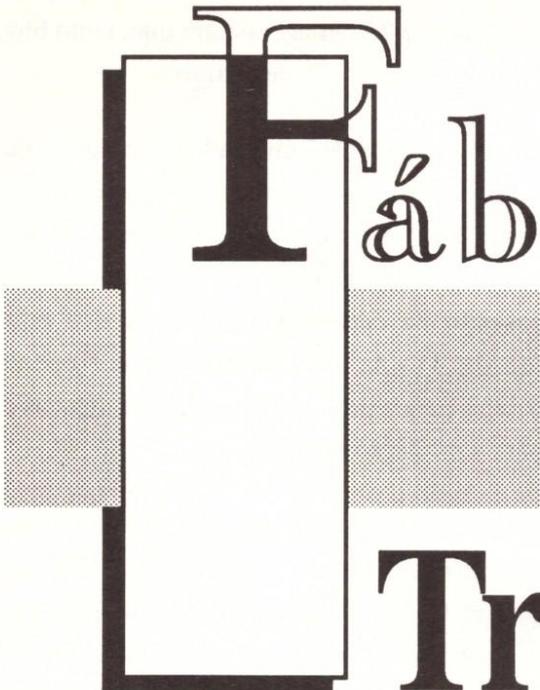


Noticiário Mediterrânea - Ano 2 - Nº 3 - Setembro, 1991 - Fábrica de Lajes Treliçadas - 1ª Edição

# Fábrica de Lajes Treliçadas

Um bom negócio



# Fábrica de Lajes Treliçadas

*Know-how avançado com processo simplificado de fabricação, resultando em baixo custo de investimentos, com rápido retorno do capital empregado.*

**A** evolução dos processos construtivos é algo primordial para qualquer país cujas necessidades habitacionais são tão relevantes, como é o caso do Brasil, principalmente se esta evolução se traduzir num sistema que permita atender, com grande versatilidade, as exigências de alta qualidade e baixos custos. Em busca deste objetivo, a *Mediterrânea Pré-fabricados de Concreto Ltda.*, após alguns anos de pesquisas, adaptou tecnologias italiana e francesa para a fabricação de lajes no *Sistema Treliçado*, que permite atender a demanda de mercado em termos de suporte de carga e vãos maiores que o sistema convencional. Além disso, permite que as paredes se apoiem diretamente

sobre a laje, sem comprometimento da estrutura e com substancial redução no uso de aço, concreto, madeiramento e mão-de-obra.

No intuito de difundir este sistema estrutural, utilizado na Europa há mais de 20 anos, elaborou-se um estudo para a instalação de uma fábrica de lajes treliçadas que poderá servir como parâmetro aos interessados em investir neste setor que, sem dúvida, tornou-se uma das tendências mais significativas na construção civil nos últimos tempos pelos fatores já apresentados anteriormente.

A montagem de uma fábrica de lajes treliçadas é muito simples. É preciso, para tanto, de um terreno com aproximadamente 1.000 m<sup>2</sup>. Além desse imóvel, o empreendedor terá que investir algo em torno de US\$ 14.000 em equipamentos e outras inversões fixas, sem contar a matéria-prima. As vigas treliçadas que vão compor as lajes treliçadas podem ser produzidas em várias alturas, dependendo das espessuras das lajes a que se destinam, como também os blocos de concreto que serão utilizados como elementos intermediários.

Neste estudo optou-se por uma produção mensal de **5.000 m<sup>2</sup> considerando-se intoreixo de 50 cm** (consultar Boletim Técnico<sup>1</sup>) **sendo aproximadamente 10.000 metros lineares de vigas treliçadas e 50.000 blocos, divididos em diferentes alturas,** conforme apresentam os quadros abaixo:

Vigas Treliçadas	
Altura (cm)	Quantidade (m)
08 cm	6.000
12 cm	2.000
16 cm	1.000
20 cm	1.000

Blocos	
Altura (cm)	Quantidade (pcs)
08 cm	30.000
12 cm	10.000
16 cm	5.000
20 cm	5.000

Com esta produção é possível atender-se a espessuras de lajes treliçadas que variam de 10 a 25 cm. Espessuras superiores a 25 cm necessitam que, tanto blocos quanto treliças possuam alturas maiores.

Este plano deve ser encarado como um roteiro inicial, susceptível a um planejamento específico para cada caso. O volume de produção previsto (5.000 m<sup>2</sup>/mês), num regime de trabalho de 8 horas/dia e 20 dias/mês, foi baseado na capacidade instalada dos equipamentos (quadro 1) e na força de trabalho de 8 operários, sendo 4 deles para a produção das vigas treliçadas e o restante para a produção dos blocos.

Os principais equipamentos de uma indústria deste porte são uma betoneira de 6 m<sup>3</sup>/hora e dois leitos de formas compostas por 10 unidades com 30 m de comprimento cada (este comprimento proporciona um aproveitamento das formas da ordem de 90%) com capacidade de produção de 250 m<sup>2</sup>/dia e uma vibroprensa para 2.500 blocos/dia (em oito horas de trabalho). Estes equipamentos, entre outros, estão relacionados no quadro 1, podendo ser adquiridos por aproximadamente US\$ 9.000 (baseando-se no câmbio oficial).

A indústria deverá contar com um galpão coberto com área de 100 a 300 m<sup>2</sup>, que poderá servir somente para armazenamento da matéria-prima ou também para comportar equipamentos e produção.

1 Boletim Técnico "Sistema Treliçado Global", é uma publicação da Mediterrânea Pré-Fabricados de Concreto Ltda. que aborda o Sistema Treliçado em suas especificações construtivas e técnicas.



# Etapas de Produção

*A produção divide-se em duas linhas: blocos e vigas treliçadas.*

O processo de produção da *linha de blocos* prevista neste estudo passa pelas seguintes etapas:

## **Definição das matrizes**

Cada matriz (forma) é definida em função do tipo de bloco que será produzido, ou seja, de acordo com as espessuras de lajes que serão comercializadas deverão ser produzidos os blocos. Pode-se trabalhar com as seguintes alturas: 8, 12, 16, 20, 25 e 30 cm.

☞ Neste estudo optou-se por 4 matrizes, conforme citado anteriormente, que são 8, 12, 16 e 20 cm.

## **Preparação do concreto simples**

As matérias-primas são despejadas na betoneira ou misturadora e a dosagem da água de amassamento deve ser controlada para permitir a produção de um concreto *farofa*, após dois ou três minutos de mistura.

## **Prensagem e vibração do bloco**

A massa seca é despejada na vibroprensa e os blocos são moldados nas formas específicas sobre placas de madeira ou tabuleiros (compensado naval previamente untado com desmoldante ou até mesmo óleo queimado para evitar que a peça grude na placa).

## Retirada do bloco

Uma vez prensados e vibrados, os blocos são desmoldados e conduzidos por carrinhos próprios sobre os tabuleiros até o local da cura.

## Secagem e cura

Os blocos devem ficar repousando numa pista com estantes de duas ou três prateleiras, recebendo aspersões periódicas de água até a cura completa.

Já o processo de fabricação das vigas treliçadas é composto das seguintes etapas (este processo também se encontra descrito no *Boletim Técnico*<sup>1</sup>):

## Limpeza e preparação das formas

As formas, fabricadas com chapas de aço na espessura de 1/8", com seção transversal conforme mostra a figura 1, são agrupadas em conjuntos de 10 unidades com 30 m de comprimento, formando leitos de fabricação (figura 2).

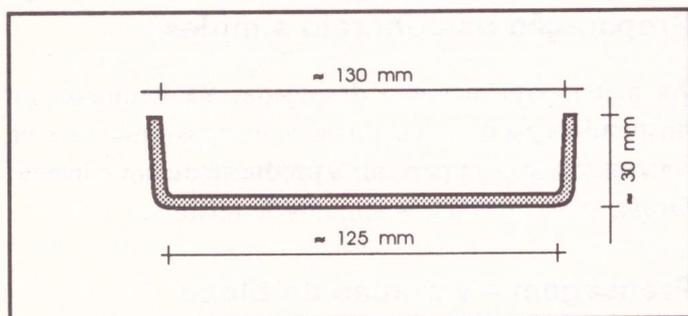


Figura 1 - Forma para vigas treliçadas

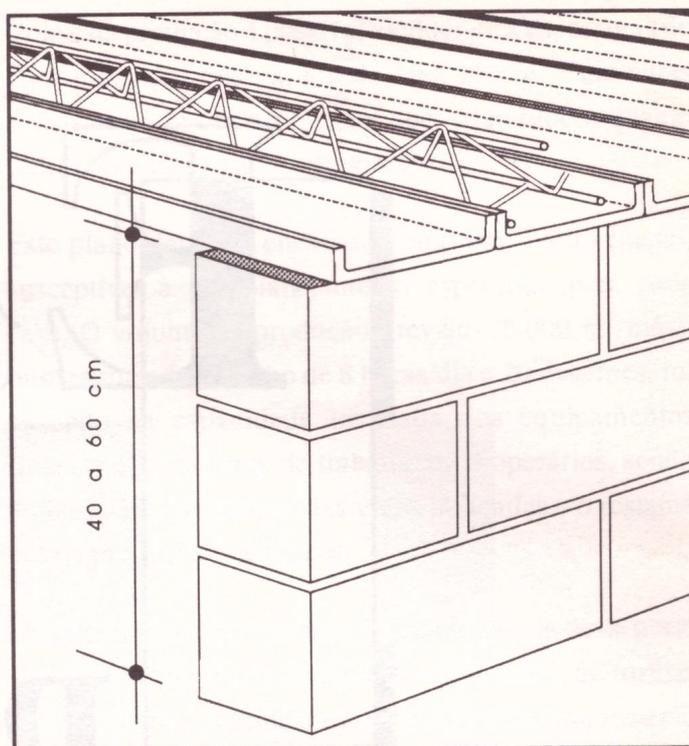


Figura 2 - Base para formas

As formas devem ser limpas utilizando-se uma espátula de metal com largura igual à da forma, raspando-se as crostas de concreto que ficam após a desforma anterior (figura 3).



Figura 3 - Limpeza das formas

## Aplicação de desmoldante

Para facilitar a desforma das vigas treliçadas, após a limpeza aplica-se o desmoldante de maneira a untar as formas (figura 4).



Figura 4 - Aplicação de desmoldante

## Preparação do concreto

O concreto da viga treliçada deve possuir apenas agregados miúdos (microconcreto = areia e brita zero) com consumo mínimo de cimento de  $350 \text{ kg/m}^3$  e alta plasticidade.

**Não se deve usar aditivos.**

## Lançamento do concreto

Deve ser lançado sobre as formas com o auxílio de uma caçamba içada por uma talha ou manualmente e espalhado uniformemente com régua de chapa (figura 5).

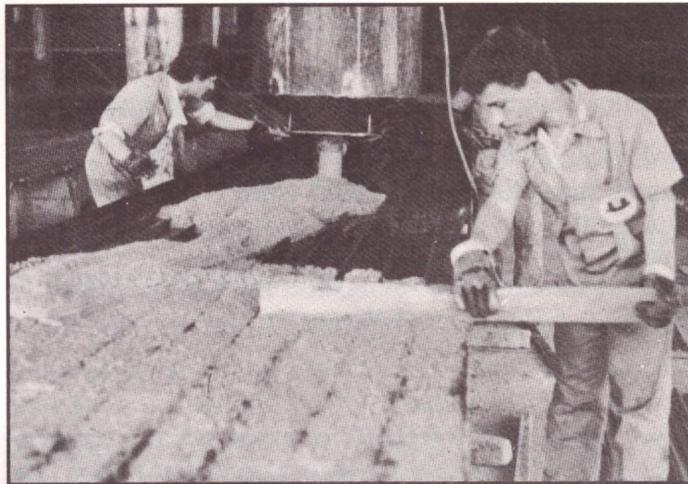


Figura 5 - Lançamento do concreto

## Colocação dos adicionais

A ferragem adicional, especificada de acordo com o *Prontuário de Cálculo das Lajes Treliçadas*<sup>2</sup>, é definida como aquela colocada dentro da viga para completar a ferragem da treliça (TR) de modo a compor a ferragem positiva total da viga treliçada. São barras retas (CA50) ou aço bobinado (CA60), de diâmetros variados, dependendo da área de aço necessária especificada pelo cálculo; no caso do aço bobinado, este deverá ser endireitado em equipamento apropriado e cortado conforme a necessidade (no caso deste estudo não levaremos em conta a aquisição deste equipamento). O aço adicional deve ficar posicionado próximo ao leito de fabricação para facilitar a colocação, conforme mostra a figura 6.

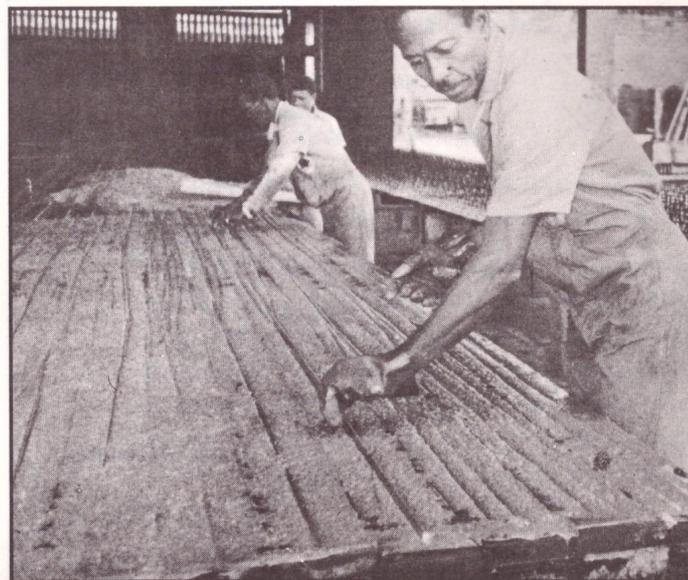


Figura 6 - Colocação dos adicionais

2 O *Prontuário de Cálculo das Lajes Treliçadas* é outra publicação da Mediterrânea, onde estão descritos métodos de cálculo, tabelas e demais subsídios ao projeto técnico-estrutural da Laje Treliçada.

## Colocação da treliça (TR)

A treliça é adquirida por metro linear, nos comprimentos necessários para a fabricação das vigas treliçadas, e com alturas que variam de 7 a 25 cm (com intervalos de 1 cm), contando com várias combinações de bitolas nos fios superior, sinusóides e inferiores, para atender as necessidades de cálculo (figura 7).

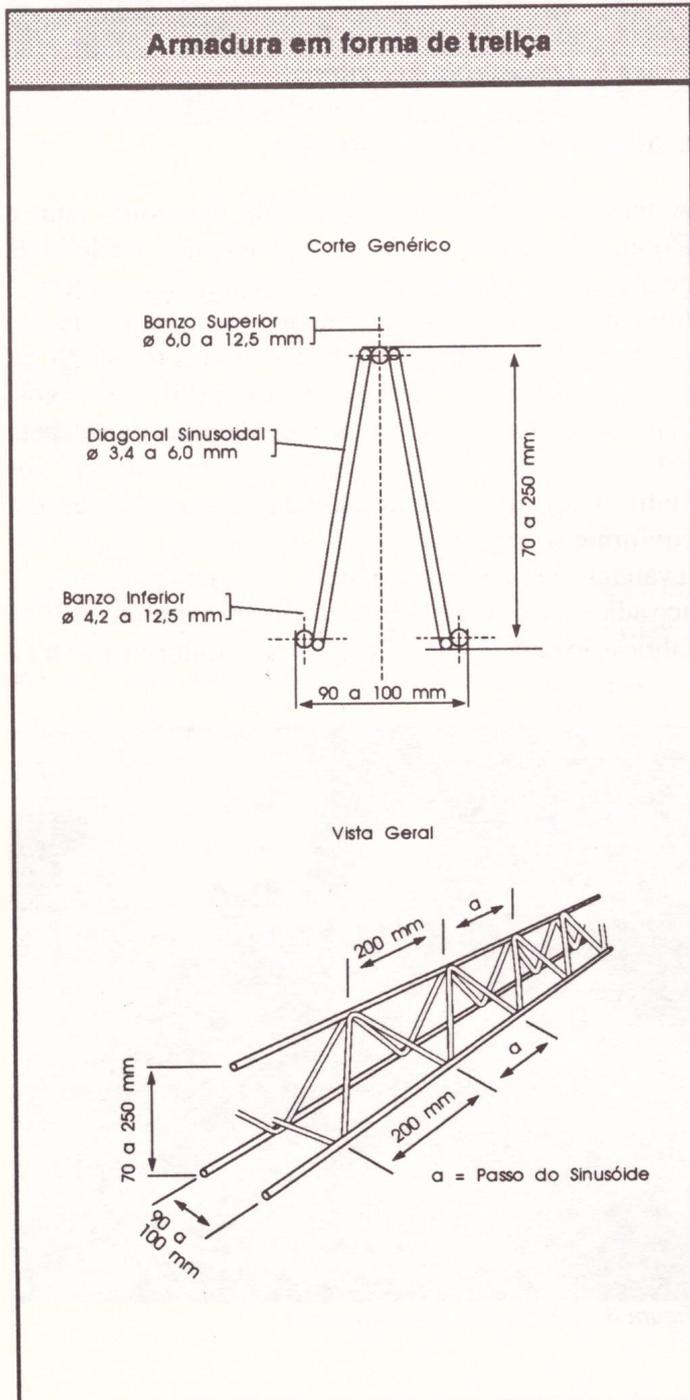


Figura 7 - Corte transversal genérico da armadura treliçada e vista geral da armadura treliçada

Sua colocação é bastante simples, bastando apenas posicioná-la dentro da forma de modo que a ferragem inferior fique totalmente envolvida pelo concreto e os adicionais internamente a ela (figura 8).



Figura 8 - Colocação das treliças

Cabe salientar que:

- Toda operação é simples e prática;
- Não há necessidade de vibração devido à plasticidade do microconcreto.

Toda esta operação também pode ser executada no próprio canteiro de obras, onde as treliças são fornecidas pela *Mediterrânea*. A execução das vigas treliçadas fica a cargo da própria construtora. Desta forma, o sistema se torna ainda mais versátil e eficaz, atendendo plenamente ao andamento da obra e demais controles principalmente em se tratando de grandes obras como por exemplo, conjuntos habitacionais.

## Separação das vigas treliçadas

É feita por meio de bolachas de poliestireno (isopor) (figura 9), colocadas nas extremidades das mesmas. Tais bolachas funcionam não só como separadores como também propiciam a fabricação das vigas treliçadas com excesso de ferragem adicional nas extremidades (figura 10).

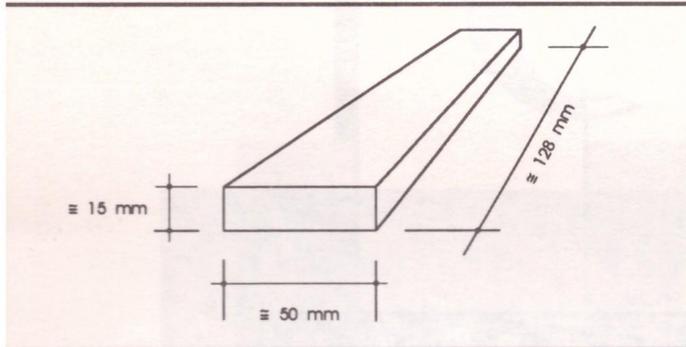


Figura 9 - Bolacha de poliestireno (desenho esquemático)

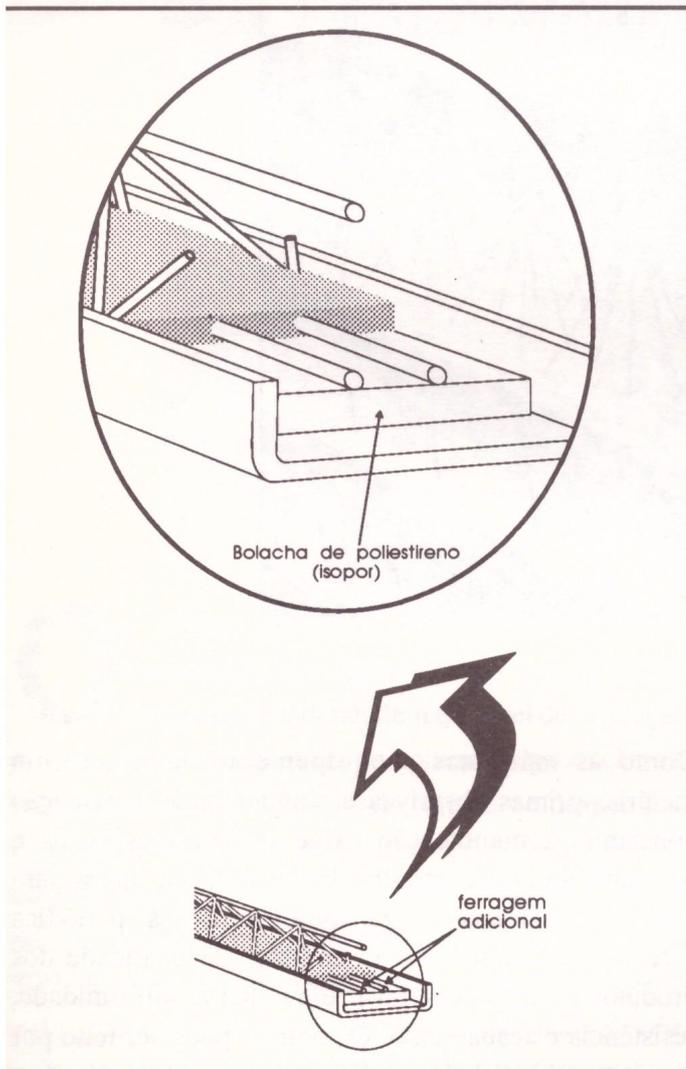
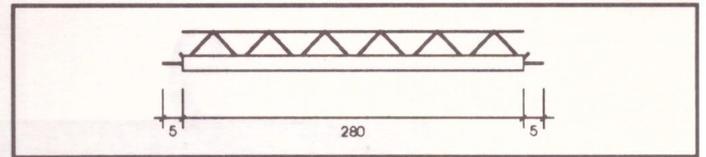


Figura 10 - Vista esquemática da viga treliçada com excesso de ferragem adicional

Usualmente executa-se segundo o seguinte critério:

- Vigas treliçadas sem ferragem adicional não possuem excesso;
- Vigas treliçadas com ferragem adicional possuirão excesso de 5 cm em cada extremidade, salvo casos especiais de ancoragem, em que se necessite de um maior comprimento. Neste caso, serão sempre múltiplos de 5 cm utilizando-se então mais de uma bolacha em cada extremidade.

O comprimento da viga treliçada é sempre medido com relação ao comprimento de concreto. O excesso de ferragem não é computado. Exemplo: viga treliçada com 2,80 m de comprimento.



## Codificação das vigas treliçadas

É uma operação simples mas de muita importância na fabricação das vigas treliçadas. Cada fabricante poderá criar seu código próprio para facilitar a produção, entrega e colocação das vigas treliçadas na obra. Após o endurecimento do concreto, as vigas treliçadas devem ser marcadas, uma a uma, à tinta e pincel, em uma das pontas já anteriormente definida pela ordem de serviço remetida à fábrica. Neste código deverá constar a *altura da treliça*, o *comprimento da viga treliçada* e a *área de aço positiva* (que pode ser indicada por uma codificação de classes. Vide *Boletim Técnico*<sup>1</sup>). Somente após a codificação, as vigas treliçadas deverão ser liberadas para desforma.

Exemplo: Código TR 16/55/15, onde

**TR 16** Treliça com altura de 16 cm

**55** O comprimento total da viga treliçada (sem considerar o excesso de ferragem) é de 5,50 m.

**15** Classe da área de aço positivo; esta classe representa um determinado valor em área codificado pelo departamento técnico da indústria, significando a composição de diâmetros da viga treliçada (área dos fios inferiores da treliça + área dos fios adicionais). Vide *Prontuário de Cálculo das Lajes Treliçadas*<sup>2</sup>.

- Os códigos deverão estar sempre do lado definido pelo relatório que vai para fabricação pois este marca o lado correto do cobrimento do momento fletor.

## Desforma e estocagem

A desforma é feita iniciando-se pelas primeiras vigas treliçadas fabricadas no dia anterior, que são empilhadas colocando-se ripas ao longo do comprimento das mesmas, a cada 2,50 m, formando camadas alternadas de ripas e vigas; é importante observar o perfeito alinhamento vertical das ripas a fim de evitar tensões concentradas que venham provocar deformações no banzo superior da treliça (figura 11). A retirada das vigas treliçadas da forma pode ser feita manualmente bastando segurar-se pela parte superior da treliça, um operário em cada ponta e, num movimento, sacá-la para cima.

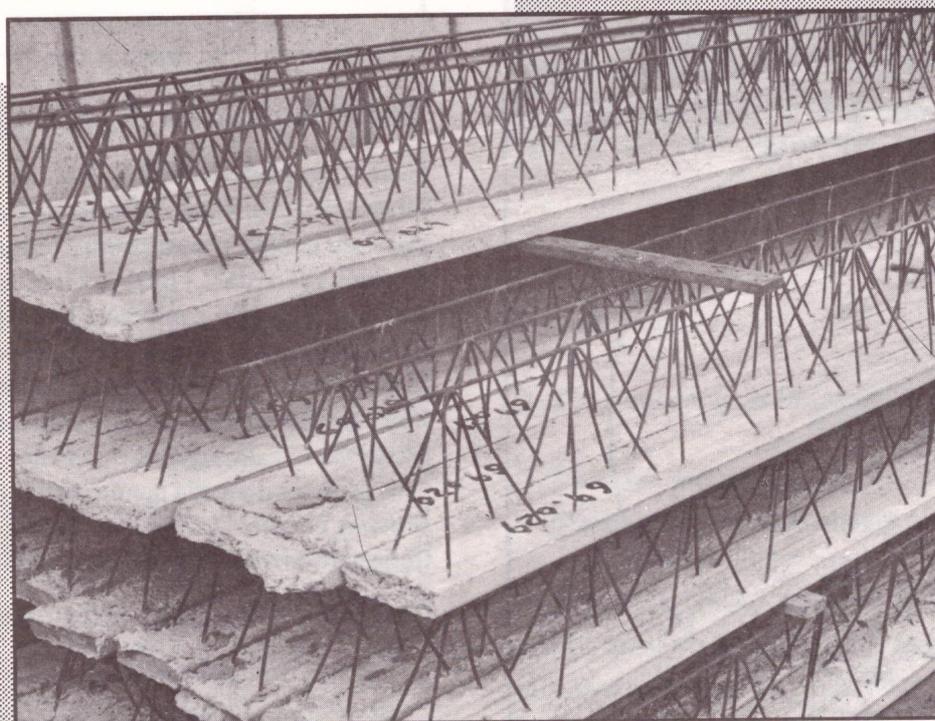


Figura 11 - Estocagem

Como as máquinas e equipamentos operam com matérias-primas abrasivas e submetem-se a oxidação constante, a manutenção exige cuidados especiais permanentes. Esse trabalho inclui limpeza diária para retirada de resíduos de argamassa, lubrificação periódica e renovação da pintura. O controle de qualidade dos produtos prontos deve levar em conta a uniformidade, resistência e acabamento. O controle pode ser feito por amostragem estatística e, se os equipamentos estiverem funcionando bem e as matérias-primas forem de boa qualidade, o refugo não excede a 2% da produção.

# Custos e Receitas

*Calculando o lucro de bons negócios.*

**O**s *custos operacionais* (quadro 4) foram separados em *custos fixos* (porque são constantes e independem do nível de produção) e *variáveis* (que dependem do volume de produção e se relacionam com produtividade, índice de desperdício, capacidade ociosa das máquinas, etc). Fazem parte dos custos fixos a *depreciação* (cálculo baseado no tempo útil dos equipamentos, cuja média é de 10 anos, ou seja, 10% do valor das inversões fixas), *seguros* (calculados pelo índice de 2% das inversões fixas), *mão-de-obra indireta* (calculando o salário de U\$ 440 para um encarregado), *encargos e dias de chuva* (100% sobre os

salários) e *diversos* (2,5% sobre a soma dos custos fixos). Nos custos variáveis, foram considerados a *mão-de-obra* (salário de U\$ 170 para cada um dos oito operários), *encargos e dias de chuva* (100% dos salários), *energia elétrica* (valor estimado), *água* (valor estimado) e *diversos* (2,5% da soma dos custos variáveis).

O custo total dos produtos (quadro 5) é composto do custo da matéria-prima (quadros 2 e 3) e do rateio dos custos operacionais (quadro 4). Esse rateio foi calculado

dividindo-se o total dos custos operacionais pela quantidade prevista de produção, proporcionalmente.

Tendo em mãos esse dado, é possível calcular o preço de venda de cada produto. O primeiro passo é relacionar os percentuais correspondentes às Despesas Especiais de Vendas (DEV), que neste estudo tem a seguinte composição:

ICMS <sup>3</sup>	18,00%
PIS e Finsocial	2,65%
Comissões	6,00%
Perdas	2,00%
Propaganda	1,00%
Frete	2,00%
Tributação sobre o lucro	6,30%
<b>Total</b>	<b>37,95%</b>

Em seguida é definida a margem de lucro (ML), que deve levar em consideração a política de vendas da empresa e, especialmente o preço praticado pela concorrência. Para efeito de cálculo, foi fixada neste estudo uma margem de lucro de 15% para a laje treliçada. Designando o custo total do produto como CUP, teremos o seguinte preço de venda (PV):

$$PV = \frac{CUP}{(100 - (\%DEV + ML))/100}$$

Substituindo os indicativos da fórmula pelos valores e índices já encontrados, pode-se montar o quadro de preços de venda (quadro 6). A receita operacional (quadro 7) é encontrada multiplicando-se o preço de venda pela quantidade prevista no plano de produção. Com essas informações é possível planejar os resultados operacionais (quadro 8), utilizando os valores das receitas operacionais, dos custos variáveis e dos custos fixos. Os custos variáveis são compostos dos custos

operacionais, das matérias-primas e de comercialização. Esse último é calculado tomando-se o percentual definido (37,95%) sobre as receitas operacionais. Em seguida, encontra-se a margem de contribuição (diferença entre as receitas operacionais e os custos variáveis) e o lucro operacional (diferença entre a margem de contribuição e os custos fixos).

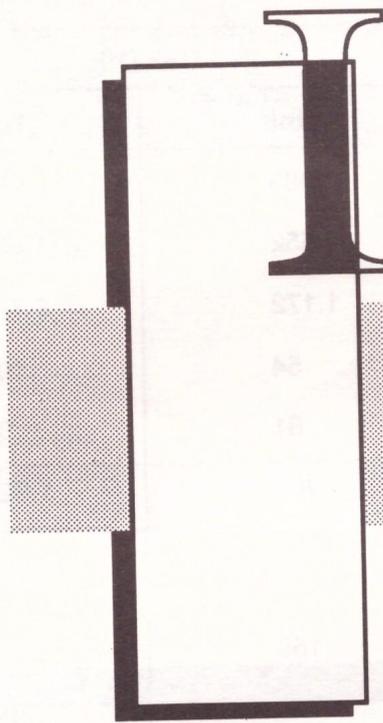
Com base nessas projeções e nas informações coletadas adquiridas ao longo do tempo, conclui-se que o estudo realizado como exemplo é perfeitamente viável pelos seguintes fatores:

- O retorno do investimento (divisão do investimento fixo (quadro 9) pelo lucro líquido anual) é de 0,16/ano;
- A relação entre o lucro líquido anual e o investimento total é de 3,74, ou seja, para cada US\$ 1,00 de investimento total a empresa deverá obter um lucro de US\$ 3,74.

Para completar, o ponto de equilíbrio, a partir do qual a produção se torna rentável, é de 11,3%, ou seja, a indústria precisa produzir apenas 6.780 m<sup>2</sup> de lajes treliçadas por ano, em média, para não ter prejuízo. O ponto de equilíbrio (PE) foi calculado com base na seguinte fórmula:

$$PE = \frac{\text{Custo fixo} \times 100}{\text{Receita anual} - \text{Custo variável}}$$

3 Região Sudeste: ICMS = 17%. Este valor varia por região. No caso do Estado de São Paulo é acrescentado 1%, destinado à construção de habitações populares.



# Informações Adicionais

*Quadros mencionados no texto.*

**Quadro 1**

Investimento Fixo			
Discriminação	Quantidade	US\$ Ofic.	
		Unit.	Total
Betoneira 320L	1	983	983
Vibroprensa	1	1.552	1.552
Leito de formas	2	1.172	2.344
Carrinho p/ argamassa	2	54	108
Carrinho p/ blocos	1	81	81
Matrizes p/ blocos	4	406	1.624
Tabuleiros 45cm x 45cm em compensado naval	500	3	1.500
Balança decimal 200kg	1	158	158
Ferramentas diversas	-	-	203
Outros equipamentos	-	-	507
<b>Total</b>	-	-	<b>9.060</b>

**Quadro 2**

Custo da Matéria-Prima - US\$ Ofic.						
Produto		Cimento	Areia	Pedrisco	Aço	
Tipo	Quantidade				Treliça	Adicional
Vigas treliçadas	10.000 metros lineares = 39 m <sup>3</sup>	1.210	138	538	5.982	4.932
Bloco H = 08 cm	30.000 pç = 78 m <sup>3</sup>	865	998	530	-	-
Bloco H = 12 cm	10.000 pç = 36 m <sup>3</sup>	365	408	219	-	-
Bloco H = 16 cm	5.000 pç = 20 m <sup>3</sup>	232	258	148	-	-
Bloco H = 20 cm	5.000 pç = 24 m <sup>3</sup>	279	326	172	-	-
<b>Total</b>		<b>2.951</b>	<b>2.128</b>	<b>1.607</b>	<b>5.982</b>	<b>4.932</b>

Os valores apresentados para o aço adicional, no Quadro 2, foram baseados numa classificação média de peso de aço da viga treliçada. Tomou-se como base para cálculo a classe 17 nas TR08, TR12, TR16 e TR20 (para maiores esclarecimentos consultar o **Boletim Técnico**<sup>1</sup> "Sistema Treliçado Global").

**Quadro 3**

<b>Custo Total da Matéria-Prima</b>		
<b>Produto</b>	<b>US\$ Ofic.</b>	
	<b>Mensal</b>	<b>Anual</b>
Vigas treliçadas	12.800	153.600
Bloco H = 08 cm	2.393	28.716
Bloco H = 12 cm	992	11.904
Bloco H = 16 cm	638	7.656
Bloco H = 20 cm	777	9.324
<b>Total</b>	<b>17.600</b>	<b>211.200</b>

**Quadro 4**

<b>Custo Operacional</b>		
<b>Discriminação</b>	<b>Valores em US\$ Ofic.</b>	
	<b>Mensal</b>	<b>Anual</b>
<b>1. Custos Fixos</b>		
Depreciação	75	900
Seguro	15	180
Manutenção	30	360
Mão-de-obra indireta	440	5.280
Encargos e dias de chuva	440	5.280
Prolabore	760	9.120
Diversos (2,5%)	44	528
<b>Soma</b>	<b>1.804</b>	<b>21.648</b>
<b>2. Custos variáveis</b>		
Mão-de-obra direta	1.360	16.320
Encargos e dias de chuva	1.360	16.320
Energia elétrica	101	1.212
Diversos (2,5%)	70	564
<b>Soma</b>	<b>2.891</b>	<b>34.692</b>
<b>Total</b>	<b>4.695</b>	<b>56.340</b>

Quadro 5

Custo Total dos Produtos				
Produto		US\$ Ofic.		
Tipo	Quantidade	Matéria-Prima	Rat. Cust. Oper.	Total
Vigas treliçadas	10.000 metros lineares = 39 m <sup>3</sup>	12.800	3.287	16.087
Bloco H = 08 cm.	30.000 pç = 78 m <sup>3</sup>	2.393	690	3.083
Bloco H = 12 cm	10.000 pç = 36 m <sup>3</sup>	992	310	1.302
Bloco H = 16 cm	5.000 pc = 20 m <sup>3</sup>	638	182	820
Bloco H = 20 cm	5.000 pç = 24 m <sup>3</sup>	777	226	1003
<b>Total</b>		<b>17.600</b>	<b>4.695</b>	<b>22.295</b>

Quadro 6

Preço de Venda - US\$ Ofic.			
Produto	Custo/Unid.	Divisor	Venda/Unid.
Vigas treliçadas	1,61/m	0,4705	3,42
Bloco H = 08 cm	0,10/pç	0,4705	0,21
Bloco H = 12 cm	0,13/pç	0,4705	0,28
Bloco H = 16 cm	0,16/pç	0,4705	0,34
Bloco H = 20 cm	0,20/pç	0,4705	0,43

Quadro 7

Previsão das Receitas		
Produto	US\$ Ofic.	
	Mensal	Anual
Vigas treliçadas	34.200	410.400
Bloco H = 08 cm	6.300	75.600
Bloco H = 12 cm	2.800	33.600
Bloco H = 16 cm	1.700	20.400
Bloco H = 20 cm	2.150	25.800
<b>Total</b>	<b>47.150</b>	<b>565.800</b>

**Quadro 8**

<b>Estrutura de Resultados</b>			
<b>Discriminação</b>	<b>US\$ Ofc.</b>		
	<b>Mensal</b>	<b>Anual</b>	<b>%</b>
1. Receitas operacionais	47.150	565.800	100,0
2. Custos variáveis			
2.1 Custos operacionais	2.891	34.692	6,2
2.2 Custos das matérias-primas	17.600	211.200	37,3
2.3 Despesas especiais de vendas	17.893	214.716	37,9
3. Soma (2.1 + 2.2 + 2.3)	38.384	460.608	81,4
4. Margem de contribuição (1 - 3)	8.766	105.192	-
5. Custos fixos	1.804	21.648	3,9
6. Lucro operacional (4-5)	6.962	83.544	14,7
7. Total Geral (3 + 5 + 6)	47.150	565.800	100,0

**Quadro 9**

<b>Investimentos Totais</b>	
<b>Discriminação</b>	<b>Valor em US\$ Ofc.</b>
Inversões fixas	9.060
Capital de giro	4.000
Outras inversões	1.000
<b>Total</b>	<b>14.060</b>

*Produção - Mediterrânea Pré Fabricados de Concreto Ltda.*

*Assessoria Econômica - Silveira Queiroz Assessoria Empresarial Ltda.*

