

---

## **NOVOS MATERIAIS E TECNOLOGIAS DE CONSTRUÇÃO**

EDUARDO M. MARQUES

Por outro lado, a designação de "Edifício Inteligente", tema central deste Seminário, é no mínimo complexa e merecedora de reflexão, pois talvez não esteja a ser aplicada com a correcção necessária. Este tipo de edifícios são aqueles que nos parecem reflectir um futuro cada vez mais próximo, em que existem sistemas de gestão integrada e controlo de energia. No entanto, não devemos cair em exageros de sofisticação tecnológica, muitas vezes com intenção mais comercial de venda do que numa efectiva necessidade, pois são conhecidos diversos casos em que o investimento inicial não foi minimamente amortizado, visto que os sistemas não funcionam pelas mais variadas razões.

Será talvez mais correcto designar "Edifícios concebidos e construídos com inteligência", aqueles edifícios que foram projectados de forma racional, económica e funcional e que melhor servirão para as funções a que se destinam, com um dispêndio otimizado de custos, tempo e meios.

É vastíssimo o âmbito dos novos materiais e tecnologias, surgindo constantemente novos produtos e técnicas para as mais variadas artes e tarefas no domínio da construção civil. Na presente comunicação serão abordados materiais e tecnologias respeitantes essencialmente à construção da estrutura resistente dos edifícios, referindo-se alguns que ainda não foram aplicados em Portugal ou só muito recentemente tiveram alguma divulgação. Por último, serão referidos alguns conceitos sobre materiais compósitos que presentemente estão em estudo em vários países e que já começam a ser utilizados pontualmente em obras.

### **RACIONALIZAÇÃO DE MEIOS**

Cada vez mais a mão-de-obra tem um peso significativo no custo total das construções, pelo que as tendências apontam para a sua especialização e para a utilização de tecnologias que impliquem um menor número de operários. É ainda necessário ter sempre presente que os prazos pretendidos

## **NOVOS MATERIAIS E TECNOLOGIAS DE CONSTRUÇÃO**

para a construção dos edifícios tendem a ser cada vez mais curtos e determinantes na escolha do construtor, pelo que a utilização de meios que conduzam à minimização dos prazos das obras é uma aposta necessária ou mesmo imprescindível para os empreiteiros.

### PRÉ-FABRICAÇÃO PESADA

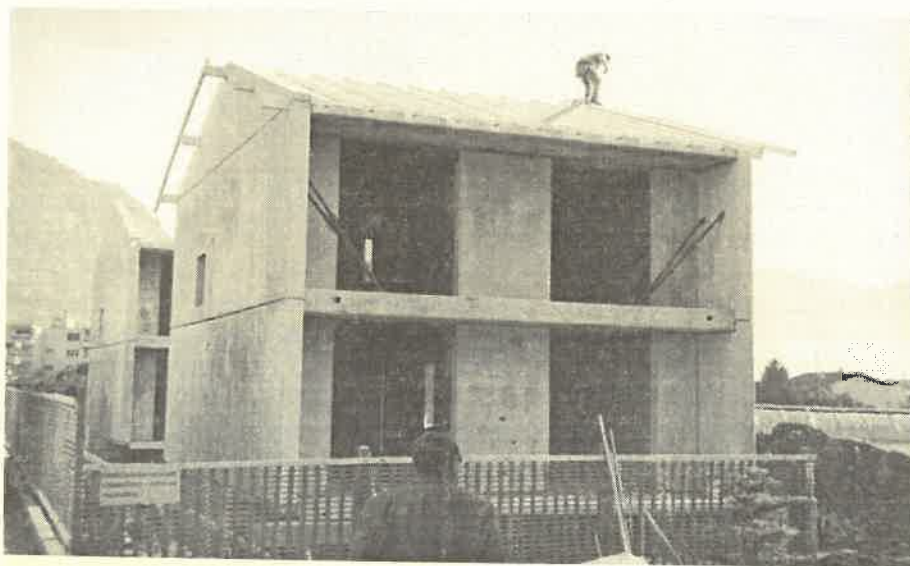
#### SISTEMA KONCZ (ESTRUTURAS LAMINARES)

256

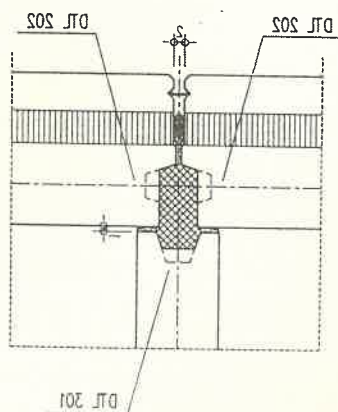
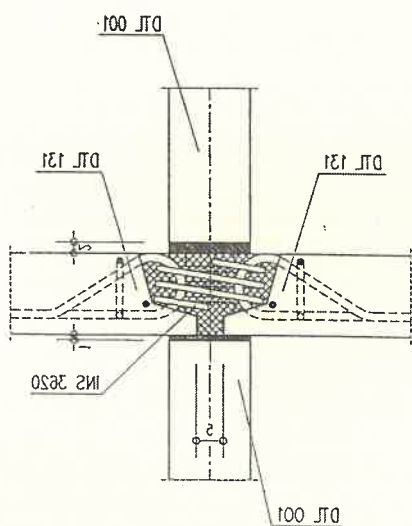
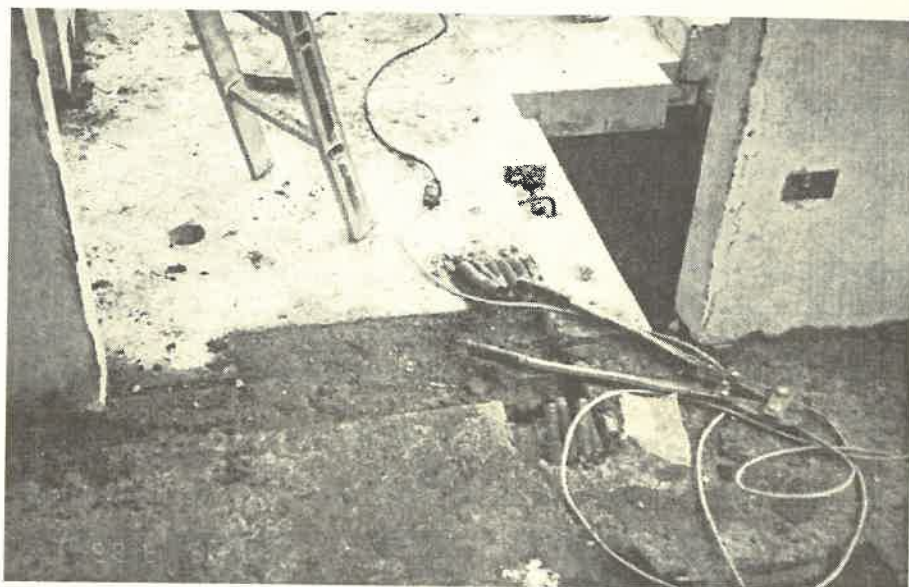
Este sistema foi extremamente utilizado na Europa Central e está em divulgação na Ásia. Trata-se de um sistema de pré-fabricação total dos edifícios por elementos (lajes e paredes), que já trazem incorporadas todas as canalizações e condutas de águas, electricidade, aquecimento, etc. Conseguem-se rendimentos de construção espantosos; para construir um bloco de apartamentos com 10 andares e 4 habitações por andar, é suficiente um prazo de um mês, com uma equipe de montagem de dez homens e uma grua automóvel. Este sistema obriga a ter uma fábrica de pré-fabricação própria e uma exaustiva preparação da obra.

Pensa-se que poderia ser uma boa opção para a construção, em Portugal, dos milhares de fogos para o conhecido programa PER.

Nas figuras seguintes apresentam-se fotografias de uma vivenda montada em dois dias e alguns detalhes construtivos.



78.

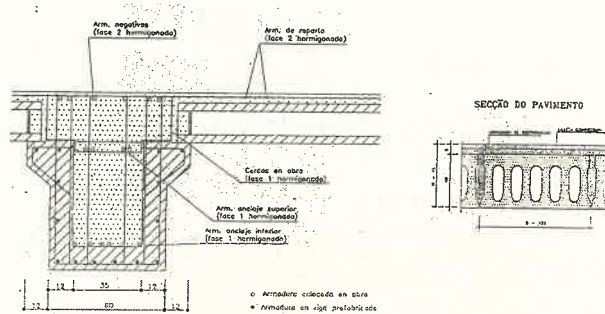


## PRÉ-FABRICAÇÃO DE PILARES, VIGAS E LAJES

É um sistema com especial interesse para edifícios industriais e comerciais. Consiste na pré-fabricação dos pilares com os vários tramos, deixando zonas por betonar ao nível dos nós, com consolas onde pousarão as vigas, que por sua vez servirão de apoio a lajes alveolares pré-esforçadas. Em obra é apenas necessário colocar armaduras de continuidade e betonar os nós dos pórticos.

258

De seguida apresentam-se fotografias da construção do Guimarães-Shopping, cuja estrutura foi montada em cerca de quatro meses e meio, tendo uma área de aproximadamente 80.000 m<sup>2</sup>.



## PRÉ-FABRICAÇÃO DE ALVENARIAS INTERIORES

Em diversos países é frequente a pré-fabricação de grandes painéis de alvenaria interiores, que, no caso de serem em material leve, como por exemplo o ytong, podem ser montados apenas por um operário com ótimos rendimentos.

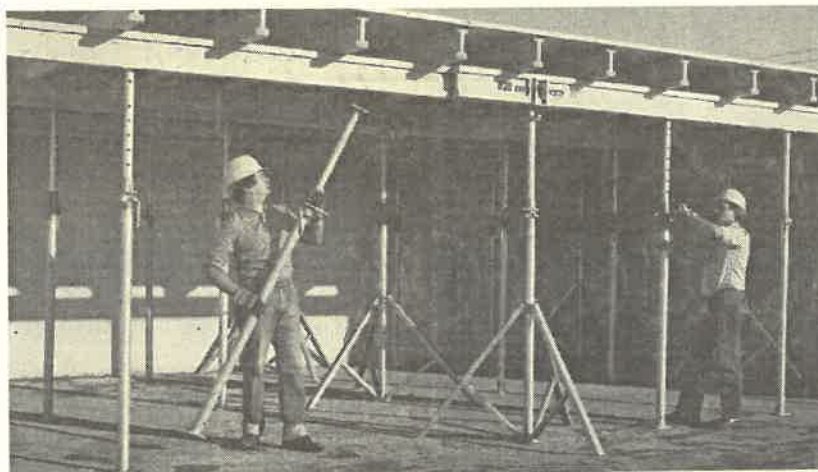
## COFRAGENS

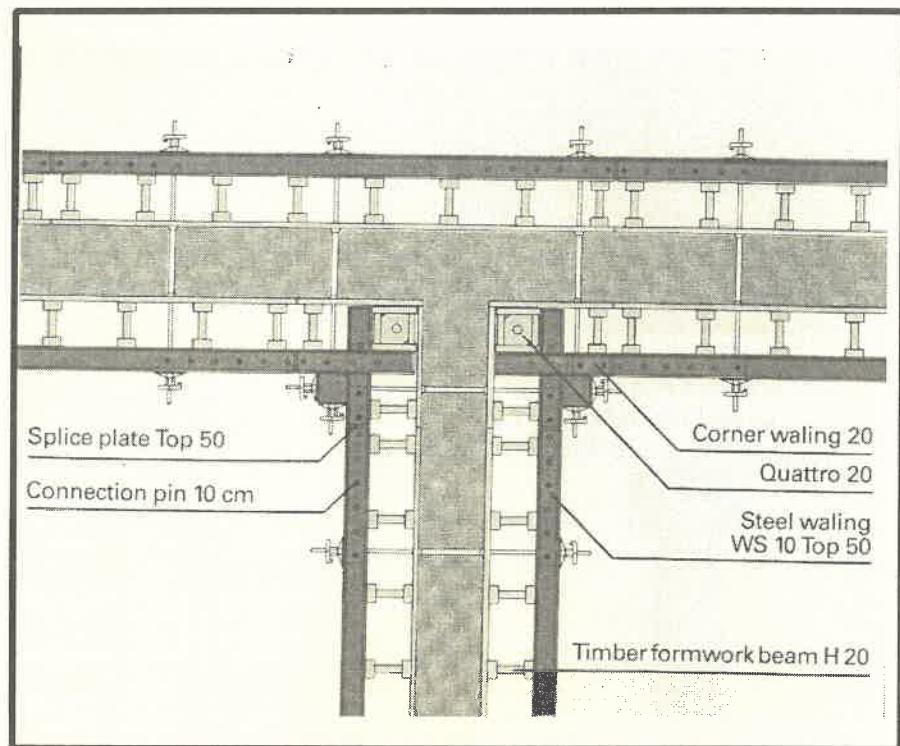
É no domínio das cofragens que se tem assistido a grandes desenvolvimentos, tendo os maiores construtores nacionais sentido a necessidade de se fornecerem de novas tecnologias de modo a serem mais concorrentes.

O emprego de cofragens de fácil utilização e com um elevado número de utilizações originou que há cerca de quatro anos se alterasse um conceito de economia de construção. Por exemplo, as lajes maciças fungiformes com vãos não demasiado grandes são uma solução muito atraente, quer do ponto de vista de prazo de construção como de custo.

De seguida apresentam-se algumas figuras de três tipos de cofragem distintas:

- a) Cofragem "Doka" - muito utilizada em lajes, muros, paredes e estruturas especiais, tais como pontes ou chaminés. No geral, é muito leve e de fácil montagem e desmontagem.
- b) Sistema "Swedeck" - Serve para a realização de lajes nervuradas em que a cofragem servirá como elemento decorativo aparente.
- c) Cofragem "Reckli" - São cofragens especiais que permitem dar ao betão estrutural ou decorativo os acabamentos mais diversos, podendo ainda realizarem-se formas complexas como as que se representam de seguida.





#### MATERIAIS EM FASE DE EXPANSÃO DE UTILIZAÇÃO

Apresentam-se de seguida três materiais que têm tido algum incremento de utilização.

#### A MADEIRA COMO MATERIAL ESTRUTURAL

Como é sabido, a madeira foi durante muitos séculos um dos principais materiais estruturais em paralelo com a pedra. Com a invenção do betão e a maior utilização do aço, a madeira foi remetida, pelo menos entre nós, para um plano de material decorativo ou de revestimento. Noutros países, especialmente nos nórdicos, a madeira continua a ser um material estrutural por excelência, conseguindo-se com os novos processos de assemblagem e de peças compostas vencerem-se grandes vãos, tirando-se ainda vantagens evidentes quer do ponto de vista estético como de conforto. Convirá ainda referir que a madeira tem um bom comportamento ao fogo, muito melhor que o aço por exemplo.

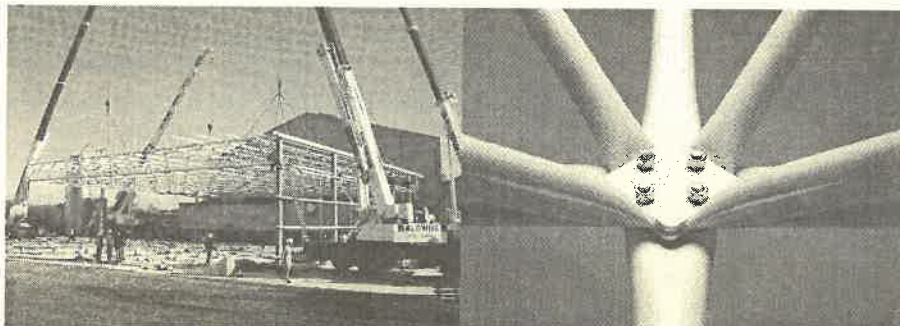
Em Portugal, este tipo de utilização não tem sido muito comum, devendo em princípio ser utilizada a madeira como material estrutural no pavilhão Multiusos da Expo 98.

#### **ESTRUTURAS ESPACIAIS EM AÇO OU ALUMÍNIO**

Cada vez mais as estruturas espaciais estão a ser utilizadas para vencerem grandes vãos, especialmente em recintos desportivos ou de exposições. Este tipo de estruturas implica normalmente a utilização de patentes das ligações (nós).

#### **COBRE COMO MATERIAL DE REVESTIMENTO**

Noutros países tem tido grande utilização, no entanto, em Portugal, só pontualmente é que tem sido aplicado especialmente por causa do seu custo elevado.



#### **CONTENÇÃO DE TERRAS EM EDIFÍCIOS E EM ESTRADAS**

A necessidade da realização de um número elevado de caves para estacionamento em meios urbanos, com problemas complexos de contenção de terras originados pelas construções vizinhas, obriga em muitos casos à realização de muros periféricos ancorados, executados por paredes moldadas ou por paredes "Berlin". Esta última tecnologia, já bastante divulgada em Lisboa, só recentemente tem sido aplicada no Porto. Apresentam-



se de seguida fotografias dos muros de suporte da obra do Shopping do "Bom Sucesso" realizados por este processo.

Na execução dos muros de contenção de aterros em estradas tem sido aplicada em diversos países a tecnologia da "Terra Armada", com vantagens de custos. Apresentam-se de seguida algumas figuras que ilustram este processo construtivo.

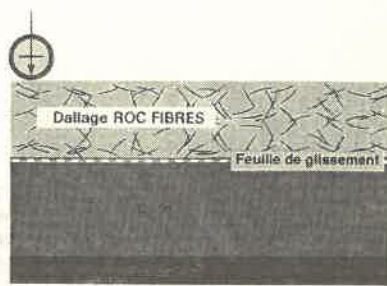
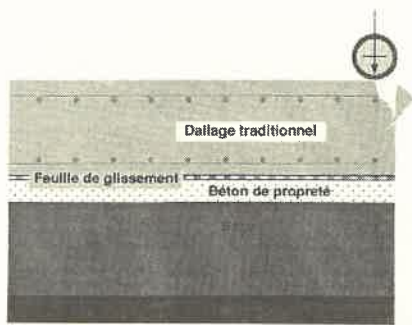
#### BETÃO DE FIBRAS EM PAVIMENTOS

262

Em pavimentos que irão suportar cargas elevadas, como por exemplo zonas de stokagem, ou pavimentos em zonas de circulação de pesados, começam a utilizar-se betões de fibras que, além de garantirem um melhor comportamento a cargas concentradas, têm melhor comportamento à retracção, conseguindo-se ainda para a mesma capacidade de carga espessuras menores que os pavimentos em betão armado. Em termos de custo global, é uma solução com custos

semelhantes à dos pavimentos tradicionais.





### QUALITÉ SECURITÉ

- ⇒ Augmentation des caractéristiques mécaniques
- ⇒ Augmentation des résistances en âge
- ⇒ Maîtrise du retrait et de la fissuration
- ⇒ Augmentation des résistances aux chocs et à l'impact
- ⇒ Renforcement homogène du béton par une bonne répartition des fibres
- ⇒ Pas de formation de "hérissos"

### ECONOMIE

- ⇒ Réduction d'épaisseur (30 à 50%)
- ⇒ Suppression du treillis soudé
- ⇒ Gain de temps de pose des armatures
- ⇒ Espacement (voire suppression) des joints de retrait
- ⇒ Mise en service plus rapide de l'ouvrage

### MATERIAIS COMPÓSITOS (FRP - NONMETALIC FIBER BASED REINFORCEMENT)

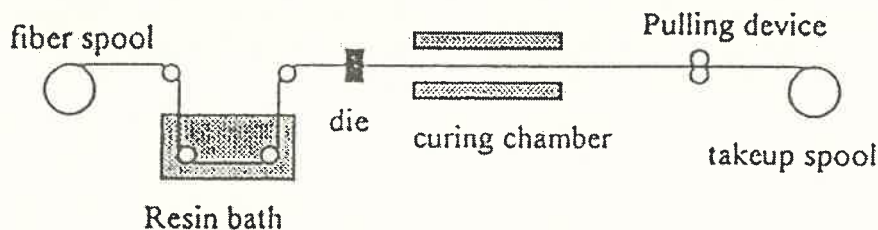
Há já algumas décadas que se introduziu o conceito de reforço do betão com materiais não metálicos, inicialmente com fibras curtas de fibra de vidro colocadas aleatoriamente na base. Recentemente, em vários países, com relevo para o Canadá, Estados Unidos, Suíça e Japão, têm-se feito experiências e algumas aplicações de fibras longas colocadas como armaduras de betão ou reforços exteriores.

O emprego destes novos materiais ganha cada vez mais interesse para ser alternativa às armaduras tradicionais de aço, que apresentam, como é sabido, graves problemas de corrosão. Só na presente década é que se realizaram aplicações concretas com estes novos materiais.

Estes materiais são formados por fibras de alta resistência, com diâmetros da ordem dos 5 microns, que poderão ser de

aramide, carbono ou vidro, que serão aglutinadas por uma resina, que poderá ser de polyester, vinylester ou epoxy num processo "pultrosão". Como exemplo cita-se o kevlar, que é constituído por fibras de aramide.

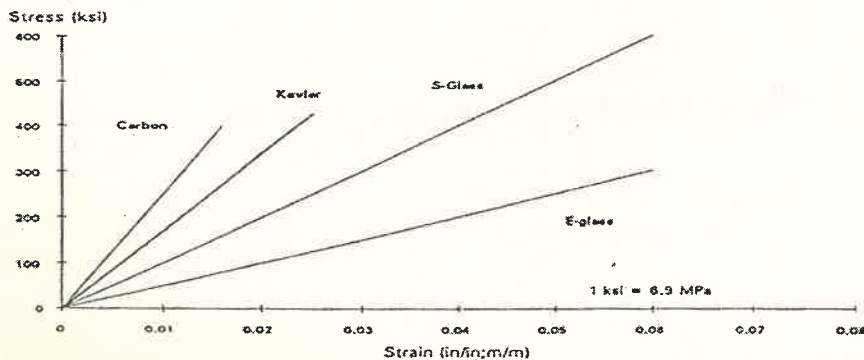
264



As fibras caracterizam-se por terem elevadas resistências e módulos de elasticidade, serem estáveis em ambientes correntes e terem uma rotura frágil sem patamar de plasticidade.

**REPRESENTATIVE PROPERTIES OF HIGH MODULUS FIBERS**

Fiber	Specific Gravity	Tensile Modulus	Tensile Strength	Coefficient of Thermal	Strain to Failure
E-Glass <sup>1</sup>	2.58	10.500 Ksi	500 Ksi	$9.0 \times 10^{-6}/^{\circ}F$	2.4%
Aramid <sup>2</sup>	1.44	19.000 Ksi	525 Ksi	$-3.6 \times 10^{-6}/^{\circ}F$	2.8%
Carbon <sup>3</sup>	1.80	34,000 Ksi	526 Ksi		1.6%
E-Glass <sup>1</sup>	2.58	72.5 GPa	3.45 GPa	$5.0 \times 10^{-6}/^{\circ}K$	2.4%
Aramid <sup>2</sup>	1.44	131 GPa	3.6GPa	$-2.0 \times 10^{-6}/^{\circ}K$	2.8%
Carbon <sup>3</sup>	1.80	235GPa	3.6 GPa		1.6%



Os reforços podem ter diversas formas, tais como os varões lisos ou estriados, chapas, etc.

Um dos problemas deste tipo de reforços é transferência de carga para o betão (aderência), que tem sido melhorada de diversas formas. Os reforços normalmente terão que ser fabricados com a forma pretendida, devido ao seu comportamento pouco dúctil. Em geral apresentam melhor comportamento à fadiga e à corrosão. Estes reforços podem ser utilizados como armaduras frouxas ou como pré-esforço.

