

## Aplicação de pavimentos nervurados nos edifícios públicos

Ultimamente, acentua-se entre nós a tendência para se utilizar pavimentos sem vigas, ou, pelo menos, com lages de grandes vãos. Essa tendência tem sua origem na necessidade de se projetar grandes ambientes, nos quais seja fácil a mudança de divisões internas, permitindo maior elasticidade no aproveitamento do projeto.

São diversas as soluções disponíveis ao alcance do engenheiro projetista. Passemos-las, rapidamente em revista, e estudemos a aplicação nos edifícios públicos.

a — *Lages cogumelos* — São constituídas, como se sabe, de uma lage de espessura constante, sem vigas e apoiadas em pilares, colocados nos vértices. Os pilares aumentam de secção, formando capitel ou tronco de pirâmide invertido, ou então se utiliza uma segunda lage de reforço que substitue o capitel. Foi esse o partido adotado, aliás com muita elegância na solução das lages do edifício-sede do Ministério da Educação. O reforço, sobre os pilares, foi colocado na parte superior das lages — o que se tornou possível, pois se previa o enchimento da lage com material inerte e que tornasse o conjunto insonoro. Dentro da espessura desse material é que ficou embutido o reforço.

O defeito principal desse sistema é o gasto excessivo de ferragem. Isso torna quase proibitivo o seu emprego, mormente na situação atual. O emprego de madeira, porém é bastante reduzido. A economia de concreto é pequena, mas a facilidade da execução da concretagem é bem grande. Por outro lado a mão de obra de colocação de ferragem cresce bastante, em vista do tipo especial das armaduras.

Em todo o caso, esse sistema permite a supressão do vigamento, o que facilita extraordinariamente a solução da iluminação das salas e a distribuição dos pontos de luz.

b — *Lages duplas* — Em síntese, esse sistema é constituído por duas lages, uma servindo de piso e a de baixo de forro. O vigamento fica todo colocado entre as duas lages. As vigas trabalham, quer na região dos momentos positivos, quer na dos negativos, como vigas em T. Deve-se evidentemente tomar a precaução de aumentar a espessura da lage inferior nos momentos negativos das vigas. Esse tipo aumenta o consumo de concreto e complica bastante a moldagem, principalmente no que diz respeito à retirada das formas entre as duas lages. Entretanto, facilita extraordinariamente a distribuição de ductos e canalização, e permite grande elasticidade do projeto, o que torna recomendável o sistema para escolas, laboratórios e hospitais. A título da ilustração, citamos o emprego desse tipo de pavimento na Escola Técnica do Exército.

Há variantes desse tipo, nas quais se substitue a lage inferior por um forro de tela argamassada, segura ao vigamento por um entarugamento de madeira. São soluções precárias porque pouca economia introduzem e a durabilidade é bem menor que a das outras.

Chegamos agora ao tipo que mais nos interessa :

c — *Pavimentos nervurados* — A N.B. 1 fixa as condições gerais para o cálculo das lages nervuradas. O maior cuidado a tomar é o da execução dos apoios, principalmente nos momentos negativos. Convém lembrar que a N.B. 1, proíbe, taxativamente o emprego de armadura de com-

pressão nas nervuras. Daí o emprego de faixas maciças de concreto, ao longo das vigas de apoio, o que fornece ótima mesa de compressão.

Conforme o caso, pode-se adotar as nervuras num único sentido, ou nos dois, formando grelhas. Esta segunda modalidade constitui um sistema monolítico, muito rígido e apto a resistir a momentos fletores, praticamente, em todos os sentidos. Cabe ao projetista, de acordo com as condições locais, com as solicitações externas e distribuição de cargas, fixar a distribuição de nervura.

De um modo geral, quanto mais vizinhas as nervuras, mais leve e mais rígida resulta a laje. Deve-se também atribuir o mínimo de espessura à nervura, para obter o mínimo de peso próprio.

Cabe agora estudar a questão do material de enchimento. Na Europa e nos Estados Unidos, existe uma infinidade de patentes para tijolos de enchimento. São, todos, mais ou menos engenhosos, mas são patenteados o que impede o uso extensivo.

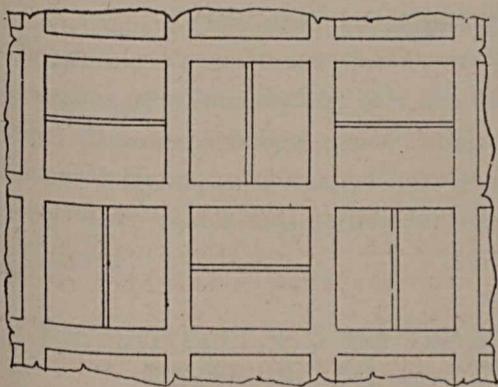
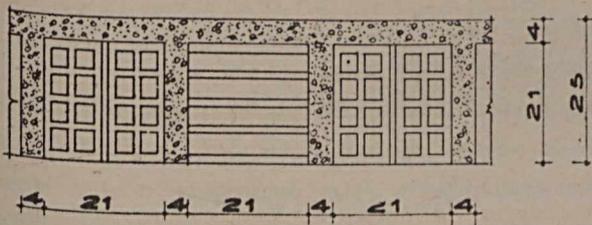


FIG. 1

Entre nós há duas modalidades: ou se emprega material de enchimento de pequeno peso específico, moldado fora ou na obra, ou se utiliza o tijolo comum furado e prensado. É claro que a utilização de material de enchimento de pequeno

peso específico conduz a menores dimensões. Em compensação é, em geral, bem mais cara que a utilização de tijolos furados comuns.

Pode-se, com alguma habilidade, conseguir pavimentos bastante leves procurando diminuir

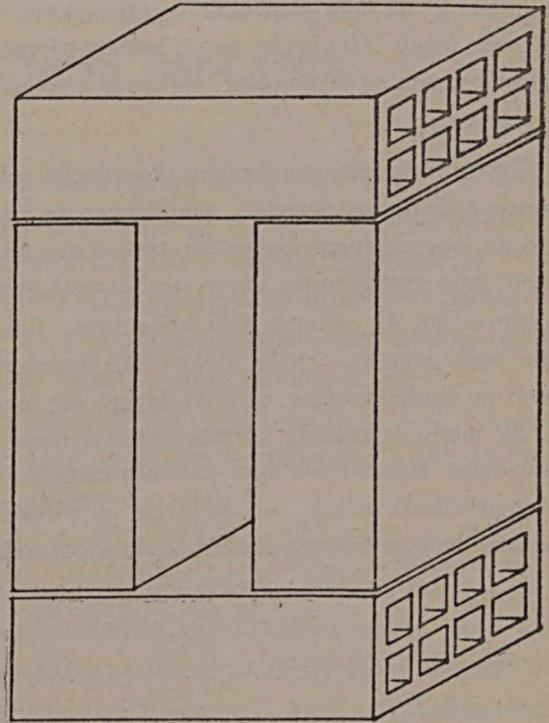


FIG. 2

o peso do conjunto. O projetista deverá então procurar substituir o máximo de concreto por material oco. A título de exemplo, fixamos algumas soluções.

A figura 1 mostra a solução comum para nervuras cruzadas. Em planta a distribuição se apresenta em quadrícula de 21 x 21 (admitimos 1 cm de massa entre os 2 tijolos). A mesma distribuição pode ser adotada com o tijolo colocado sobre a menor dimensão ("ao chato", na terminologia corrente); nesse caso a altura total da laje ficará menor (cerca de 15 cm) e servirá para vencer vãos também menores.

Quando se pretende obter maior altura útil é mister recorrer a outras disposições, para não aumentar o peso do conjunto. Um deles consiste em utilizar as lajotas furadas de 10 x 20 x 30 cm,

Adotando-se a arrumação indicada na figura, obtém-se enchimento com peso específico do conjunto da ordem de 1 t/m<sup>3</sup>. Esse peso ainda é muito superior ao dos materiais de enchimento, especiais, existentes no mercado. Tem essa modalidade, porém a vantagem inestimável de não ser patenteada e de não depender, praticamente, de fabricante único. Conforme se vê, podem-se variar indefinidamente as disposições, e chegar a soluções muito leves.

Cabe, finalmente, ainda uma observação sobre o emprego de tijolos especiais, que dispensam o emprego da lage de compressão. São tijolos que apresentam, pelo menos numa parte, grande resistência à compressão. O sistema fica constituído unicamente pela nervura e pelo tijolo. Nos momentos negativos, evidentemente, o tijolo deverá ser invertido de modo a colocar corretamente a zona de compressão. Esses tipos apresentam a mesma desvantagem citada acima — o de serem patenteados. Por outro lado, a própria confecção do tijolo indica

a utilização de nervuras num único sentido, o que nem sempre é muito vantajoso.

Quanto aos dados técnicos, para figurarem nas especificações, são os mesmos que os da confecção de lages comuns.

Atenção particular deve ser exigida da execução, pois que dela depende o bom acabamento da obra.

Convém não esquecer, entretanto, que será sempre necessário banhar os tijolos ou o material de enchimento antes da concretagem para que não venham subtrair a água do concreto. Outro ponto importante a frisar é o da concretagem das nervuras e da lage em separado. Os operários preferem sempre executar as nervuras e correr a lage posteriormente, mas nem sempre isso convém ao modo de trabalhar da lage.

Também deve merecer atenção especial a cura do concreto, assim como a retirada de moldes. Isso deve ser feito com muita lentidão e com o exame simultâneo das nervuras e lages.

---

**CONCORRA PARA O SILÊNCIO DO RECINTO EM QUE  
TRABALHA: O BARULHO E A CONVERSA A TODOS  
PREJUDICAM E MAIS AINDA AO SERVIÇO**

---