é um pro
- res.
- conteúdo - estudo de todos os componentes modula
- Desenhos Modulares Gerais
- escala - principalmente 1:100
- cumprimento de leis.
- propósito - desenho de administração, controle do /
- conteúdo - o programa do edifício terminado.
- Desenhos Principais

(C) DESENHOS MODULARES DE PROJETO PARA AS AUTORIDADES

- escala - principalmente 1:100 ( 14 )
- mazenamento e transporte.
- propósito - produção no local, planejamento de ar-

a estruturas e instalações.

. escala - de acordo com a tarefa. ( 14 )

D) PROJETO MODULAR, DESENHOS RELACIONADOS

Do começo ao fim do projeto, o desenho modular geral é usado para a preparação de desenhos de montagem, ou seja, desenhos operacionais. ( 14 )

5.6. EXEMPLOS DE APLICAÇÃO NO PROJETO

Após a discussão das questões relativas ao sistema modular dinâmiques, pode-se dar atenção a exemplos de projetos que ilustram a aplicação prática dos princípios envolvidos. Os exemplos abrangem casas, prédios de apartamentos, indústrias e instituições. A maioria dos exemplos são projetos reais construídos na década de 70.

A habitação é representada por casas unitárias e prédios de apartamentos, o último incluindo blocos de apartamento. Os componentes para edifícios puramente pré-fabricados são dimensionados, geralmente, de acordo com leis modulares, tornando as soluções modulares nos projetos, claros e simples. As zonas neutras e os deslocamentos da rede são raros, embora, às vezes, inevitáveis por razões técnicas. ( 14 )

5.6.1. - EXEMPLO 1

PREDIO DE APARTAMENTOS COM COMPONENTES DE CONCRETO

1.1. PROGRAMA DO EDIFÍCIO E PARÂMETROS DE PROJETO

PROJETO

Um tipo de edifício típico bem conhecido é o bloco de apartamentos com 3 pavimentos, tendo uma escada em 2 lances. As divisões dos pavimentos, escada e terraços são feitas pelas paredes de cruzamento, e a estabilidade longitudinal é assegurada por métodos de pa-

redes portantes principais no dormitório principal. Cada apartamento tem uma área total de  $110 \text{ m}^2$ , com sala de estar, sala de jantar, 3 dormitórios, cozinha e 2 banheiros. As salas de serviço estão concentradas num local especial do projeto ao redor da escada, que afóra por limites de ruído das instalações, facilitam o ar- ranjo dos canos, visto que todos os canos d'água, aquecimen- to e drenagem, e dutos de ventilação podem ser localizados na parede dupla entre os banheiros.

O projeto é esboçado em papel modular/ de 3 M, impresso com rede azul. O ritmo modular é desenhado ao longo de 2 lados de desenho, permitindo que a rede/ desapareça na cópia, deixando o desenho claro e compreensível. Com a adoção de componentes de piso de 12 M, obtém-se a rede modular resultante de 3 M x 12 M.

O próximo item do programa é escolher, para o projeto, os tantos componentes modulares possíveis, das linhas de produção e assim chegar-se-á ao seguinte / catálogo modular :-

- componentes de concreto para paredes DS/R 1039
- componentes de piso ociosos DS/R 1038
- componentes divisórios de concreto / leve DS/R 1042
- escadas DS/R 1040
- componente de cozinha DS 1043
- portas internas DS 1028
- escolha livre de fachadas

Quando os componentes escolhidos, de / preferência modulares, são montados corretamente para formar um edifício, têm-se um projeto modular no contexto do Código Nacional de Construção ( Dinamarca ) . ( 14 )

## 1.2. PROJETO DETALHES

A ligação entre os componentes é escaçada nos detalhes modulares. Secções detalhadas das conexões mais importantes são desenhadas, sendo possível determinar as locações exatas dos componentes em relação a outros às linhas modulares.

Para desenhos em maior escala dos detalhes é necessário um conhecimento dos tamanhos de fabricação dos componentes utilizados. No caso de itens de catálogo, o fornecedor deve dizer estas dimensões, junto às suas tolerâncias. Por outro lado, os componentes desenvolvidos para o projeto em questão, os projetistas devem determinar as dimensões baseadas em uma análise funcional / das conexões.

Os parafusos de montagem que são usados no topo do componente de parede servem a 2 propósitos : - / eles facilitam o transporte e são usados para ajustes horizontais e verticais.

O ajuste vertical é feito nivelando o parafuso enquanto o ajuste horizontal é executado por métodos de tiras de metal leve, que são colocados por sobre os parafusos e posicionados de acordo com as linhas do sistema, no meio da parede.

#### 1.4. DESENHO DE EXECUÇÃO

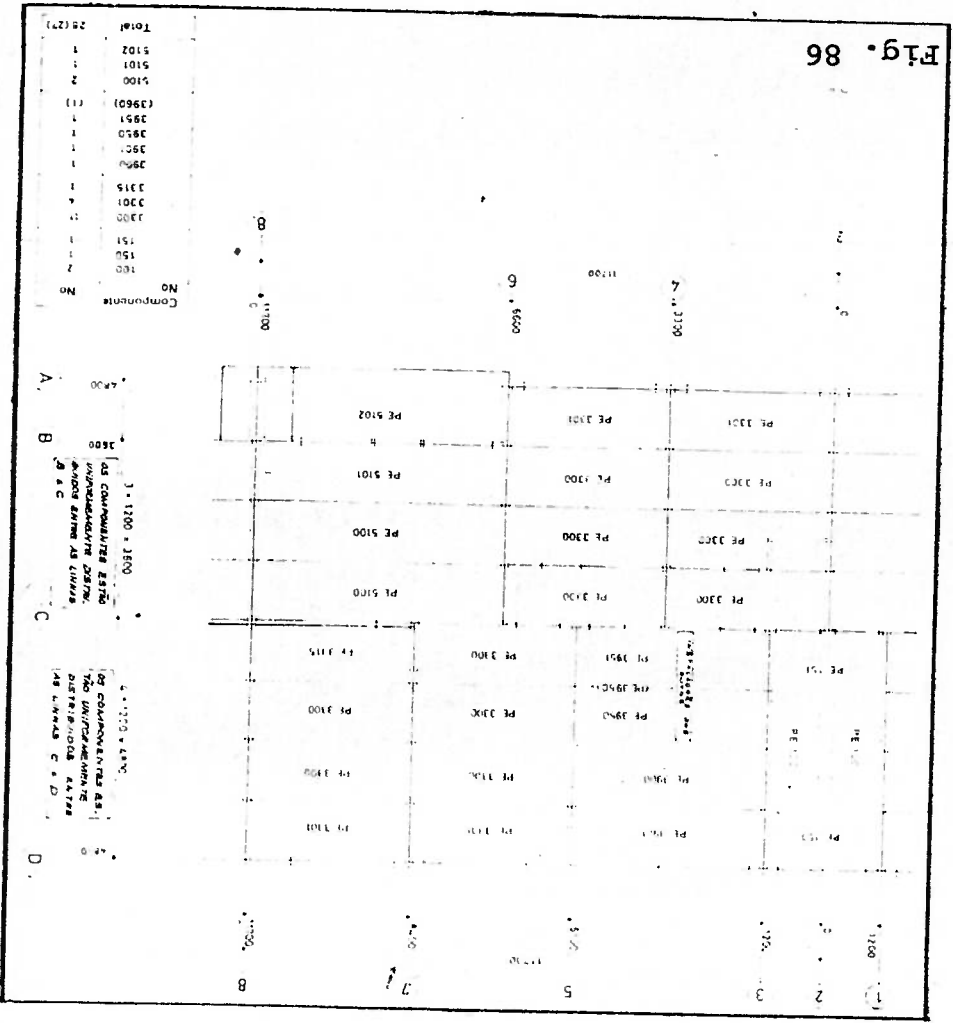
Depois que os detalhes mais importantes da estrutura portante foram projetados, é necessário mostrar como o edifício será construído, utilizando os componentes escolhidos, um desenho modular geral pode ser preparado, mostrando os componentes relacionando-se entre si e com as linhas modulares do projeto.

A locação dos vários cortes de detalhes deve também ser indicada neste desenho, que forma a base para os desenhos de execução subsequentes, ou seja, os desenhos de montagem para as várias categorias de componentes. ( 14 )

#### 1.3. DESENHO MODULAR GERAL

Os componentes de pisos são postos com juntas secas, sobre os componentes de paredes e, portanto, ultrapassam sua zona modular na direção vertical. Há sempre uma boa razão técnica para a quebra desta lei modular geral. A altura dos componentes de paredes é fixada a fim de se obter uma junta de pelo menos 30 mm acima do topo do piso, permitindo, portanto, a locação das argamas rígidas de junta após as paredes serem erigidas. O processo de elevação é completado, soltando-se as porcas dos parafusos de montagem, depois que a argamassa tenha encolhido e se fixado. Isto significa que é a própria junta que transmite forças e não os parafusos. ( 14 )

A seguir, a geometria do projeto é, então, fixada. Em primeiro lugar, os projetistas devem determinar as especificações para materiais, etc..., necessárias para um cálculo exato dos aspectos técnicos e econômicos do projeto. Cálculos de estática fornecem informações sobre re- forços e resistência do concreto para os componentes, jun- tas, etc..., e quando estas especificações forem adiciona- das aos desenhos dos componentes, pode-se dizer que estes/ desenhos estarão completos. Fig. 86.









A fig. 82, mostra o arranjo das divisões leves. Estas divisões são exigidas após a construção da carga e das paredes externas, e suas posições são, portanto, traçadas a partir das superfícies de parede da carga. Devido às imprecisões na carga, é necessário contar com um ajuste de um componente de divisória leve por parte de. Estes componentes são especialmente traçados no desenho, e seu número indica as dimensões básicas em mm das unidades de ajuste. O desenho mostra também a ordem e o ritmo da colocação. Uma das divisórias leves entre os ba- nheiros é construída de tal modo a facilitar o acesso às instalações, para inspeções e reparos. ( 14 )

além de definidos os outros materiais e a estrutura com /  
do os componentes modulares já tiverem sido escolhidos, /  
modulares, mesmo quando produzidos individualmente. Quan-  
similares devem, na medida do possível, possuir dimensões  
As portas, janelas e outros componentes /

grupo - A :-

tes construídos modulares para casas uni-familiares do /  
riais adotados, pode-se optar entre os seguintes componen-  
Dependendo do projeto e dos tipos de matē

#### GRUPO A - CASAS NÃO PADRONIZADAS

- antes pré-fabricados. ( 14 )  
de sistemas de pré-fabricação e compo-  
c) Casas "standard" construídas através /  
nais;  
nativamente segundo métodos tradicionais -  
b) Casas "standard" construídas predomi-  
gundo métodos tradicionais;  
a) Casas não-padroneizadas construídas se-

trutivo :-

stificadas em 3 grupos, segundo seu projeto e método cons-  
As casas uni-familiares podem ser clas -

---

#### O PROJETO MODULAR E A CASA UNI-FAMILIAR

EXEMPLO 2

5.6.2.

base no programa construtivo, será feita a união dos componentes de forma adequada. O projeto pode se desenvolver numa folha modular em 3 M, mas como o método de construção é o tradicional, as vantagens obtidas serão pequenas.

No caso dos projetos do Grupo A, é necessário um projeto modular que utilize os componentes disponíveis no mercado. Pequenos projetos não costumam permitir o desenvolvimento de novos componentes construtivos / modulares. ( 14 )

GRUPO B - CASAS "STANDARD", MÉTODOS DE CONSTRUÇÃO TRADICIONAL

As casas "standard" permitem grandes investimentos no projeto e no esquema de trabalho, ficando possível o desenvolvimento de novos componentes construtivos além daqueles que constam nos catálogos e cuja escala de aplicação deve ser a mais ampla possível. O projeto modular para casas "standard" / do Grupo B segue o seguinte desenvolvimento :-

- seleciona-se os componentes construtivos modulares disponíveis;
- a estes acrescenta-se os novos componentes modulares desenvolvidos para a casa "standard" em questão;

- os componentes conectam-se com a estrutura na obra por meio de soluções racionais e tecnicamente corretas;

GRUPO C - CASAS "STANDARD", CONSTRUÇÃO PRÉ - FABRICADA

cionais segundo um plano modular geral. (14)

- completa-se o projeto com planos opera-

As casas uni-familiares deste grupo requer

rem grandes séries de produção, e os dois métodos constrü

tivos têm um número considerável de problemas em comum :-

investimento no trabalho experimental e instalações de /

produção industriais; produção e transporte; grau de mecã

nização; grau de pré-fabricação; grau de abertura ou fe -

chamento, etc. Frequentemente, toda casa é estandarizada,

apesar do programa permitir um certo número de variantes.

No âmbito construtivo, com sua grande va-

riedade de programas e diferentes condicionantes - condi

ções do local, etc. - é importante ter-se um sistema o /

mais aberto e flexível possível, baseado no uso de compo-

mentes comprados de fornecedores especiais.

As casas destes grupos devem, portanto, /

ser projetadas com base nos módulos 3 M na horizontal e /

2 M na vertical, e, para permitir o uso do maior número /

possível de componentes modulares, deve-se lhes garantir uma

escala de aplicação o mais ampla possível, ou seja, um /

grande número de métodos de união.

O esquema de projeto e aplicação dos mate

riais empregados nas casas "standard" do grupo C é o mes-

mo dos exemplos anteriores :-

- esboços ( sobre papel modular ) ;

Na Europa, a Dinamarca destacou-se nos pro

jetos de casas "standard". Foram aqui escolhidos dois sis

temas, que servirão como exemplos de aplicação.

O primeiro sistema é o da firma Farum Byg

geindustri (FBI), de Ølstykke, que executa componentes pa

ra suas casas "standard" na forma de elementos tridimen

sionais, cada um dos quais constitui um espaço completo.

Os elementos, feitos de madeira rígida, aglomerados de ma

deira e madeira compensada, são construídos na fábrica e

providos de instalações e acabamentos ( pintura ), após o

que são transportados para o local da obra e conectados /

nas fundações. As casas podem, então, ser imediatamente /

completadas, já que a cobertura também é pré-fabricada e,

uma vez montadas as paredes externas, a casa já pode ser /

usada.

Pesquisas indicam que este sistema cons

trutivo resulta em grande redução do tempo de trabalho da

mão-de-obra. A planta baseou-se num reticulado modular /

6 M x 6 M sem deslocamento de componentes, possível devi-

do ao fato de os vedos finos ajustarem-se nas esquadrias /

das janelas. ( 14 )

- esquemas gerais;

- detalhes;

- projeto modular geral;

- esquemas operacionais. ( 14 )



---

CASA "STANDARD" DA "ARKITEKTERNES TYPEHUSKONTOR"

O outro sistema é o da firma "ARKITEKTERNES TYPEHUSKONTOR", mais precisamente a casa tipo B - 24, um exemplo de projeto modular de casa uni-familiar do grupo B. A planta inclui uma sala-estar, 3 dormitórios, cozinha, banheiro, toilet, varanda, hall e sala de jogos. Sua área total é de 122 m<sup>2</sup> e a líquida é de 104 m<sup>2</sup>.

As casas "standard" dessa firma existem em tamanhos de 98 m<sup>2</sup> a 126 m<sup>2</sup> de área total, sendo todas planejadas sobre reticulado modular 6 M x 6 M, pois com isso provou-se que a malha de 6 M é suficiente, para atender às exigências funcionais. ( 14 )

PROGRAMA CONSTRUTIVO E PARÂMETROS DE PROJETO

A fig. 90 mostra um esboço de planta em folha modular em 6 M. As paredes principais e as externas, são portantes e sustentam toda a estrutura da cobertura, a qual é reforçada. São usados os seguintes componentes e materiais :-

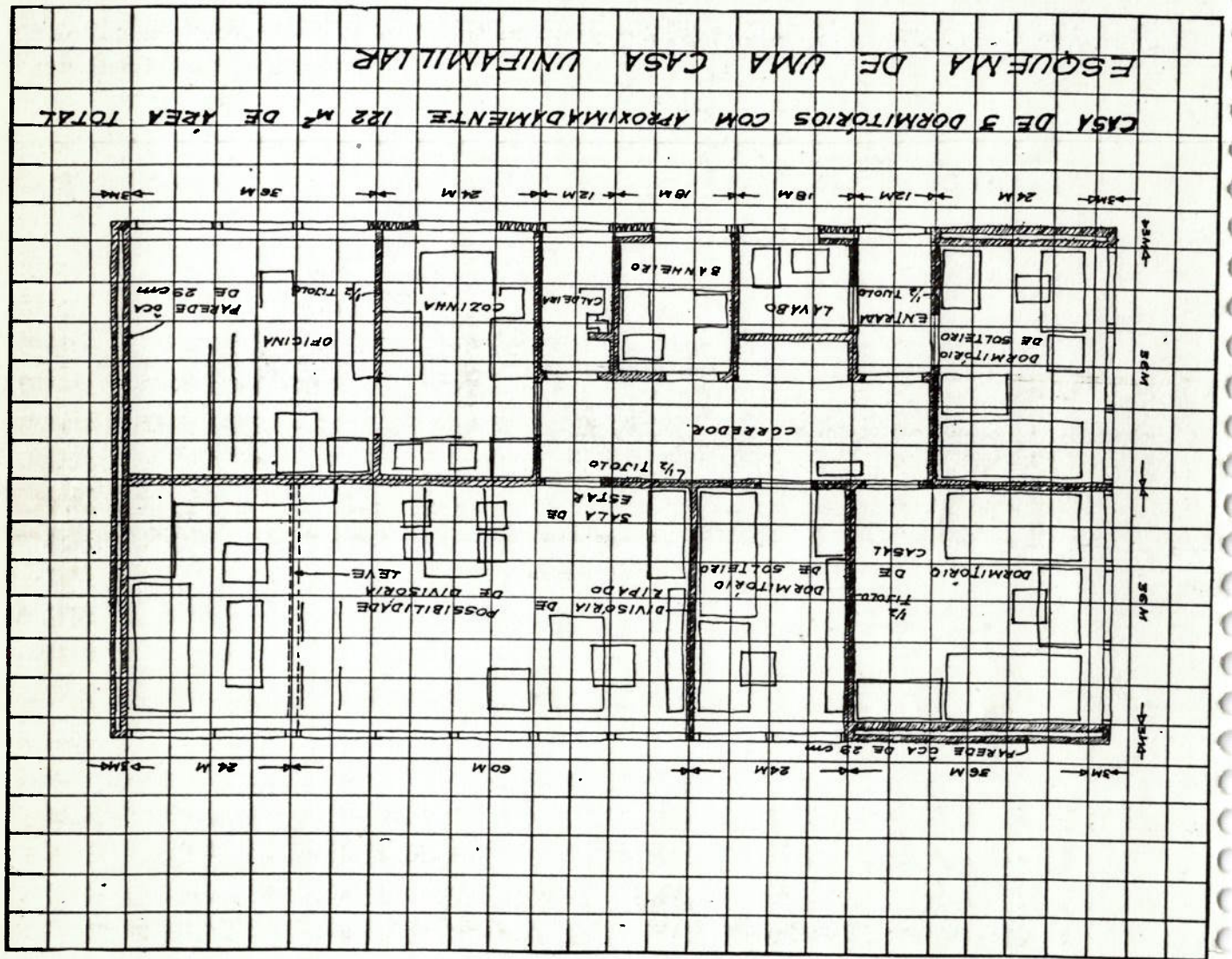
- PAREDES EXTERNAS :- Paredes ocas de 3M / (29 cm) e painéis de madeira de 6 M x / 6 M;

- PAREDES INTERNAS :- Paredes de meio-tijolo e divisórias leves com espessura / de duas polegadas;

- JANELAS :-  $L \times H_1 = 12 M \times 12 M$  e  $L \times H_2 = 12 M \times 14 M$ ;



- PORTAS INTERNAS :- L = 8 e 9 M;
- FUNDAÇÕES :- Concreto lançado "in situ"
- COBERTURA :- treliças de 3x5" com Eter-
- nit ondulado.



A planta modular geral pode ser feita após a definição das principais juntas. Nela, vê-se os componentes do "esqueleto" da construção e suas locações em relação a si mesmo e às linhas modulares. São marcados e numerados, também, os detalhes. A localização de todas as linhas modulares é ditada pela solução técnica dos detalhes,

#### PLANTA MODULAR GERAL

Uma das mais importantes possibilidades de variação no programa da casa "standard" é aquela ligada aos componentes das janelas de canto, que podem ser localizadas tanto na parede externa quanto na fachada lateral, dependendo da implantação da casa e sua orientação. Assim, as janelas das fachadas vistas também na Fig. 90 podem, se preciso, ser colocadas nas paredes externas sem alterar as dimensões principais da planta. Se esta solução é adotada com janelas na fachada da entrada e à esquerda da porta da frente (isto é, no banheiro), por exemplo, será necessário separar estas janelas modulares em 12 M da faixa primitiva de 12 M porque deverá haver espaço para a parede de meio-tijolo entre o quarto e a varanda. A adoção de uma zona neutra significa o alongamento ou o alargamento da casa; por isso, ambos os lados da planta podem equilibrar-se. Mas a ampliação deve ser a mesma para ambas as direções. A casa "standard" é, assim, uma casa à base de componentes e não uma casa regulamentada principalmente por um reticulado. ( 14 )

As plantas de execução trazem todas as informações necessárias para a execução dos modelos, mas trazem somente as dimensões efetivas, não incluindo as / modulares. É a etapa final da fase de projeto. ( 14 )

#### PLANTAS DE EXECUÇÃO

restando muito pouco do reticulado modular original;

Quando apareceram os primeiros edifícios/  
com componentes pré-fabricados em concreto na década de /  
30 nos E.U.A., já haviam problemas de juntas que eram cau-  
sados pela descontinuidade dos elementos. Mas grande parte/  
desses problemas foi resolvido com a utilização do concre-  
to protendido, o qual pode ser mais delgado, leve e rígido -  
do o que indiretamente quase resolve esse problema. Assim,/  
ele passou a ser muito utilizado nas construções pré-fabri-  
cadas, principalmente nas indústrias. Entretanto, as cons-  
truções industriais pré-fabricadas, não repousam exclusiva-  
mente sobre o concreto, pois a madeira e o aço também são /  
largamente utilizados.

A partir do momento em que se passa a con-  
siderar construções de grande porte, a utilização da modula-  
ção torna-se praticamente indispensável, principalmente no/  
que diz respeito a utilização de múltiplos. Pois esses /  
edifícios geralmente contam com grandes vãos, que devem ser  
iguais ou proporcionais, e portanto nada melhor do que a /  
coordenação modular para estabelecer essas medidas /  
de proporcionalidade, que seriam diretamente determinadas /  
a partir do multi-módulo. Neste caso, o multi-módulo deve /  
ser estabelecido baseando-se principalmente nos requisitos  
dos funcionais do edifício durante toda a sua vida útil, na  
qual ele poderá ser submetido a diferentes usos, neces-  
sitando assim de boa flexibilidade.

## EDIFÍCIOS INDUSTRIAIS E INSTITUCIONAIS

EXEMPLO 4

5.6.4.



Isso requer, conseqüentemente, que tanto o módulo pro-  
porcione essa flexibilidade, como também o projeto e o sis-  
tema construtivo como um todo. Uma solução que é empregada/  
muitas vezes, é a construção de grandes espaços livres,  
os quais poderão ser subdivididos conforme as necessidades,  
tendo assim a flexibilidade desejada. Verifica-se, assim, /  
que é por este motivo que muitas vezes surgem os grandes /  
vãos já mencionados para esse tipo de construção. ( 14 )

#### O PROJETO DE ESCOLAS DE FUNEN

Trata-se, neste exemplo, de escolas cons-  
truídas na Dinamarca nos anos 60, quando surgiam grandes /  
problemas no setor de ensino. Um deste problemas era a gran-  
de reestruturação pela qual passava todo o ensino, e outro,  
o problema de grande falta de escolas. Esta falta de esco-  
las era ocasionada por problemas de limitação técnica e /  
econômica. Por esses motivos, os construtores resolveram /  
adotar um método mais racional, em que esses fatores pudes-  
sem ser controlados, passando a empregar a coordenação mo-  
dular e a pré-fabricação em seus projetos escolares de /  
Funen, sendo que, logo depois, essa solução espalhou-se por  
toda a Dinamarca.

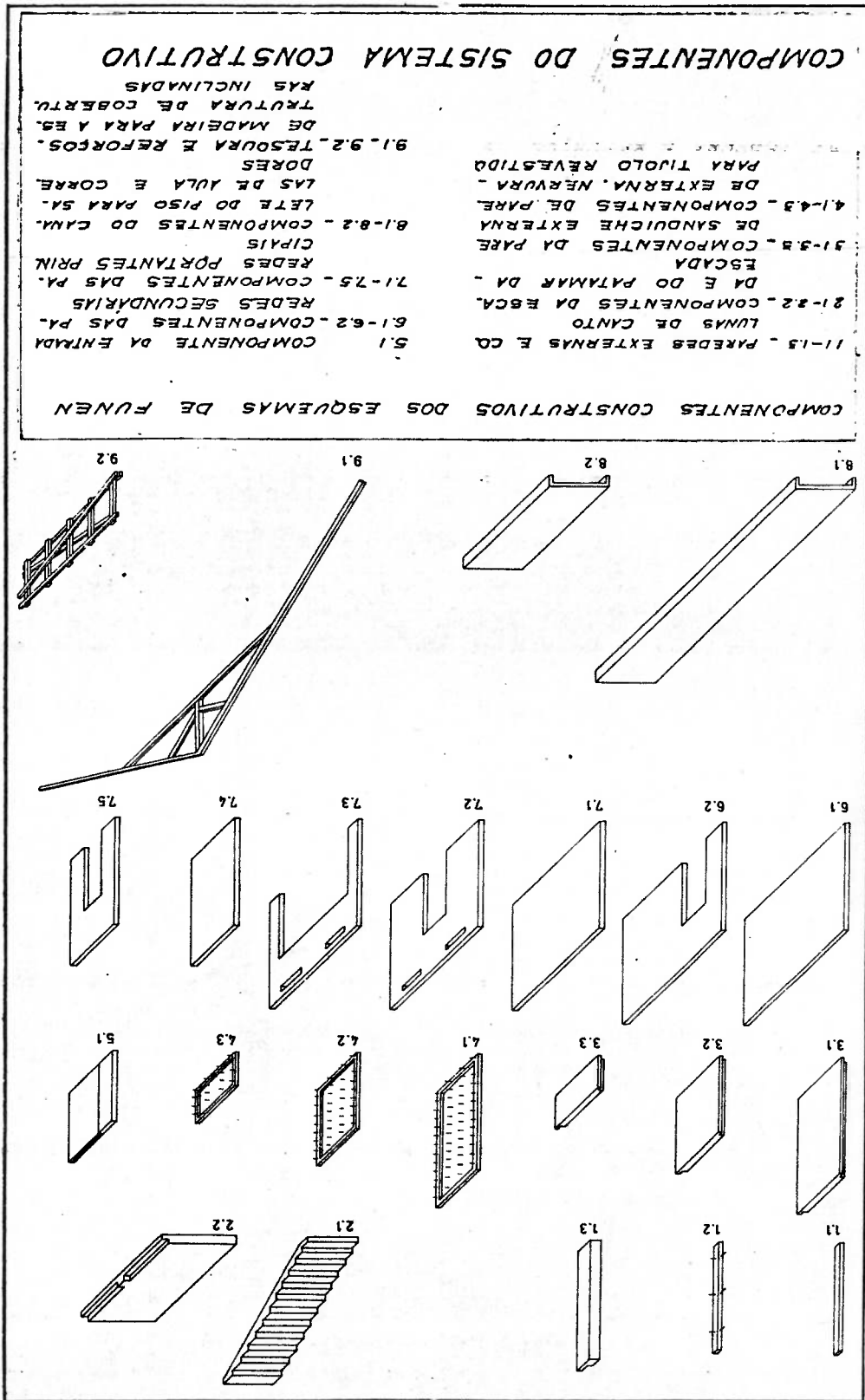
Esse projeto de Funen compreendia nove es-  
colas primárias, as quais somaram 26.740 m<sup>2</sup>. Posterior-  
mente surgiram outros que construiriam 27.745 m<sup>2</sup> na Ze-  
lândia; 27.771 m<sup>2</sup> nas Ilhas Faeroe; 22.805 m<sup>2</sup> em Jutland, /

segundo sempre o mesmo sistema.

Em relação ao projeto de Funen, vertical-  
 se que a primeira preocupação era a de padronizar as sa-  
 las de aula, bem como as outras salas, e as oficinas e la-  
 boratórios. Assim seguindo-se o princípio da flexibilidade  
 de dos grandes espaços, todas as salas receberam áreas su-  
 periores às usuais. Assim, estabeleceram-se que as salas /  
 de aula passariam de  $50 \text{ m}^2$  para  $60 \text{ m}^2$  (  $72 \text{ M} \times 84 \text{ M}$  ), /  
 sendo que é a partir dessas medidas que se deriva o múltiplo  
 duplo, de 6 M. Desta forma utiliza-se uma quadrícula de 6 /  
 M, estabelecendo-se, assim, 18 M, 36 M e 84 M as dimensões  
 preferenciais.

Neste momento, é interessante que sejam /  
 considerados os materiais disponíveis no mercado local a /  
 fim de se ganhar tempo. Assim, verifica-se que quase sem-  
 pre os projetos desenvolvem-se em alvenaria, madeira ou /  
 concreto, usando diferentes superfícies de fachadas. Para  
 que o sistema seja bem escolhido, deve-se determinar o nú-  
 mero de andares, pois quando este número é maior que três,  
 muitos sistemas deixam de ser viáveis, embora ainda haja /  
 a possibilidade da utilização de um sótão criado pelo te-  
 lhado. Desta forma, têm-se 12 tipos básicos de modelos que  
 podem ser seguidos, adaptando-se a quase todos os sistemas  
 construídos.

As componentes modulares de concreto que /  
 formaram a carga do edifício podem ser combinados entre  
 si de várias formas, além de permitir a utilização de 3  
 tipos diferentes de materiais para fachada. Na fig. 91 /



vertica-se quais são os principais componentes utilizados dos.

O dimensionamento máximo dos componentes, é definido pelo seu peso e possibilidades de transporte e montagem. Assim, foram estabelecidas para os principais componentes, as seguintes medidas como sendo as mais im- portantes :-

- coluna padrão - 150 x 200 mm
- parede sanduíche externa - L = 18 M
- parede externa estruturada - L = 18 M
- parede interna (uníões ortogonais) - L = 42 M
- parede - portante principal - L = 36 M
- parede - portante principal - L = 18 M
- componente do piso - 18 M x 84 M
- componente do piso - 18 M x 36 M

O sistema estrutural basea-se na utilização de lajes nervuradas apoiadas sobre paredes estruturais e pilares externos. Onde as paredes dão estabilidade horizontal, e os pilares suportam apenas as cargas verticais. Fig. 92

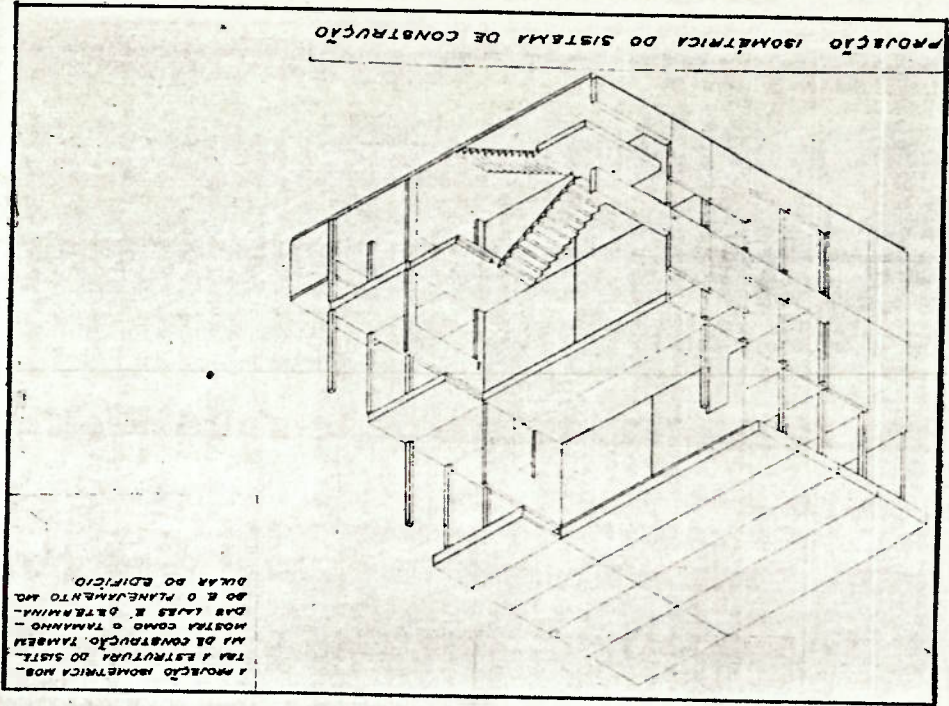
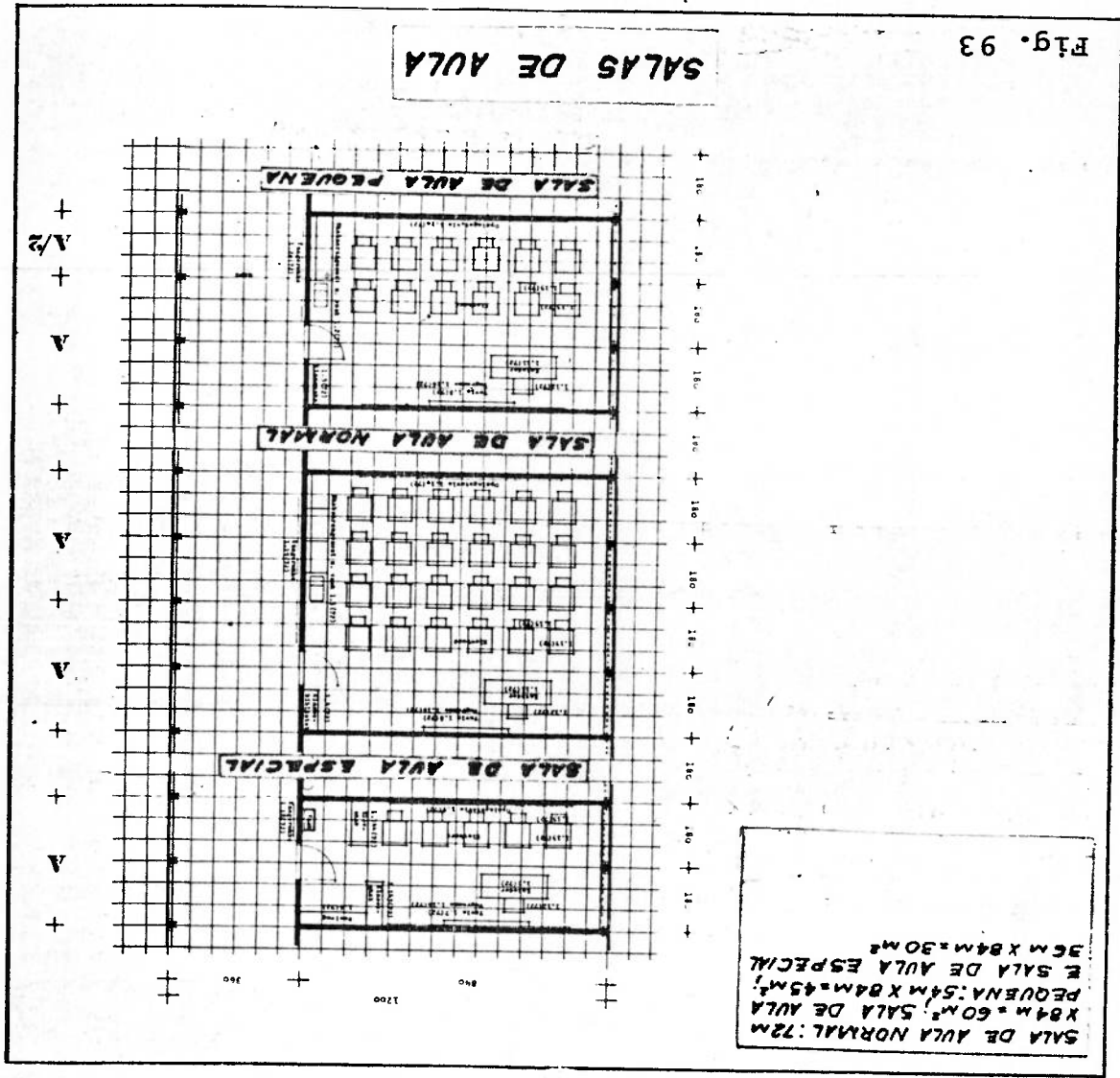


Fig. 92



Analisando-se o projeto da fig. 93, /  
 nota-se que as salas de aula normal têm 72 M x 84 M, 60/  
 m<sup>2</sup>; as especiais têm 36 M x 48 M ou seja, 30 m<sup>2</sup> e 36 M x  
 84 M, ou seja, 30 m<sup>2</sup>; as pequenas têm 54 M x 84 M ou seja/  
 45 m<sup>2</sup>; e além disso, os corredores e os demais espaços /  
 são todos múltiplos de 18 M. Esses espaços poderão ainda  
 ser subdivididos por divisórias leves obedecendo a modu-  
 lagão coincidindo assim com as paredes externas e com as  
 nervuras da laje. ( 14 ) Fig. 93



Não há, certamente, nenhum outro tipo de edifício que contém tão diferentes funções quanto uma fábrica. Atualmente, as máquinas e o transporte estão sob rápido desenvolvimento, com mudanças inevitáveis nos métodos de produção. As fábricas, portanto, devem ser feitas pensando-se em usos múltiplos e têm de ser projetadas com dimensões generosas de modo que conservem seu valor, mesmo quando mudam de dono. Por isso, os projetistas procuram assegurar um largo rol de usos para seus edifícios / através do uso de multi-módulos preferenciais.

#### PROGRAMA DO EDIFÍCIO E PARÂMETROS DE PROJETO

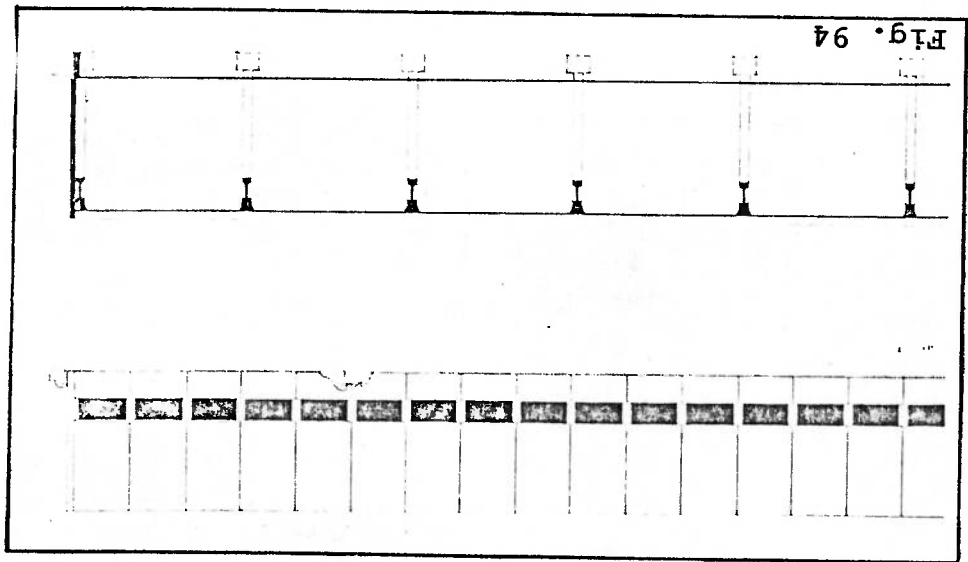
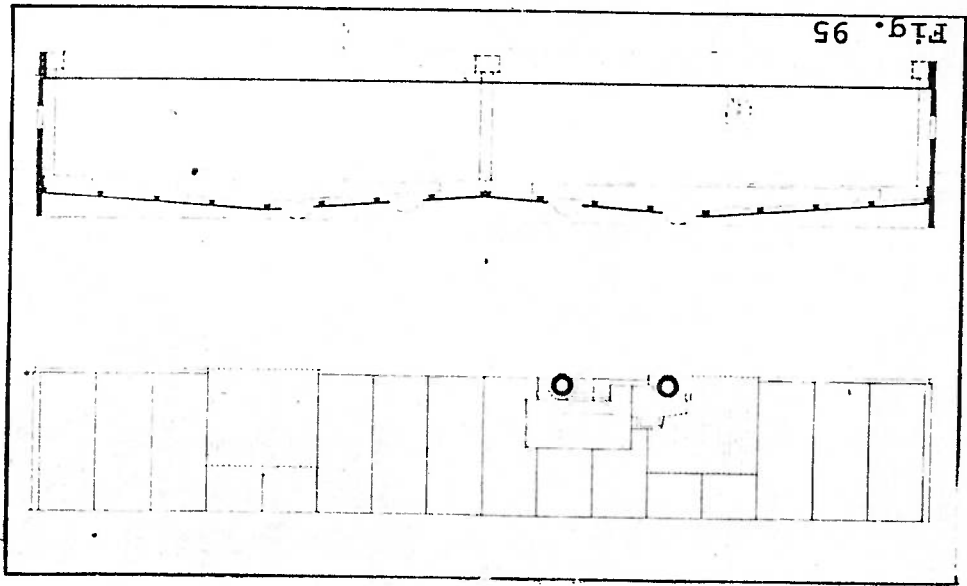
fixas. ( 14 )  
princípios de estrutura são, entretanto, aproximadamente /  
cessidades. Certas dimensões principais, materiais e /  
sibilidades para adaptar o edifício às suas próprias ne-  
tandardizados que o cliente individual não tem muitas pos-  
mado com certa reserva, visto que os projetos são tão es-  
O conceito de fábrica-padrão deve ser to-  
em concreto, e às vezes em aço e madeira.  
dústrias com componentes pré-fabricados, principalmente /  
engenharia dinamarquesas vêm construindo prédios para in-  
Há muitos anos, as grandes companhias de/

FÁBRICA PADRÃO HØJGAARD & SCHULTZ

O princípio de dar ao edifício dimensões generosas leva a espaços sempre crescentes e unidades de fábrica, com sistemas de pilares e vigas. A área livre entre os pilares é de cerca de 100 a 150 m<sup>2</sup>, com uma tendência a um tamanho crescente, enquanto os vãos consistem em regiões de cerca de 10 a 25 m, no caso de peças de concreto. Com vigas de aço, podem ser atingidos vãos de 40 m, e, no caso de vãos em arco de aço e madeira, é possível atingir de 50 a 70 m. Estas grandes unidades mostram que os intervalos entre dimensões possíveis de vem crescer com o valor absoluto das dimensões, que é precisamente o princípio das listas de multi-módulos prefabricados.

Para a fábrica padrão HØJGAARD & SCHULTZ, um sistema de construção foi desenvolvido, tendo um pilar de concreto moderadamente reforçado, vigas de concreto protendidas e lajes de cobertura com isolamento de espuma plástica. As paredes externas consistem de componentes sanduíche de concreto de 200 mm, isolado com 75 mm de la mineral. As dimensões são selecionadas da lista de dimensões preferenciais para a construção de fábricas.

Portanto, a fábrica-padrão consiste dos seguintes componentes modulares: - lajes de cobertura, vigas de cobertura, componentes de fachadas laterais, componentes de paredes externas, pilares. ( 14 ) Figs. / 94 e 95.



## SISTEMA ESTRUTURAL

O sistema estrutural do edifício consiste não só de pilares, mas também de vigas simplesmente apoiadas/ e lajes na estrutura de cobertura.

No sistema de treliça, a cobertura age como / um diafragma que distribui as forças horizontais para os / pilares e possivelmente para outros membros estruturais / da parede externa : A força do vento nas paredes externas / são absorvidas na parte de baixo e no topo da estrutura / de cobertura. Se o diafragma não for projetado para suportar a força do vento, esta deve ser transmitida através / de uma viga especial aos pilares.

O apoio das vigas principais nos topos dos / pilares são apoios simples. Isto resulta em tensões adicionais nos pilares, devido ao encolhimento em vigas pré-tensionadas.

Um outro ponto que exige atenção especial em / grandes projetos de fábricas é a questão de mudança e am- / pliação. A adição de novas partes podem ser feitas sem / muita interferência ao edifício original. Entretanto, am- / pliações acarretam condições estáticas diferentes em toda / a estrutura tridimensional e por esta razão, é essencial / que o projeto seja feito para permitir tais alterações.(14)

## COMPONENTES E CONEXÕES

A conexão é feita com juntas de expansão porque /

as vigas são apoiadas em peças de neoprene ou similar. A junta

ta na cobertura é feita também como uma junta de expansão, e, como parte da superfície de cobertura é drenada aqui, há um sério problema de impermeabilização. A drenagem da cobertura é feita por meio de um cano externo ao pilar.

Como a conexão não tem que levar em /

conta movimentos, as lajes de cobertura são fixadas à vi-

ga SIB. O reforço da junta entre as lajes de cobertura /

assegura a ação de diafragma na cobertura. Devido a pequē

nos movimentos de encolhimento que ocorrem entre as la -

jes de cobertura, uma faixa de feltro de cobertura é colō

cada, não grudada, sobre as juntas, a fim de assegurar que

qualquer movimento seja absorvido sem fendas no feltro. /

Sem estas faixas de juntas, o feltro se rasgaria.

Pode-se utilizar um projeto alternativo

para lajes de cobertura, que são as lajes nervuradas. A /

solução tem as seguintes vantagens : ele reduz o peso /

morto da cobertura, é mais barato e sua porosidade faz /

dele um material isolante acústico. A única desvantagem /

é que aumenta o risco de condensação em edifícios que te-

nham um alto grau de umidade. ( 14 )

6.1. NORMALIZAÇÃO

Quando, na sede da ABNT, se reuniu uma comissão de estudos dos elementos da construção, a 4 de setembro de 1.946, foi chamada a atenção para o fato de que na França e nos E.U.A. se estudava a Coordenação Modular da Construção. O interesse despertado nesse pequeno grupo fez com que, em novembro de 1.946, se formasse uma comissão para desenvolver o estudo da Coordenação Modular no Brasil. ( 5 ) . Contudo, enquanto em outros países foram mobilizados recursos humanos e materiais para dar continuidade aso estudos iniciados, o mesmo não ocorreu no Brasil, até que o Bouwcentrum empreendeu estudos no setor, / no início dos anos 70.

O Brasil foi participante ativo nos dois primeiros seminários de materiais de construção, organizados pelo Comitê Pan-Americano de Normas Técnicas (COPANT), principalmente no segundo, quando os princípios adotados pela Norma Técnica Brasileira de Coordenação Modular foram aprovados. Isso resultou o Proyecto 1º de Recomendación COPANT/SC - Coordinación Modular de Construcción. / Com base nessa normativa da COPANT, posteriormente foi revisada a nossa norma inicial, resultando na NB - 25. ( 5 ) No Brasil a Comissão de Coordenação Modular estudou a aprovou as seguintes normas :-

- NB - 302 : Vãos modulares e seus fechamentos;
- NB - 304 : Multimódulos;



- NB - 305 : Alturas modulares de piso a piso, de compartimento e es-  
trutural;
- NB - 306 : Tijolos modulares de barro/  
cozido;
- NB - 307 : Blocos vazados modulares de  
concreto;
- NB - 331 : Alturas modulares de teto a  
piso;
- NB - 332 : Painéis modulares verticais;
- NB - 337 : Locais e instalações sanitá-  
rias modulares;
- NB - 338 : Componentes de cerâmica, de  
concreto ou de outro materi-  
al utilizados em lajes na /  
construção coordenada;
- NB - 339 : Espaços modulares para escā-  
das;
- NB - 340 : Alvenaria modular;
- NB - 343 : Revestimentos;
- NB - 344 : Coberturas;
- NB - 345 : Divisória modular vertical/  
interna;
- NB - 346 : Esquadrias modulares;
- NB - 372 : Forro modular horizontal de  
acabamento;
- NB - 373 : Tacos modulares de madeira/  
para soalhos;



- NB - 417 : Ajustes modulares e tolerâncias;

- NB - 420 : Série modular de medidas;

- NB - 422 : Equipamento para complementação da habitação na construção;

- NB - 424 : Princípios fundamentais para a elaboração de projetos / coordenados;

- SB - 62 : Simbologia da coordenação modular da construção;

- TB - 202 : Terminologia da coordenação modular da construção. ( 5 )

Para que se possa ter uma noção mais completa da normativa brasileira são dados, a seguir, os critérios estabelecidos pelas principais normas complementares à NB - 25, que devem ser seguidos, no Brasil, numa construção civil modularmente coordenada para casos específicos da mesma.

## 1) VÃOS E SEUS FECHAMENTOS

Para aplicação da coordenação modular na abertura de vãos e para os respectivos fechamentos, esta- belece a NB - 303 que suas medidas sejam modulares. Como- vê-se na figura 96, suas medidas de projeto estarão rela- cionadas com suas medidas modulares pelos respectivos ajustes modulares.

Altura de piso a piso é a distância entre níveis de piso terminado de dois pavimentos consecutivos. Altura de compartimento é a distância entre níveis acaba- dos de piso e de teto, num mesmo compartimento.

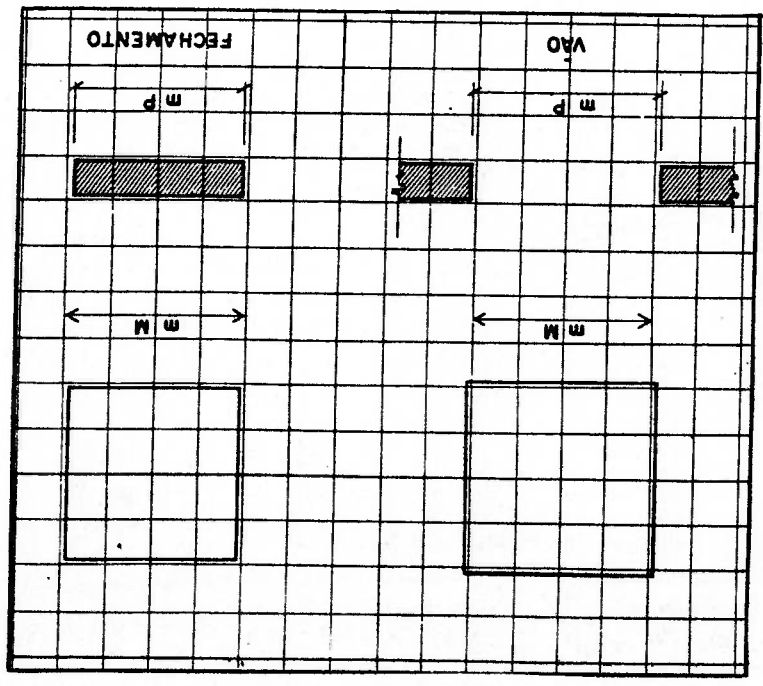
DE TETO - PISO

2) ALTURA DE PISO A PISO, DE COMPARTIMENTO, ESTRUTURAL E

to. ( 5 )

Para a escolha das medidas modulares dos vãos, deverão ser consideradas suas necessidades funcio- nais. Para os fechamentos, serão considerados não só es- tas, mas também o material, a fabricação e o assentamen-

Fig. 96



Altura estrutural é a distância entre o nível superior.  
 Altura de teto-piso é a distância que separa dois pavimentos consecutivos. ( 5 ) Fig. 97

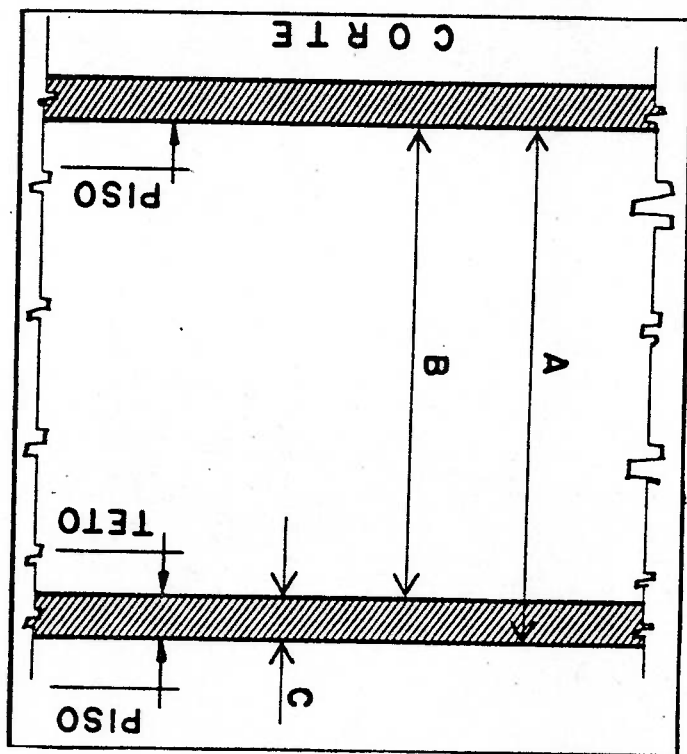


Fig. 97

A fixação destas medidas será feita conforme as exigências do projeto, com os sistemas construídos e com os tipos de componentes empregados.

Para as alturas modulares - de compartimento e estrutural - além de serem atendidas as necessidades do projeto, deverão também ser considerados os fatores econômicos. Assim, quando necessário, admite-se o emprego de uma medida fracionária do módulo, igual a  $(n / x M/4) \cdot ( 5 )$

3) ALVENARIA

A alvenaria modular é executada de acor-

do com o reticulado modular espacial de referência. Assim, uma unidade de alvenaria modular é o elemento composto cujas medidas permitem que ele venha ocupar um espaço modular. Se uma das medidas de componentes não for modular, deve-se procurar que, ao menos em determinados intervalos, sejam obtidas medidas modulares — como / exemplo, no caso do tijolo maciço de barro cozido — / quanto à locação das paredes ou muros de alvenaria em planta, devem-se observar as posições já indicadas para o componente modular em geral. Assim, em relação às linhas do quadrículado modular de referência, pode-se ter três posições: — a) simétrica; b) lateral; c) assimétrica.

Para execução da alvenaria modular com / tijolos de barro cozido, furados ou maciços, a norma NB 340 estabelece as medidas modulares e as de projeto, as tolerâncias de fabricação e juntas necessárias. Para os tijolos furados de barro cozido, as medidas modulares e de projeto, são as seguintes: — Fig. 98

Tabela 3					
(Em cm)					
Medida de Projeto			Medida Modular		
Comprimento	Largura	Altura	Comprimento	Largura	Altura
20	10	10	19	9	9
20	10	20	19	9	19
30	10	20	29	9	19

É permitido o emprego de tijolos maciços de barro cozido, nos quais uma das medidas, a altura, não é modular. Entretanto, a cada 5 fiadas, obtêm-se uma altura cuja medida é modular, de acordo com a recomendação. ( 5 ) Fig. 99

Tabela 4  
(Em cm)

Medida de Projeto			Medida Modular		
Altura	Largura	Comprimento	Altura	Largura	Comprimento
7	9	19	10	10	8
7	9	9	10	10	8

Fig. 99

A altura só preencherá o espaço modular/ a cada 5 fiadas.

As tolerâncias de fabricação admitidas /

para as medidas de projeto serão mais ou menos 3 milímetros. A junta de projeto, entre os componentes, será de 1 cm. Na figura 100, tem-se a representação, com vistas de frente e laterais, dos tipos de tijolos acima indicados. ( 5 )

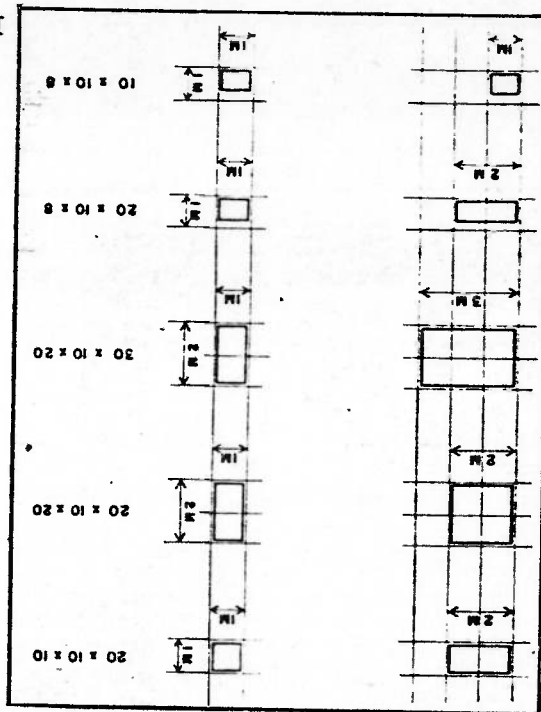


Fig. 100

A fig. 101 apresenta os seguintes exemplos:

a) aplicação do tijolo furado com a medida modular de 30 x 10 x 20, para preencher o espaço modular 8 M x 6 M x M;

b) aplicação de tijolo maciço cujas medidas ( 20 x 10 x 8 ) só de 5 a 5 fiadas preenchem alturas/modulares ( 4 M ) ; e

c) parede executada com tijolo furado, / com as medidas modulares de 20 x 10 x 10, na qual tem-se/ um vão com 6 M de largura. ( 5 )

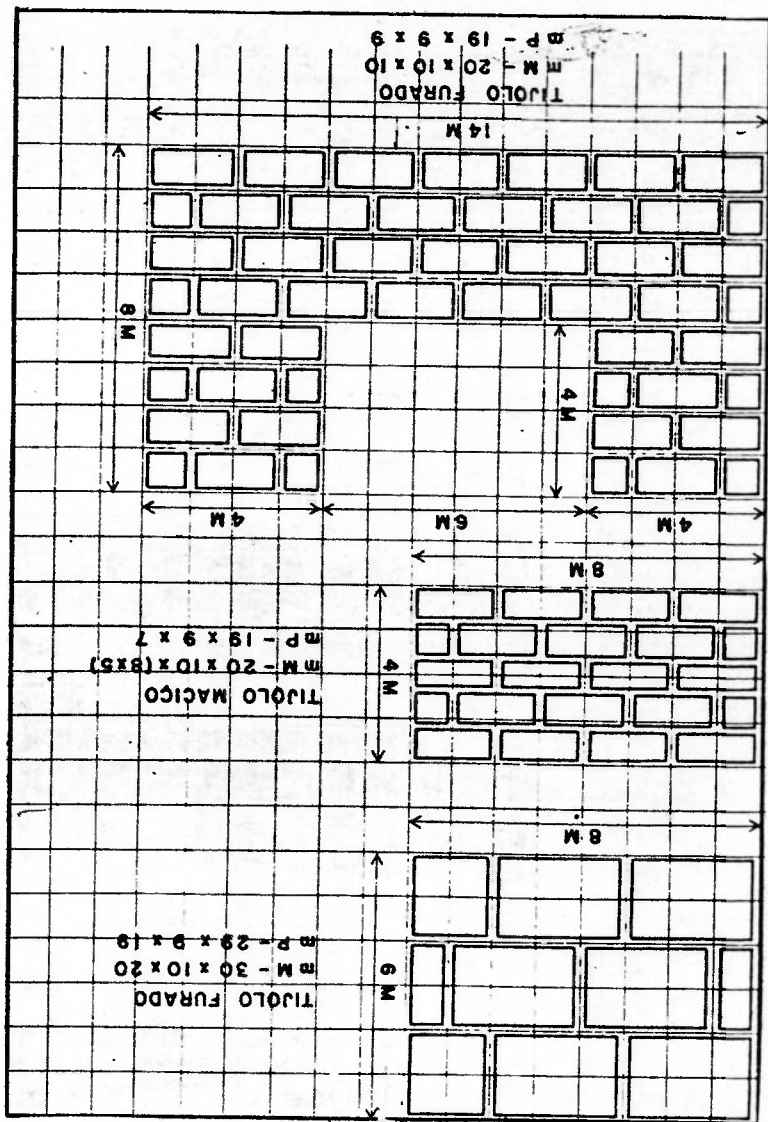


Fig. 101

A alvenaria modular poderá também ser executada com o emprego de blocos vazados de concreto, para os quais a Norma NB - 307 estabelece as medidas modulares, as medidas de projeto, as tolerâncias de fabricação e juntas necessárias. ( 5 )

Nas tabelas que se seguem, vêm-se as medidas modulares e medidas de projeto dos blocos vazados de concreto de altura comum ou meia altura. Figs. 102 e /

103 .

Tabela 5					
Blocos Vazados de Concreto - Altura Comum			Blocos Vazados de Concreto - Meia Altura		
Medida Modular			Medida de Projeto		
Largura	Altura	Comprimento	Largura	Altura	Comprimento
20	20	10	19	19	9
15	20	10	14	19	9
10	20	10	9	19	9
20	20	20	19	19	19
20	20	20	19	19	19
15	20	20	14	19	19
10	20	20	9	19	19
20	20	40	19	19	39
15	20	40	14	19	39
10	20	40	9	19	39
Tabela 6					
Medida Modular			Medida de Projeto		
Largura	Altura	Comprimento	Largura	Altura	Comprimento
20	10	10	19	9	9
15	10	10	14	9	9
10	10	10	9	9	9
20	10	20	19	9	19
15	10	20	14	9	19
10	10	20	9	9	19
20	10	40	19	9	39
15	10	40	14	9	39
10	10	40	9	9	39

Fig. 102

Fig. 103

Como tolerância de fabricação, são admitidas, para as medidas de projeto, as tolerâncias de mais 2 mm e de 5 mm. A junta de projeto, entre os componentes, deverá ser de 1 cm. Recomendada ainda a norma que os blocos vazados de concreto tenham um furo ao longo da altura para cada módulo de comprimento.

Com relação à espessura da parede interna dos blocos vazados de concreto, recomenda a NB - 307, de acordo com a EB - 50, que seja de ( 2 e mais 1 cm.), sendo esta a espessura das paredes externas. ( 5 ) Fig. 104

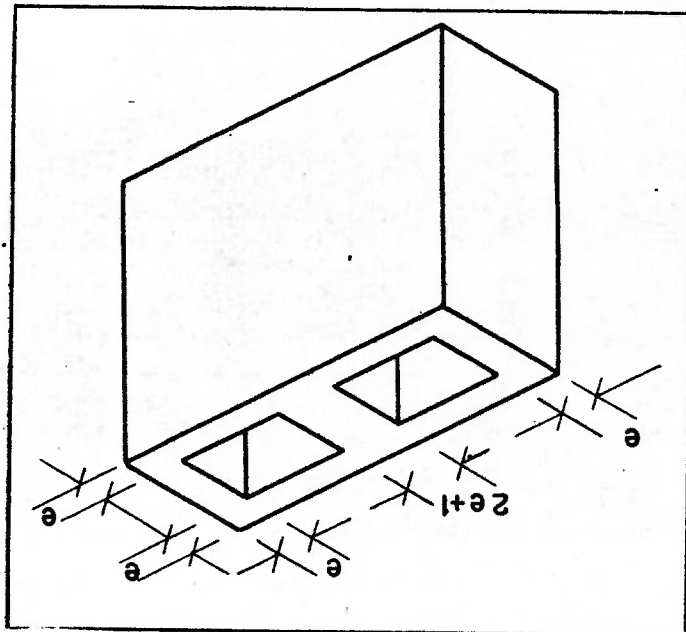


Fig. 104

## 4) INSTALAÇÕES SANITÁRIAS

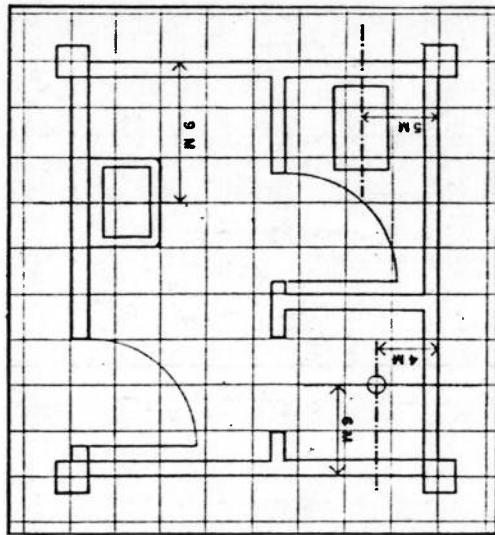
A norma referente a este caso é a NB - /  
 337. Nela, encontra-se a definição de que locais sanitários modulares são locais que atendem ao reticulado modu-



lar de referência. Têm-se paredes, piso e teto que irão/ definir o local sanitário modular, o qual deverá conter/ as instalações sanitárias que se compõem dos aparelhos/ sanitários, tubulações, conexões, etc, que lhes servem/ para alimentação e esgotamento.

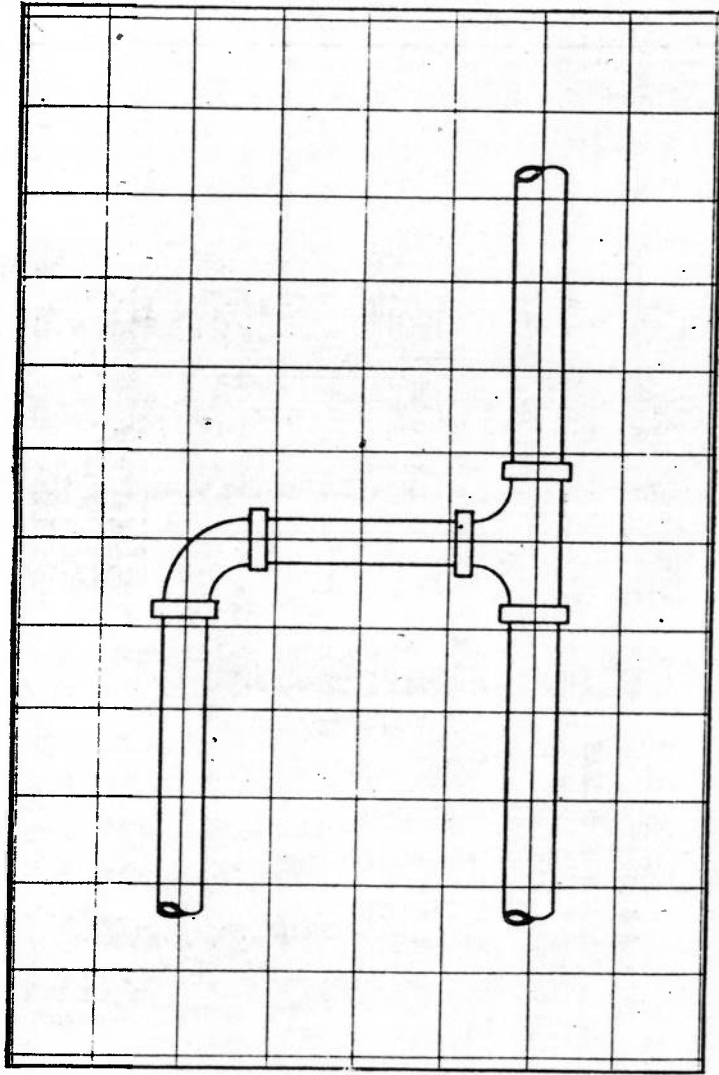
Os aparelhos sanitários apresentam forma e tamanho de acordo com suas características funcionais. Alguns aparelhos como vasos e bides deverão atender es- sensialmente às suas características funcionais e difi- cilmente poderão apresentar medidas modulares. Já, no/ exemplo, banheiras e receptáculos para pisos de chuvei- ros, apresentando faces externas planas e ortogonais, ma- is facilmente poderão atender às medidas modulares. ( 5 )

Em reunião promovida pela Comissão Pan- Americana de Normas Técnicas, COPANT, realizada no Rio/ de Janeiro, em 1972, ficou acertado, pela Norma NB - 337, que as medidas dos aparelhos sanitários não seriam neces- sariamente modulares, mas que a sua localização seria/ feita pelos seus eixos de simetria em coincidência em / planta com as linhas do quadrícula modular de referên- cia, como indica a fig. 105



Quanto à localização das tubulações, essa deverá também ser feita pelos seus eixos de acordo com as linhas do reticulado modular espacial de referência / ou deles se afastarem de uma medida igual a  $(n \times M/4)$ . Assim, para a Coordenação Modular, a secção das tubulações e seus diâmetros não terão maior importância. Fig. /

106

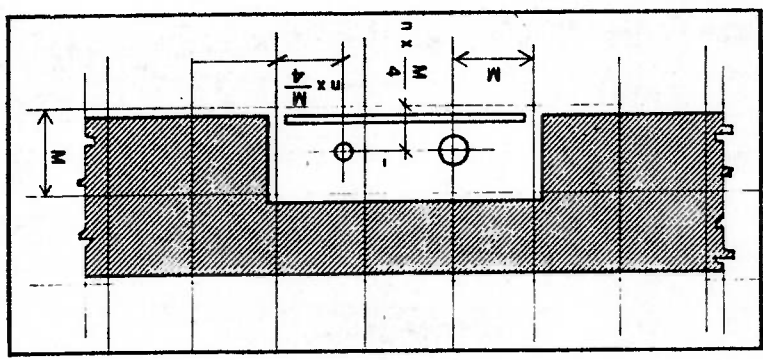


Aconselha-se a passagem das tubulações / em dutos que permitam fácil acesso para futuros reparos. Esses dutos devem atender, quanto ao seu tamanho e local

A norma referente ao assunto é a NB - 338. Esses componentes irão constituir a estrutura de teto-piso e poderão ser lajotas e vigotas associadas. Quando as lajotas não se combinarem com ou

5) COMPONENTES PARA LAJES MISTAS

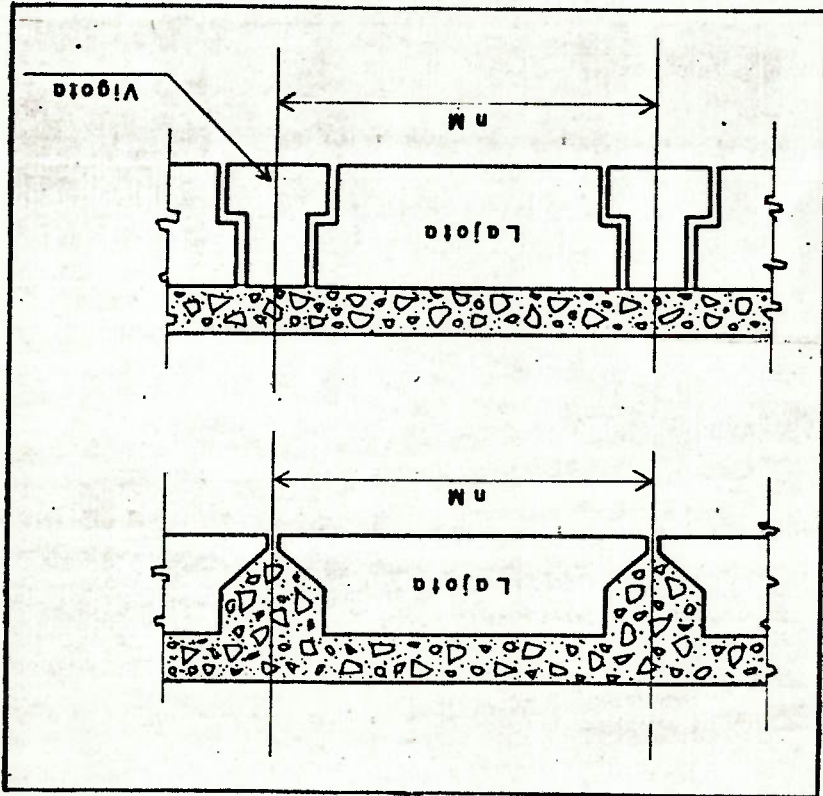
Deve-se observar que a não-ortogonalidade de obrigatória das tubulações, das conexões e a necessidade do calçamento para as tubulações de esgoto situadas no espaço teto-piso tornam externamente complexa e difícil a aplicação da coordenação modular nesses casos. O emprego de materiais como o plástico para tubulações, permitindo a montagem prévia do conjunto, e de painéis/já prontos, constituindo conjuntos funcionais, vêm, em tretanto, facilitar a aplicação da coordenação modular.(5)



lização, as linhas do reticulado modular espacial de referência, como exemplifica a fig. 10.7

Para o emprego em lajes mistas com vigotas dispostas em uma única direção, o comprimento das lajotas deverá ser modular. Para as lajes mistas armadas nas duas direções, deverá ser modular a distância entre o eixo das vigotas e, para que isso seja possível, deverão ser fixadas as medidas das lajotas. ( 5. )

Com relação às vigotas, o seu comprimento deverá ser modular, acrescido, entretanto, das partes necessárias ao apoio estático em suas extremidades. (5)



lar . Fig. 108

tos componentes estruturais ( como por exemplo vigotas ) terão a largura determinada por medidas modulares. Quando a estrutura é composta de lajotas e vigotas, a distância de eixo a eixo das vigotas deve ser modular. É conveniente que a altura do teto-piso também seja modular.



## 6) ESCADAS

As escadas são normalmente executadas na obra ou em certos casos fabricadas e montadas na obra. Considerando que as alturas e pisos dos degraus são determinados por exigências funcionais, não podem ser modulares. A Norma - 339, portanto, só considera o espaço modular para as escadas, isto é, o espaço necessário ao desenvolvimento da escada.

Assim, deverão ser modulares as medidas horizontais do espaço para o desenvolvimento da escada/ correspondente ao vão a ser deixado no teto-piso com/ essa finalidade.

Para as medidas verticais, dever-se-á ter as alturas modulares de piso a piso. Quanto ao comprimento do degrau, recomenda a Norma que ele seja modular: (5)

## 7) REVESTIMENTOS

Dada a variedade de elementos de revestimento, a Norma NB - 343 apenas estabelece que suas dimensões, comprimento e largura sejam modulares; a espessura irá depender do material e sua colocação.

Os componentes cujas medidas não sejam / modulares deverão, se possível, ser associados em conjuntos com medidas modulares. Para isso, as medidas desses componentes, comprimento e largura, deverão ser de preferência (n x M/4) . ( 5 )

As medidas modulares dos componentes destinados a revestimento, além de serem as preferidas dentre uma série de medidas preferências, para garantir maior flexibilidade e combinação entre elas, deverão também levar em consideração suas exigências de fabricação / e de aplicação.

A espessura dos componentes não será modular. É necessário observar que a aplicação do revestimento das paredes internas poderá tornar não-modulares / as medidas internas dos compartimentos, exigindo a aplicação de componentes especiais de arremates. ( 5 )

#### 8) COBERTURAS

As coberturas constituem problemas diferentes de serem considerados em um projeto coordenado modularmente. Assim, a norma NB - 344 ( referente a cobertura em três tipos ) indica, para cada tipo, as condições mínimas que devem ser atendidas sob o ponto de vista de coordenação modular. ( 5 )

Em primeiro lugar, são consideradas as coberturas que têm tesouras onde irão se apoiar as telhas, os cabros e as ripas. Sobre as ripas, serão colocadas as telhas de barro cozido ( tipo francesa, canal, paulista, etc. ). As distâncias de eixo a eixo das telhas e dos cabros, em suas projeções horizontais, deverão ser modulares.

Em segundo lugar, são consideradas as coberturas que têm tesouras onde irão se apoiar as ter-

gas ou, substituindo as tesouras, pontalotes apoiados/ na laje, com emprego de telha ondulada ou corrugada (em cimento amianto, PVC, madeira, alumínio metálicos, etc.). As distâncias de eixo a eixo das tesouras ou dos pontalotes deverão ser modulares.

Em terceiro lugar, têm-se as coberturas/ com telhas e telhas auto-portantes ( em cimento amianto, concreto, concreto plástico, metálicas, etc. ). O cal - mento será mínimo nesse tipo de cobertura. As distâncias de eixo a eixo das terças, em sua projeção horizontal, devem ser modulares. ( 5 )

#### 9) DIVISÓRIAS E PAINÉIS VERTICAIS

Uma divisória vertical interna pode ser/ constituída de elementos simples ( como painéis verti - sas, rodapés, etc. ).

Para que uma divisória vertical interna/ seja modular, deverá atender quanto às suas medidas, às seguintes condições determinadas pela Norma NB - 346 :-

- a largura deverá ser modular;
- a altura deverá ser modular.

Pode ocorrer que a altura, de compartimen - to não seja modular. Para se obter o necessário ajuste, a diferença observada poderá ser suprimida pelo emprego de peças especiais. Essas peças são geralmente rodapés/ ou molduras. ( 5 )

Quanto à espessura, embora não seja necessariamente modular, deverá sempre que possível ser igual a  $(n \times M/4)$ .

Para os painéis verticais aplicáveis na construção de divisórias, prescreve a norma NB - 332 / que, na escolha de suas medidas, deverão ser consideradas suas características funcionais. Para a medida de altura, deverão ser atendidas as alturas conforme o caso. Para as horizontais, a norma recomenda as medidas modulares de 6 M; 7 M e 8 M, empregadas individualmente, em múltiplos ou combinadas entre si. Deve-se observar também que a medida horizontal total de painéis modulares verticais associados deverá ser modular.

Para a espessura do painel modular vertical é recomendável uma fração simples do módulo igual a  $(n \times M/10)$ , dependendo das características funcionais e específicas do material em que é executada. ( 5 )

Dispondo desde 1950 de uma norma básica/referente à modulação - a NB - 25, que em 1969 sofreu uma reformação substancial, o Brasil está caminhando para uma normalização maior e mais perfeita no setor.

## 6.2. PANORAMA DA COORDENAÇÃO MODULAR

O Centro Brasileiro de Construção - CBC, ou Bouwcentrum é um órgão que, no início dos anos 70, / elaborou estudos sobre a Coordenação Modular da Construção que muito auxiliaram a divulgação e a adoção da mesma entre nós. Para o desenvolvimento de seus serviços, / o CBC esquematisou 3 etapas :-



- estudos preliminares, quando se adotou como módulo básico o decimétrico, definiu-se todas as outras medidas modulares e providenciando-se ainda, levantamentos e pesquisas de mercado junto aos construtores, fabricantes e revendedores de materiais;

- estudos teóricos, destacando-se a análise dos mais diversos componentes modulares;

- aplicação prática. ( 15 )

A ação técnica foi desenvolvida inicialmente pelo CBC, como órgão executivo do Plano e a ação política, principalmente pelo Banco Nacional de Habitação e pela Associação Brasileira de Normas Técnicas. As ações, concomitantes e integradas dos órgãos responsáveis pela implantação da coordenação modular, foram exercidas, através das seguintes medidas, entre outras :-

- pelo contínuo desenvolvimento de estudos teóricos, através dos quais é efetuada a análise dos componentes e defendidas as medidas modulares preferenciais e as regras para a sua aplicação em projetos modulares.

- pela divulgação contínua e sempre mais ampla da coordenação modular e da Norma

Resumidamente, coube ao Bouwcentrum, como órgão executor do Plano de Implantação da Coodenação Modular no Brasil, proporcionar ampla divulgação do sentido/ e das finalidades do programa por ele preparado, propo-

- através da reformulação de códigos de e dificuldades incluindo dispositivos que / facilitem o uso da coordenação modular (15)

particulares;

c) o uso da coordenação modular em qual- quer tipo de edifícios, públicos ou/

edifícios públicos;

b) o uso da coordenação modular em edi-

tações populares;

a) o uso da coordenação modular em habi-

determinem, por etapas :-

- através da aplicação gradual da norma, / garantida por instrumentos legais que /

De natureza política :-

mentais.

- pela organização de canteiros experi-

a todos os setores interessados;

- pela organização de assistência técnica

tos, industriais e construtores;

- pela publicação de manuais para arquitê-

titrantes;

- pela realização de exposições didáticas

- ma NB - 25;

clonando ainda outras facilidades para o seu acolhimen-  
to por parte de todos os setores envolvidos no problema.  
Para tanto, foi necessário polarizar as atenções, expli-  
citar objetivos, esquematizar sistemas e formular ou-  
tros esquemas, tanto técnico como de suporte legal, in-  
clusive no sentido de canalizar recursos para a efetiva-  
ção de todas as suas metas. ( 15 )

De um modo geral, ao CBC, coube mobiliz-  
zar coletivamente todos os protagonistas do processo ar-  
quitetônico-constructivo e inclusive suas áreas-satéli-  
tes.

Sua ação, na verdade, deve ainda perpetu-  
ar-se na forma de uma constante fiscalização e de assis-  
tência técnica a todo o empresariado das indústrias e /  
do comércio da construção civil e de materiais de cons-  
trução, por efeito ainda da implantação de serviços au-  
xiliares como o da Bolsa de Materiais de Construção.  
A necessidade de uma convenção sobre as /  
dimensões padronizadas na construção surgiu num momento  
de grave crise habitacional de âmbito mundial. ( 15 )

No Brasil, todavia, a construção modular  
e, principalmente, a construção pré-fabricada, que a /  
ela está intimamente ligada, ainda apresentam certos /  
aspectos peculiares, bastante comuns a países sub-deseñ-  
volvidos, que possuem grande disponibilidade de mão-de-  
obra relativamente barata. Devido a essas característi-  
cas, a construção previamente programada não é tão inte-  
ressante no Brasil como em outros países que possuem al-  
tos índices de industrialização e um contingente mais re-

duzido de trabalhadores, não havendo, portanto, mão-de-obra barata, enquanto que, nestes países mais desenvolvidos, a coordenação modular e a pré-fabricação tornam-se quase essenciais à construção civil. Mesmo assim, cada vez mais abrem-se novas fronteiras e estas formas mais modernas de construção vão tomando forma no Brasil.

( 15 )

Não se pode esquecer, todavia, a possibilidade de aplicação da Coordenação Modular à construção tradicional, de alvenaria, principalmente com a utilização de blocos de concreto. A quantidade de obras modulares feitas por esse sistema no Brasil, contudo, é muito insignificante, suas possibilidades em termos de rapidez e eficiência não se comparam à construção com componentes pré-moldados ou com sistemas especiais de moldagem de concreto de formas próprias. Além disso, como já foi visto anteriormente, é muito problemática a aplicação da Coordenação Modular à construção tradicional.

Embora ainda não exista, no Brasil, a diversidade de sistemas construtivos que há no exterior, os que aqui se encontram estão bem estruturados e em fase de pleno desenvolvimento. Além disso, há um grande número de novos sistemas e métodos construtivos que surgem a cada dia, sendo que todos eles sempre mantêm características semelhantes aos existentes no exterior.

Para um país como o Brasil, onde existem centros urbanos com aspectos tão contrastantes, uma das características que se torna bastante marcante é a dos raios de ação dos centros produtores. Pois, aqui /

também, cada sistema construído possui um raio de ação para suas unidades estacionárias, embora dependendo do sistema empregado, do porte da obra onde ele é utilizado, das condições de acesso e implantação, às vezes é possível que esses sistemas utilizem-se de unidades móveis para atender essas obras ou mercados mais distantes dos centros produtores. Mas isso geralmente traz como consequência um quase inevitável desequilíbrio entre os grandes centros urbanos e o interior no que diz respeito aos modernos métodos de construção, pois, quase sempre, esses centros produtores ou as chamadas unidades estacionárias ou unidades matrizes, localizam-se nesses grandes centros urbanos, onde há um grande mercado. Como quase sempre os seus raios de ação são bastante limitados, somente esses grandes centros poderão tirar partido de maneira satisfatória da produção dessas empresas.

Mas deve-se levar em conta que tudo isso é bastante relativo, pois cada sistema, cada material empregado, e cada empresa responde de uma maneira diferente à essa situação. Tudo depende muito da tecnologia e da capacidade dessa empresa, isso sem considerar que cada tipo de material e componente pré-fabricado possui um raio de ação muitíssimo variável, o que causa sensíveis modificações na situação.

Desta forma, cada projeto assume sentido bastante particular, o que faz com que muitas empresas assumam um papel orientador, e quem projetar utilizando seus produtos, recebe assessoria de inúmeros técnicos /

que estudam a viabilidade do projeto, e auxiliam na resolução de vários problemas práticos. Elas estabelecem também uma série de recomendações e modelos ideais para inúmeras situações, determinando assim quais são as utilizações, as modulações e as dimensões mais econômicas de cada um de seus componentes, demonstrando-se onde e como os componentes utilizados trazem maiores vantagens sob todos os aspectos. Algumas empresas chegam até a fornecer uma série de projetos completos que podem ser escolhidos e mesmo podem sofrer pequenas alterações conforme as necessidades do cliente.

No que se refere à modulação e principalmente à pré-fabricação, nota-se que os trabalhos realizados em concreto assumem acentuado destaque, principalmente nas construções de grande porte. Entretanto, este tipo de indústria é ainda um tanto recente, já que as maiores empresas brasileiras ligadas diretamente ao ramo da pré-fabricação em concreto, surgiram há cerca de 15 anos, mas, como investiram muito em estudos, pesquisas e instalações, elas sofreram um crescimento vertiginoso, o qual geralmente é todo baseado em tecnologia própria.

Já no campo da construção com moldagem de concreto "in loco" através de formas especiais, em metal/ou mistas, o mercado brasileiro já dispõe de boa variedade de sistemas, basicamente os de formas túnel, de formas mesa-parede e o de formas leves. As patentes são estrangeiras mas sua aplicação entre nós leva em

conta as condições brasileiras, de modo a conseguir rendimento e economia. ( 16 )

Em relação à construção tradicional, es -

ses sistemas permitem redução de etapas de execução, / isto é, proporcionam ganho de tempo e menor utilização /

de mão-de-obra, embora seja necessário, nos dois primei -

ros, empregar maquinaria própria. Como o investimento /

inicial é grande, tais sistemas são mais apropriados pa -

ra construção de grande porte ou em grandes séries. Com

efeito, os grandes organismos de construção de habita -

ções populares, como o CECAP, a COHAB e o INOCOOP, e em

presas governamentais como a FEPASA e a SABESP, têm em -

pregado em larga escala, essas formas especiais modula -

das para o concreto. A rapidez na construção tanto de /

edifícios e grandes obras quanto de casas é enorme. (16)

No campo de componentes pré-fabricados, /

a maioria das companhias de destaque desenvolveu uma /

gama de componentes que pode atender a quase qualquer /

tipo de função em uma obra. Deste modo torna-se possí -

vel criar projetos totalmente modulares utilizando com -

ponentes pré-fabricados de concreto, desde as fundações

até a cobertura. Este imenso repertório pode ainda ser

ampliado através de estudos prévios a pedido do cliente,

onde determina-se a viabilidade técnica-econômica, de /

montagem e transporte para a execução de novas dimen -

sões.

Além disso, esses sistemas dão margem à /

integração com outros sistemas construtivos, mesmo os /

tradicionais, mantendo assim o caráter de um sistema /

aberto. Essa integração pode-se dar a qualquer nível, / desde as fundações até mesmo à cobertura. Mesmo assim, / os fabricantes aconselham que sejam feitos estudos cui- dadosos a respeito, pois sempre, reconhecem eles, a so- lução mais econômica ou mais acertada é a utilização in- tegral de seus sistemas construídos.

Hoje, já é possível a execução de um ex- celente projeto com a utilização exclusiva desses compo- nentes pré-fabricantes de concreto, já que o grau de / aprimoramento construtivo de vasta gama de componentes, detalhes, e soluções obtidas pelas companhias brasilei- ras melhora a cada dia, diminuindo rapidamente a lacuna existente entre eles e os demais países onde sistemas // similares encontram-se em um estágio mais desenvolvido.

Entretanto, este avanço técnico ocorre / com todos os sistemas, métodos e setores, pois a maior / parte deste desenvolvimento se dá com empresas ligadas / a fabricação de componentes de concreto, e, em menor es- cala, com as empresas ligadas à fabricação de componen- tes e projetos em madeira ou derivados.

O sucesso das empresas que fabricam com- ponentes de concreto, está muito relacionado ao alto rī- gor técnico a que estes são submetidos. Isto se dá des- de a preparação da matéria prima, ou seja, o concreto so- fre rigoroso controle dentro de uma usina, e, tanto ele como o aço, passam por rigorosos testes de laboratório / para que sejam mantidas as características de todo o ma- terial e para que todos os componentes tenham o mesmo / alto padrão.



No entanto, essas características podem/

sorver variações conforme as necessidades definidas pelas qualidades de cada peça. Isto sem contar as características especiais que podem ser obtidas para a execução de certas peças sob encomenda e estudos prévios. Um outro grande fator decisivo no papel de destaque destas firmas é a existência de apurados estudos e previsões / sobre todos os detalhes possíveis de execução, o que / elimina as adaptações e as improvisações nos canteiros / de obra, evitando, assim, as alterações de custo e cronograma desta. ( 17, 18 )

As empresas que trabalham com componen -

tes de concreto, utilizam soluções parecidas, além de / seus componentes serem bastante semelhantes, enquanto / que as empresas que trabalham com construções pré-fabrí - cadas em madeira apresentam certas peculiaridades e ca - racterísticas próprias em cada uma, fazendo com que as / soluções se diferenciem tanto nos aspectos formal, cons - trutivo e econômico, como também no aspecto qualitati - vo. Muitas dessas empresas não chegam a competir entre si diretamente no mercado, pois este tipo de constru - ção está mais espalhado pelo país, além de possuir um / maior raio de ação, podendo assim, atingir também as ci - dades do interior; no entanto, cada uma ( delas ) , com / raras exceções, possui o seu mercado próprio e local. / Por exemplo, as empresas existentes no Estado do Paraná apresentam soluções bastante diferentes das existentes / no Estado de São Paulo. Como o mercado de cada Estado é dominado por uma empresa ou um número reduzido delas, /

No Brasil além desses dois grandes ramos da construção pré-fabricada, ou seja, o do concreto e o da madeira, os órgãos institucionais utilizam-se bastante dos sistemas de coordenação modular e pré-fabricação. Este fato ocorre desde o projeto de escolas / maternais e de primeiro grau, até universidades. Isto é motivado pela grande necessidade de crescimento desses setores a uma velocidade muito grande e a baixos custos, além de tais edificações apresentarem a possibilidade /

técnico-econômicos e de mercado. se expandindo bastante, ainda surgem alguns problemas / guns fins determinados. Embora sejam campos que estão / execução só se dá em alguns casos especiais ou para al-riedade bem mais reduzida de possibilidades, e a sua e- dro, mas elas são em muito menor número, havendo uma vã-ponentes metálicos e mesmo plásticos e de fibra de vi - Existem ainda, construções feitas com com

praia, principalmente nos Estados do Sul do país. ções em madeira são bem aceitas para casas de campo ou / problema pode ser superado. Mesmo assim, essas constru- regiões do país contra construções de madeira, mas esse a despeito do preconceito injusto que existe em certas / melhor aceitas as construções pré-fabricadas em madeira, com as construções pequenas ou residenciais, onde são / ra construções de grande porte, o mesmo não se dá para / ta muito bem a utilização de componentes de concreto pa- pode ser muito explorado, pois, enquanto o público acei- as mesmas. Esse mercado é relativamente grande e ainda / não ocorre propriamente uma rivalidade comercial entre /

de serem padronizadas e moduladas facilmente, pois em geral, elas constituem-se de uma grande sucessão de salas e ambientes semelhantes. No entanto, essas diversas construções institucionais não são uniformes, e nem mesmo utilizam bases teóricas idênticas, sendo que cada instituto ou órgão construtor lança mão de teorias, pontos de vista, sistemas, e modulações totalmente diferentes, o que impede qualquer tentativa de homogeneização. Tais divergências não são só externas aos órgãos, pois mesmo internamente elas surgem fazendo com que não possa ser adotado definitivamente qualquer sistema construtivo, qualquer modulação ou qualquer base teórica mais profunda. Além disso, quase sempre todas as soluções adotadas são incompatíveis com a maioria das soluções adotadas na maioria dos países desenvolvidos, principalmente no que diz respeito à escolha do módulo. Isto tudo concorre para que haja a criação de vários pequenos sistemas fechados e elimina todas as possibilidades lógicas de auxílio e apoio mútuo. Entretanto, existem alguns problemas que nem nos países mais adiantados tal como a Alemanha, onde os técnicos ainda não chegaram a um acordo quanto a escolha do módulo ideal (embora aqui este módulo seja chamado apenas de módulo). ( 19 )

As construções institucionais sofrem ainda um outro problema que é o de ordem política, pois como todas essas construções modulares e pré-fabricadas são públicas, elas dependem da política de cada governo

e, conseqüentemente, aqui ainda não é possível fazer um planejamento e organizar tudo, nem mesmo o médio prazo, pois a cada governo os pontos de vista mudam e com eles os interesses de construção.

Os maiores órgãos construtores neste setor são os que trabalham para as universidades ou companhias de construções escolares, como a CONESP, e quando eles possuem uma linha racional de trabalho tendo objetivos definidos, embasados em uma teoria já mais ou menos bem definida, passam a ter certa força. Pois se um órgão construtor desses optar pelo uso de um determinado sistema ou mesmo de determinados componentes, ele por ser bastante grande, pode representar um bom mercado do consumidor, podendo assim influenciar a indústria da construção civil e o mercado em geral, a desenvolver aquele tipo de sistema ou de componente do qual ela necessita, podendo até propor soluções inteiramente novas.

A Companhia de construções Escolares do Estado de São Paulo ( CONESP ) regula, em nosso Estado, o projeto de construções destinadas ao ensino de 1ª e 2ª graus, além de fiscalizar sua execução. Este órgão prescreve a adoção da coordenação modular pelas vantagens que proporciona, principalmente em se tratando de edificações dessa natureza, e, para tanto elaborou em 1976, um manual comendo as normativas a que os arquitetos deverão obedecer no ato de projectação. ( 20 )

No estabelecimento normativo do sistema modular para projetos de construções escolares, foram /

- O módulo básico é o de 10 cm (M). A unidade de medida  $9M$  foi definida como "módulo horizontal de projeto", com aplicação nas construções escolares de 1º grau entre outros motivos porque se verificou que  $9M$  é o maior divisor comum de todas as dimensões dos ambientes que constituem os conjuntos funcionais de uma escola de 1º grau, atendendo

- A área de sala comum, determinada para projetos escolares, é igual a  $50 m^2$ , e a proporção mais adequada para o desenvolvimento de suas atividades é a quadrada;

- Para a locação de todos os elementos verticais de construção adota-se a LOCAÇÃO POR EIXO, não se admitindo o procedimento de locação pelas faces ou por faixa;

vas são :-

Os critérios adotados e suas justificati-

- os requisitos pedagógicos e funcionais; - os fatores geradores dos espaços, considerando-se o "espaço - sala de aula" como elemento fundamental para o desenvolvimento do sistema. ( 20 )

analisados :-

do a todas as condições geométricas / e de economia, e porque 9 M não é uma medida tão grande que cada acréscimo / resulte em áreas superfúas, nem tão / pequena que, para cada acréscimo, se- / já necessário multiplicar demasiada- / mente o seu emprego. Adotou-se a uni- / dade de medida 2 M para "módulo verti- / cal de projeto"!

- As áreas dos ambientes foram enquadrã

das dentro da retícula básica horizon- / tal 9M, sempre de modo a haver uma re- / lação numérica entre elas e a área da / sala de aula; o trabalho resultou nu- / ma tabela de áreas possíveis. Através / desse estudo genérico, foram determi- / nadas várias proporções para os ambi- / entes de mesma área, definindo-se / como "áreas preferenciais" aquelas / que fossem mais apropriadas para cada / caso;

- A partir da proporção dos ambientes, /

determinada com base na sala de aula / comum, pode ser definida a malha es- / trutural que for mais conveniente pa- / ra construções escolares de 1º grau, / conforme o caso;

- Com base em certas considerações e /

exigências, e tendo-se definido o módulo básico horizontal 9 M, foram estabelecidas as malhas estruturais 3,60 x 9,00 metros e 3,60 x 7,20 metros; / que atendem à montagem e acoplamento dos ambientes. Fig. 109 e 110. ( 20 )

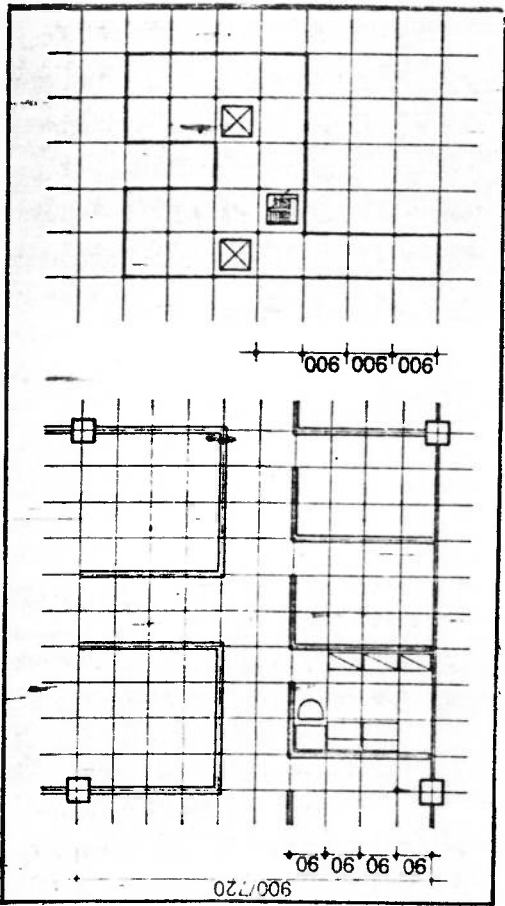


Fig. 109

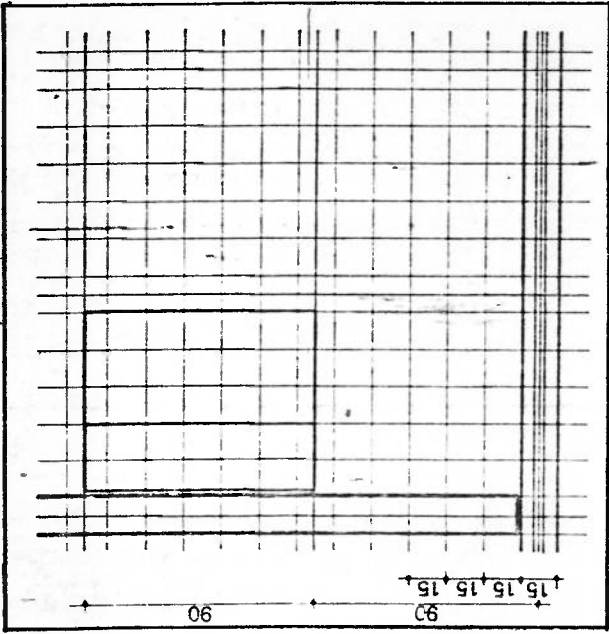


Fig. 110

- Durante o projeto o grau de flexibilidade de deve ser considerado, levando-se em conta que quanto mais flexível for a obra, maior será o seu custo inicial. Portanto, ainda não foi definido o grau de flexibilidade ótimo, sendo que o maior índice de flexibilidade pode ser /

mais;

- escolher os módulos e seus derivados a partir de uma seleção lógica entre os materiais e técnicas existentes no mercado a fim de que se tenha o maior rendimento e que os mesmos atendam corretamente os aspectos prático-funcionais;

de :- ( 19, 21 )

esses órgãos têm certas obrigações ou costumes como os assuntos para estabelecer os critérios necessários. Assim, fazer certas considerações, estudos e pesquisas sobre o / soluções, os órgãos universitários de construção devem / A fim de que possam ser tomadas suas re - tida através da aplicação da coordenação modular.

mente, a operacionalidade do sistema resultante só é obtida através da aplicação da coordenação modular. Sendo assim, torna-se necessário padronizar e normalizar os elementos construtivos, mas, nova - certeza, no futuro, é a necessidade de expansão e transferência / Nas construções universitárias, a única /



obtido nas instalações, e o menor índice nas estruturas. Entretanto, deve-se considerar também que quando uma obra é pouco flexível, qualquer reforma torna-se bastante dispendiosa, devendo-se, assim, a partir desses aspectos / tentar descobrir qual o grau ótimo de flexibilidade;

- A maioria das construções universitárias modulares brasileira utiliza processos tradicionais de concretagem "in loco", pois o retorno dos investimentos em pré-fabricação de componentes de concreto seria a longo prazo, / sendo portanto muito oneroso, e muitas vezes sofreria interferências políticas;

- Quase nunca são utilizadas estruturas metálicas devido ao seu alto custo, a não ser em casos excepcionais;

- No Brasil, diferentemente dos países mais desenvolvidos mas com menos território, foram estabelecidos limites máximos ideais do número de pavimentos

tos, os quais variam entre 3 e 4. Isto se dá para garantir uma certa flexibilidade e para não onerar os custos de estrutura, circulação vertical, instalações em geral, bem como porque nos campi do Brasil não há grande necessidade de se economizar território, e, devido ao clima, também não há a necessidade de grandes agrupamentos de edifícios para evitar a perda térmica. E por estas razões as universidades brasileiras são, em área, as maiores do mundo;

- Os sistemas construtivos devem trabalhar como um todo evitando soluções isoladas;

- Outro fator bastante comum no Brasil, em contraste com outros países, é o uso abundante de alvenaria ( que ainda é um processo artesanal ) nas construções por ser mais barato e mesmo mais prático;

- Considerar em projeto também que todos os componentes possam ser removíveis, tanto para o caso de uma reforma ou adaptação como para os casos de manutenção. Mas, na verdade, poucas vezes é possível encontrar em nossas

construções muitos elementos removíveis e de boa flexibilidade e qualidade, embora venha-se caminhando nessa direção. Apesar do aumento do custo inicial da obra, a flexibilidade dos elementos facilita as reformas, reduzindo o tempo de construção e modificando e facilitando até a manutenção. (19, 21)

Os módulos adotados em geral não obedecem às normas internacionais, variando, ainda, conforme a universidade ou o caso, podendo haver variações dentro do mesmo Campus. Essas variações são dadas por problemas de custo local da obra, e principalmente por não haver sido atingida uma solução ideal para a estrutura desses módulos construídos, havendo também grandes variações quanto a forma, posicionamento e mesmo função de pilares, vigas e suas junções.

Deveria haver uma maior integração entre os diversos órgãos construtores institucionais, e até mesmo entre os de outra natureza para poderem, através de um planejamento que pudesse sobreviver às mudanças de governo e político, estabelecer parâmetros para o desenvolvimento da construção modulada. Além disso, o bom entrosamento entre tais órgãos com entidades financeiras e companhias construtoras, facilitaria a utilização da pré-fabricação, o que traria inúmeras vantagens para todos.

Dois exemplos significativos de estudos/

e realizações no setor de construção universitária com/ elementos coordenados e padronizados são dados pelo FUN do de Construção da Universidade de São Paulo (FUNDSP), e pela DIPLAN da Universidade Federal de Minas Gerais.

O FUNDSP - Fundo de Construções da Uni- versidade de São Paulo é o órgão encarregado de condu- zir o planejamento, projetos e construção dos campi des- ta universidade. Constatada a incapacidade da constru- ção tradicional em responder às necessidades da constru- ção de edifícios numa Universidade, a FUNDSP decidiu- se pela normalização ou padronização dos elementos da / construção, a fim de se garantir, na obra, rapidez de / execução, custos menores e flexibilidade para futuros / remanejamentos e modificações dos espaços. O instrumen- to lógico para essa normalização é a Coordenação Modu- lar.

Os estudos levados a cabo por este órgão culminaram num manual publicado em 1977. Seus dados // principais, bem como os critérios estabelecidos e suas / justificativas são os seguintes :- ( 21 )

- Para a estruturação do sistema a ser / definido, estabeleceram-se dois grupos de elementos variáveis ou sistemas com- ponentes :-  
a) sistema produção/construção = pos -  
sibilidades físicas;

b) sistema planejamento/programa = exi-  
gências funcionais;

- A análise dos sistemas e seus sub-sistemas componentes objetiva: -- quanto / ao primeiro, estabelecer as características físicas dos elementos da construção, e quanto ao segundo, estabelecer / grupamentos de espaços cujas exigências funcionais definem tipologias. Da / interposição das tipologias especiais / e características físicas deverão resultar as combinações mais adequadas / ao nível do projeto;

- Para a formalização de padrões para todos os elementos a serem analisados, / são levadas em conta as possibilidades físicas do edifício, as exigências funcionais que estarão presentes e os condicionantes locais ou externos. Dentro do quadro de possibilidades físicas, / são considerados os dados de estrutura, ins- / ras, vedações, divisórias, forro, instalações, revestimentos, cobertura e / equipamentos, sendo todos estes itens / estudados por meio dos seguintes parâmetros: -- flexibilidade, linguagem, / funcionalidade técnica, manutenção e / economia. O quadro das exigências funcionais compreende as atividades a serem desenvolvidas no edifício, que são: -- / didática, pesquisa, administrativas, /

serviço, complementares ( atendimento/ comunitário ) e extensão; os parâmetros de estudos de tais atividades / são :- números e tipo de usuários, / grau de privacidade ( exigência ambiente tal ), fluxo e acesso, equipamentos, / aplicações tecnológicas, estruturas/ e de vedação, divisão e revestimentos, e implicações de segurança e emergência /

- Os estudos referentes à escolha de um/

módulo estrutural iniciaram-se em meados de 1972. Tomou-se como base o módulo adotado pelo Bowcentrum (SP), que é 10 cm. para medidas verticais e 15 cm. para medidas horizontais. A coordenação modular adotada compõe-se de múltiplos módulos preferenciais coerentes com o maior nº de materiais existentes na praça e outras medidas consagradas pelo uso. No plano horizontal, o módulo básico é 15 cm., sendo múltiplos módulos preferenciais os de 30 cm., 45 cm., / 60 cm., 90 cm., 120 cm., 180 cm., 270/ cm., 360 cm., 450 cm., 720 cm., e 900/ cm. No plano vertical, o módulo básico é 10 cm. e os múltiplos módulos preferenciais são os de 20 cm., 30 cm., 50 cm., / 80 cm., 90 cm., 100 cm., 110 cm., 210/ cm., e 400 cm.. ( 21 )

As figuras 111, 112, 113, 114 e 115, são /  
ilustrativas da aplicação das medidas preferenciais aos /  
componentes da edificação e à elaboração dos espaços cons-  
tituintes da mesma. ( 21 )

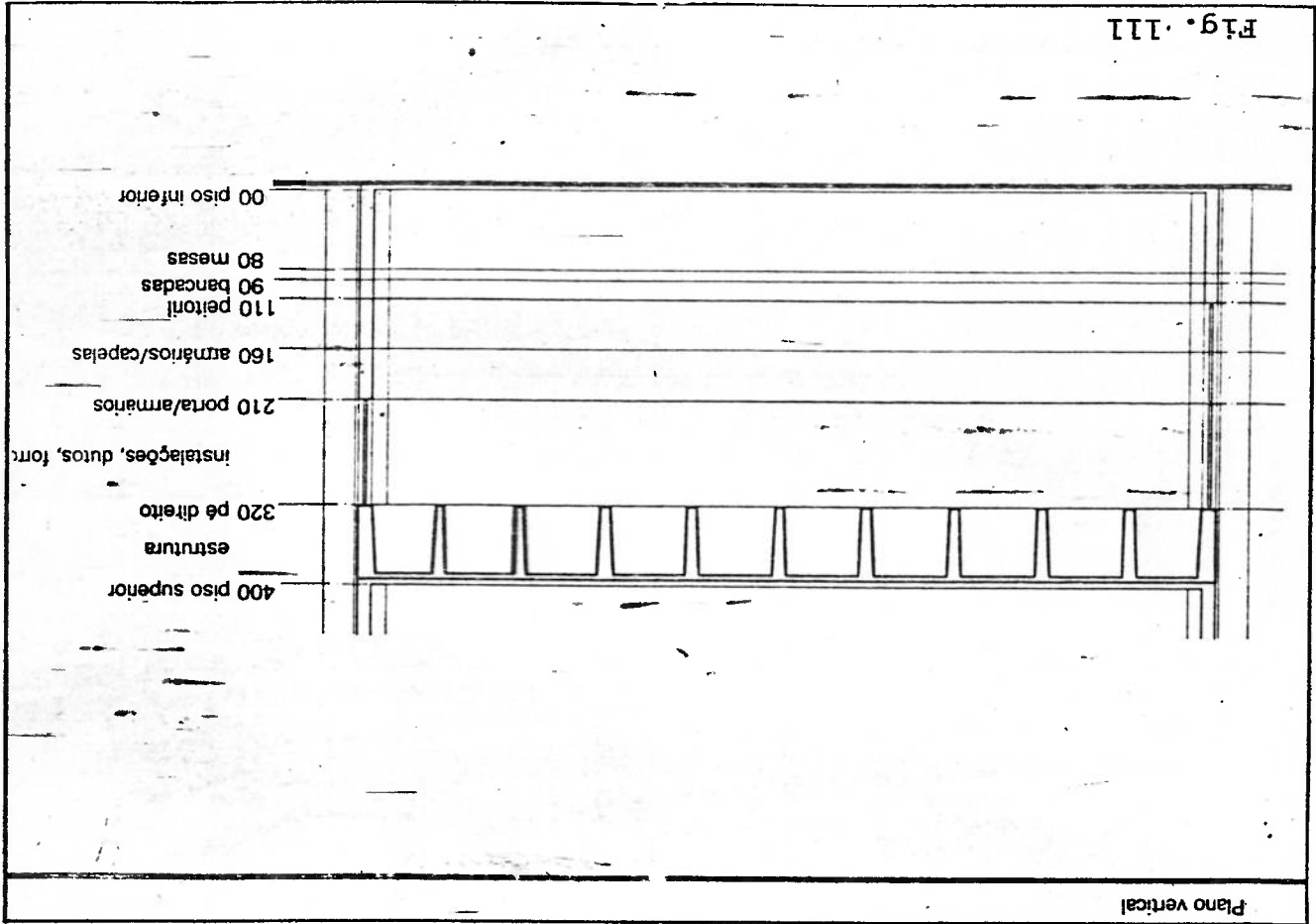
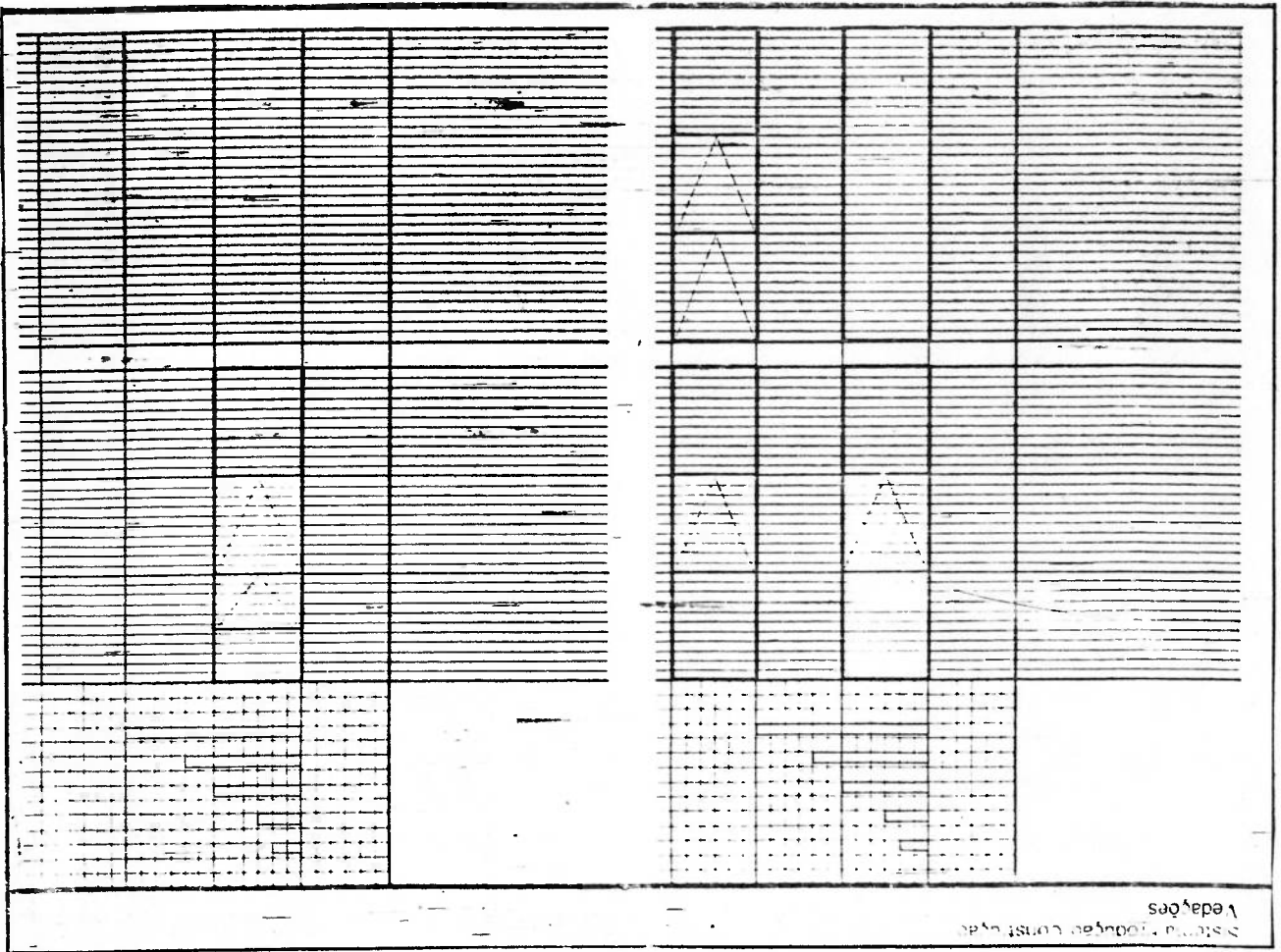


Fig. 111

Plano Vertical

Fig. 112



Systeme "Lodges" Const. 1924  
Lodges



Fig. 113

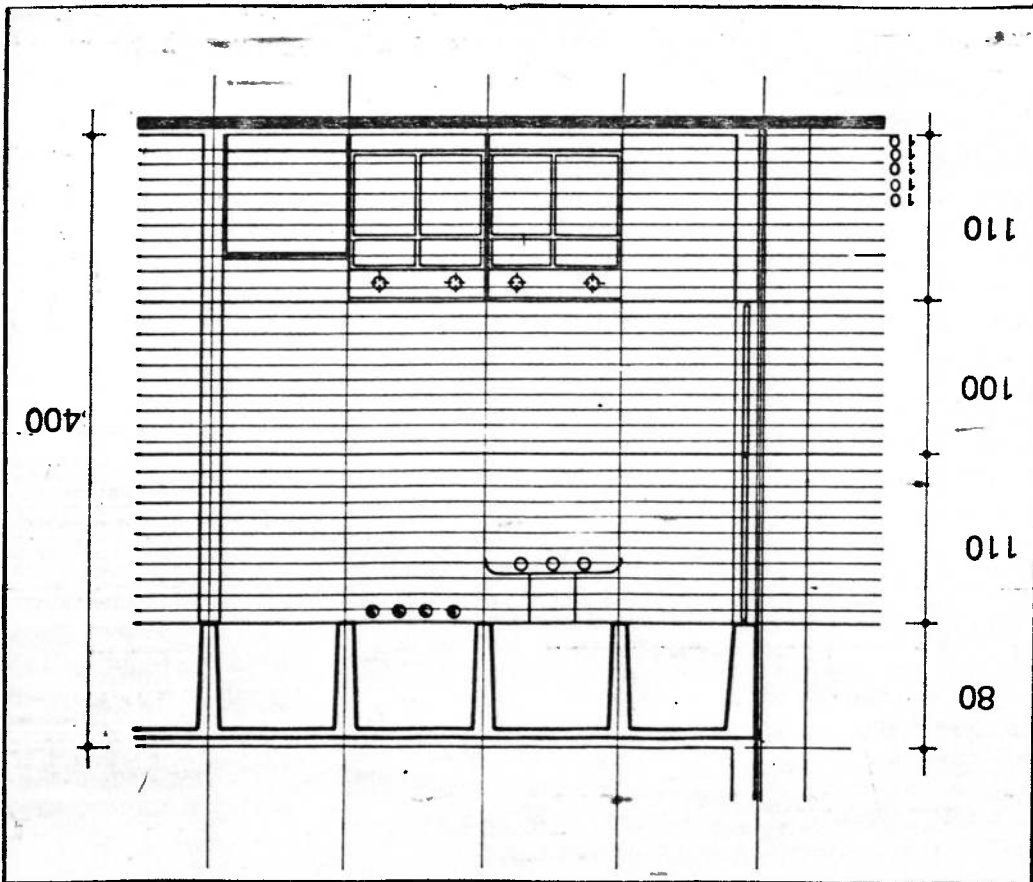
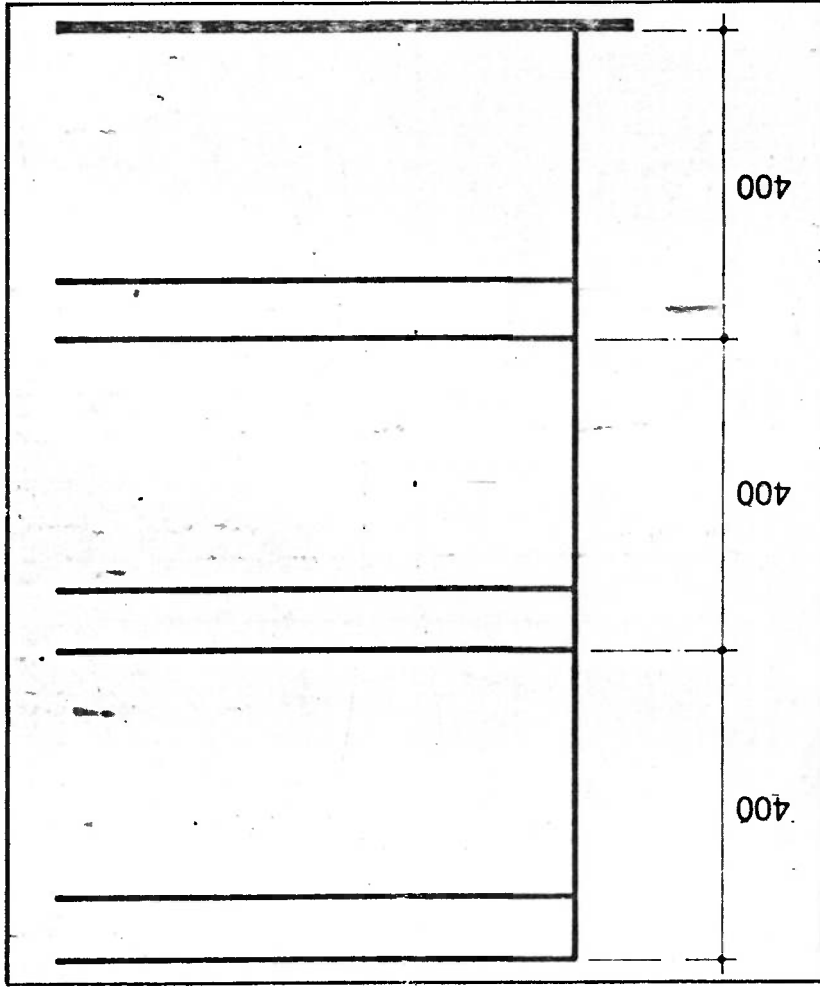
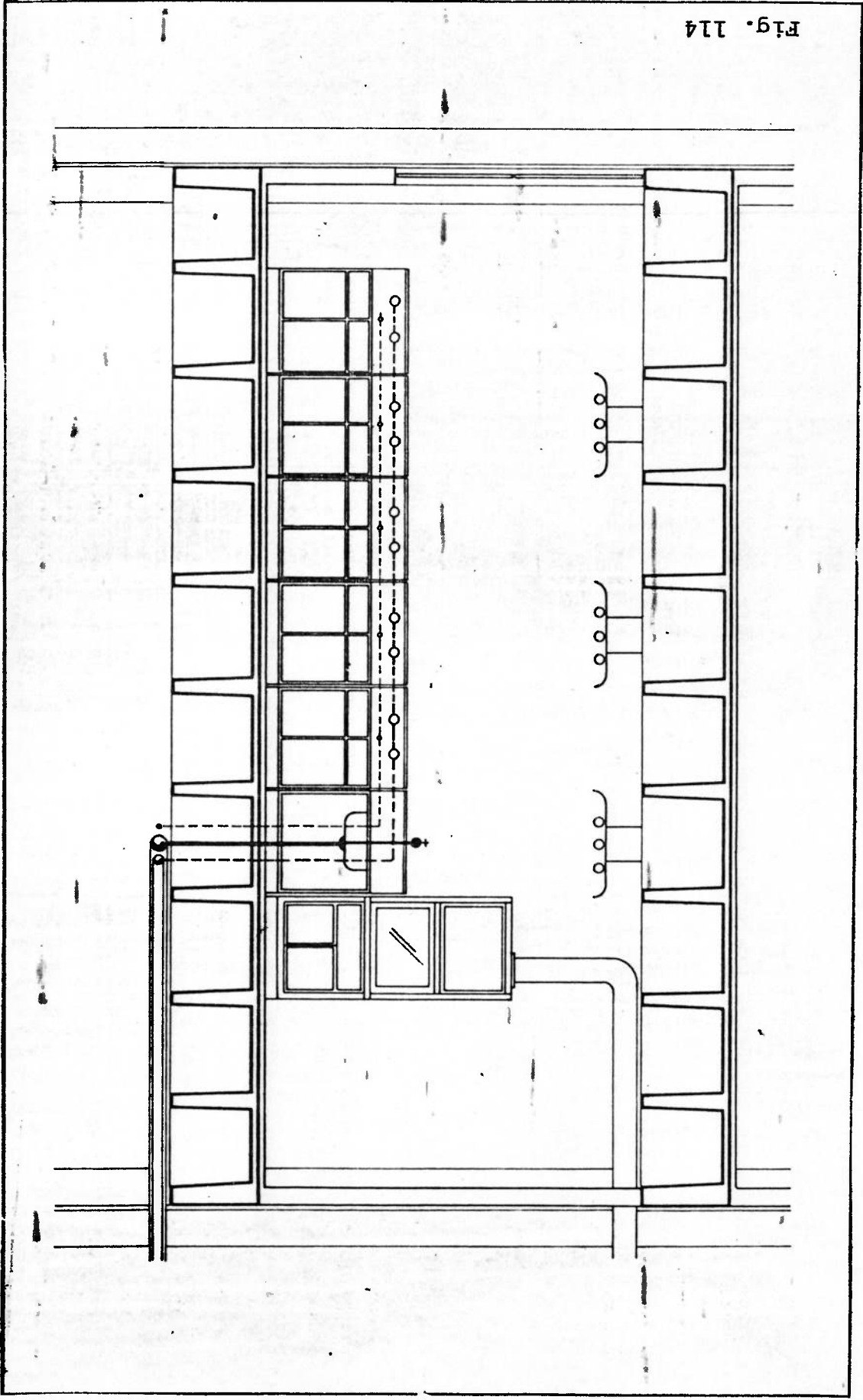
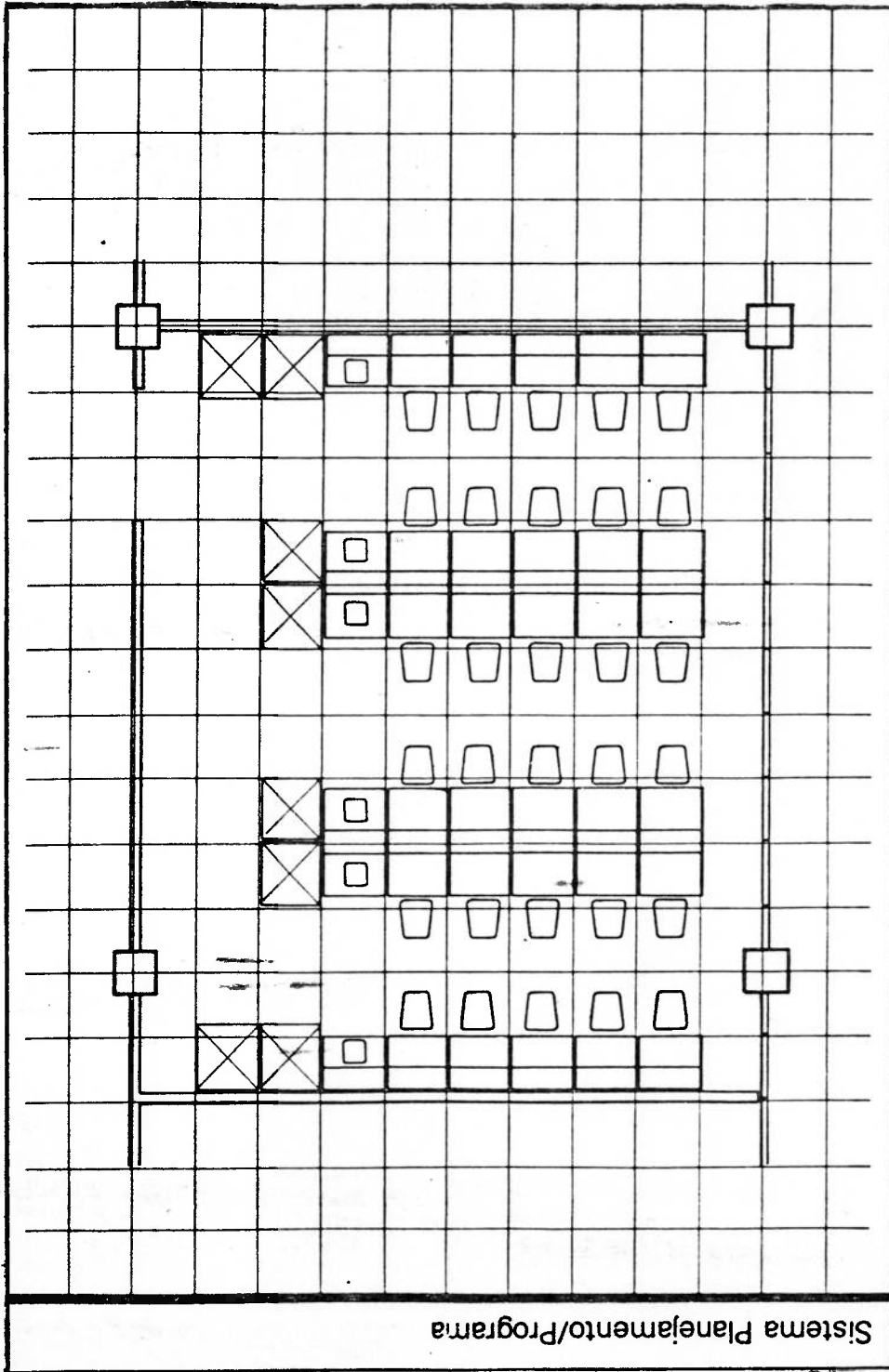


FIG. 114



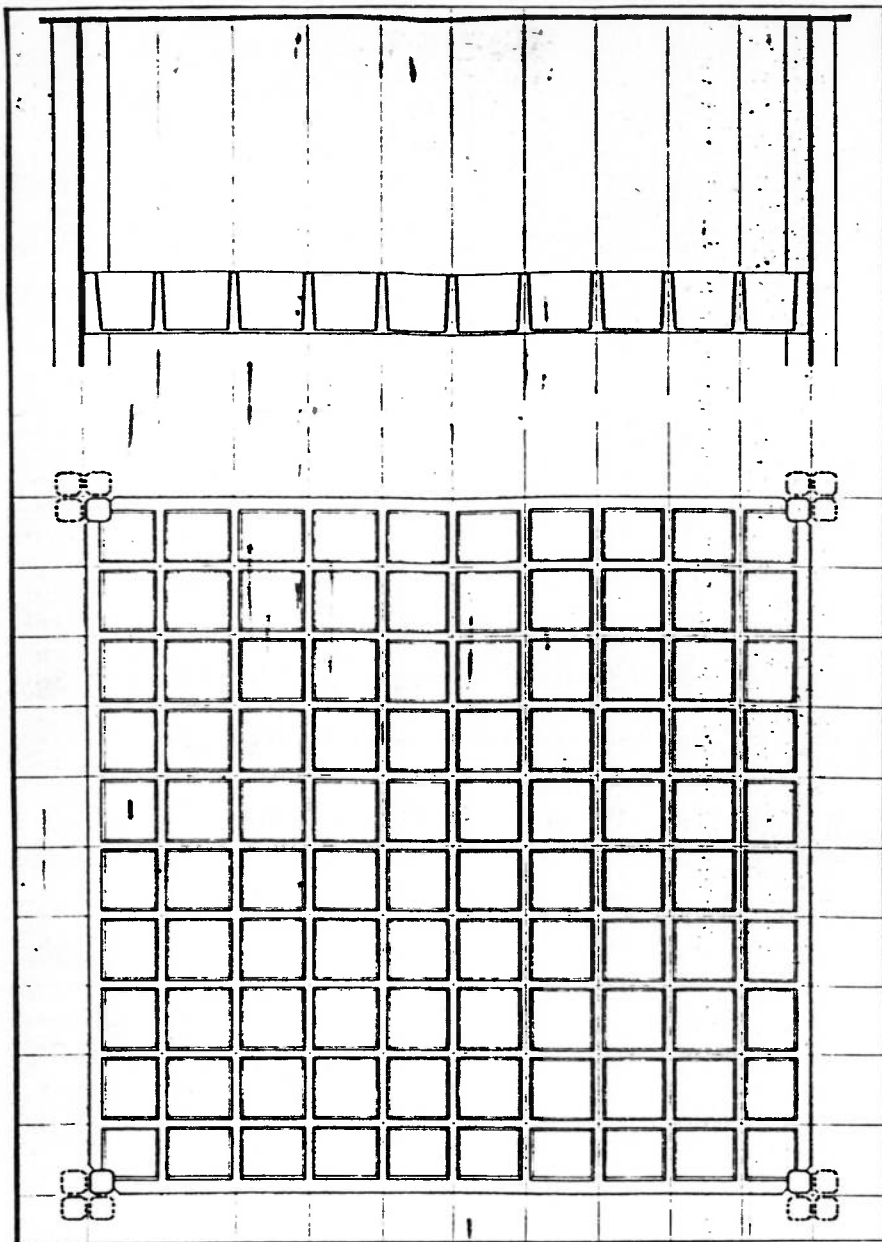


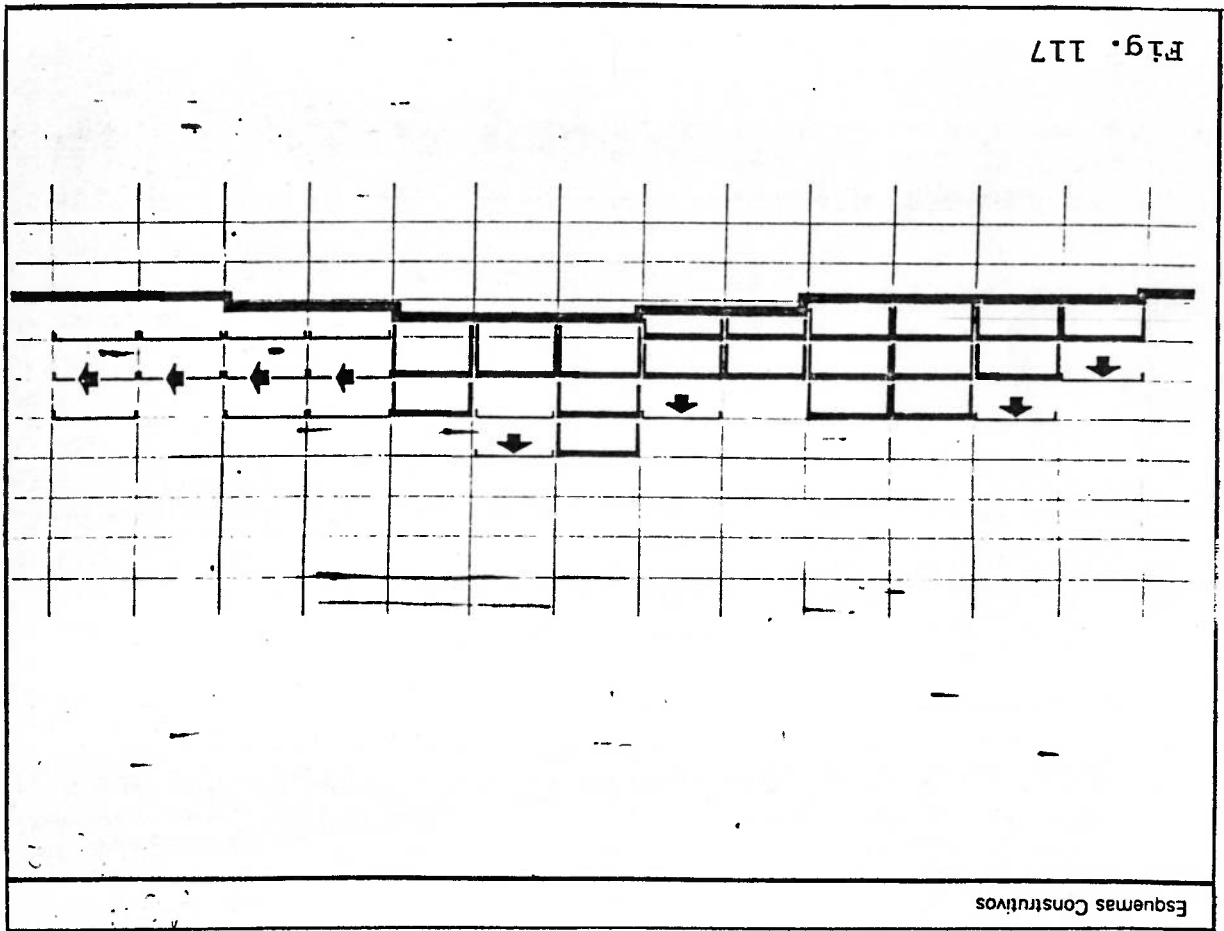
Laboratório de ensino  
30 alunos  
área = 97,20 m<sup>2</sup>

Fig. 115

- Concebeu-se uma "unidade estrutural", //  
cuja medida deveria ser múltipla das //  
medidas acima citadas, chegando-se à es  
colha das alternativas de um quadrado /

de 9m. ou de 7,2m. de lado. Além disso tais medidas relacionam-se também com áreas de  $81 \text{ m}^2$  e  $51,8 \text{ m}^2$ , as quais, verificou-se, atendem à maior parte dos tipos padronizados de salas e laboratórios. Tais unidades podem ter 1,2 ou 3 pavimentos e são combinadas dentro de um critério pré-estabelecido, que permite sua contínua expansão para atender a necessidade de crescimento dos vários setores da escola; Fig. 116, 117.





- O projeto desenvolve-se sobre uma malha contínua, zoneando-se as atividades e / garantindo suas expansões e modificações futuras;

- Há casos, porém, como ginásios, centros de computação, restaurantes, edifícios / monumentais, etc., ou elementos de importância visual, como escadas externas, grandes anfiteatros, etc., em que é conveniente a desvinculação formal, desse sistema de projetos ou parte deles. (21)

A seguir, vê-se fotos de obras realizadas nos campi da USP, em fase de execução ou já prontas, as quais seguem o sistema de padronização, normalização e modulação aqui descrito. Figs. 118, 119 e 120.

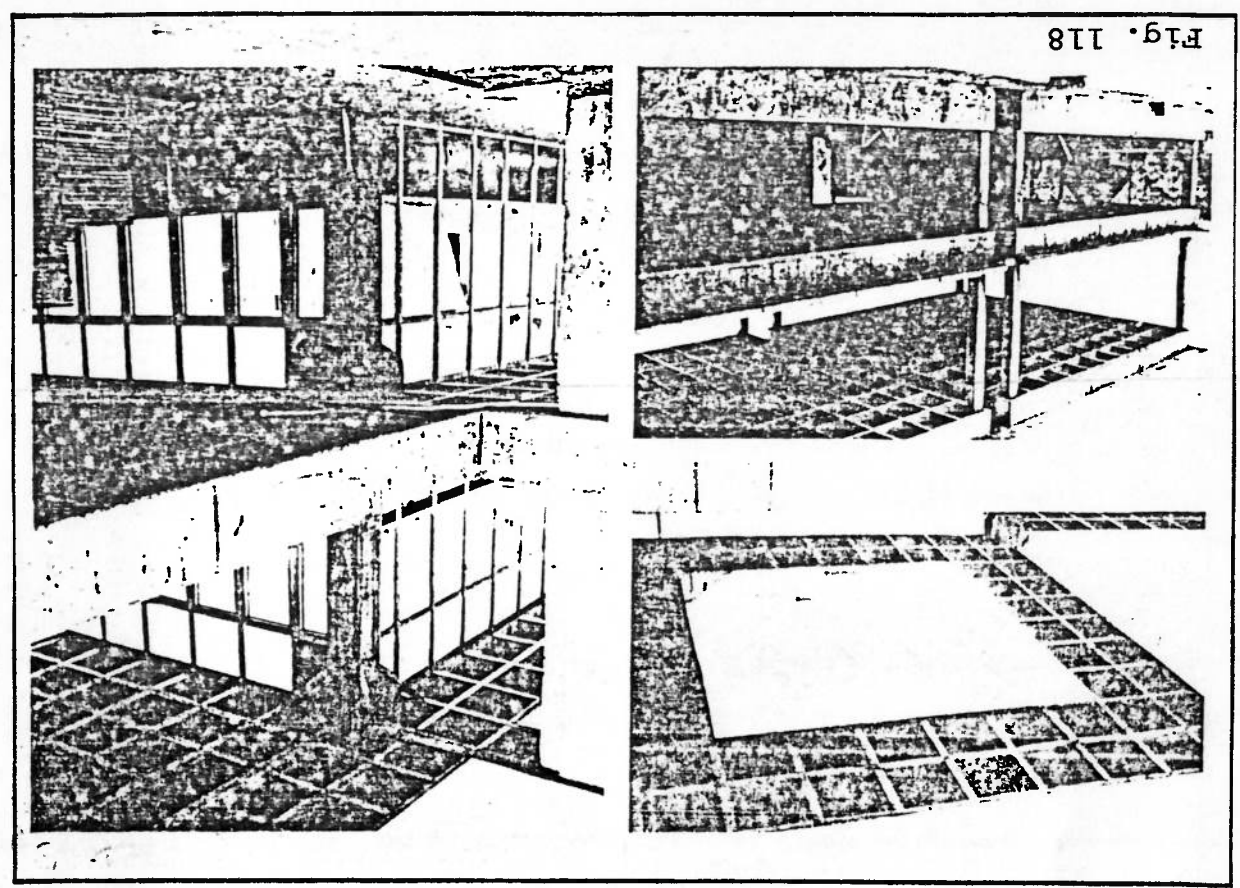
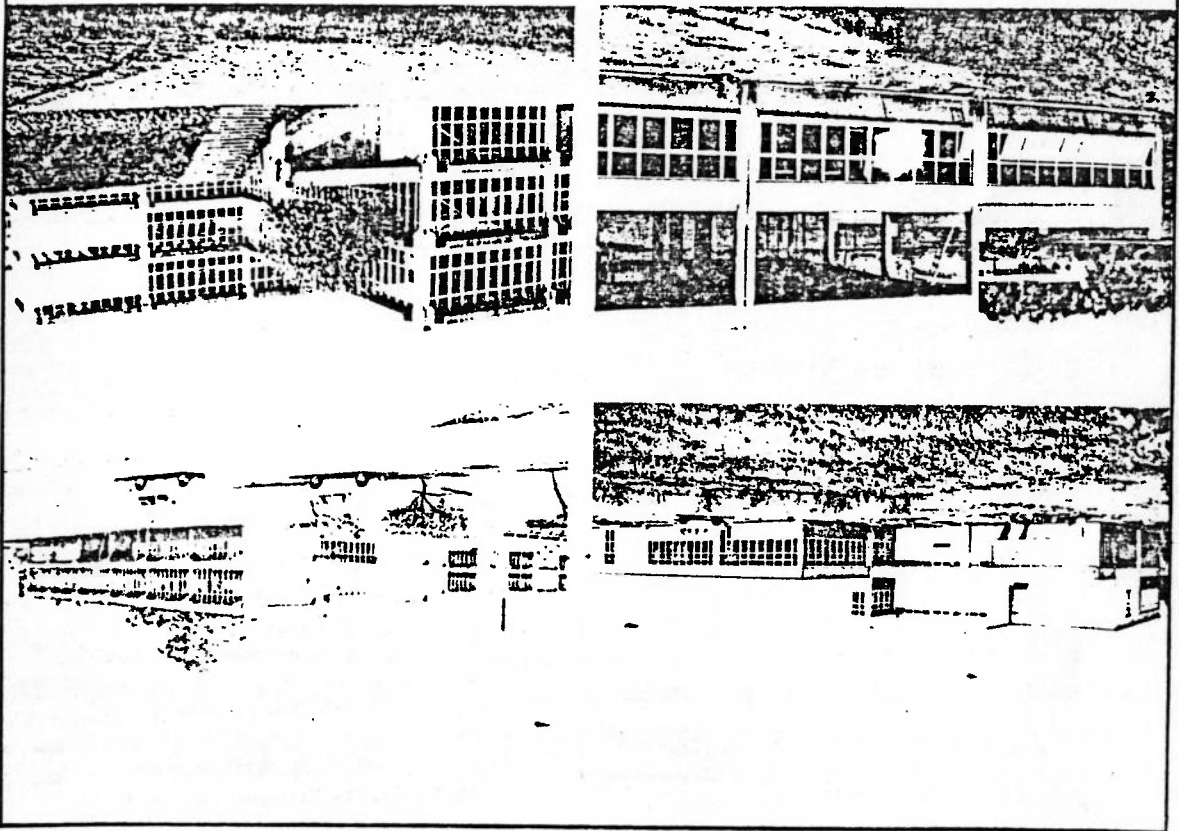


Fig. 118

Fig. 119





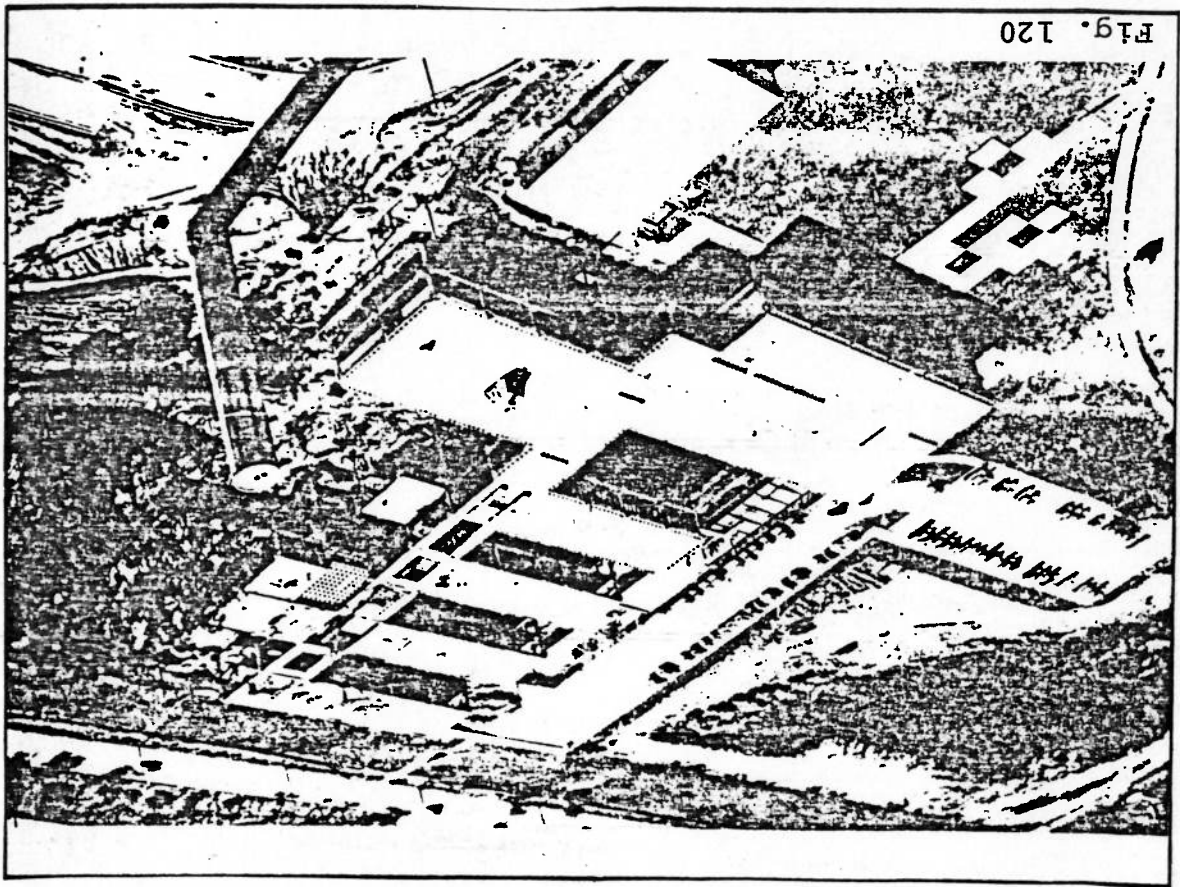


Fig. 120



Em 1974, a Diretoria de Planejamento e Desenvolvimento da Universidade Federal de Minas Gerais / ( DIFIAN ) elaborou uma proposta de sistema construtivo / com base na coordenação modular, o qual regulamenta as / construções nesses campus universitários. ( 19 )

Seus dados principais são :-

- o módulo básico adotado é o de 90 cm. / ( o que contradiz os princípios interna- / cionais ) : o módulo de projeto é o  $M_1 =$  /  $= 9,90 \times 9,90$  m, sendo seus sub-módulos / o  $M_2 = 4,50 \times 9,90$  m e o  $M_3 = 4,50 \times$  /  $4,50$  m.

- Há uma malha para vedações, uma para es- / trutura e outra para as instalações. Há / ainda uma malha no território para a / orientação, planejamento e implantação / das unidades.

- Para a escolha de um módulo construtivo, / elaboraram-se tabelas orientadoras para / as soluções possíveis de lajes de piso: / escolheu-se uma dessas soluções, com as / dimensões do módulo de projeto e seus / dois sub-módulos, evidentemente, e sob / as formas de laje de cobertura, laje / de piso e laje de terreo. ( 19 )

No Brasil, as estimativas denunciaram o / enorme deficit habitacional existente, que só poderia /

ser solucionados pelo emprego da Coordenação Modular nas construções. Nosso problema assume maior expressão quando se sabe que esse déficit é constantemente ameaçado de agravamento por uma grande taxa de crescimento vegetativo e de crescimento urbano.

No mundo, segundo Van Ettinger, que fundou o Bouwcentrum holandes, o problema habitacional requer, até o ano 2.000, a construção de 1 bilhão de habitações. Sua conclusão, a partir da análise do problema é: - " A solução só pode ser conseguida mediante uma substancial redução dos desperdícios e do aumento da produtividade. O problema é financeiro e técnico-econômico". (15)

Para solução de um problema desse tipo, ao Banco Nacional de Habitação ( BNH ) paraceu clara, já no início dos anos 70, a necessidade de coordenação modular, e a entidade encarregada de estudar o assunto foi o CBC, onde se concentraram os esforços do BNH, do Centro das Industrias do Estado de São Paulo, do Instituto de Engenharia de São Paulo e do Instituto de Arquitetos do Brasil, entidades que fundaram a administraram o CBC.

Embora a industrialização da habitação se já apenas uma parte da tarefa mais geral da industrialização da construção, que pode ser dinamizada com a coordenação modular, ela se mostra essencial não só em razão da crise habitacional, mas também por constituir um campo que pode facilitar o desenvolvimento total no futuro. Desse modo, pode-se admitir que, para solucionar o problema do déficit habitacional, realmente devam ser tomadas medidas governamentais que acionem a /

produção de casas para o povo, facilitando a implantação da coordenação por intermédio de medidas, como a concessão de financiamento mediante a utilização do sistema.(15) São apresentadas, a seguir 2 propostas de habitações com medidas coordenadas, as quais são exemplos de soluções possíveis de construção racionalizada.

Em 1º lugar, como um interessante exemplo de habitação industrializada modularizada, tem-se as casas / do "Sistema Methody Kal", proposta apresentada na Revista Engenharia, do Instituto de Engenharia, de setembro / de 1979. Seu autor é o arquiteto Methodios Kalkasliet. O interesse desta proposta reside na grande atenção dada / tanto aos aspectos de projeto quanto aos aspectos construtivos. ( 22 )

#### SISTEMA METHODY KAL

O objetivo deste sistema é baixar o custo e elevar a qualidade da moradia em geral. O título definitivo da patente brasileira, que contém "n" variações modulares é "O Módulo Arquitetônico Padrão de Suites Duplas Acanthoadas". São apresentados, a seguir, seus dados / principais.

A necessidade de um módulo habitacional / ideal e versátil, para ser reproduzido em escala industrial levou a compreensão de que os dormitórios e banheiros são os aposentos fundamentais numa habitação. Portanto, necessário obter um módulo-padrão

drão versátil e operacional, composto de dormitórios e / banheiros, como CONSTANTE FIXA E COMPONENTE, que venha a possibilitar a produção de moradias em escala industrial. O sistema apresenta um módulo arquitetônico co inêdito, fixo e indivisível composto de 2 banheiros e 2 dormitórios com respectivos armários embutidos, formam do suites duplas, que se localizam nos cantos externos / de cada habitação. Devido à composição modular do espaço e à sua posição invariável, obtêm-se a Constante Compo - nente Fixa, que serve de base para a composição do espaço restante.

O método baseia-se numa regra matemática / bastante simples : - " A partir da medida básica (mb) / qualquer, quando elevada ao quadrado de si mesma (mb)<sup>2</sup> / obtêm-se o espaço de um cômodo quadrado habitacional de- sejado. Do múltiplo desses cômodos quadrados, constitui- se a planta baixa, programada do modelo de habitação pro- jetado. ( 22 )

Por exemplo :-

(mb)<sup>2</sup> x 3 = módulo arquitetônico padrão pa-  
tenteado.

(mb)<sup>2</sup> x 4 = modelo Alfa (casa-embrião de 2  
dormitórios) .

(mb)<sup>2</sup> x 6 = modelo Beta (casa completa de/  
2 dormitórios) .

(mb)<sup>2</sup> x 9 = modelo Gama (casa completa de/  
4 dormitórios) .

(mb)<sup>2</sup> x 9 = modelo Delta (casa completa de  
3 dormitórios com sala de estar

em L, de 3 quadrados).

Trata-se, portanto, de uma regra evolutiva, mediante a qual podem ser executados quaisquer projetos arquitetônicos, com várias formas e programas, sem que haja alteração estrutural. Portanto, a mudança de modos de um lugar para outro não altera o projeto. Esta troca é impossível no atual sistema linear e aleatório, onde um cômodo se apoia no outro e quando tirado do lugar junto ao corredor, deixa um vazio insubstituível.

A programação do espaço é iniciada a partir dos cantos da edificação e convergindo para o centro, onde ficam as áreas de circulação vertical de escadas e elevador, no caso de habitação coletiva. No caso de habitação térrea, o módulo circunscribe e converge para a área social, como sala de estar, de jantar, etc...

Trata-se, portanto, de um novo processo / de organização de espaços, ou seja, um novo conceito de direção arquitetônica, chamado "Sistema Centrípeto do Espaço Habitacional". ( 22 )

O "Método Arquitetônico Modular" apresenta as seguintes características :-

a) é um conjunto constante, compacto e indivisível.

b) tem posicionamento fixo e invariável / em um ou mais cantos externos da edificação.

c) dinamicidade, ou seja, dá lugar a uma grande variedade de projetos.

d) Forma uma nova maneira de medir o espaço.

e) eliminação dos clássicos corredores.  
f) simplificação da estrutura, pois localiza as áreas úmidas nos cantos e as áreas secas no meio.

g) possibilidade de troca de ambiente, / sem alterar a estrutura, equipamento / hidráulico ou a área.

h) possibilidade de ampliação e conjugação evolutiva de cômodos, sem comprometer a estrutura.

i) implicação em reflexos sócio-econômicos, permitindo o desinflatamento / do espaço ocioso da habitação.

j) permite equipar o espaço projetado, // garantindo-lhe salubridade e funcionalidade.

k) permite reduzir o custo social das infra-estruturas sanitária, viária, / energética e comunitária que incidem / em cada unidade habitacional.

l) possibilidade de unificação da planta / da composição arquitetônica de uma casa térrea com a do apartamento.

m) a moradia embrião modelo Alfa permite / a urbanização das favelas. ( 22 )

O método condiciona o emprego do "Sistema

Construtivo Global de Industrialização" de moradias em mas  
sa com as seguintes vantagens :-

- por se comporem de uma única unidade bá-  
sica (mb) todas as paredes têm um tama-  
nho só. Economia de formas para fundição.
- as fundações, paredes e cobertura são /  
feitas com um único material em concreto  
pré-moldado de painéis de fibro-cimento/  
com isolamento térmico e acústico de ver-  
miculita.

- Em se tratando de resistência mecânica e  
isolamento térmico, as moradias dispen-  
sam seguro contra incêndio, desabamento/  
ou inundação.

- as fundações, paredes e cobertura são //  
fundidas no próprio canteiro de obras, /  
eliminando o fator-custo transporte.
- como a, industrialização é feita no pró-  
prio local de montagem, dispensa-se a /  
emissão de notas fiscais, liberando-as /  
de impostos. ( 22 )

Há algumas alternativas para a utilização/  
de materiais :-

- forro falso
- grelhas plásticas removíveis de PVC
- gradeado de madeira leve e removível,
- pintado ou evernizado
- luminárias : simples ou fluorescentes

- pintura do teto : preto grafite
- fixação : perfis de alumínio apoiados nos armários

- aquecimento central

- a rede de água quente é centralizada/ na área de serviço que poderá ser abastecida por um aquecedor a gás, / elétrico ou solar.

- painel hidráulico

- poderá ser fundido em concreto celular leve, expandido espumoso. O acabamento é feito de massa corrida, pintura em ambas as faces com tinta tipo "Duco".
- poderá ser feito com aglomerado de vermiculita em resinas Acrílica ou Fé nólica, e revestido em ambas as faces com resina de poliéster estruturada / com Fiber-Glass.
- poderá ser fundido em poluretano expandido e leve.

- alvenaria

- serão revestidas com massa corrida, / dura para aplicação de pinturas impermeáveis tipo Duco ou epoxi.

- armários embutidos



- 2º objetivo :- substituir os materiais/ de construção obtidos a custa de queima de óleo combustível :- cerâmicas, tijolos, cimento, cal, etc...
- utilização de materiais sintéticos
- redução do consumo de óleo para transportes
- adestramento do peão de obra em operações múltiplas e simples, rápidas e precisas na montagem das formas.
- atingir a produção em escala industrial, sem modificar a técnica atual da construção já assimilada.
- 1º objetivo :- elevar a qualidade da obra e baixar o seu custo, em relação ao sistema convencional, tem-se :-
- 27% da economia de área
- 18% de economia de material
- 40% de economia de mão-de-obra
- 50% de economia de tempo
- 1º objetivo :- elevar a qualidade da obra e baixar o seu custo, em relação ao sistema convencional, tem-se :-

#### PROPOSTAS TECNOLÓGICAS

- o cimentado será nivelados e posteriormente será aplicado carpete ou similar.
- O piso do banheiro será acabado com vinílico ou com carpete sintético. ( 22 )
- são previstos 2 armários embutidos munfaturados em Eucaplac ou Duraplac.

Nas figuras 121, 122, veem-se alguns dos modelos deste sistema e suas várias possibilidades. ( 22 )

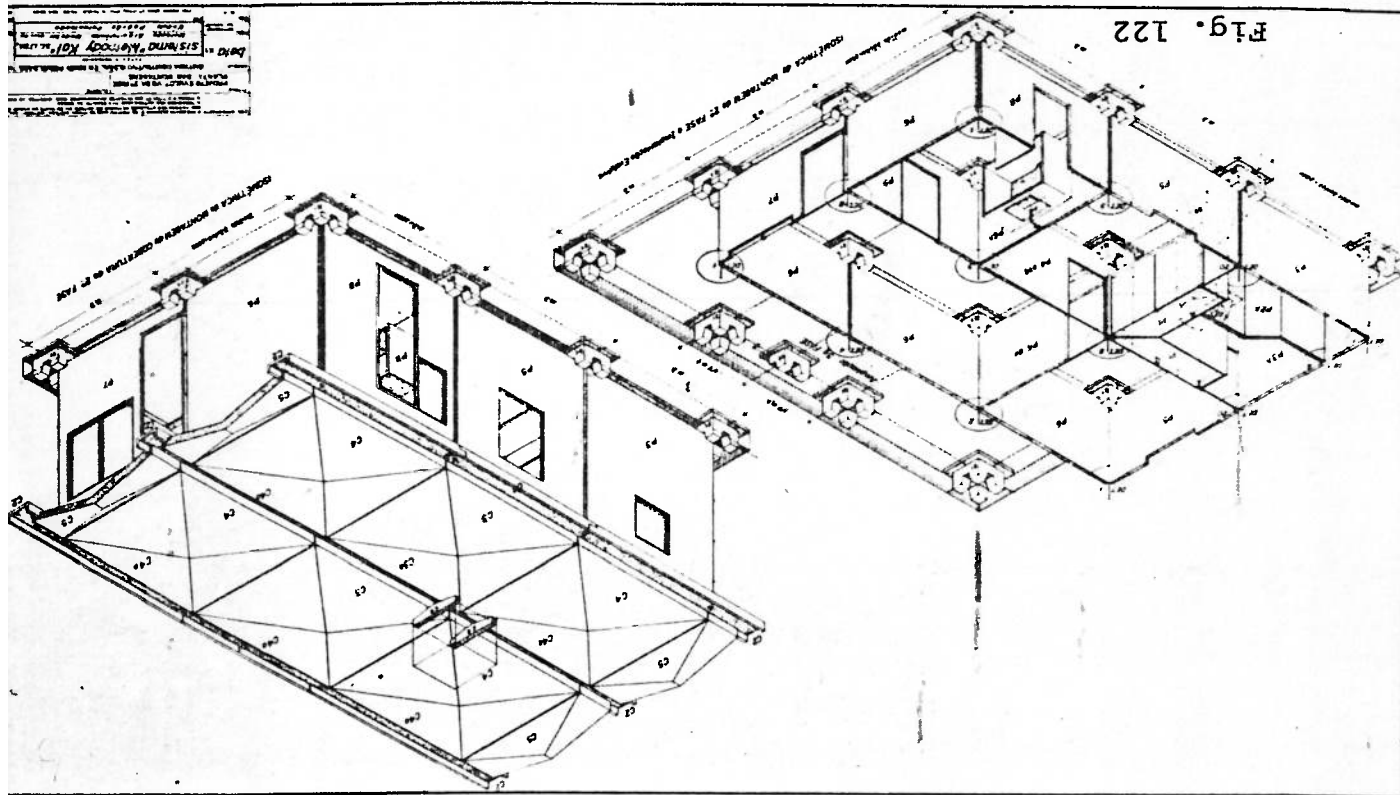
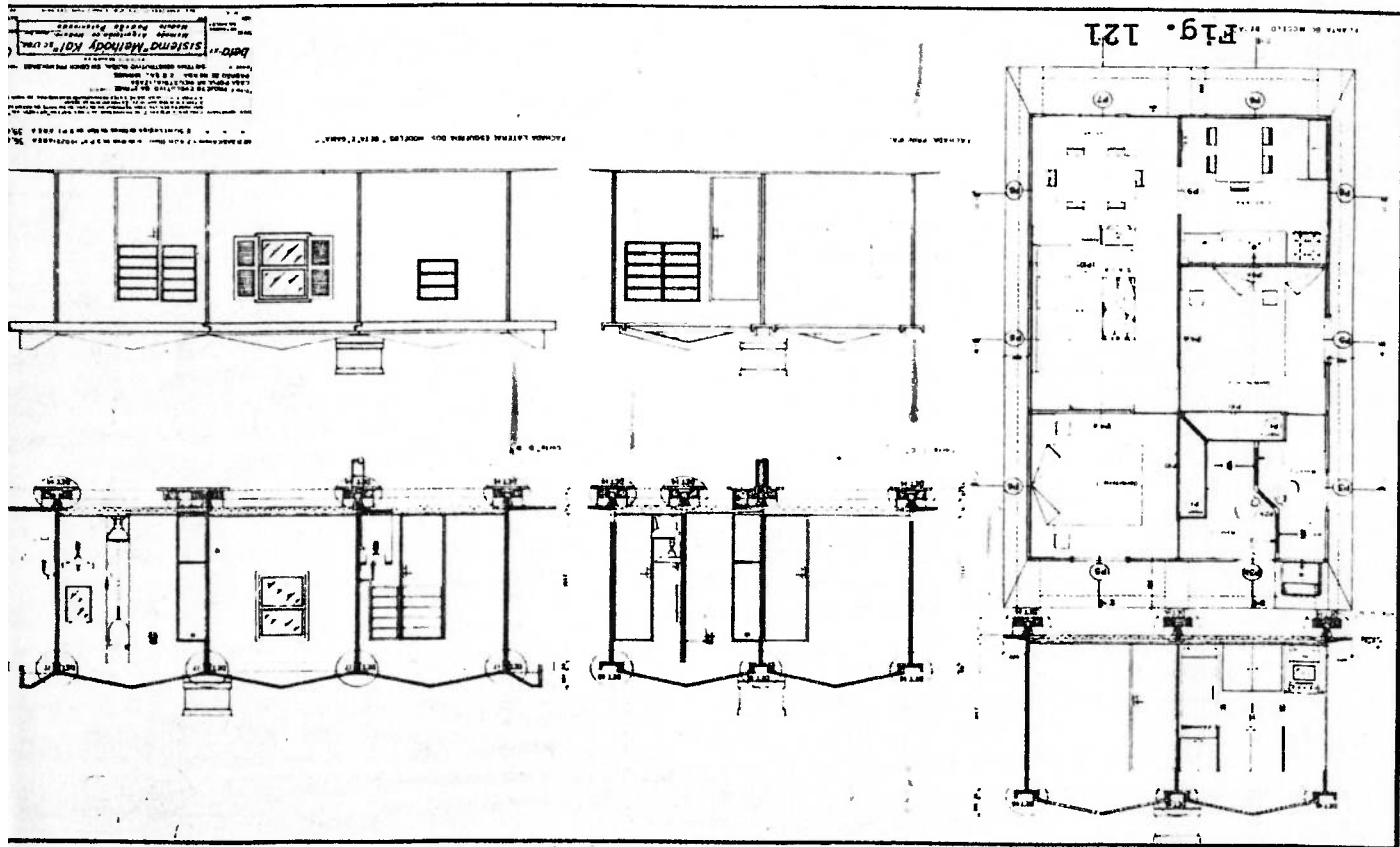


Fig. 124

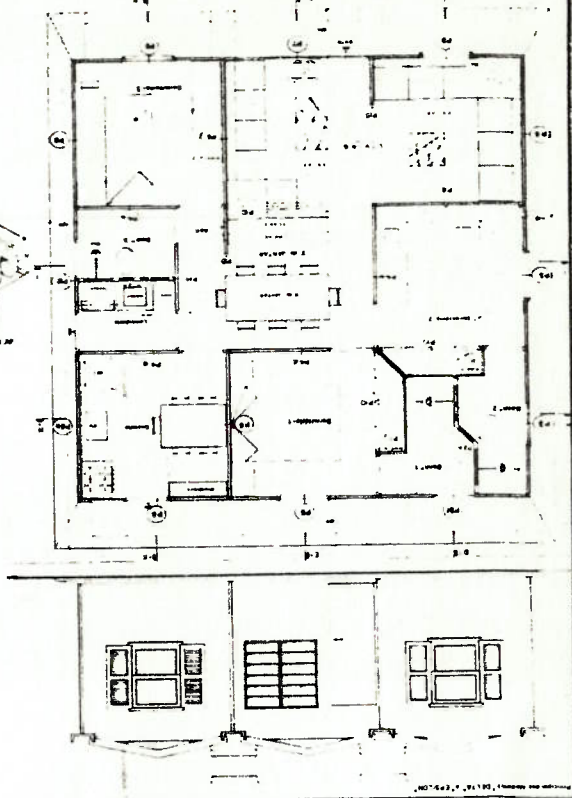


Fig. 123

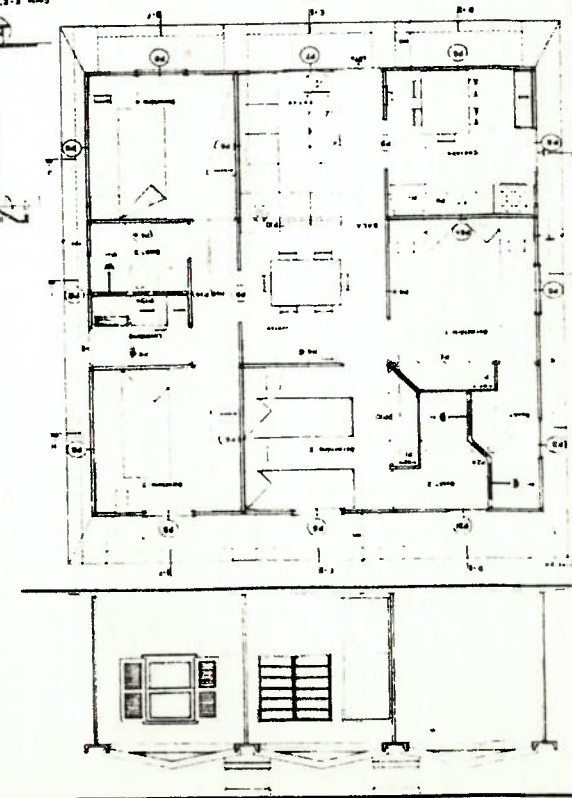




Fig. 126

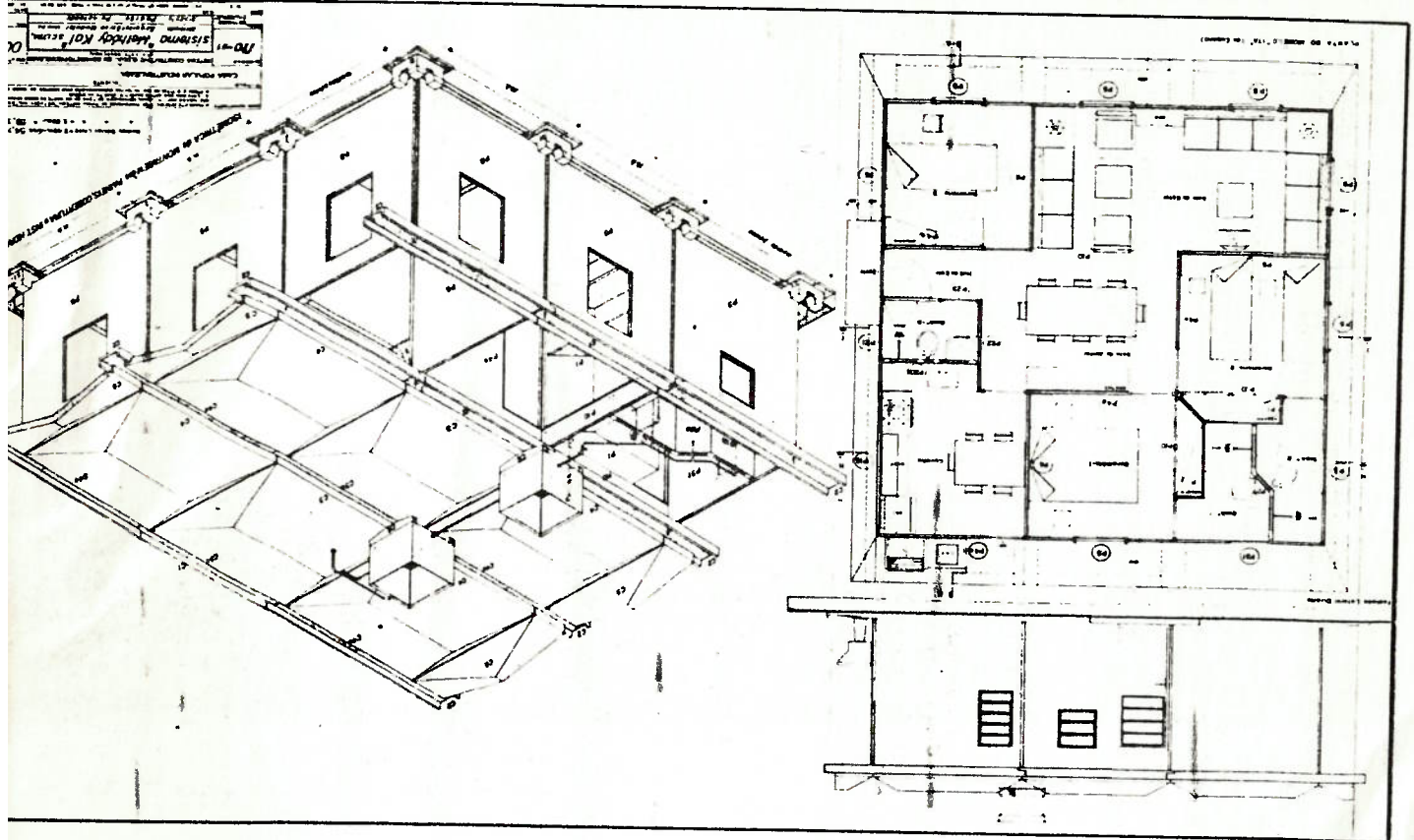
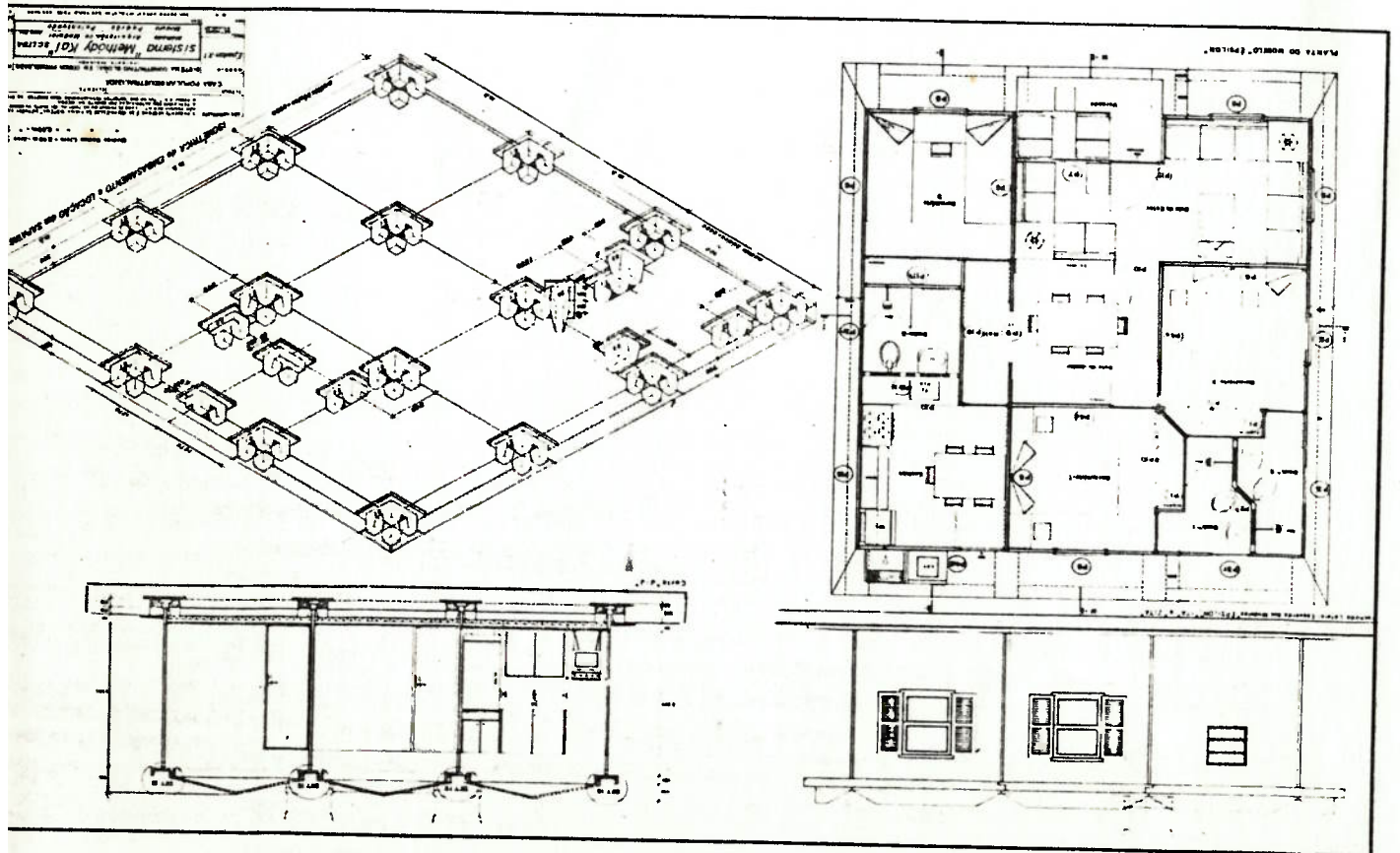


Fig. 125



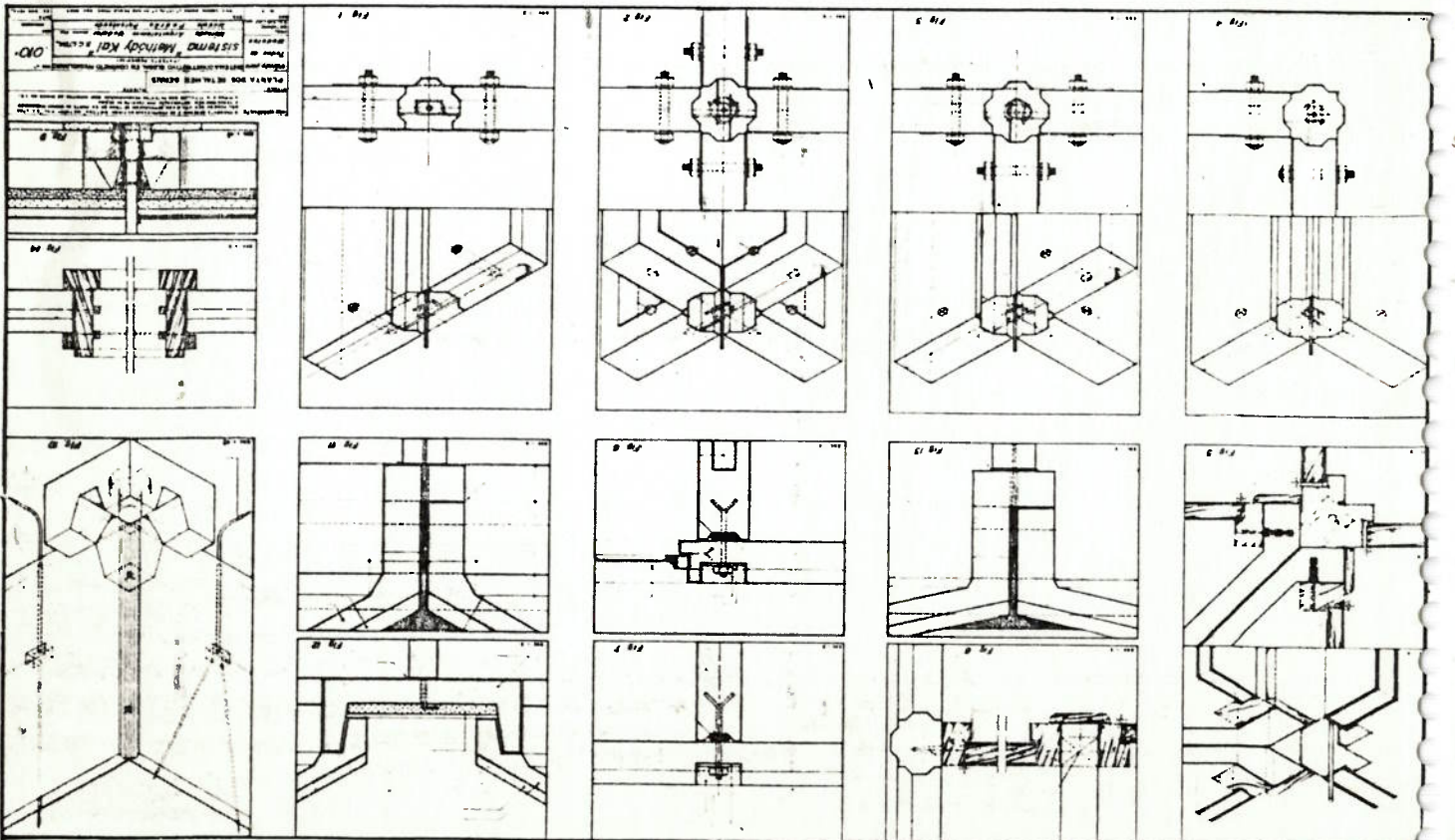
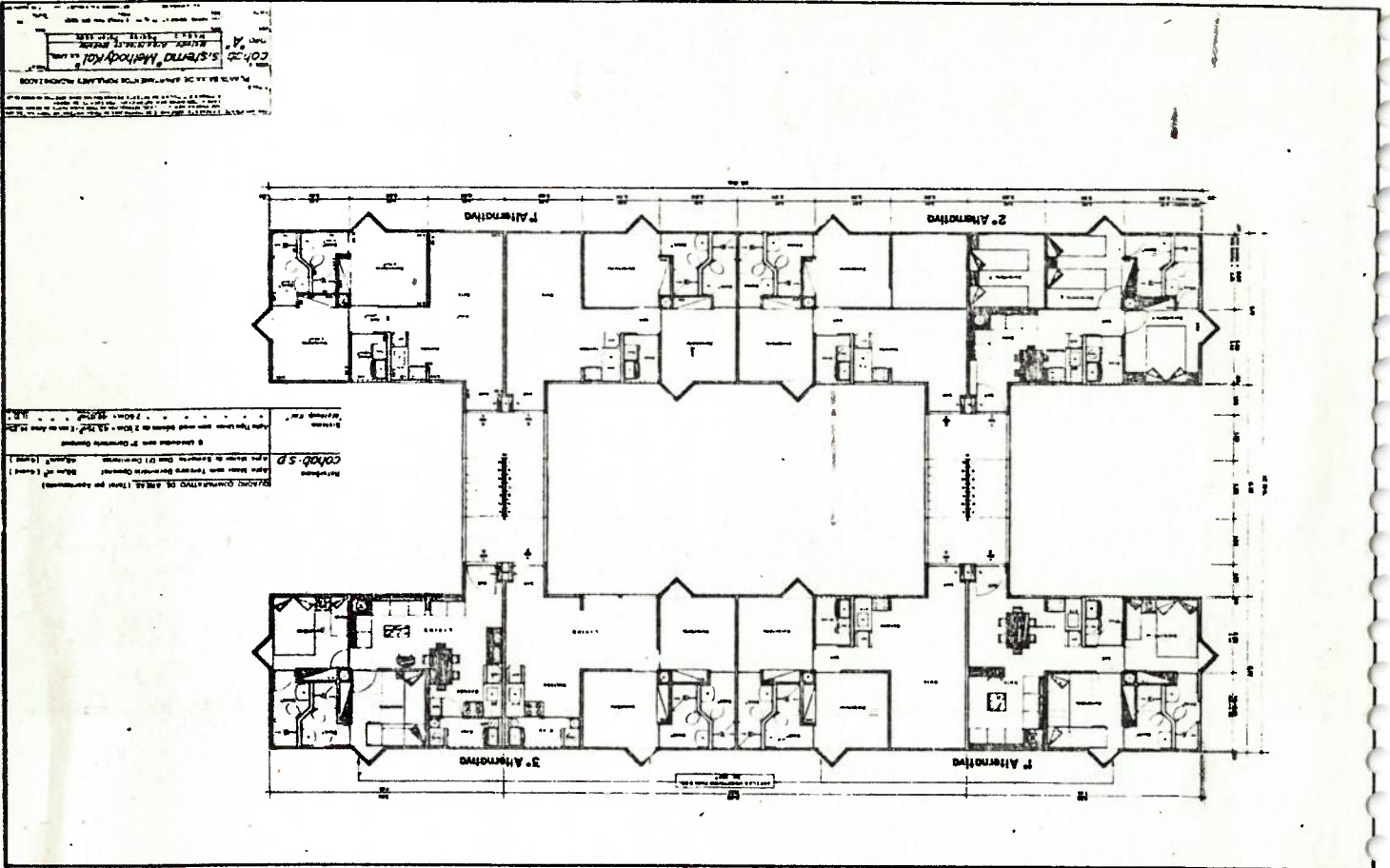




Fig. 130

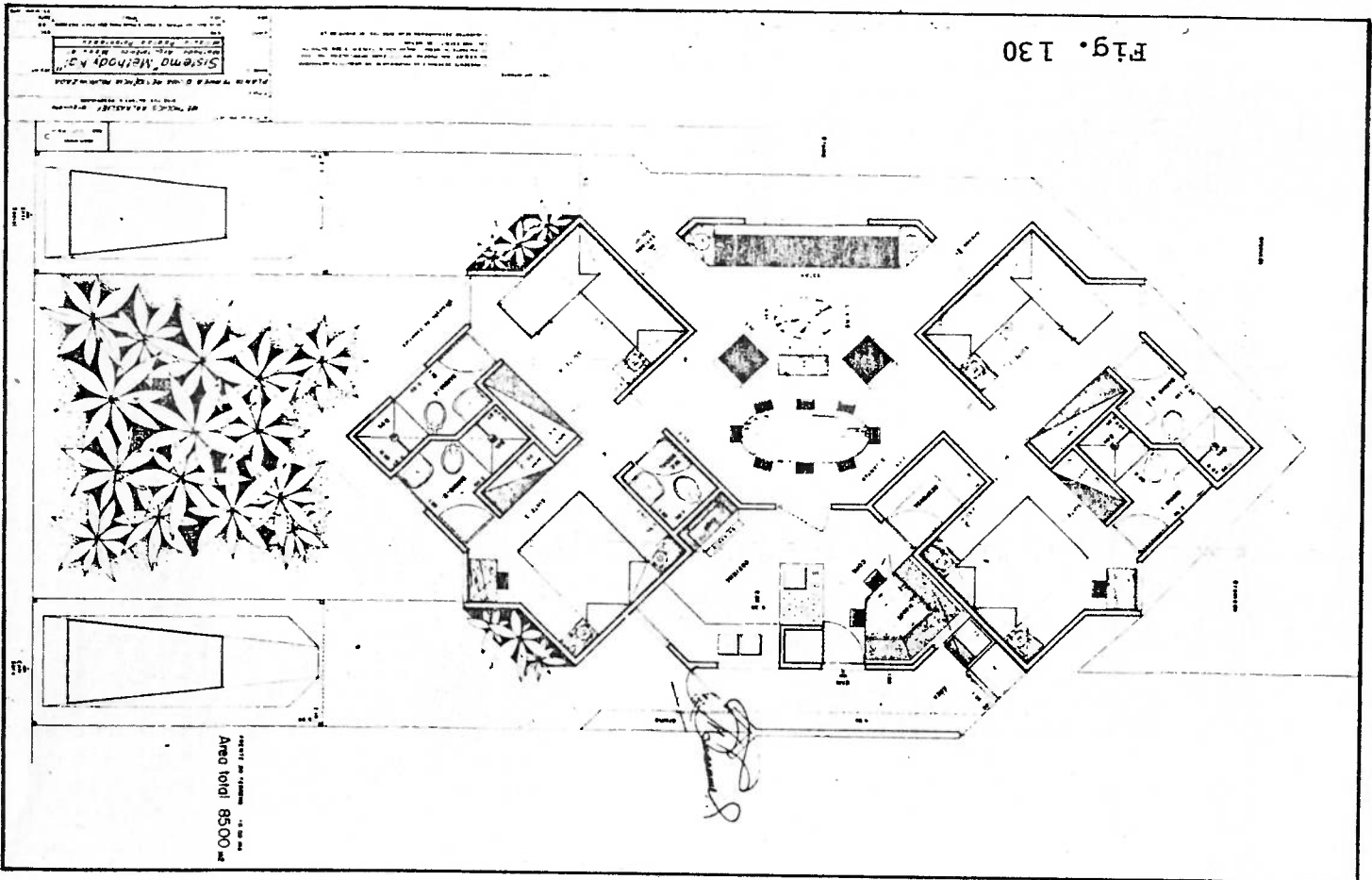
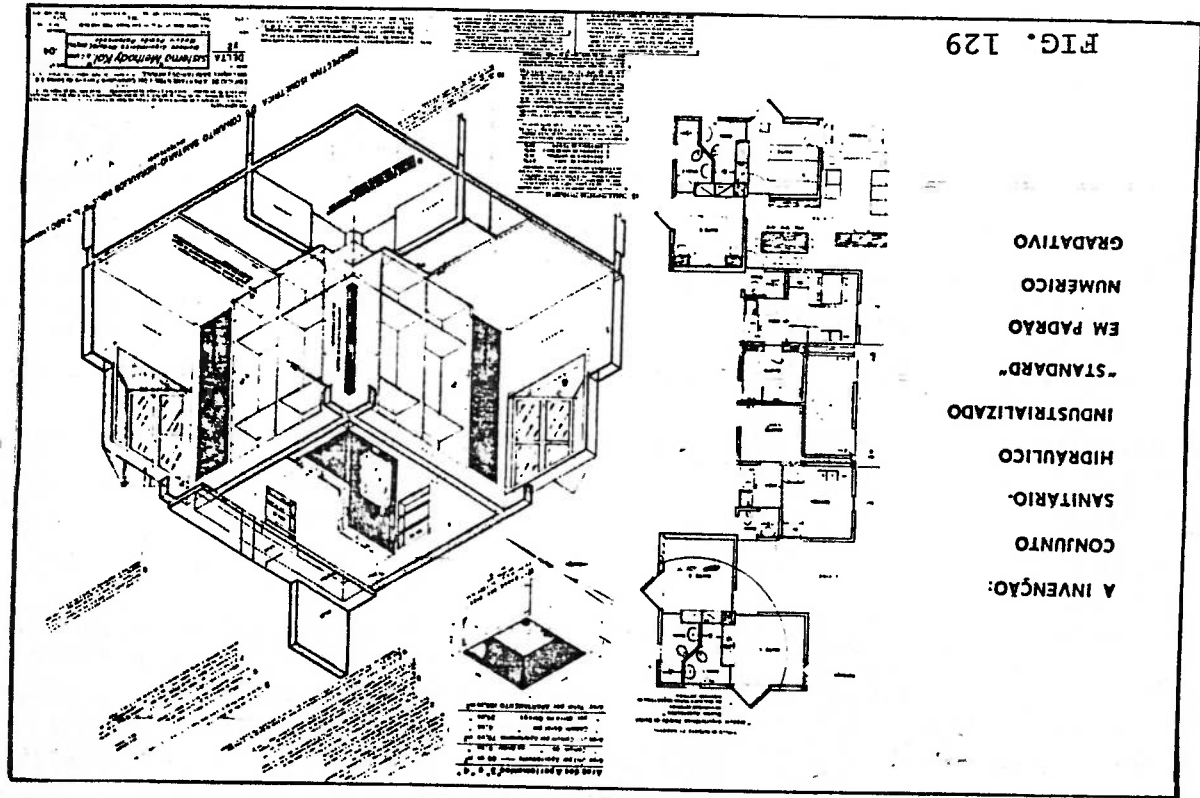


FIG. 129



A segunda proposta teve como objetivos a redução dos custos e agilização da execução dos programas de habitação popular :- compreende casas ou pequenos conjuntos construídos com células tridimensionais moldadas em canteiro. Esses módulos, com 1,6 m de largura, comprimento de 3,4 m., pé-direito de 2,3 m. e espessura de 6 cm., têm anéis laterais de 24 cm para conectar as células. A ligação poderia ser feita através de parafusos ou de soldagem de peças metálicas. Os anéis têm uma função importante :- formam uma ossatura que enrijece a peça, funcionando ao mesmo tempo como pilar e viga e dando sombreamento. As peças têm aberturas, também com anéis que tornam desnecessárias esquadrias. Nas aberturas, seriam instalados basculantes com vidro temperado de 6 mm. O posicionamento e as dimensões da abertura foram estudados ao nível de ventilação e iluminação de cada peça e de acordo com os códigos de engenharia sanitária. ( 23 )

O sistema foi concebido pelo arquiteto Luiz Otávio Zamarioli, formado pela Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de Brasília, que concluiu os estudos em agosto de 1979. A proposta parte de uma experiência concreta :- a casa pré-fabricada em monobloco / concebida por Niemeyer e construída em Brasília entre 1963 e 1964. Retomando a experiência do arquiteto carioca, Zamarioli concebeu um sistema mais leve, visando principalmente à solução do problema do transporte, pois as células que projetou pesam apenas 5 t, podendo ser facilmente movimentadas por simples guias. Considerando as fun-

a encomenda de mobiliário, geladeiras e fogões, o preço/ 32 mil (Janeiro/1980) (o preço de mais dois anéis) . Com/ de 6 anéis; uma casa de 48,9 m<sup>2</sup> custaria apenas mais Cr\$/ tos, custaria Cr\$ 160 mil, (Janeiro/1980) com a utilização da modulação. Assim, uma casa de 36,7 m<sup>2</sup> com os equipamentos junto com a casa, em função das dimensões determinadas pelos elementos (mobiliário, fogão e geladeira) seriam fornecidos - culos de Zamaríoli, Cr\$ 16 mil, (Janeiro/1980). Os equipamentos - Cada célula ou anel custaria, segundo cál

lações - condutas e tubos de água - aparentes. nas também são leves (placas de fibrocimento) e as instala- mente maiores e muito mais pesadas. As divisórias inter- ção é mais avançada, as células tridimensionais são geral- brando que, nos países onde a industrialização da constru- res podem pesar 3 t se produzidas com agregado leve, Lem- sobrecarga de até três pisos e as peças dos pisos superior As células foram projetadas para receber

construção". ( 23 )

estrutura das áreas e reduz consideravelmente o tempo de / modulado, o sistema facilita "a organização da infra-es- is) . Além de tornar bastante fácil as ampliações, pois é trução ( que chegam a três mil nos sistemas convencionais - sionais reduz para pouco mais de mil os componentes da cons- A construção com essas células tridimen-

tário. ( 23 )

ção, banheiro com sanitários e pia e complexo hidrosanti- beleceu o espaço básico de 1,6 m para cama mais circula - ções básicas repouso/higiene/alimentação, Zamaríoli está



final das unidades seria ainda menor. Quando se tratasse de conjuntos multifamiliares, seriam construídos blocos/ para abrigar no máximo, dez famílias. ( 23 )

Para dar um panorama geral final do assunto, pode-se dizer que a situação atual da construção pré-fabricada no Brasil pode ser caracterizada pelos seguintes fatores :-

- Ainda não se segue um critério de escolha para utilização de módulos, portanto ainda predomina o sistema fechado, / que não permite a utilização de componentes de várias indústrias em uma só obra;

- A mão-de-obra é barata, favorecendo a / construção tradicional e o desinteresse se pela construção pré-fabricada;

- Os custos de transporte são caros, viabilizando a construção pré-fabricada em geral somente até 150 a 200 Km., dos / grandes centros urbanos; e nesses grandes centros que se localizam as indústrias, os profissionais especializados e o grande mercado consumidor;

- O custo dos componentes pré-fabricados / é ainda maior do que os dos componentes tradicionais.

Com o progresso das técnicas sanitári-

as e sua aplicação mesmo fora dos centros urbanos, está /

havendo em nosso país e em outros países em igual estágio

de desenvolvimento, uma grande queda da mortalidade, o /

que resulta num alto crescimento vegetativo da população.

A isto, somam-se migrações internas resultantes da indus-

trialização de certas regiões de um país. No caso do Bra-

sil, o eixo Rio-São Paulo, com seus prolongamentos, têm /

atraído grandes contingentes de população, oriundos de M̄

nas Gerais e da Região Nordeste.

Devido a isso, as necessidades habita-

cionais estão se multiplicando, e o deficit habitacional /

em todo o mundo poderá superar a casa de 1 bilhão de habi-

tações até o ano 2.000. O atual deficit habitacional bra-

sileiro chega a 7 milhões de habitações.

Este deficit está sendo atacado de di-

versas maneiras :-

- pela construção de casas

- pela reforma de casas

- pela instalação de redes de abasteci-

mento de água, iluminação e esgotos

- pelo aumento da renda familiar

- pelo aumento da capacidade de poupan-

ça

- pela redução dos custos da habitação

CONCLUSÃO

Os vários estudos sobre pré-fabricação de pré-fabricação plenamente desenvolvido. indispensáveis à instalação em nosso país, de um sistema/ Há, porém, algumas premissas técnicas/ da construção e a redução do fator tempo.

de pré-fabricação, proporcionando um grande barateamento/ torna-se perfeitamente possível a utilização do sistema./ al estágio de desenvolvimento industrial em nosso país, / litando um planejamento e um programa prévios. Com o atu- ção mais viável para a organização da construção, possibi- obstáculo, acredito que a coordenação modular seja a solu- Portanto, a fim de vencer este grande/

rece a peça. transporte, a pequena produção de componentes, o que enca- recimento dos materiais e mão-de-obra, os altos custos do em jogo, outros fatores econômicos como o crescente enca- Além do deficit habitacional, entram /

ração esses 2 fatores :- tempo e custo. utilização de um sistema construtivo que leve em consider- que há uma falta de recursos financeiros, é necessária a/ construtivas tradicionais são lentas e dispendiosas, e / resou ao presente trabalho. Considerando que as técnicas Este último item foi o que mais inte -

do o país.

Este seria o primeiro passo para a im-  
plantação de um sistema aberto no país. Este fator é de /  
extrema importância para o pleno desenvolvimento da pré- /  
fabricação no Brasil. É necessário, portanto, que os fabri- /  
cantes de componentes pré-fabricados se comuniquem, /  
permitindo a intercambiabilidade de suas peças e a diminui-  
ção da variedade dimensional e formal das mesmas.

Finalmente, outro estudo de grande im-  
portância para a pré-fabricação é o das juntas, que cons-  
titui um dos mais sérios problemas técnicos deste sistema  
construtivo.

Creio, que, vencidos estes obstáculos /  
técnicos, estará aberto o caminho para o pleno desenvolvi-  
mento da pré-fabricação no Brasil, sistema pelo qual pode-  
remos atacar um dos grandes problemas econômicos do país:  
a falta de habitações.

COORDENAÇÃO MODULAR DA CONSTRUÇÃO

Bases, definições e condições gerais

1 - OBJETIVO

1.1. Esta Norma tem como objetivo estabelecer as bases, nomenclatura e definições para um sistema, mas que coordene as medidas dos componentes da construção, desde o projeto até a execução.

2 - DEFINIÇÕES

2.1. COORDENAÇÃO MODULAR - É uma técnica que permite relacionar as medidas de projeto com as medidas modulares por meio de um reticulado espacial modular de referência.

2.2. SISTEMA DE REFERÊNCIA - É formado por pontos, linhas e planos aos quais devem relacionar-se as medidas e posições dos componentes da construção.

2.3. RETICULADO MODULAR ESPACIAL DE REFERÊNCIA - É /

constituído pelas linhas de interseção de um sistema de planos separados entre si por uma distância igual ao módulo e paralelos a três planos ortogonais dois a dois.

2.4. QUADRÍCULA MODULAR DE REFERÊNCIA - É a projeção ortogonal do reticulado espacial de referência sobre um plano paralelo a um dos três planos ortogonais.

2.5. MÓDULO - Para fins desta norma, é a distância entre dois planos consecutivos do sistema que origina o reticulado espacial modular de referência. Esta distância é um decímetro.

2.6. MATERIAL DE CONSTRUÇÃO - É todo produto, natural ou elaborado, que se emprega na construção.

2.6.1. MATERIAL SIMPLES - Para os fins desta norma, é todo aquele material que não tem forma geométrica definida.

2.6.2. ELEMENTO SEMI - TERMINADO - É o material de construção, de seção definida e comprimento variável, produzindo geralmente em forma contínua.

- admissível entre a medida de projeto e a medida real.
- 2.11. TOLERÂNCIA DE FABRICAÇÃO - É a diferença máxima  
quer componente de construção.
- 2.10. MEDIDA REAL - É a que se obtém ao medir qual-  
quer objeto para qualquer componente da construção.
- 2.9. MEDIDA DE PROJETO - É a que se determina no pro-  
jeto para qualquer componente de construção.
- 2.8. MEDIDA MODULAR - É a medida igual a um módulo/  
ou a um múltiplo inteiro do módulo.
- 2.7. COMPONENTES DA CONSTRUÇÃO - Para os efeitos des-  
ta norma, componentes são todas e cada uma das  
partes da construção, 1º) Materiais simples; 2º)  
Elementos semi-terminados; 3º) Elementos simples;  
4º) Elementos compostos e 5º) Conjuntos Funcio-  
nais.
- 2.6.5. CONJUNTO FUNCIONAL - É o que, constituí-  
do por um grupo de elementos semi-termi-  
nados simples, compostos ou suas combi-  
nações tem uma função específica na  
construção.
- 2.6.4. ELEMENTO COMPOSTO - É o produto que,  
constituído por elementos simples ou  
destes combinados com materiais simples,  
tem forma, tamanho e características /  
funcionais definidas.
- 2.6.3. ELEMENTO SIMPLES - É o material de cons-  
trução de forma e tamanho determinado.

2.12. JUNTA DE PROJETO - E a distância prevista no projeto entre os extremos adjacentes de dois componentes da construção.

2.13. JUNTA REAL - E a distância real entre os extremos / adjacentes de dois componentes da construção.

2.14. AJUSTE MODULAR - E uma medida que relaciona a medida de projeto com a medida modular.

2.15. DETALHE - E um desenho indicativo, parcial ou total, das medidas e formas de componentes da construção e / pode conter ou não indicações relativas à sua unidade.

2.16. DETALHE MODULAR - E um detalhe referido ao reticulado especial modular de referência, projetado de acordo com ele e com as características técnicas de cada componente da construção.

### 3 - BASES

#### 3.1. CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS

3.1.1. MEDIDA MODULAR - A medida modular será expressa pela fórmula :  $MM = n.M$ , em que :

nM é a medida modular

n é um número positivo inteiro qualquer

M é o módulo.

3.1.2. AJUSTE MODULAR - A unidade estabelecida pelo /

ajuste modular, será expressa pela fórmula :

Ajuste Modular =  $MM =$  medida de projeto



O ajuste modular será determinado pelo tipo / de união, pela natureza e superfície dos mate- riais a unir, pelas características intrínse- cas do elemento que se une na união e pela / necessidade de se obter o ajuste das medidas / dos componentes da construção com o reticula- do espacial modular de referência. Pode ser : AJUSTE MODULAR POSITIVO - Quando o espaço mo- dular é ocupado totalmente; por exemplo os / marcos de portas e janelas.

AJUSTE MODULAR NEGATIVO - Quando o espaço mo- dular é excedido; exemplo : painéis com encaix- xe por super-posição.

AJUSTE MODULAR NULO - Quando há coincidência / com o espaço modular, por exemplo : placas de revestimento com ajuste topo a topo.

#### 4 - CONDIÇÕES GERAIS

##### 4.1. INDICAÇÕES COMPLEMENTARES

4.1.1. O reticulado modular de referência deve ser / empregado em cada uma das três etapas da cons- trução : no projeto, no projeto e fabricação / de seus componentes e como guia para coloca- ção no local da construção.

##### 4.1.2. COMPONENTES

4.1.2.1. Os componentes da construção que se- ãm modulares deverão distinguir-se /

com uma marca ou sinal que os identifi-  
fique como tais a cumprir as restan-  
tes recomendações correspondentes, /  
aprovadas pela ABNT.

4.1.2.2. Se bem que seja possível o emprego /  
de componentes da construção não mo-  
dulares em sistemas coordenados mo-  
dularmente, é conveniente que se pro-  
cure fazê-lo com todos componentes /  
modulares.

#### 4.1.3. MEDIDA MODULAR

4.1.3.1. Para os efeitos da coordenação modu-  
lar, quando se empregam elementos /  
simples não modulares, será conveni-  
ente utilizá-los em grupos tais que /  
tenham medidas modulares.

4.1.3.2. Em casos especiais fixados pelos //  
respectivos detalhes modulares, a me-  
dida modular poderá ser substituída /  
por uma medida que seja fração sim-  
ples de um módulo ou de um pequeno /  
número de módulos.

4.1.3.3. Para as partes da construção ortogo-  
nais se permitirá o uso de quadricu-  
las superpostas que deverão referir-  
se à quadricula modular.

1 - OBJETIVO

1.1. A presente Norma tem por objetivo estabelecer as definições relativas à terminologia na construção modular dada modularmente.

2 - DEFINIÇÕES

2.1. COORDENAÇÃO MODULAR - É uma técnica que permite relacionar as medidas de projeto com as medidas modulares por meio de um reticulado espacial modular de referência.

2.2. SISTEMA DE REFERÊNCIA - É formado por pontos, linhas e planos aos quais devem relacionar-se as medidas de posições dos componentes da construção.

2.3. RETICULADO MODULAR ESPACIAL DE REFERÊNCIA - É constituído pelas linhas de interseção de um sistema de planos separados entre si por uma distância igual ao módulo e paralelos a 3 planos ortogonais dois a dois.

2.4. QUADRICULADO MODULAR DE REFERÊNCIA - É o quadriculado com espaçamento entre suas linhas igual a 1 m.

2.5. MÓDULO BÁSICO - É a distância entre dois planos consecutivos do sistema que origina o reticulado espacial.

cial modular de referência. Esta distância é 100 /  
( cem ) milímetros.

2.6. QUADRICULADO MULTIMODULAR DE REFERÊNCIA - É o quadriculado com espaçamento entre suas linhas igual ao multimódulo.

2.7. MULTIMÓDULO - É um módulo múltiplo inteiro do módulo básico.

2.7.1. MULTIMÓDULO HORIZONTAL - É o que está referido ao quadriculado modular horizontal de referência.

2.7.2. MULTIMÓDULO VERTICAL - É o que está referido ao quadriculado vertical de referência.

2.8. MEDIDA FRACTIONÁRIA DO MÓDULO - É uma medida correspondente a uma fração do módulo e expressa pela fórmula/  
$$\frac{4}{nM}$$

2.9. ZONA NEUTRA - É uma zona não-modular que separa reticulados modulares espaciais de referência, que por razões construtivas ou funcionais necessitem ser separadas entre si. O seu emprego deve ser reservado a casos de absoluta necessidade.

2.10. MATERIAL DE CONSTRUÇÃO - É todo produto natural ou elaborado, que se emprega na construção.

2.11. MATERIAL SIMPLES - É todo aquele material que não tem forma geométrica definida.

2.12. ELEMENTO SEMI-TERMINADO - É o material de construção, de seção definida e comprimento variável, produzindo/ geralmente em forma contínua.

2.13. ELEMENTOS SIMPLES - É o material de construção de forma e tamanho determinado.

2.14. ELEMENTO COMPOSTO - É o produto que constituído por elementos simples ou destes combinados com materiais/ simples, tem forma, tamanho e características funcionais definidas.

2.15. CONJUNTO FUNCIONAL - É o que, constituído por um grupo de elementos semi-terminados simples, compostos, / ou suas combinações, tem uma função específica na construção.

2.16. COMPONENTES DA CONSTRUÇÃO - São todas e cada uma das partes da construção :

material simples  
elementos semi-terminados  
elementos simples  
elementos compostos  
conjuntos funcionais

2.17. Posição dos componentes de construção em relação a / quadrícula modular de referência :

Posição simétrica  
Posição assimétrica  
Posição lateral

- 2.18. MEDIDA MODULAR - É a medida igual ao módulo ou a um/múltiplo inteiro do módulo.
- 2.19. MEDIDA DO PROJETO - É a que se determina no projeto/para qualquer componente da construção.
- 2.20. MEDIDA REAL - É a que se obtém ao medir qualquer componente da construção.
- 2.21. MEDIDAS PREFERÍVEIS - É o conjunto de medidas modulares que, por suas propriedades matemáticas (fatorabilidade, combinabilidade e sua frequência de uso) foram eleitas para compor a série modular.
- 2.22. MEDIDAS PREFERIDAS - São as selecionadas na série modular para serem aplicadas em um determinado caso.
- 2.23. SÉRIE MODULAR - É a série composta pelas medidas preferíveis que permite facilitar a escolha pela redução do número de medidas modulares.
- 2.24. TOLERÂNCIA DE FABRICAÇÃO - É a diferença máxima admissível entre a medida de projeto e a medida real.
- 2.25. JUNTA DE PROJETO - É a distância prevista no projeto entre os extremos adjacentes de 2 componentes da construção.
- 2.26. JUNTA REAL - É a distância real entre os extremos adjacentes de dois componentes da construção.
- 2.27. AJUSTE MODULAR - É uma medida que relaciona a medida do projeto com a medida modular.

- 2.28. DETALHE - É um desenho indicativo, parcial ou total, das medidas e formas de componentes da construção e/ pode conter ou não indicações relativas a sua unidade.
- 2.29. DETALHE MODULAR - É um detalhe referido ao reticulado espacial modular de referência, projetado de acordo com ele e com as características técnicas de cada componente da construção.
- 2.30. ALTURA MODULAR DE PISO A PISO - É a distância modular entre os níveis de piso terminado de dois pavimentos consecutivos.
- 2.31. ALTURA MODULAR DE COMPARTIMENTO - É a distância modular entre os níveis acabados do piso e do teto, / num mesmo compartimento.
- 2.32. ALTURA MODULAR ESTRUTURAL - É a distância modular entre o nível superior de uma laje e o nível inferior/ da laje imediatamente superior.
- 2.33. ALTURA MODULAR DO TETO-PISO - É a distância que separa dois pavimentos consecutivos correspondendo à diferença entre a altura de piso a piso e a do compartimento.
- 2.34. TETO - PISO - É o espaço que separa o teto de um pavimento consecutivo.
- 2.35. VÃO MODULAR - É o vão cuja medida de projeto é igual à sua medida modular mais seu ajuste modular correspondente.

2.36. FECHAMENTO MODULAR - É o fechamento cuja

medida de projeto mais o ajuste modular /  
correspondente é igual à medida modular /

do vão.

2.37. PAINEL MODULAR VERTICAL - É o painel cu -

jas medidas são modulares e que é utilizã  
do para construir divisões verticais in -  
ternas, externas e interno-externas.

2.38. EQUIPAMENTO PARA COMPLEMENTO DA HABITAÇÃO

É todo e qualquer equipamento destinado à  
complementar a habitação, com menos uma /  
função específica. Exemplo :- tanque.



1) DESENHO

- COORDENAÇÃO DIMENSIONAL - escolha conveniente de dimensões, levando em conta sua relação na edificação.

- COORDENAÇÃO MODULAR - obtenção da coordenação dimensional por meio de um módulo.

- SISTEMA DE REFERÊNCIA - sistema de linhas, pontos e planos, através dos quais podem ser determinadas as grandezas e as posições dos componentes na edificação.

- PLANO DE REFERÊNCIA - plano que se pode tomar como referência; plano de referência / que passa por uma linha de referência. Este plano pode ser definido pela superfície de um terreno horizontal, pela planta baixa de um edifício, um muro, ou uma parede divisória.

- LINHA DE REFERÊNCIA - linha que se pode tomar como referência. ( 3 ) Esta linha é traçada no plano de referência.

- PONTO DE REFERENCIA - ponto que se pode tomar como referen-  
 cia. Este ponto é obtido com a intro-  
 dução de uma 2ª linha em cuja inter-  
 secção com a linha de referência sur-  
 ge o ponto de referência preciso e /  
 de localização definida.

- RETICULADO DE REFERENCIA - reticulado que se pode tomar co-  
 mo referência. Quadricula onde /  
 os componentes da construção po-  
 dem ser relacionados, entre si /  
 de forma mais racional. Através /  
 dele, pode-se simplificar e uni-  
 ficar os detalhes de união.

- RETICULADO ESPACIAL DE REFERENCIA - sistema tridimensional /  
 de planos de referência.

- TAMANHO - a grandeza de um corpo ( corresponde aos termos :  
 dimensão, unidade de medida, número e medida ) .(4)

- DIMENSÃO - a) A extensão de um corpo em uma ou mais dire-  
 ções.

b) Os valores dessas extensões expressas em fun-  
 ção de uma unidade de medida. ( 5 )

c) A distância entre 2 pontos, 2 linhas parale-  
 las ou 2 planos paralelos. ( 6 )

- UNIDADE DE MEDIDA - tipo conhecido de medida linear. ( 7 )

Base standard de comparação, num pro-  
 cesso de medição, com a dimensão a me-

dir.

- NÚMERO - A soma ou total de unidade abstratas.

- MEDIDA - expressão numérica de uma dimensão em função de/  
uma unidade de medida dada.

- SISTEMA DE MEDIDAS - sistema que contém certo número de /  
unidades de medida. Os países parti-  
cipantes usam 2 sistemas :- inglês e  
métrico.

- CLASSIFICAÇÃO DE TAMANHOS - Foi feita referência a 3 sé-  
rias de tamanhos utilizados /  
na edificação :-

pequeno - entre 1mm e 1dm.

médio - entre 1 dm. e 1 m.

grande - de 1 m em diante.

- UNIDADE ELEMENTAR DE TAMANHO - tamanho unitário, selecio-

nado entre os pequenos.

- TAMANHO DE PROJETO - série de tamanhos, escolhidos entre /

os de ordem média, para ser usados /

no projeto e dimensionamento de com-

ponentes.

- SÉRIE NUMÉRICA - sucessão de números obtidos empiricamen-

mente ou matematicamente, que servem co-

mo base para a determinação de dimensões.

Exemplo:- Série aos números naturais : /

1,2,3,4,5,6,7,....

Exemplo:- Série de Fibonacci 1,2,3,5,8, /

13 .....

- SÉRIE ARITMÉTICA - série numérica, cujos termos são obti-

dos pela adição ou subtração de uma /

quantidade constante ao número anteri-

or.

Exemplo:- Série aritmética de razão 2: /

2,4,6,8,10,12 .....

- SÉRIE GEOMÉTRICA - série numérica, cujos termos são obti-

dos por meio de um multiplicador cons-

tante, denominado razão da série.

Exemplo:- Série geométrica de razão 3:

3,9,27,81 .....

- SÉRIE HARMÔNICA - série de números, cujos inversos estão /

em progressão aritmética.

- MÓDULO - unidade comum de medida, especificada particular-

mente para a coordenação dimensional.

- MÓDULO - BASE - a) módulo fundamental, cujo valor se fixa /

para coordenar os tamanhos dos componen

tes com a máxima flexibilidade e conve-

niência.

b) unidade de medida.

c) coeficiente numérico.

- COEFICIENTE NUMÉRICO - número ou quantidade conhecida, /

usada como multiplicador de outros /

números.

- SISTEMA DE REFERENCIA MODULAR - sistema de referência on-  
de as distâncias entre as  
linhas e os planos de re-  
ferências são medidos em/  
termos de módulos.
- LINHA MODULAR - linha de referência em um sistema de refe-  
rência modular.
- PONTO MODULAR - ponto de referência em um sistema de refe-  
rência modular.
- RETICULADO MODULAR - reticulado de referência em um siste-  
ma de referência modular.
- PLANO MODULAR - plano de referência em um sistema de refe-  
rência modular.
- RETICULADO ESPACIAL MODULAR - reticulado espacial de refe-  
rência em um sistema de re-  
ferência modular.
- SUPERFICIE MODULAR - superfície real ou imaginária que /  
coincide com um plano modular.
- VOLUME MODULAR - volume cujas faces coincidem com planos/  
modulares.
- DIMENSÃO MODULAR - = ( n.m ) dimensão múltipla do módulo.  
sendo n = número inteiro positivo.

2) FABRICAÇÃO

- EDIFICAÇÃO MODULADA - sistema de edificação, cujos componentes constituintes são parcial / ou totalmente modulados.
- DIMENSÃO NOMINAL - A dimensão utilizada para designar a magnitude de um componente e que pode ser distinta da dimensão real do componente.  
- MODULAR - utilizar medidas que estão baseadas em um módulo ou referidas a um sistema de referência modular para as dimensões de união das edificações, componentes de edifício, etc...
- DIMENSÃO DE UNIÃO OU DIMENSÃO COORDENADA - medidas de um componente que torna possível sua união com outro.
- DIMENSÃO MODULADA - dimensão fixada sobre base modular / sendo necessariamente uma dimensão modular.
- MÓDULO DE PROJETO - magnitude, múltiplo do módulo (módulo-base), utilizada para a preparação dos planos de edificação.

- MATERIAL - substância, de origem natural ou artificial, / que pode ser utilizada na construção de edifi- cios ou obras de engenharia civil.

- MATERIAL DE CONSTRUÇÃO - material para trabalho de cons- trução no estado que são obtidos dos lugares de extração ou fa- bricação.

- MATERIAIS AMORFOS - materiais para a edificação que não / tem forma geométrica definida, por / exemplo, asfalto, pedregulho, cimento, fibras de madeira, etc...

- COMPONENTES - material para a edificação fabricado de tal forma, que certas dimensões estão especi- cadas :- semiprodutos, elementos simples e / complexos.

- SEMIPRODUTOS (PERFIS) - materiais para a edificação, pro- duzido de maneira semi-terminada, geralmente fabricado por um pro- cesso contínuo, de secção trans- versal determinada e longitude / não definida. Exemplos :- produ- tos laminados, extrudados, como, / perfis, canos e condutos, placas, etc...

- ELEMENTO SIMPLES - material para a edificação produzido / de forma terminada, de dimensões específicas, como, ladrilhos, azulejos, painéis.
- ELEMENTO COMPLEXO - É o produto constituído por elementos simples com forma, tamanho e características funcionais definidas. Exemplo :- parede estrutural ( possui forma e tamanho próprios e uma função estrutural.
- ELEMENTO FUNCIONAL - É constituído por um grupo de elementos semideterminados simples, compostos ou suas combinações, com função específica na construção. Exemplo :- conjuntos para cozinhas / instalações sanitárias.
- SISTEMAS CONSTRUTIVOS - emprego simultâneo de componentes seleccionados para construir um edifício ( particularmente por meios industriais ).
- EDIFICAÇÕES - obras ( Casas, edifícios ) resultantes da acção de construir.
- COMPONENTES DA CONSTRUÇÃO - São todas e cada uma das partes da construção :- materiais simples, complexos e funcionais, estes já definidos acima.



- PERFIL - contorno ou superfícies de união de um componen-  
te.

- SUPERFÍCIE DE COORDENAÇÃO - perfil desenhado para relação  
nar um componente com outros.

- SUPERFÍCIE FUNCIONAL - perfil desenhado com destino a ou-  
tros objetivos que não são os da /  
coordenação. Quando o número míni-  
mo de superfícies coordenadas por/  
determinado, os perfis das superfícies  
que ficam, dependem de exigên-  
cias funcionais diferentes que de-  
vem ser levados em conta pelo pro-  
jetista e fabricante. A coordena-  
ção não afeta o desenho destas su-  
perfícies.

- MEDIDAS - LIMITE - limites entre os quais uma medida real  
pode variar devido a imprecisões ine-  
vitáveis na fabricação ( tolerâncias /  
de fabricação ).

- MEDIDA MODULAR - medida múltipla do módulo. É a medida /  
igual a um módulo ou a um múltiplo intei-  
ro do módulo. Pode-se expressar assim :-  
medida modular =  $n \cdot M$ , sendo  $n$  = número /  
inteiro positivo qualquer e  $M$  = módulo.

- MEDIDA DE FABRICAÇÃO - medida estabelecida, mediante um /  
desenho, pelo fabricante e que, a /

- MEDIDA EFETIVA - dimensão de um componente terminado, obtida por medição direta.
- INCREMENTO - diferença entre 2 dimensões homologas de componentes de tamanho sucessivo ( em uma série de tamanhos ) .
- INCREMENTO MODULAR - incremento múltiplo do módulo-base.
- LINHA ZERO - a linha que representa a medida nominal.
- MEDIDA NOMINAL - medida que se usa como referência para a indicação indireta dos 2 limites entre / os quais pode variar uma medida real, devido às inevitáveis imprecisões da fabricação.
- PEÇA FEMEA - peça com um orifício entre as 2 peças que devem ser postas uma dentro da outra.
- PEÇA MACHO - peça com uma saliência entre as 2 peças que devem ser postas uma dentro da outra.
- LIMITE SUPERIOR OU MEDIDA MÁXIMA - a maior das medidas limites.
- LIMITE INFERIOR OU MEDIDA MÍNIMA - a menor das medidas limites.

- DISCREPÂNCIA - a diferença entre uma medida real ou limite e a correspondente medida nominal. Esta diferença pode ser positiva, negativa ou nula.

- DISCREPÂNCIA EFETIVA - a diferença entre a dimensão efetiva e a correspondente nominal. Esta diferença pode ser positiva, negativa ou nula.

- DISCREPÂNCIA ADMISSÍVEL - a maior diferença permitida entre uma medida real e a correspondente medida nominal. Esta diferença pode ser positiva, negativa ou nula.

- DISCREPÂNCIA SUPERIOR - diferença entre um limite superior or ( medida ) e a correspondente medida nominal. Esta diferença pode ser positiva, negativa ou nula.

- DISCREPÂNCIA INFERIOR - diferença entre um limite inferior or ( medida ) e a correspondente medida nominal. Esta diferença pode ser positiva, negativa ou nula.

- TOLERÂNCIA - diferença entre um limite ( medida ) superior e inferior correspondente. Esta diferença é sempre positiva.

- TOLERÂNCIA DE FABRICAÇÃO - tolerância dada para a fabricação do componente.

- FOLGA - a) a junta ou abertura entre peças montadas.

b) diferença entre a medida interior da peça fêmea e a medida exterior da peça macho, quando a primeira for maior que a segunda.

- FOLGA REAL - a) medida real da junta ou abertura entre 2/

peças montadas.

b) diferença entre a medida interior real da peça fêmea e a medida exterior real da peça macho, quando a primeira for maior que a segunda.

- FOLGA ADMISSÍVEL - a) separação máxima permitida entre 2

peças de engaste.

Exemplo: - tipo macho e fêmea.

b) diferença entre a medida limite inferior da peça fêmea e a medida limite superior da peça macho.

- FOLGA MÁXIMA - a) a maior folga total admissível, que têm

do em conta as tolerâncias, valor e posição das 2 partes acopladas, pode aparecer entre elas.

b) diferença entre a medida limite superior da peça fêmea e a medida mínima da peça macho.

- FOLGA MÍNIMA - a) a separação total mínima permitida, que

devido à magnitude e localização da tolerância das 2 partes que se encaixam, pode aparecer entre elas.

- UNIAO - lugar de encontro de 2 componentes.
- TOLERANCIA DE MONTAGEM - Tolerancia para a colocação de componente na obra.
- DISTANCIA MODULAR MÁXIMA - distancia máxima entre um componente e um plano modular.
- DISTANCIA MODULAR MÍNIMA - distancia mínima entre um componente e um plano modular.
- DISTANCIA MODULAR - distancia entre um componente e o plano modular mais próximo.
- ESPESSURA DA JUNTA - distancia entre os perfis de 2 componentes adjacentes.
- METODOS CONSTRUTIVOS - combinação de técnicas utilizadas para a colocação na obra, de um sistema de edificação dado.

### 3) EDIFICAÇÃO

- AJUSTE - grau de movimento possível entre 2 partes que se encaixam, determinada pela folga entre as medidas de união dessas partes.
- b) diferença entre a medida limite inferior da peça macho correspondente, quando a primeira for maior que a segunda.

- JUNTA - a) espaço entre 2 componentes.  
b) material que pode ocupar esse espaço.
- DETALHE MODULAR - desenho detalhado que indica as medidas de posição e as dimensões de um componente particular ou de um conjunto de vários componentes, em relação com o reticulado modular.
- OBRA BRUTA - todos os trabalhos que contribuem para a estabilidade, validade e proteção de um edifício.
- NORMAS DE EDIFICAÇÃO - normas aplicáveis e materiais de construção, operações, requisitos/funcionais ou métodos de montagem.
- NORMAS DIMENSIONAIS - normas que definem dimensões.
- NORMAS DE MATERIAIS - normas aplicadas aos materiais de construção.
- NORMAS DE FUNCIONAMENTO - normas que definem as condições e características de funcionamento.
- NORMAS DE TERMINOLOGIA - normas que definem termos.

- 01 - KEPES, Gyorgy - "Module, proportion, symmetry, /  
rhythm"; George Brazziller, Inc.; New York, 1966.
- 02 - ROSSO, Teodoro - "Teoria e Prática da Coordena-  
ção Modular"; FAUUSP, São Paulo, 1976.
- 03 - JEANNERET - GRIS, Charles Edouard - "El Modulor";  
Poseidon, 2ª edição; Buenos Aires; 1962.
- 04 - ORDÓÑEZ, José A. Fernandez - "Prefabricacion"; /  
Editores Técnicos Asociados S.A.; Barcelona, 1974,  
Volume 1.
- 05 - BANCO NACIONAL DA HABITAÇÃO, "Coordenação Modular  
da Construção"; BNH/IPEG; Rio de Janeiro, BNH - /  
1976.
- 06 - ORGANISATION EUROPEENNE DE COOPERATION ECONOMIQUE - /  
"La Coordenação Modular en la edificación"; Edi-  
ciones 3, Buenos Aires, 1962.
- 07 - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - "Modu-  
lagão das Construções : Norma Recomendada " - ABNT;  
Rio de Janeiro.

- 08 - MODULAR BUILDING STANDARD ASSOCIATION - " Modular/  
Practice : The School house and building industry";  
Wiley; New York, 1962.
- 09 - ORGANISATION EUROPEENNE DE COOPERATION ECONOMIQUE -  
" La Coordination Modulaire : Deuxième rapport " ;/  
OECP; Paris, 1961.
- 10 - KITADE, Schiichi - " Coordenação Modular e Alvena-  
ria " ; Escola Politécnica - USP; São Paulo.
- 11 - SCHMID, Thomas - " Systems Building " ; Artemis; Zü-  
rich, 1969.
- 12 - ORDÓÑEZ, José A. Fernandez. " Prefabricación - Teo-  
ria y Prática " ; Editores Técnicos Asociados S.A.;  
Barcelona, 1974, Volume 2.
- 13 - ORGANIZATION EUROPEENNE DE COOPERATION ECONOMIQUE -  
" La Construction Pré-Fabriquée en Europe : - Sélec-  
tion de Procédés et de réalisations " ; Agence Euro-  
péenne de Productivité; Paris, 1958.
- 14 - NISSEN, Henrik - " Industrialized Building and Mo-  
dular Design " ; Shenval; London, 1972.
- 15 - CONSTRUÇÃO EM SÃO PAULO -  
Revista nº 1217, junho 1971, págs. 24 à 31  
nº 1219, junho 1971, págs. 06 à 08



- 22 - REVISTA ENGENHARIA - Nº 419, 1979 págs. 20 a 39.
- 21 - UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO - FUNDO DE CONSTRUÇÃO - /  
 " Sistemas Coordenados para projetos e construções /  
 universitárias ", FUNDUSP; São Paulo, 1977.
- 20 - COMPANHIA DE CONSTRUÇÕES ESCOLARES DO ESTADO DE SÃO  
 PAULO - " Manual de Dimensionamento Modular e espe-  
 cificações de ambiente para construções escolares /  
 de 1º grau " ; CONESP; São Paulo, 1977.
- 19 - LOPES, Sebastião de Oliveira - " Proposta de Coorde-  
 nação Modular e Sistema Construtivo para um modelo/  
 universitário " ; Universidade Federal de Minas Gera-  
 is; Belo Horizonte.
- 18 - CONSID - Sistema Sobraf de pré-moldados - Catálogo  
 e Manual Técnico, São Paulo.
- 17 - RODRIGUES LIMA CONSTRUTORA LTDA. - " Catálogo Manu-  
 al Técnico " Sistema Construtivo em pré-moldados /  
 de Concreto - SP.
- 16 - GELL SYSTEM BRASILEIRA - " Formas para Concreto " -  
 Catálogo.
- EDITORA PINI; São Paulo.

nº 1234, outubro 1971, págs. 20 à 22

23 - REVISTA CONSTRUÇÃO EM SÃO PAULO - Nº 1646, 1979, /  
Págs. 20 e 21.

- 1 - Associazione Italiana Prefabbricazione per l'Edilizia/Industrializzata. " Un modulo per l'edilizia ". Milão, A.I.P., 1973.
- 2 - L'Atelier - Societè Civile d'Architecture - " En bus ca de un habitat personalizado a base de estructuras/tradicionales y equipos industrializados " - Barcelo-na, Gili, 1973.
- 3 - Consiglio Nazionale delle Ricerche ( Italia ) - " I / Problem Dimensionali della Progettazione nel Proces-so Edilizio Industrializzato ". Milão, Adelphi, 1973.
- 4 - Dassiè, Savino Nelson - " Habitação Urbana : Evolução, Significado, Utilização, Produção, Projeto " . São Pau-lo, FAU-USP, 1975.
- 5 - Dineur, Juan Luis - " Coordinación Modular de la Cons-trucción : Juntas y tolerancias para componentes modu-lares " Buenos Aires, S.L.P., IRAM.
- 6 - Dineur, Juan Luis - " Coordinación Modular de la Cons-trucción : Locales y instalaciones sanitarias " . Bue-no Aires, S.L.P., IRAM.
- 7 - Ehenkrantz, Ezra D. - " The Modular Number Pattern : Flexibility through standardisation " . London, Tiran-te, 1956.

8 - Hith, Steffen - " Construir con Células Tridimensionales

les : Analists de un Método Constructivo " - Barcelona,

Gili - 1977.

9 - Instituto Argentino de Racionalización de Materiales-

" Coordinación Modular de la Construcción : - encuesta

nacional de componentes de la construcción, viviendas/

prefabricadas unitarias " . S.L.P., IRAM, 1974.

10- Meyer - Bohe, Walter . " Pre-Fabricación II - Análisis -

sis de los Sistemas " 1ª edición Editorial Blume, España

nya, 1969.

11- Modular Building Standard Association - " Modular /

Practice : the schoolhouse and building industry " . /

New York: Wiley, 1962.

12- Nomura, Kozo - " Industrialización " . São Paulo, FAU-/

USP., 1975.

13- Organización das Nações Unidas - Departamento de Assun

tos Económicos e Sociais. " Coordinación Modular en /

Vivenda " New York, ONU, 1966.

14- Organização das Nações Unidas - Departamento de Assun

tos Económicos e Sociais. " Modular coordination of /

low - cost housing " . New York, ONU, 1970.

15- Organization Européenne de Coopération Economique, Pa-

ris - " La Construction Pré-Fabriquée en Europe: Sé -

lections de Procédés et de réalisations " - Paris, /

Agence Européenne de Productivité, 1958.

- 16 - Redelbach Junior, John A. - " Modular housing 1971: facts and concepts ". Boston, Cahners, 1971.
- 17 - Richter, Roberto Paulo - " Coordenação Modular " Re - vista Engenharia Municipal Nº 24, 1965, págs. 59 à / 63.
- 18 - The Modular Society Limited, London " The Modular Catalogue ". Londres, Modular Society, 1955 - 1962.
- 19 - The Modular Society Limited, London - " The Modular Directory of Building Components ". Londres, Modular Society, 1964.