

# EVOLUÇÃO NA CONCEPÇÃO DAS FACHADAS EM PORTUGAL EM FUNÇÃO DO DESEMPENHO TÉRMICO

Vasco Peixoto de Freitas

Prof. Catedrático - FEUP

Laboratório de Física das Construções-LFC



ENITA-2 - 22 de NOVEMBRO de 2005

VASCO PEIXOTO DE FREITAS

22.NOV.2005 - 1

## ESTRUTURAÇÃO

- . EVOLUÇÃO NA CONCEPÇÃO DE FACHADAS EM PORTUGAL
- . IMPLICAÇÕES CONSTRUTIVAS DO RCCTE-1990
- . INSTABILIDADE DAS PONTES TÉRMICAS
- . SELECÇÃO EXIGÊNCIAL DE ISOLANTES TÉRMICOS
- . O FUTURO
- . CONCLUSÕES



VASCO PEIXOTO DE FREITAS

22.Nov.2005 - 2

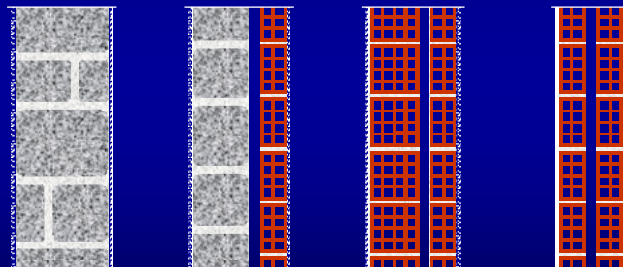
# EVOLUÇÃO NA CONCEPÇÃO DE FACHADAS EM PORTUGAL

VASCO PEIXOTO DE FREITAS

22.NOV.2005 - 3

# EVOLUÇÃO NA CONCEPÇÃO DE FACHADAS EM PORTUGAL

1940 1950 1960 1970



Evolução das fachadas em Portugal

VASCO PEIXOTO DE FREITAS

22.Nov.2005 - 4

## EVOLUÇÃO NA CONCEPÇÃO DE FACHADAS EM PORTUGAL

.....>1980.....>

1990.....>



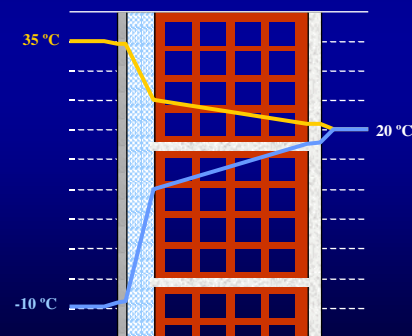
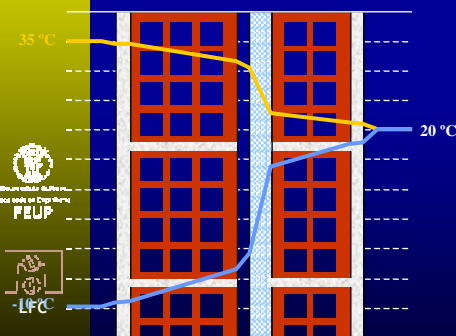
Evolução das fachadas em Portugal

VASCO PEIXOTO DE FREITAS

22. Nov. 2005 - 5

## VANTAGENS DOS SISTEMAS DE ISOLAMENTO TÉRMICO PELO EXTERIOR

- ▷ Aumento da durabilidade das fachadas que se encontram protegidas da acção dos agentes climáticos e atmosféricos (choque térmico, água líquida, radiação solar, etc.)

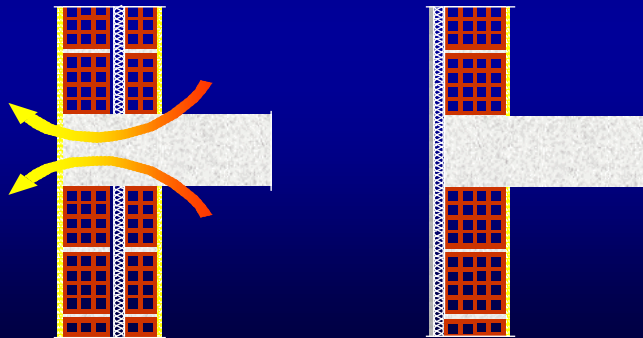


VASCO PEIXOTO DE FREITAS

22. Nov. 2005 - 6

## VANTAGENS DOS SISTEMAS DE ISOLAMENTO TÉRMICO PELO EXTERIOR

- ▷ Redução das pontes térmicas



VASCO PEIXOTO DE FREITAS

22. Nov. 2005 - 7

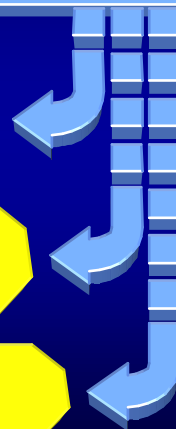
## SISTEMAS DE ISOLAMENTO TÉRMICO PELO EXTERIOR

### SISTEMAS DE ISOLAMENTO PELO EXTERIOR DE FACHADAS

Revestimentos descontínuos fixados ao suporte, através de uma estrutura intermédia  
- Fachada ventilada-

Componentes prefabricados constituídos por um isolamento e um paramento, fixados directamente ao suporte – “Vêture”

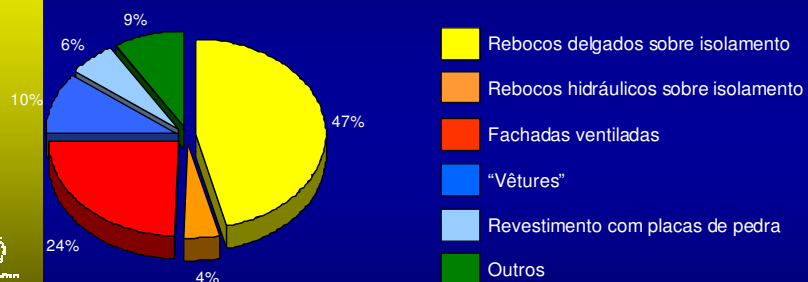
Rebocos delgados armados directamente aplicados sobre o isolamento térmico – ETICS



VASCO PEIXOTO DE FREITAS

22. Nov. 2005 - 8

## SISTEMAS DE ISOLAMENTO TÉRMICO PELO EXTERIOR

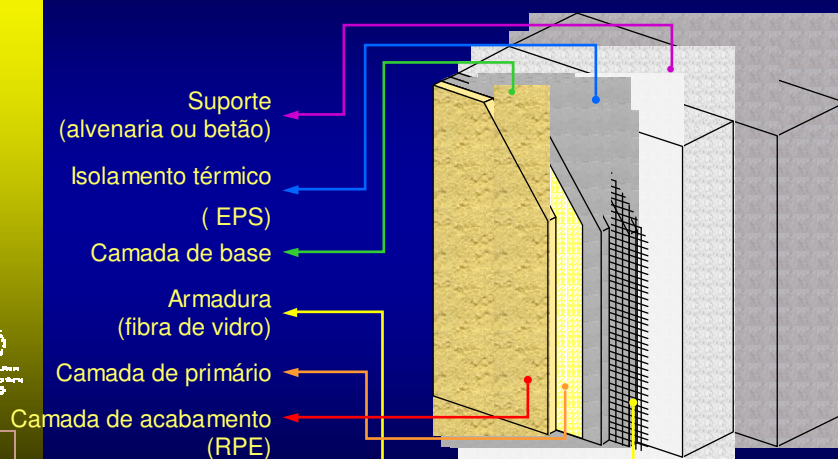


Técnicas de isolamento térmico pelo exterior utilizadas em França no ano de 1994

VASCO PEIXOTO DE FREITAS

22. Nov. 2005 - 9

## REBOCO DELGADO ARMADO SOBRE POLIESTIRENO EXPANDIDO - ETICS



VASCO PEIXOTO DE FREITAS

22. Nov. 2005 - 10

## II

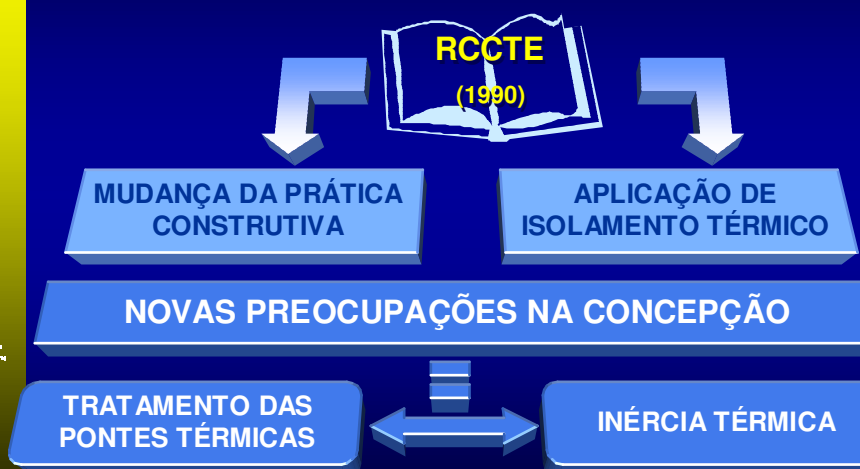
# IMPLICAÇÕES CONSTRUTIVAS DO RCCTE-1990



VASCO PEIXOTO DE FREITAS

22.NOV.2005 - 11

## RCCTE 1990



VASCO PEIXOTO DE FREITAS

22.Nov.2005 - 12

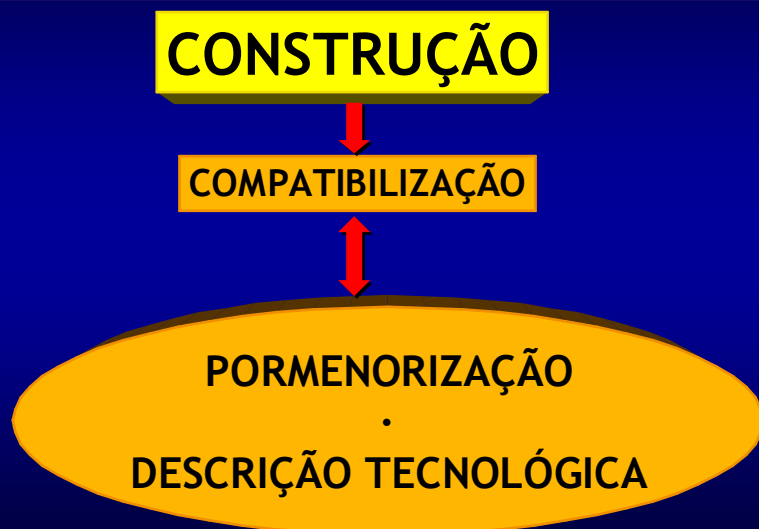
## RCCTE 1990



VASCO PEIXOTO DE FREITAS

22. Nov. 2005 - 13

## RCCTE 1990

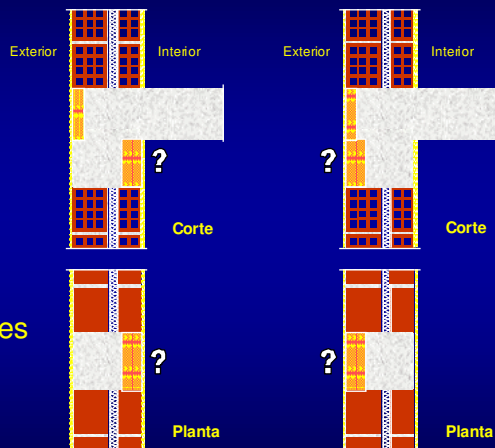


VASCO PEIXOTO DE FREITAS

22. Nov. 2005 - 14

## RCCTE 1990

- ▷ Correção simples
  - Topo da laje
- ▷ Correção dupla
  - Zona das vigas
  - Zona dos pilares



Correções propostas no Quadro VI.5 do RCCTE para paredes duplas com isolamento entre panos

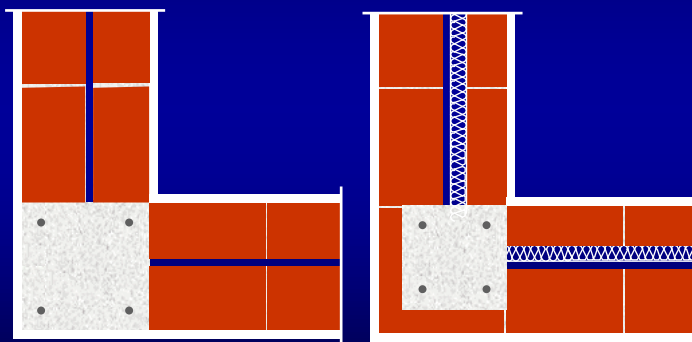
VASCO PEIXOTO DE FREITAS

22.Nov.2005 - 15

## RCCTE 1990

PASSADO

PRESENTE



Alteração da configuração da alvenaria

VASCO PEIXOTO DE FREITAS

22.Nov.2005 - 16



## RCCTE 1990



Alteração da configuração da alvenaria

VASCO PEIXOTO DE FREITAS

22. Nov. 2005 - 17

## EVOLUÇÃO NA CONCEPÇÃO DE FACHADAS EM PORTUGAL

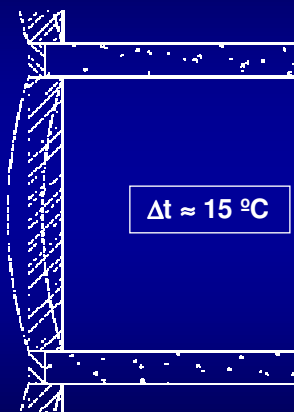
$\Delta t \approx 60\text{ }^{\circ}\text{C}$



$\Delta l \approx 0,3\text{ mm/m}$

$\Delta l \approx 1,0\text{ mm/m}$

$\Delta t \approx 15\text{ }^{\circ}\text{C}$



Expansão Higtérmica das alvenarias

VASCO PEIXOTO DE FREITAS

22. Nov. 2005 - 18

### III

## INSTABILIDADE DAS PONTES TÉRMICAS



VASCO PEIXOTO DE FREITAS

22.NOV.2005 - 19

## INSTABILIDADE DAS PONTES TÉRMICAS

### ▷ Fissuração mais expressivas

- Junto aos cunhais
- Junto a vãos
- Junto de apoio dos panos exteriores de alvenaria



O PROBLEMA

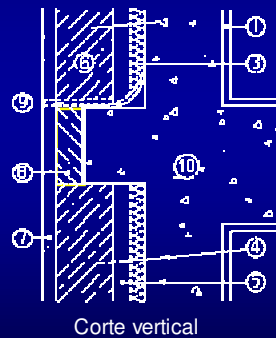


VASCO PEIXOTO DE FREITAS

22.Nov.2005 - 20

## INSTABILIDADE DAS PONTES TÉRMICAS

- ▷ No topo das lajes, para apoio do pano de alvenaria, foi criado uma saliência em betão, revestida pelo exterior com **tijolo vazado com 0,07 m de espessura**, aplicado durante a realização das alvenarias



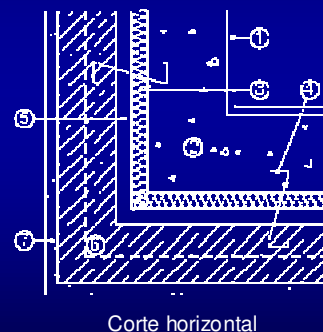
Estudo de caso

VASCO PEIXOTO DE FREITAS

22. Nov. 2005 - 21

## INSTABILIDADE DAS PONTES TÉRMICAS

- ▷ As fachadas apresentam a seguinte constituição:
  - Parede de betão (0,20 m)
  - Espaço de ar parcialmente preenchido com isolamento térmico
  - Alvenaria de tijolo vazado



Estudo de caso

VASCO PEIXOTO DE FREITAS

22. Nov. 2005 - 22

## INSTABILIDADE DAS PONTES TÉRMICAS

- ▷ As sondagens permitiram verificar que a constituição das paredes não correspondia às especificações do projecto



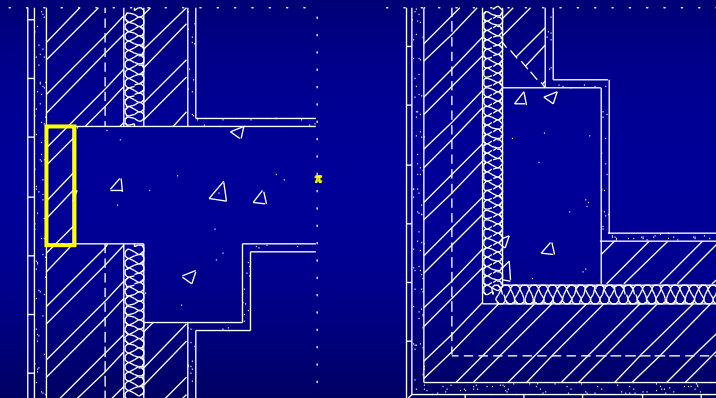
Estudo de caso



VASCO PEIXOTO DE FREITAS

22. Nov. 2005 - 23

## INSTABILIDADE DAS PONTES TÉRMICAS



Exemplo de suporte instável

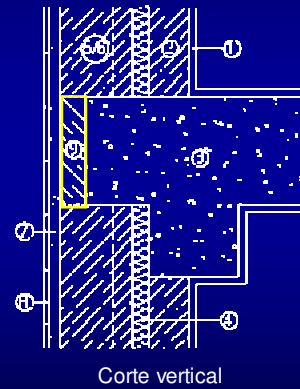


VASCO PEIXOTO DE FREITAS

22. Nov. 2005 - 24

## INSTABILIDADE DAS PONTES TÉRMICAS

- ▷ Foi colocado **tijolo vazado com 0,07 m de espessura** como cofragem antes da betonagem nos topos das lajes



### Estudo de caso

VASCO PEIXOTO DE FREITAS

22. Nov. 2005 - 25

## INSTABILIDADE DAS PONTES TÉRMICAS

- ▷ Fissuração em fase de construção



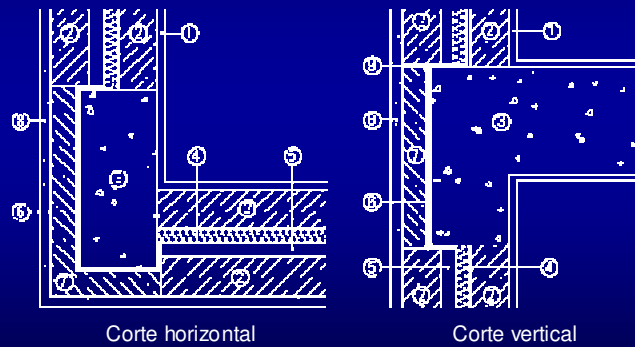
### Estudo de caso - Habitações em banda

VASCO PEIXOTO DE FREITAS

22. Nov. 2005 - 26

## INSTABILIDADE DAS PONTES TÉRMICAS

### ▷ Composição das paredes exteriores



### Estudo de caso - Habitações em banda

VASCO PEIXOTO DE FREITAS

22. Nov. 2005 - 27

## IV

## SELECÇÃO EXIGENCIAL DE ISOLANTES TÉRMICOS

VASCO PEIXOTO DE FREITAS

22. NOV. 2005 - 28

## METODOLOGIA PARA A SELECÇÃO EXIGENCIAL



VASCO PEIXOTO DE FREITAS

22. Nov. 2005 - 29

## METODOLOGIA PARA A SELECÇÃO EXIGENCIAL



VASCO PEIXOTO DE FREITAS

22. Nov. 2005 - 30

## SELECÇÃO EXIGENCIAL DE ISOLANTES TÉRMICOS

1. CONDUTIBILIDADE TÉRMICA -  $\lambda$
2. ABSORÇÃO DE ÁGUA
3. IMPERMEABILIDADE
4. HIGROSCOPICIDADE
5. PERMEABILIDADE AO VAPOR DE ÁGUA -  $\pi$
6. COMPORTAMENTO AO FOGO
7. COMPORTAMENTO MECÂNICO
8. ESTABILIDADE DIMENSIONAL
9. ETC.



VASCO PEIXOTO DE FREITAS

22. Nov. 2005 - 31

## MEDIÇÃO - $\lambda$

DETERMINAÇÃO DA CONDUTIBILIDADE TÉRMICA DOS MATERIAIS



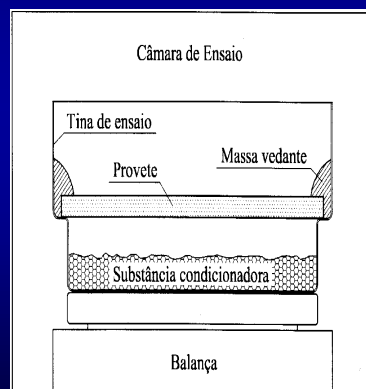
VASCO PEIXOTO DE FREITAS

22. Nov. 2005 - 32



## MEDIÇÃO - $\pi$

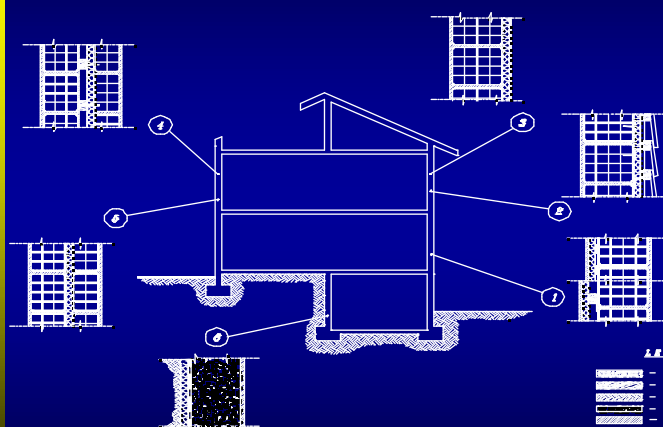
### DETERMINAÇÃO DA PERMEABILIDADE AO VAPOR DE ÁGUA DOS MATERIAIS



VASCO PEIXOTO DE FREITAS

22. Nov. 2005 - 33

## Soluções correntes de paredes



- 1 - Camada de forma
- 2 - Madeira tratada
- 3 - Solo
- 4 - Balaia
- 5 - Revestimento
- 6 - Isolante térmico
- 7 - Impermeabilização
- 8 - Calha de ar ventrada
- 9 - Filtro-vapor
- 10 - Geotêxtil
- 11 - Perfil metálico
- 12 - Proteção exterior da abertura (alçapão, grade, etc.)



VASCO PEIXOTO DE FREITAS

22. Nov. 2005 - 34

## SELECÇÃO EXIGENCIAL DE ISOLANTES TÉRMICOS

PROPRIEDADES	IDENTIFICAÇÃO	QUANTIFICAÇÃO
Resistência térmica	R	$(\text{m}^2 \cdot ^\circ\text{C})/\text{W}$
Compressibilidade	I	1 - 5
Estabilidade dimensional	S	1 - 4
Comportamento à água	O	1 - 3
Comportamento mecânico em coesão e flexão	L	1 - 4
Permeabilidade ao vapor de água	E	1 - 5



VASCO PEIXOTO DE FREITAS

22. Nov. 2005 - 35

## SELECÇÃO EXIGENCIAL DE ISOLANTES TÉRMICOS



**DEFINIÇÃO DE NÍVEIS  
DE APTIDÃO DE  
UTILIZAÇÃO**

**QUEM BENEFICIA?**

**COMO?**



VASCO PEIXOTO DE FREITAS

22. Nov. 2005 - 36

## FUTURO RCCTE

1. MAIS ISOLAMENTO

2.  $K_s$  TENDEM PARA METADE DOS ACTUAIS

3. AUMENTA A SOLICITAÇÃO HIGROTÉRMICA

4. NOVA ATITUDE - NOVOS RISCOS

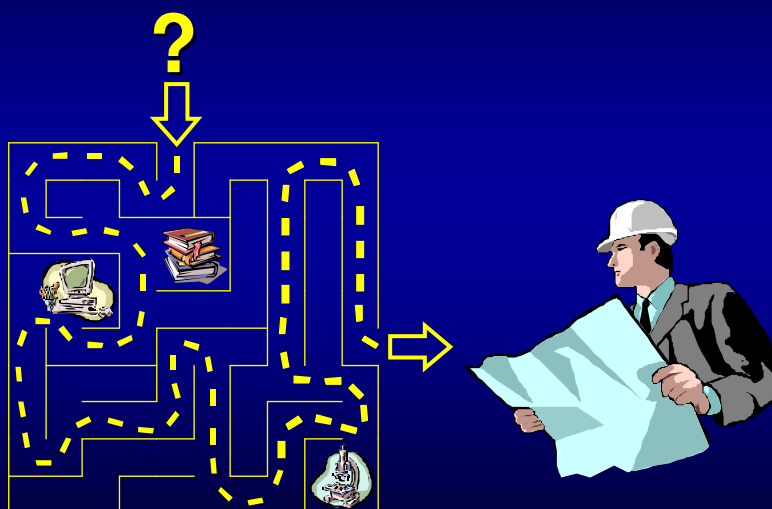
5. DIMENSIONAMENTO



VASCO PEIXOTO DE FREITAS

22. Nov. 2005 - 37

## CONCLUSÃO



VASCO PEIXOTO DE FREITAS

22. Nov. 2005 - 38