



40 ANOS DA APEE



**IABSE
PORTUGAL**

**PRESENTE
E
FUTURO
DA
ENG.^a ESTRUTURAS**

FERNANDO BRANCO

**LNEC
NOVEMBRO
2008**



40 ANOS DA APEE



IABSE
PORTUGAL

TÓPICOS:

1.0 PERÍODO PRÉ-INFORMÁTICO

2.0 BIG-BANG INFORMÁTICO

3.0 FUTURO ?

4.0 CONCLUSÕES

LNEC
NOVEMBRO
2008



40 ANOS DA APEE



IABSE
PORTUGAL

1. O PERÍODO PRÉ-INFORMÁTICO (5000 anos)

LNEC
NOVEMBRO
2008



40 ANOS DA APEE



IABSE
PORTUGAL



A PEDRA

SISTEMA
ESTRUTURAL
PILAR E VIGA

(HÁ 5000 ANOS...)

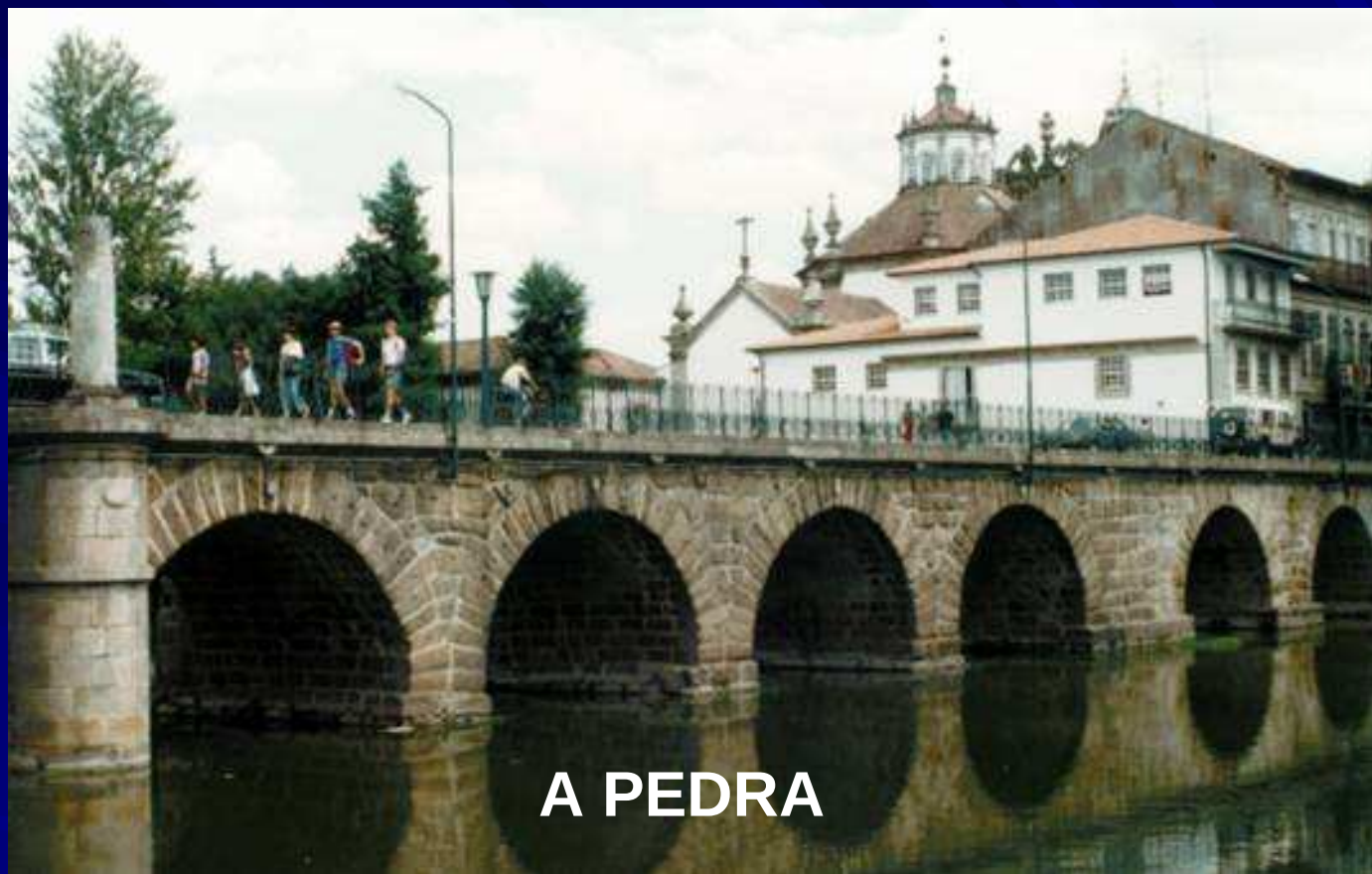
LNEC
NOVEMBRO
2008



40 ANOS DA APEE



IABSE
PORTUGAL



A PEDRA

SISTEMA ESTRUTURAL ARCO

(HÁ 2000 ANOS ...)

LNEC
NOVEMBRO
2008



40 ANOS DA APEE



IABSE
PORTUGAL



O FERRO / AÇO

(DESDE HÁ 150 ANOS...)

SISTEMA
ESTRUTURAL
ARCO E VIGA

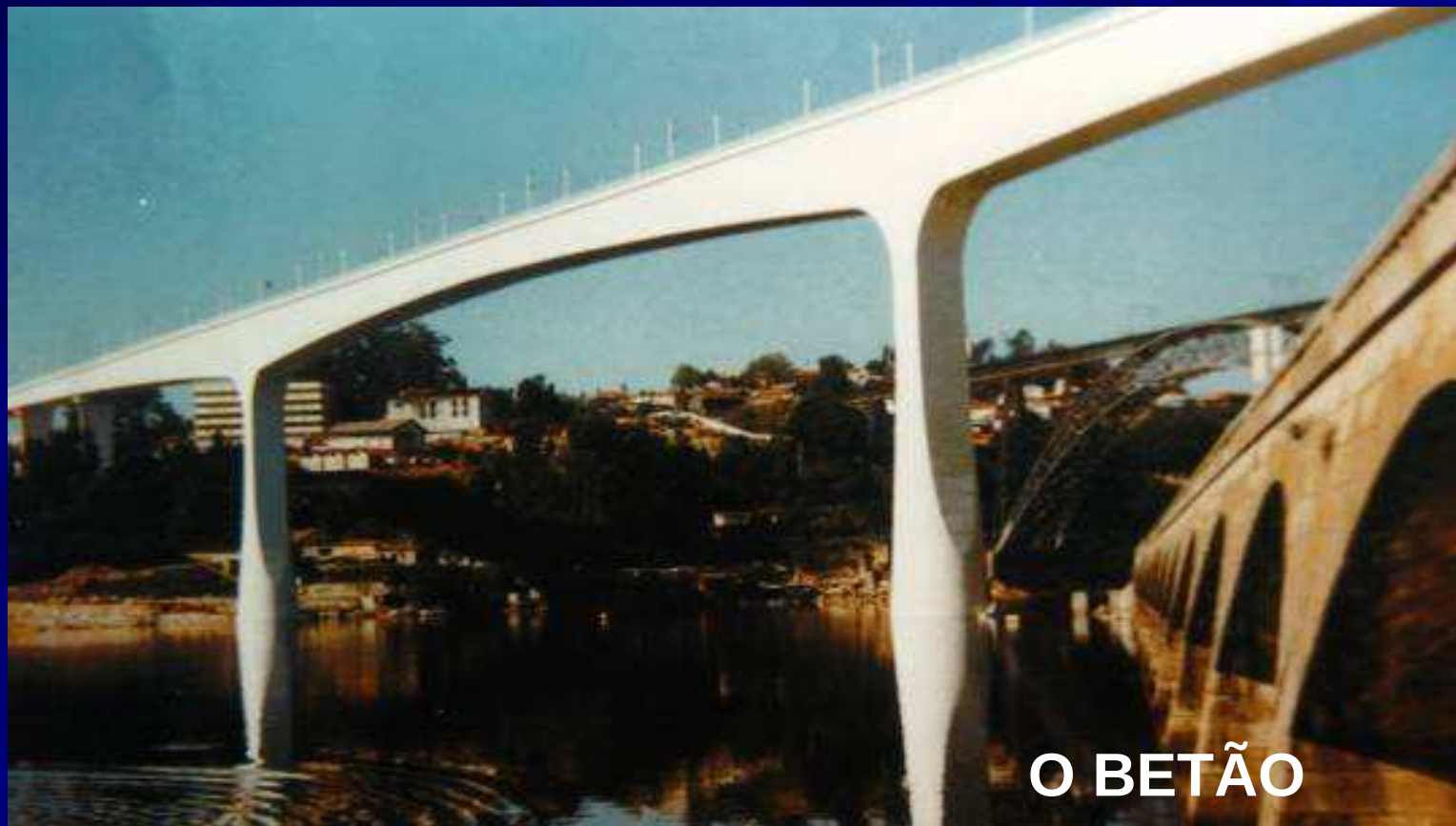
LNEC
NOVEMBRO
2008



40 ANOS DA APEE



IABSE
PORTUGAL



O BETÃO

(DESDE HÁ 70 ANOS...)

**SISTEMA
ESTRUTURAL
PILAR E VIGA**

LNEC
NOVEMBRO
2008



40 ANOS DA APEE



IABSE
PORTUGAL

E ENTÃO HÁ CERCA DE 40 ANOS...

2. O BIG-BANG INFORMÁTICO

LNEC
NOVEMBRO
2008



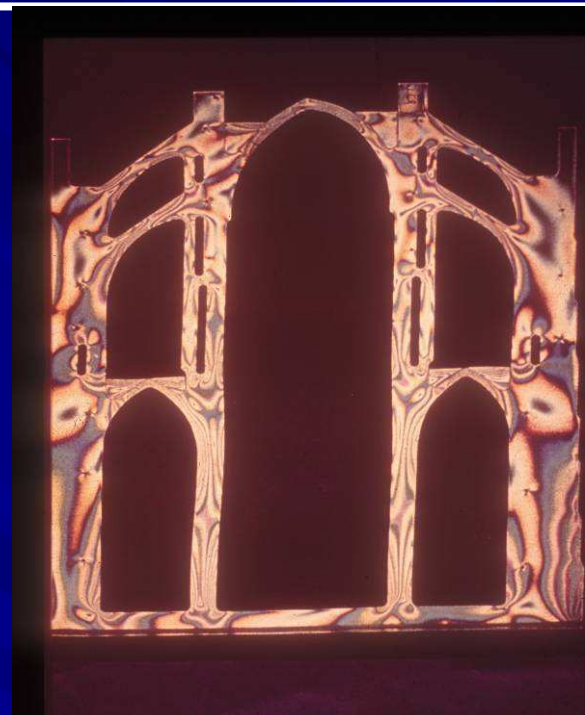
40 ANOS DA APEE



IABSE
PORTUGAL



**ANOS
60 - 70**



**PROJECTO COM MODELOS
REDUZIDOS
MÉTODOS ANALÍTICOS
MÉTODO DE CROSS**

LNEC
NOVEMBRO
2008



40 ANOS DA APEE



IABSE
PORTUGAL

ANOS 60

Computadores no LNEC

Ponte 25 de Abril simulada com uma matriz de 40x40

LNEC
NOVEMBRO
2008



40 ANOS DA APEE



IABSE
PORTUGAL

1970

1º computador no IST

**Início do ensino de
programação**

LNEC
NOVEMBRO
2008



40 ANOS DA APEE



IABSE
PORTUGAL

1973

**Primeiras máquinas de
calcular com 4
operações**

LNEC
NOVEMBRO
2008



40 ANOS DA APEE



IABSE
PORTUGAL

1976

**Início do ensino no IST
do
Método dos Elementos
Finitos**

LNEC
NOVEMBRO
2008



40 ANOS DA APEE



IABSE
PORTUGAL

1978

**Instalado no IST o
programa SAP IV**

LNEC
NOVEMBRO
2008



40 ANOS DA APEE



IABSE
PORTUGAL



1985
Primeiros
PCs
Macintosh
(com
windows)

LNEC
NOVEMBRO
2008



40 ANOS DA APEE



IABSE
PORTUGAL



1986



**Pontes do Arade e do
Guadiana calculadas
com elementos finitos
tridimensionais e
análises dinâmicas**

LNEC
NOVEMBRO
2008



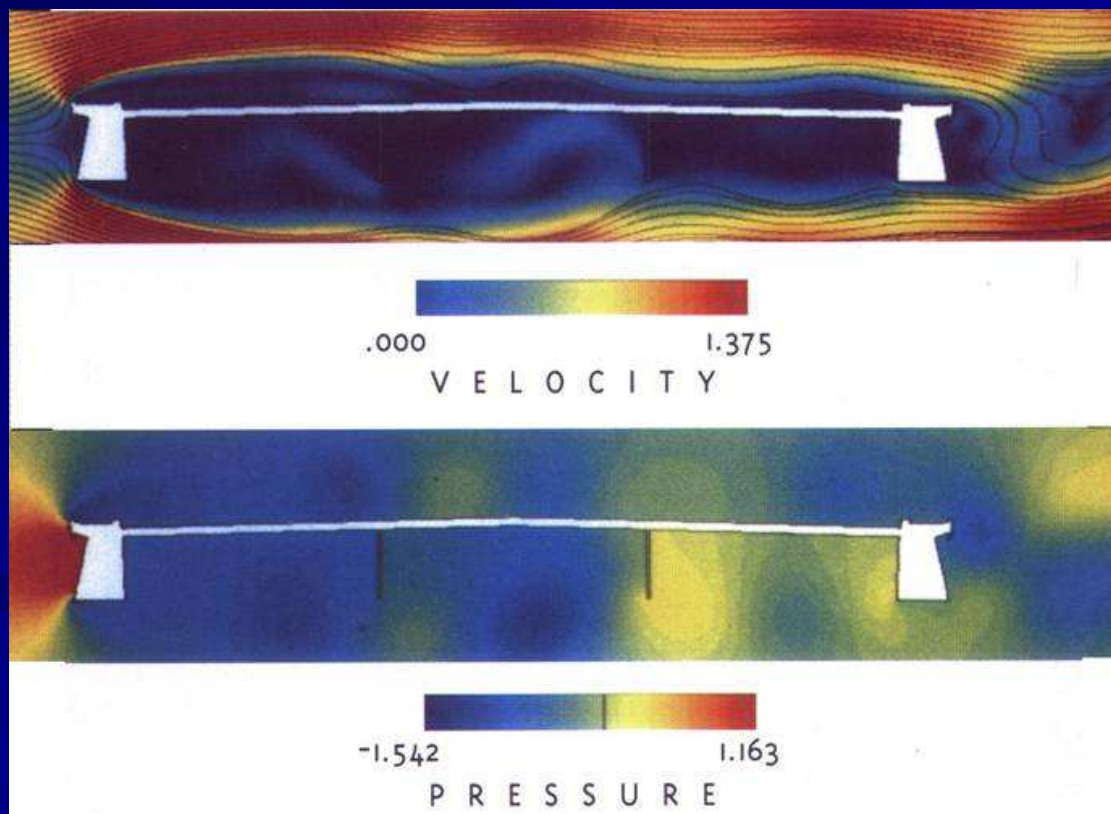
40 ANOS DA APEE



IABSE
PORTUGAL

1998

Análises aerodinâmicas



LNEC
NOVEMBRO
2008



40 ANOS DA APEE



IABSE
PORTUGAL

3. O FUTURO ?

LNEC
NOVEMBRO
2008



40 ANOS DA APEE



IABSE
PORTUGAL

**MAIS ALTO,
MAIS LONGE,
MAIS FORTE**

LNEC
NOVEMBRO
2008



40 ANOS DA APEE



IABSE
PORTUGAL

SEC. XXI VÊ CONSTRUÇÕES CADA VEZ MAIS ARROJADAS

LNEC
NOVEMBRO
2008



40 ANOS DA APEE



IABSE
PORTUGAL

**MAIS
ALTO !**



**BURJ TOWER
DUBAI
800m**

2008



**LNEC
NOVEMBRO
2008**



40 ANOS DA APEE



IABSE
PORTUGAL

**MAIS
LONGE !**



**Akashi-kaikoBridge
Japan**

Vão: 1991m, 1998

LNEC
NOVEMBRO
2008



40 ANOS DA APEE



**IABSE
PORTUGAL**



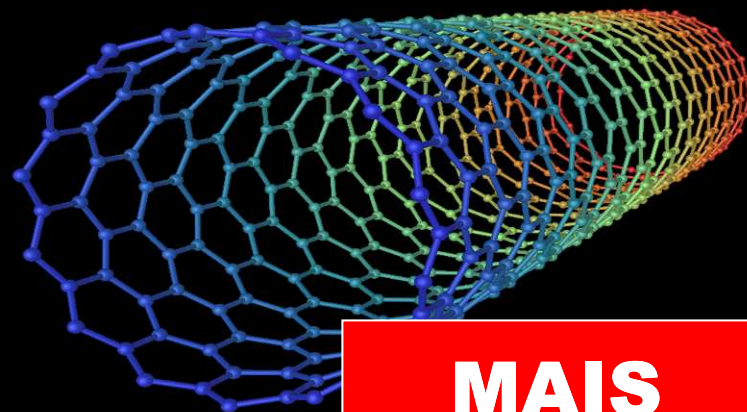
**25 de Abril
Portugal**

**Vão: 1013m, 1966
(19° Vão; 3° Rodo-ferrov.)**

**LNEC
NOVEMBRO
2008**

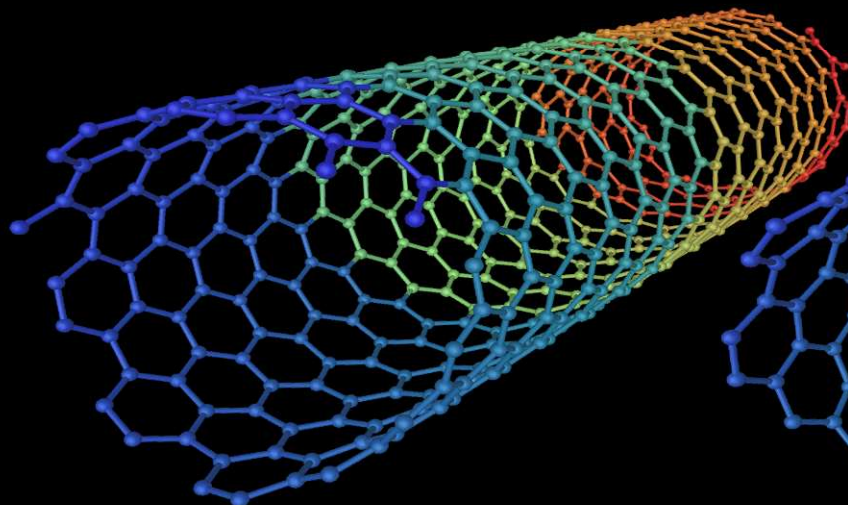
NANOTUBOS DE CARBONO

Fy= 60 GPa

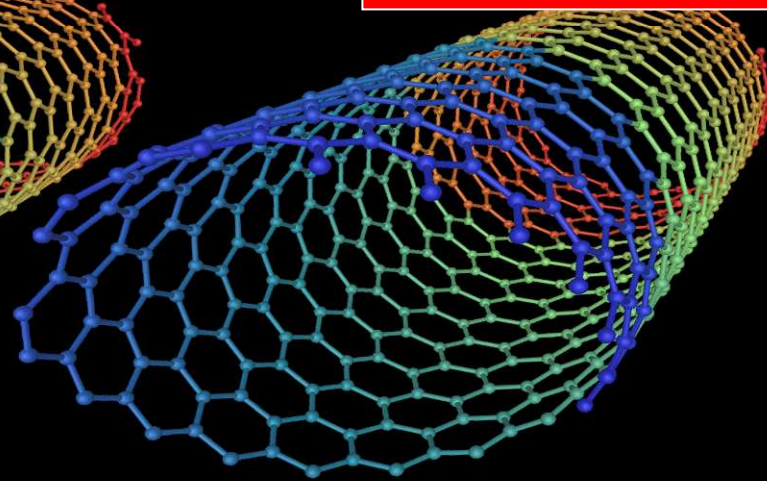
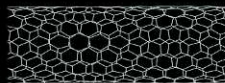


(0,10) nanotube
(zig-zag)

**MAIS
FORTE !**



(7,10) nanotube
(chiral)



(10,10) nanotube
(armchair)





40 ANOS DA APEE



IABSE
PORTUGAL

SEC. XXI

NOVOS DESAFIOS

LNEC
NOVEMBRO
2008



40 ANOS DA APEE



IABSE
PORTUGAL

DURABILIDADE

LNEC
NOVEMBRO
2008



40 ANOS DA APEE



IABSE
PORTUGAL



LNEC
NOVEMBRO
2008



40 ANOS DA APEE



IABSE
PORTUGAL

NOVOS MATERIAIS ESTRUTURAIS

LNEC
NOVEMBRO
2008



40 ANOS DA APEE



IABSE
PORTUGAL



VARÕES
EM GFRP

LAMINADOS
EM CFRP



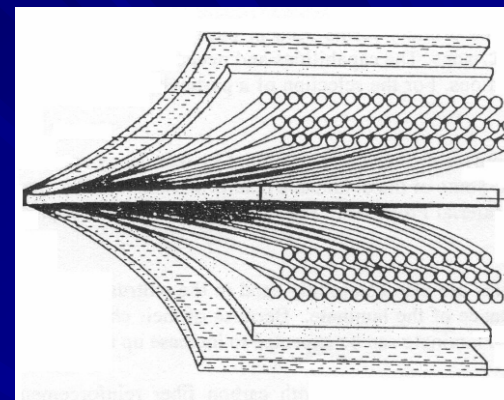
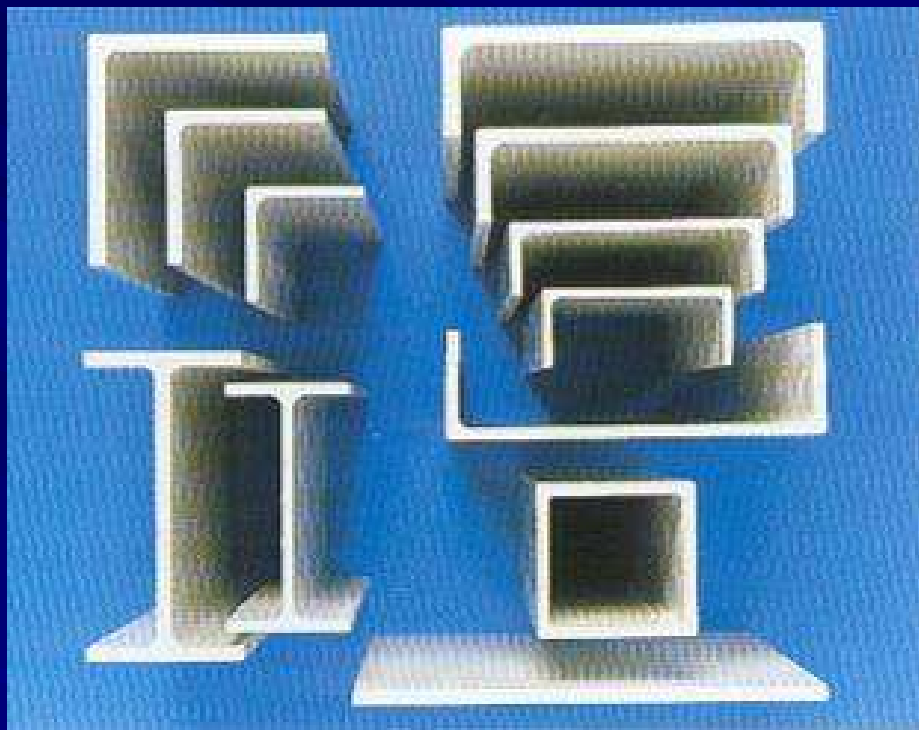
LNEC
NOVEMBRO
2008



40 ANOS DA APEE



IABSE
PORTUGAL



PERFIS GFRP

LNEC
NOVEMBRO
2008



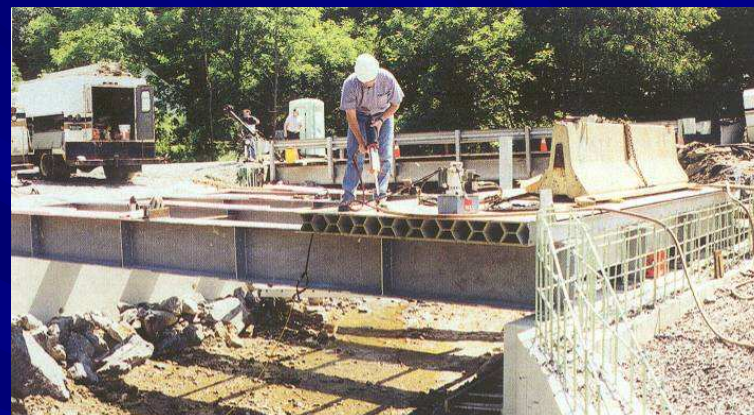
40 ANOS DA APEE



IABSE
PORTUGAL



Kolding Bridge (Denmark)



Lleida Bridge (Spain)



LNEC
NOVEMBRO
2008



40 ANOS DA APEE



IABSE
PORTUGAL

NOVAS TÉCNICAS CONSTRUTIVAS

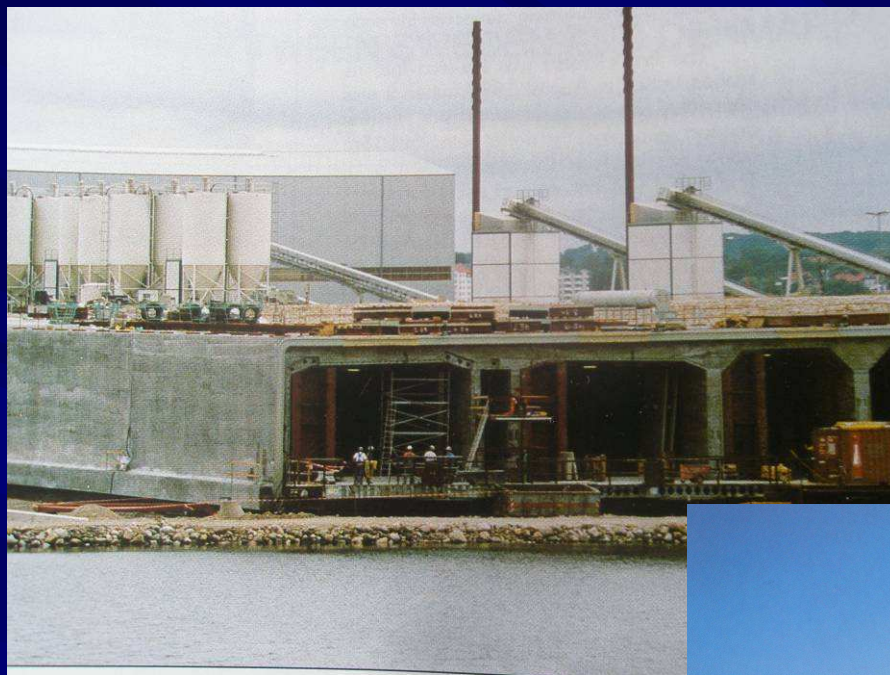
LNEC
NOVEMBRO
2008



40 ANOS DA APEE



IABSE
PORTUGAL



Túnel submerso
pré-fabricado

Equipamentos de
elevação de 2000 ton



LNEC
NOVEMBRO
2008

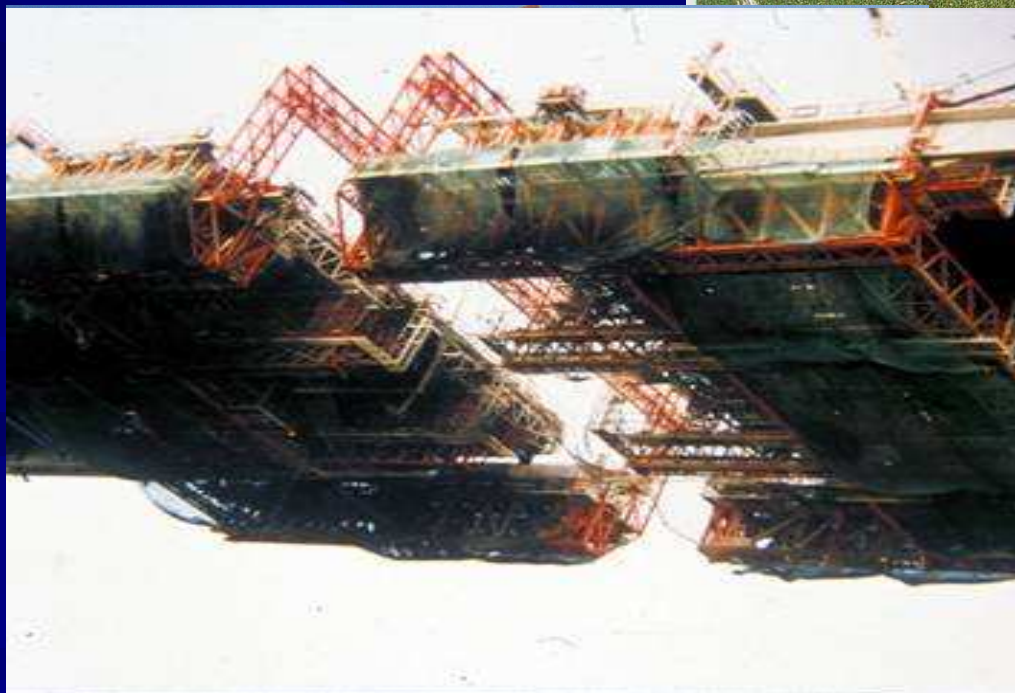


40 ANOS DA APEE



IABSE
PORTUGAL

**Betonagens
em avanços
sucessivos**



LNEC
NOVEMBRO
2008



40 ANOS DA APEE



IABSE
PORTUGAL

NOVOS EQUIPAMENTOS ESTRUTURAIS

LNEC
NOVEMBRO
2008



40 ANOS DA APEE



IABSE
PORTUGAL



Amortecedores
sísmicos

Amortecedores
de vibrações



LNEC
NOVEMBRO
2008



40 ANOS DA APEE



IABSE
PORTUGAL



Sistemas de
inspecção

Monitorização
on line



LNEC
NOVEMBRO
2008



40 ANOS DA APEE



IABSE
PORTUGAL

SUSTENTABILIDADE

LNEC
NOVEMBRO
2008



40 ANOS DA APEE



IABSE
PORTUGAL

a) Durabilidade e Ciclo de Vida

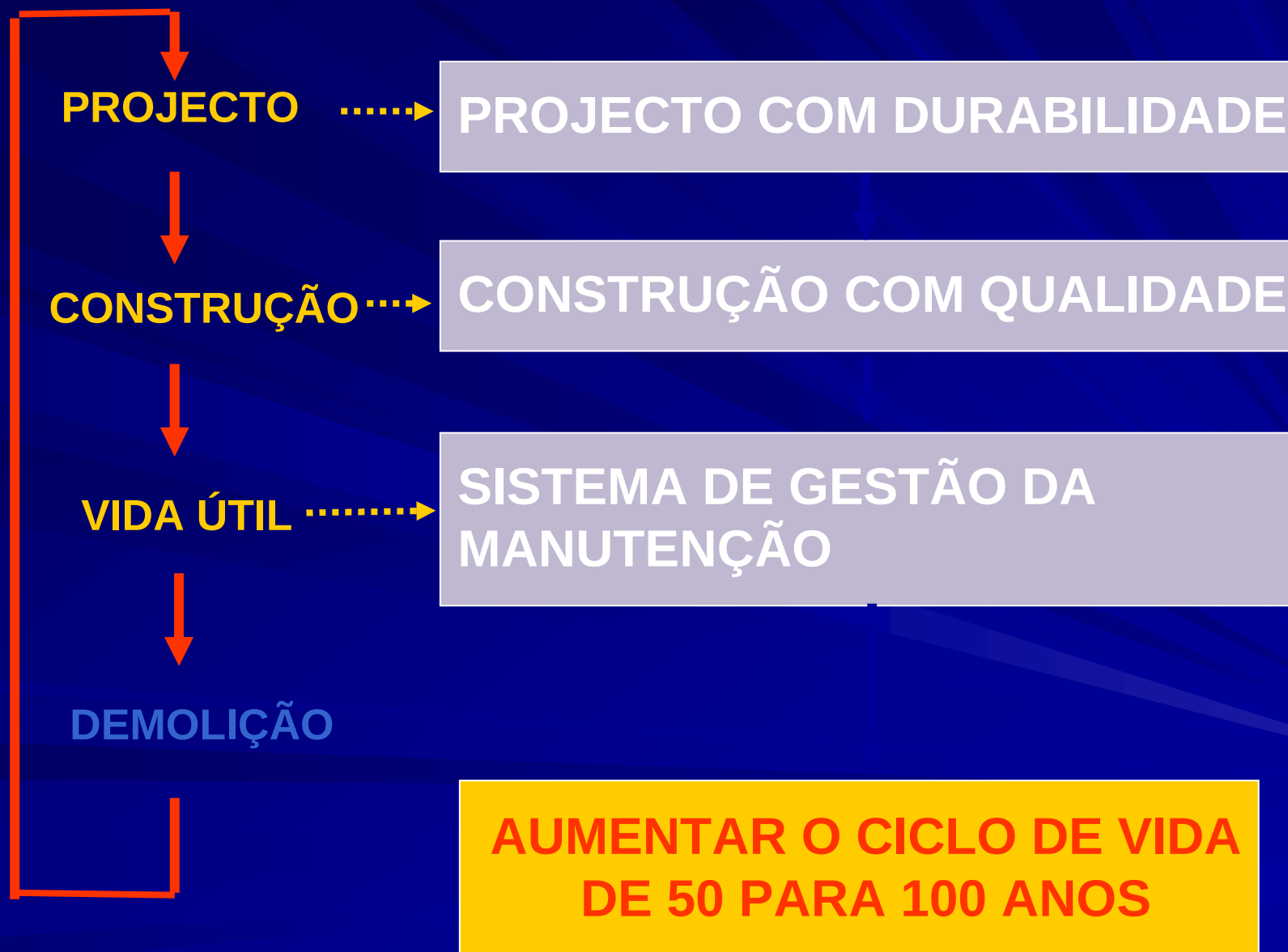
LNEC
NOVEMBRO
2008



40 ANOS DA APEE



IABSE
PORTUGAL



LNEC
NOVEMBRO
2008



40 ANOS DA APEE



IABSE
PORTUGAL

b) Incorporação de resíduos

LNEC
NOVEMBRO
2008



40 ANOS DA APEE



IABSE
PORTUGAL

PROJECTO

CONSTRUÇÃO

VIDA ÚTIL

DEMOLIÇÃO

MATERIAIS
NATURAIS

RESÍDUOS
INDUSTRIAIS

ENERGIA

ÁGUA

RESÍDUOS

DEPÓSITO

LNEC
NOVEMBRO
2008



40 ANOS DA APEE



IABSE
PORTUGAL

CINZAS DA CENTRAL DO PEGO



LNEC
NOVEMBRO
2008



40 ANOS DA APEE



IABSE
PORTUGAL



BETÃO COM LAMAS DE CORTE DE MÁRMORE



LNEC
NOVEMBRO
2008



40 ANOS DA APEE



IABSE
PORTUGAL

c) Reciclar e Reutilizar

LNEC
NOVEMBRO
2008



40 ANOS DA APEE



IABSE
PORTUGAL

PROJECTO

CONSTRUÇÃO

VIDA ÚTIL

DEMOLIÇÃO

MATERIAIS
NATURAIS

ENERGIA

ÁGUA

RESÍDUOS

DEPÓSITO

RECICLAGEM
REUTILIZAÇÃO

LNEC
NOVEMBRO
2008



40 ANOS DA APEE



IABSE
PORTUGAL



LNEC
NOVEMBRO
2008



40 ANOS DA APEE



IABSE
PORTUGAL



RECICLAGEM DO BETÃO



LNEC
NOVEMBRO
2008



40 ANOS DA APEE



IABSE
PORTUGAL

4. CONCLUSÕES

LNEC
NOVEMBRO
2008



40 ANOS DA APEE



IABSE
PORTUGAL

**NESTE INÍCIO DO SÉC. XXI
A ENG. DE ESTRUTURAS**

**CONTINUA A SER
UM DOS GRANDES PILARES
DA ENG^a CIVIL**

LNEC
NOVEMBRO
2008



40 ANOS DA APEE



IABSE
PORTUGAL

**JUNTOU AOS SEUS OBJECTIVOS
DE MAIS ALTO, MAIS LONGE,
MAIS FORTE**

**DOIS NOVOS OBJECTIVOS
MAIS DURÁVEL E MAIS
SUSTENTÁVEL**

LNEC
NOVEMBRO
2008