

# ISOLAMENTO TÉRMICO DE FACHADAS PELO EXTERIOR

*Reboco Delgado Armado sobre Poliestireno Expandido*

— ETICS —

---

Vasco Peixoto de Freitas

Pedro Filipe Gonçalves

## ESTRUTURAÇÃO

---

- I. INTRODUÇÃO
- II. EVOLUÇÃO NA CONCEPÇÃO DE FACHADAS EM PORTUGAL
- III. SISTEMAS DE ISOLAMENTO TÉRMICO PELO EXTERIOR
- IV. VANTAGENS DOS SISTEMAS DE ISOLAMENTO TÉRMICO PELO EXTERIOR
- V. DESCRIÇÃO DO SISTEMA DE REVESTIMENTO CONSTITUÍDO POR **REBOCO DELGADO ARMADO SOBRE POLIESTIRENO EXPANDIDO – ETICS**

## ESTRUTURAÇÃO (continuação)

---

- VI. CONTROLO DE QUALIDADE E EXIGÊNCIAS A SATISFAZER PELO SISTEMA
- VII. MANUTENÇÃO E REPARAÇÃO
- VIII. PORMENORIZAÇÃO CONSTRUTIVA
- IX. PATOLOGIAS DO SISTEMA
- X. ANÁLISE TÉCNICO-ECONÓMICA DAS SOLUÇÕES DE PAREDE DUPLA E PAREDES SIMPLES COM ISOLAMENTO TÉRMICO PELO EXTERIOR
- XI. A IMPORTÂNCIA DA HOMOLOGAÇÃO DOS SISTEMAS DE ISOLAMENTO TÉRMICO PELO EXTERIOR
- XII. EXEMPLOS DE APLICAÇÃO

## I

---

## INTRODUÇÃO

## INTRODUÇÃO

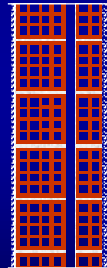
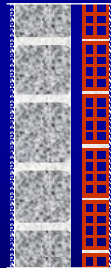
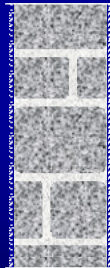


## II

## EVOLUÇÃO NA CONCEPÇÃO DE FACHADAS EM PORTUGAL

## EVOLUÇÃO NA CONCEPÇÃO DE FACHADAS EM PORTUGAL

.....>1940.....>1950.....>1960.....>1970.....>



Evolução das fachadas em Portugal

Vasco Peixoto de Freitas – Pedro Filipe Gonçalves

FEUP, Formação Contínua, 21 de Outubro de 2005 - 7

## EVOLUÇÃO NA CONCEPÇÃO DE FACHADAS EM PORTUGAL

.....>1980.....>1990.....>2000.....>



Evolução das fachadas em Portugal

Vasco Peixoto de Freitas – Pedro Filipe Gonçalves

FEUP, Formação Contínua, 21 de Outubro de 2005 - 8

## EVOLUÇÃO NA CONCEPÇÃO DE FACHADAS EM PORTUGAL



Alvenaria de tijolo vazado – Solução “tradicional” de paredes

Vasco Peixoto de Freitas – Pedro Filipe Gonçalves

FEUP, Formação Contínua, 21 de Outubro de 2005 - 9

## EVOLUÇÃO NA CONCEPÇÃO DE FACHADAS EM PORTUGAL



Vasco Peixoto de Freitas – Pedro Filipe Gonçalves

FEUP, Formação Contínua, 21 de Outubro de 2005 - 10

## EVOLUÇÃO NA CONCEPÇÃO DE FACHADAS EM PORTUGAL

- ▷ A correcção das pontes térmicas é fundamental para a resistência térmica global da envolvente e para evitar condensações superficiais
- ▷ Continuidade do isolamento térmico
- ▷ Soluções de isolamento térmico não podem gerar instabilidade

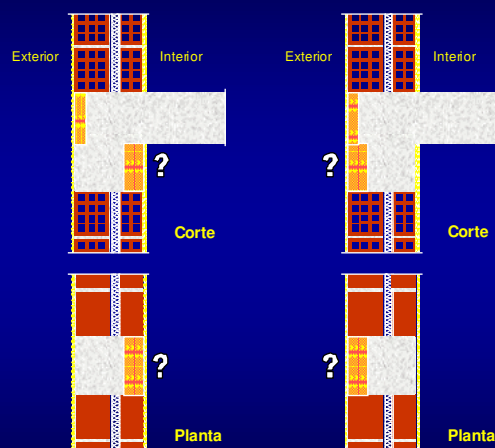
### Correcção de pontes térmicas

Vasco Peixoto de Freitas – Pedro Filipe Gonçalves

FEUP, Formação Contínua, 21 de Outubro de 2005 - 11

## EVOLUÇÃO NA CONCEPÇÃO DE FACHADAS EM PORTUGAL

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



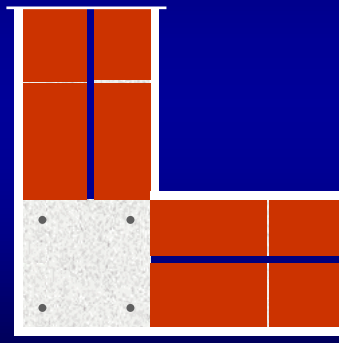
### Correcções propostas no Quadro VI.5 do RCCTE para paredes duplas com isolamento entre panos

Vasco Peixoto de Freitas – Pedro Filipe Gonçalves

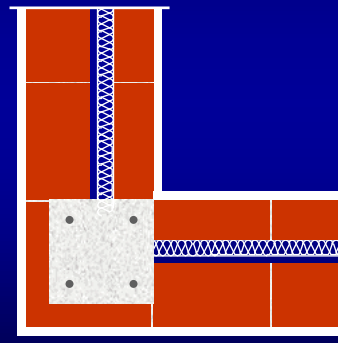
FEUP, Formação Contínua, 21 de Outubro de 2005 - 12

## EVOLUÇÃO NA CONCEPÇÃO DE FACHADAS EM PORTUGAL

Antes



Actualmente



Alteração da configuração da alvenaria

Vasco Peixoto de Freitas – Pedro Filipe Gonçalves

FEUP, Formação Contínua, 21 de Outubro de 2005 - 13

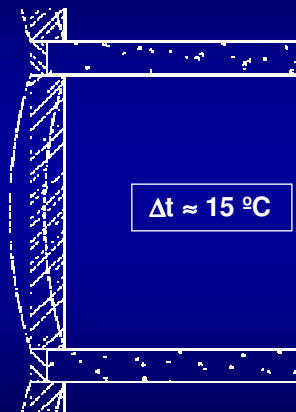
## EVOLUÇÃO NA CONCEPÇÃO DE FACHADAS EM PORTUGAL

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



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

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




Expansão das alvenarias – Influência da temperatura

Vasco Peixoto de Freitas – Pedro Filipe Gonçalves

FEUP, Formação Contínua, 21 de Outubro de 2005 - 14

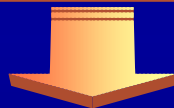
## EVOLUÇÃO NA CONCEPÇÃO DE FACHADAS EM PORTUGAL

- ▷ A humidade conduz a variações dimensionais dos tijolos
- ▷ Expansões **irreversíveis**
- ▷ Expansão do tijolo com a humidade  **1 mm/m**

Expansão das alvenarias – Influência da humidade

## EVOLUÇÃO NA CONCEPÇÃO DE FACHADAS EM PORTUGAL

MOVIMENTOS DAS ALVENARIAS CAUSADOS  
PELAS ACÇÕES HIGROTÉRMICAS



DEGRADAÇÃO DAS PAREDES

FISSURAÇÃO



## EVOLUÇÃO NA CONCEPÇÃO DE FACHADAS EM PORTUGAL

---

- ▷ A configuração das patologias depende do confinamento das alvenarias:
  - Alvenarias livres
  - Alvenarias confinadas
- ▷ Em paredes com pequenas restrições de movimentos, as deformações podem atingir valores incompatíveis com a sua resistência em pontos singulares (cunhais, vãos, etc.)
- ▷ Nas paredes confinadas apenas por elementos horizontais, as restrições impostas à movimentação das alvenarias podem provocar a sua encurvadura, caso a sua esbelteza seja elevada

Vasco Peixoto de Freitas – Pedro Filipe Gonçalves

FEUP, Formação Contínua, 21 de Outubro de 2005 - 17

## EVOLUÇÃO NA CONCEPÇÃO DE FACHADAS EM PORTUGAL

---

- ▷ Três exemplos de edifícios com problemas de fissuração causados pela expansão higrotérmica das alvenarias:
  - A. Hotel
  - B. Teatro
  - C. Habitações em banda

Estudo de casos

Vasco Peixoto de Freitas – Pedro Filipe Gonçalves

FEUP, Formação Contínua, 21 de Outubro de 2005 - 18

# EVOLUÇÃO NA CONCEPÇÃO DE FACHADAS EM PORTUGAL



## Estudo de casos – Metodologia

Vasco Peixoto de Freitas – Pedro Filipe Gonçalves

FEUP, Formação Contínua, 21 de Outubro de 2005 - 19

# EVOLUÇÃO NA CONCEPÇÃO DE FACHADAS EM PORTUGAL

- ▷ Cerca de 15 anos de idade
- ▷ Fissuração acentuada
  - Cunhais
  - Base das platibandas
  - Guardas das varandas



## Estudo de casos – Hotel

Vasco Peixoto de Freitas – Pedro Filipe Gonçalves

FEUP, Formação Contínua, 21 de Outubro de 2005 - 20

## EVOLUÇÃO NA CONCEPÇÃO DE FACHADAS EM PORTUGAL

Zona de fachada  
que ruiu



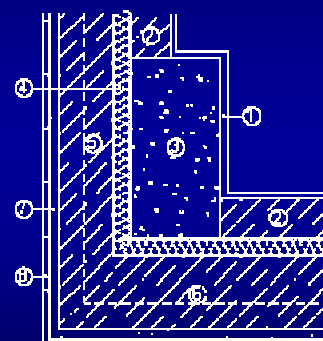
Estudo de casos – Hotel

Vasco Peixoto de Freitas – Pedro Filipe Gonçalves

FEUP, Formação Contínua, 21 de Outubro de 2005 - 21

## EVOLUÇÃO NA CONCEPÇÃO DE FACHADAS EM PORTUGAL

- ▷ As fachadas são constituídas por dois panos de alvenaria de tijolo vazado, com poliestireno expandido a preencher totalmente a caixa de ar
- ▷ A alvenaria exterior, com 0,20 m ou 0,15 m, e o isolamento térmico envolvem os pilares em betão armado



Corte horizontal

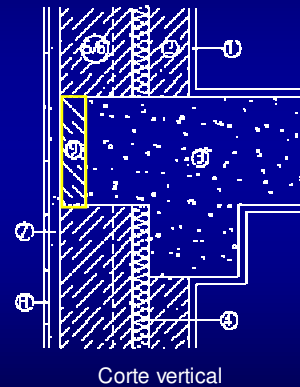
Estudo de casos – Hotel

Vasco Peixoto de Freitas – Pedro Filipe Gonçalves

FEUP, Formação Contínua, 21 de Outubro de 2005 - 22

## EVOLUÇÃO NA CONCEPÇÃO DE FACHADAS EM PORTUGAL

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



### Estudo de casos – Hotel

Vasco Peixoto de Freitas – Pedro Filipe Gonçalves

FEUP, Formação Contínua, 21 de Outubro de 2005 - 23

## EVOLUÇÃO NA CONCEPÇÃO DE FACHADAS EM PORTUGAL

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



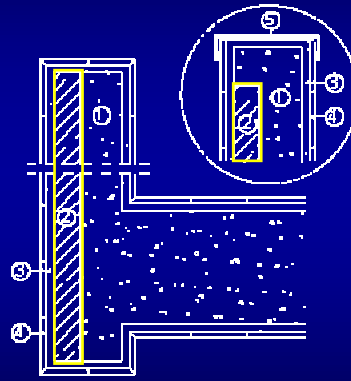
### Estudo de casos – Hotel

Vasco Peixoto de Freitas – Pedro Filipe Gonçalves

FEUP, Formação Contínua, 21 de Outubro de 2005 - 24

## EVOLUÇÃO NA CONCEPÇÃO DE FACHADAS EM PORTUGAL

- ▷ As guardas das varandas e as platibandas são em betão armado com cerca de 0,10 m e **tijolo vazado com 0,07 m de espessura** colocados como cofragem antes da betonagem



Corte vertical

### Estudo de casos – Hotel

Vasco Peixoto de Freitas – Pedro Filipe Gonçalves

FEUP, Formação Contínua, 21 de Outubro de 2005 - 25

## EVOLUÇÃO NA CONCEPÇÃO DE FACHADAS EM PORTUGAL

- ▷ 3 anos de idade
- ▷ Fissuração mais expressivas
  - Junto aos cunhais
  - Junto a vãos
  - Junto de apoio dos panos exteriores de alvenaria



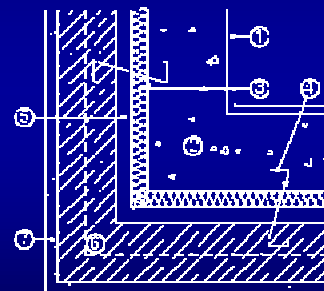
### Estudo de casos – Teatro

Vasco Peixoto de Freitas – Pedro Filipe Gonçalves

FEUP, Formação Contínua, 21 de Outubro de 2005 - 26

## EVOLUÇÃO NA CONCEPÇÃO DE FACHADAS EM PORTUGAL

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



Corte horizontal

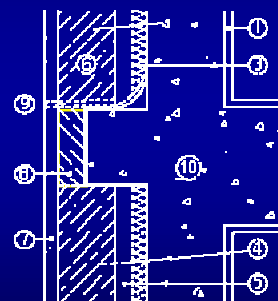
### Estudo de casos – Teatro

Vasco Peixoto de Freitas – Pedro Filipe Gonçalves

FEUP, Formação Contínua, 21 de Outubro de 2005 - 27

## EVOLUÇÃO NA CONCEPÇÃO DE FACHADAS EM PORTUGAL

- ▷ 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



Corte vertical

### Estudo de casos – Teatro

Vasco Peixoto de Freitas – Pedro Filipe Gonçalves

FEUP, Formação Contínua, 21 de Outubro de 2005 - 28

## EVOLUÇÃO NA CONCEPÇÃO DE FACHADAS EM PORTUGAL

- ▷ Fissuração em fase de construção



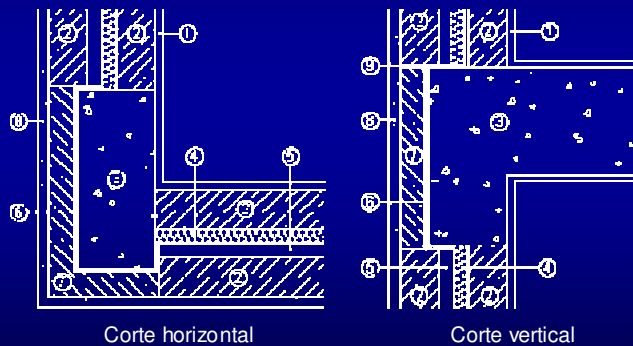
Estudo de casos – Habitações em banda

Vasco Peixoto de Freitas – Pedro Filipe Gonçalves

FEUP, Formação Contínua, 21 de Outubro de 2005 - 29

## EVOLUÇÃO NA CONCEPÇÃO DE FACHADAS EM PORTUGAL

- ▷ Composição das paredes exteriores



Estudo de casos – Habitações em banda

Vasco Peixoto de Freitas – Pedro Filipe Gonçalves

FEUP, Formação Contínua, 21 de Outubro de 2005 - 30



## SISTEMAS DE ISOLAMENTO TÉRMICO PELO EXTERIOR

## SISTEMAS DE ISOLAMENTO TÉRMICO PELO EXTERIOR

- ▷ Para **melhorar o conforto térmico** nos edifícios é necessário **isolar termicamente** a sua envolvente para minimizar as trocas térmicas com o exterior, reduzir as necessidades de aquecimento e **minorar o risco de condensações superficiais**
- ▷ Em alguns Países Europeus existe uma crescente utilização de sistemas de isolamento de fachadas pelo exterior, sobretudo na **reabilitação de edifícios** cuja envolvente vertical apresente insuficiente isolamento térmico, aspecto degradado ou problemas de estanquidade
- ▷ De uma forma geral, os sistemas de isolamento pelo exterior compreendem uma camada de isolamento directamente aplicada sobre o suporte e um paramento exterior que o protege, em particular das solicitações climáticas e mecânicas



# 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 – Pedro Filipe Gonçalves

FEUP, Formação Contínua, 21 de Outubro de 2005 - 33

# SISTEMAS DE ISOLAMENTO TÉRMICO PELO EXTERIOR

.....1940.....1950.....1960.....1970.....1980.....1990.....2000.....→

Após a 2.ª Guerra Mundial a Europa atravessava uma difícil situação económica.

O custo de aquecimento dos edifícios e a escassez de combustíveis eram motivos de preocupação.

Estudos realizados na altura indicavam que o isolamento térmico seria mais eficaz se aplicado pelo exterior.

Na Suécia surgiu um sistema de isolamento exterior de paredes constituído por lã mineral revestida com um reboco de cimento e cal.

## Evolução histórica dos ETICS

Vasco Peixoto de Freitas – Pedro Filipe Gonçalves

FEUP, Formação Contínua, 21 de Outubro de 2005 - 34

## SISTEMAS DE ISOLAMENTO TÉRMICO PELO EXTERIOR

.....1940.....1950.....1960.....1970.....1980.....1990.....2000.....→

De acordo com alguns autores, o responsável pelo desenvolvimento dos sistemas de reboco delgado armado sobre poliestireno expandido, tal como o conhecemos, foi Edwin Horbach.

Terá sido num pequeno laboratório que construiu na sua cave que testou vários tipos de produtos de reforço, diferentes composições de reboco e vários materiais de isolamento conhecidos na época.

### Evolução histórica dos ETICS

Vasco Peixoto de Freitas – Pedro Filipe Gonçalves

FEUP, Formação Contínua, 21 de Outubro de 2005 - 35

## SISTEMAS DE ISOLAMENTO TÉRMICO PELO EXTERIOR

.....1940.....1950.....1960.....1970.....1980.....1990.....2000.....→

Início da aplicação do sistema na Alemanha, utilizando o poliestireno expandido como material de isolamento.

### Evolução histórica dos ETICS

Vasco Peixoto de Freitas – Pedro Filipe Gonçalves

FEUP, Formação Contínua, 21 de Outubro de 2005 - 36

## SISTEMAS DE ISOLAMENTO TÉRMICO PELO EXTERIOR

.....1940.....1950.....1960.....1970.....1980.....1990.....2000.....>

Introdução do sistema nos Estados Unidos da América por Frank Morsilli.  
Foram feitas algumas alterações à forma de aplicação e em relação à pormenorização construtiva, para adaptar o sistema ao tipo de construção e às restrições económicas.

### Evolução histórica dos ETICS

Vasco Peixoto de Freitas – Pedro Filipe Gonçalves

FEUP, Formação Contínua, 21 de Outubro de 2005 - 37

## SISTEMAS DE ISOLAMENTO TÉRMICO PELO EXTERIOR

.....1940.....1950.....1960.....1970.....1980.....1990.....2000.....>

Durante a crise energética do final dos anos 60 e início dos anos 70 aumentou o interesse pelo isolamento térmico pelo exterior principalmente pela conservação de energia que lhe estava associada.

### Evolução histórica dos ETICS

Vasco Peixoto de Freitas – Pedro Filipe Gonçalves

FEUP, Formação Contínua, 21 de Outubro de 2005 - 38

## SISTEMAS DE ISOLAMENTO TÉRMICO PELO EXTERIOR

.....1940.....1950.....1960.....1970.....1980.....1990.....2000.....>

Generalização da utilização do sistema de reboco delgado armado sobre poliestireno expandido no nosso país.

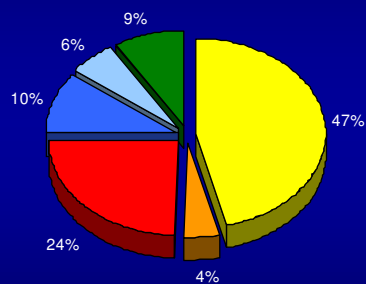
Reabilitação

### Evolução histórica dos ETICS

Vasco Peixoto de Freitas – Pedro Filipe Gonçalves

FEUP, Formação Contínua, 21 de Outubro de 2005 - 39

## SISTEMAS DE ISOLAMENTO TÉRMICO PELO EXTERIOR



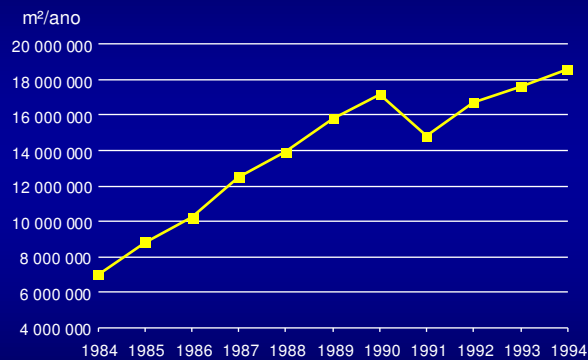
- Rebocos delgados sobre isolamento
- Rebocos hidráulicos sobre isolamento
- Fachadas ventiladas
- "Vêtures"
- Revestimento com placas de pedra
- Outros

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

Vasco Peixoto de Freitas – Pedro Filipe Gonçalves

FEUP, Formação Contínua, 21 de Outubro de 2005 - 40

## SISTEMAS DE ISOLAMENTO TÉRMICO PELO EXTERIOR

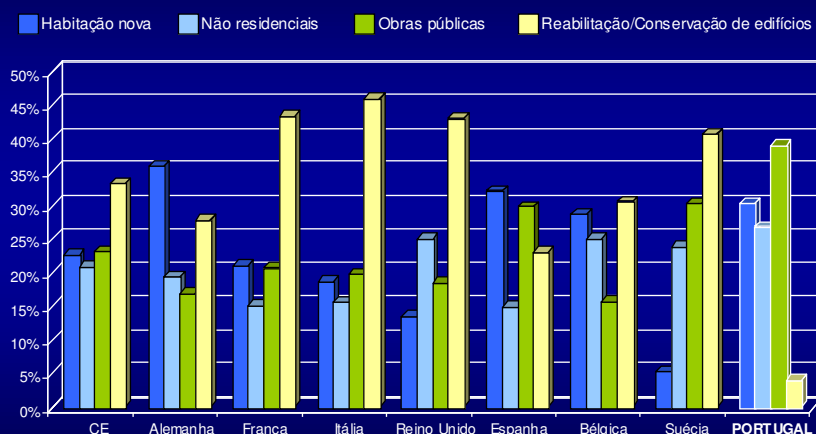


**Superfície total de ETICS aplicada nos Estados Unidos da América entre 1984 e 1994**

Vasco Peixoto de Freitas – Pedro Filipe Gonçalves

FEUP, Formação Contínua, 21 de Outubro de 2005 - 41

## SISTEMAS DE ISOLAMENTO TÉRMICO PELO EXTERIOR



**Repartição do investimento na construção em vários países europeus em 1997**

Vasco Peixoto de Freitas – Pedro Filipe Gonçalves

FEUP, Formação Contínua, 21 de Outubro de 2005 - 42

## IV

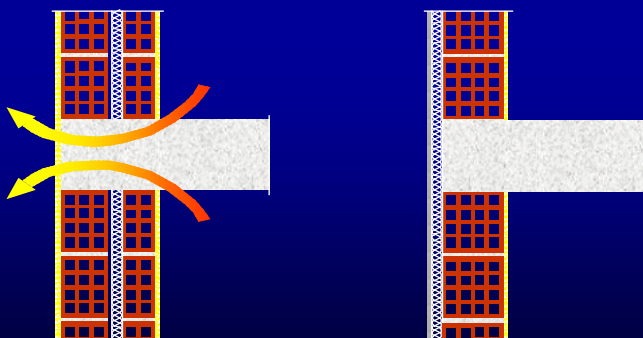
### VANTAGENS DOS SISTEMAS DE ISOLAMENTO TÉRMICO PELO EXTERIOR

Vasco Peixoto de Freitas – Pedro Filipe Gonçalves

FEUP, Formação Contínua, 21 de Outubro de 2005 - 43

### VANTAGENS DOS SISTEMAS DE ISOLAMENTO TÉRMICO PELO EXTERIOR

- ▷ Redução das **pontes térmicas**, permitindo obter o mesmo coeficiente de transmissão global da envolvente que outras soluções construtivas utilizando uma espessura de isolamento térmico mais reduzida



Vasco Peixoto de Freitas – Pedro Filipe Gonçalves

FEUP, Formação Contínua, 21 de Outubro de 2005 - 44

## VANTAGENS DOS SISTEMAS DE ISOLAMENTO TÉRMICO PELO EXTERIOR

- ▷ Economia de **energia**
- ▷ Diminuição do risco de **condensações** superficiais e internas
- ▷ Melhoria do conforto térmico de Inverno resultante do aumento da **inércia térmica interior**, dado que toda a massa das paredes da envolvente exterior pode armazenar calor
- ▷ Melhoria do conforto térmico de Verão, igualmente devido ao aumento de **inércia térmica interior**, atendendo a que as paredes têm um papel de regulação de temperatura, absorvendo calor nas horas mais quentes do dia para o restituir durante a noite

Vasco Peixoto de Freitas – Pedro Filipe Gonçalves

FEUP, Formação Contínua, 21 de Outubro de 2005 - 45

## VANTAGENS DOS SISTEMAS DE ISOLAMENTO TÉRMICO PELO EXTERIOR

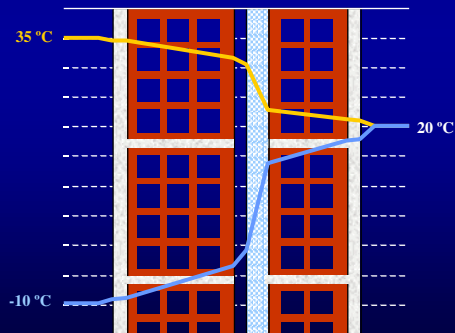
- ▷ Diminuição da espessura das paredes exteriores permitindo o aumento da **área habitável**
- ▷ Redução do peso das paredes e das **cargas permanentes** sobre a estrutura
- ▷ Melhoria da **impermeabilidade** das paredes
- ▷ Possibilidade de mutação do aspecto das fachadas e colocação em obra sem perturbar os ocupantes, o que torna esta técnica de isolamento particularmente adequada na **reabilitação** de fachadas degradadas
- ▷ Simplicidade de **colocação em obra**, por colagem
- ▷ Grande variedade de **cores e texturas** de acabamento

Vasco Peixoto de Freitas – Pedro Filipe Gonçalves

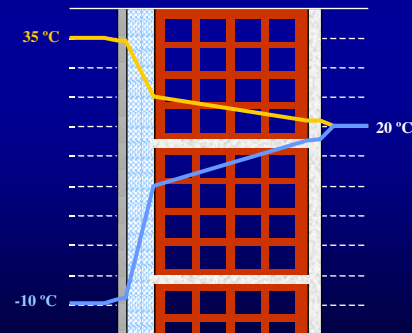
FEUP, Formação Contínua, 21 de Outubro de 2005 - 46

## 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 – Pedro Filipe Gonçalves



FEUP, Formação Contínua, 21 de Outubro de 2005 - 47

## V

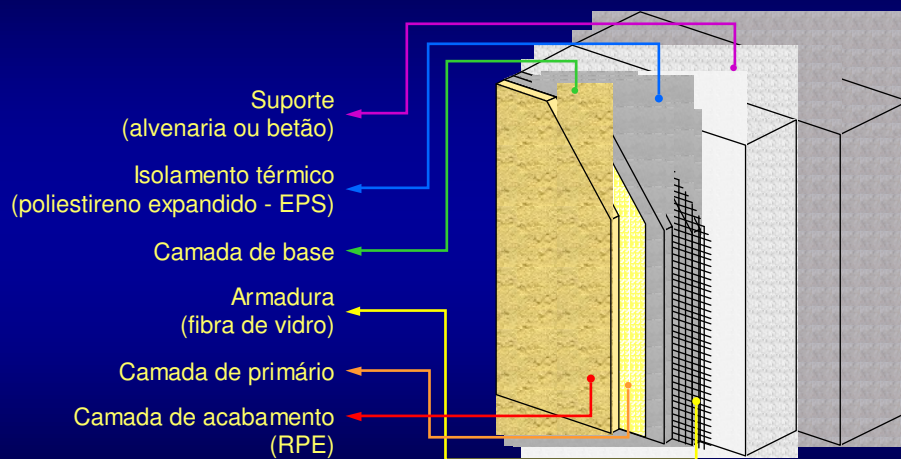
### DESCRIÇÃO DO SISTEMA DE REVESTIMENTO CONSTITUÍDO POR REBOCO DELGADO ARMADO SOBRE POLIESTIRENO EXPANDIDO

Vasco Peixoto de Freitas – Pedro Filipe Gonçalves

FEUP, Formação Contínua, 21 de Outubro de 2005 - 48



## REBOCO DELGADO ARMADO SOBRE POLIESTIRENO EXPANDIDO – ETICS

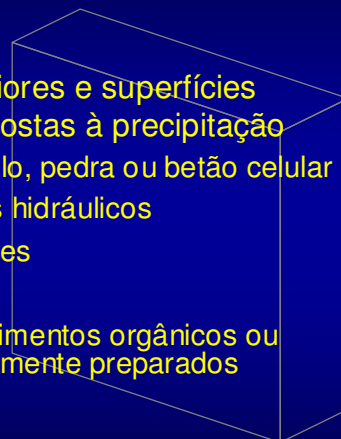


Vasco Peixoto de Freitas – Pedro Filipe Gonçalves

FEUP, Formação Contínua, 21 de Outubro de 2005 - 49

## REBOCO DELGADO ARMADO SOBRE POLIESTIRENO EXPANDIDO – ETICS

- ▷ Superfícies planas verticais exteriores e superfícies horizontais ou inclinadas não expostas à precipitação
  - Alvenaria de blocos de betão, tijolo, pedra ou betão celular
  - Alvenaria com reboco de ligantes hidráulicos
  - Betão de inertes correntes ou leves
  - Painéis prefabricados de betão
  - Suportes pintados ou com revestimentos orgânicos ou minerais, desde que convenientemente preparados



Suporte

Vasco Peixoto de Freitas – Pedro Filipe Gonçalves

FEUP, Formação Contínua, 21 de Outubro de 2005 - 50

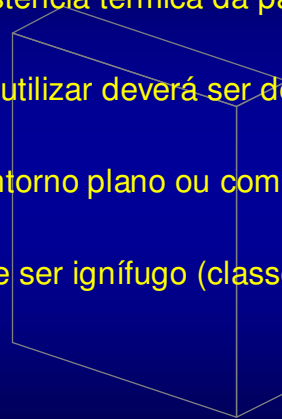
## REBOCO DELGADO ARMADO SOBRE POLIESTIRENO EXPANDIDO – ETICS

- ▷ Utilizado para preparar a cola que se destina a fixar, por aderência, o isolamento térmico (poliestireno expandido) ao suporte
- ▷ Produto pré-preparado fornecido em pasta (copolímero acrílico em dispersão) ao qual se junta 30% de peso de cimento Portland

Produto de colagem

## REBOCO DELGADO ARMADO SOBRE POLIESTIRENO EXPANDIDO – ETICS

- ▷ Destina-se a aumentar a resistência térmica da parede na qual é aplicado o sistema
- ▷ A espessura de isolamento a utilizar deverá ser definida pelo cálculo térmico
- ▷ Fornecido em placas com contorno plano ou com entalhe
- ▷ O poliestireno expandido deve ser ignífugo (classe de reacção ao fogo M1)



Isolamento térmico – Poliestireno expandido (EPS)

## REBOCO DELGADO ARMADO SOBRE POLIESTIRENO EXPANDIDO – ETICS

- ▷ O nível mínimo de aptidão de utilização do isolamento deverá ser I2S4O3L4E2 (ACERMI)
- ▷ As placas de poliestireno expandido deverão satisfazer as especificações do documento “*Polystyrène expansé moulé certifié ACERMI - Spécifications particulières à l'emploi comme support d'enduit mince (PSE collé et fixé mécaniquement)*”
- ▷ O isolamento deve ser armazenado ao abrigo das intempéries e deverá estar protegido dos agentes que possam causar a sua degradação

Isolamento térmico – Poliestireno expandido (EPS)

Vasco Peixoto de Freitas – Pedro Filipe Gonçalves

FEUP, Formação Contínua, 21 de Outubro de 2005 - 53

## REBOCO DELGADO ARMADO SOBRE POLIESTIRENO EXPANDIDO – ETICS

- ▷ Destina-se à preparação da argamassa de reboco a aplicar directamente sobre o isolamento térmico (camada de base)
- ▷ Na maior parte dos casos, o produto é idêntico ao produto de colagem
- ▷ A camada de base consiste num reboco (barramento) com alguns milímetros de espessura, realizado em várias passagens sobre o isolamento, de forma a permitir o completo recobrimento da armadura

Produto de base

Vasco Peixoto de Freitas – Pedro Filipe Gonçalves

FEUP, Formação Contínua, 21 de Outubro de 2005 - 54

## REBOCO DELGADO ARMADO SOBRE POLIESTIRENO EXPANDIDO – ETICS

- ▷ As armaduras de fibra de vidro (tecidas ou coladas termicamente) destinam-se a ser incorporadas na camada de base
- ▷ Devem ter um tratamento de protecção anti-alkalino
- ▷ Utilizam-se dois tipos de armaduras:
  - Normal - têm como função melhorar a resistência mecânica do reboco e assegurar a sua continuidade
  - Reforçada - utilizada como complemento das armaduras normais para melhorar a resistência ao choque do reboco

### Armadura

## REBOCO DELGADO ARMADO SOBRE POLIESTIRENO EXPANDIDO – ETICS

- ▷ Pintura opaca à base de resinas em solução aquosa, que é aplicada sobre a camada de base
- ▷ Tem como função regular a absorção e melhorar a aderência da camada de acabamento
- ▷ Alguns sistemas não incluem a camada de primário

### Primário

## REBOCO DELGADO ARMADO SOBRE POLIESTIRENO EXPANDIDO – ETICS

- ▷ O revestimento final é aplicado sobre a camada de base ou sobre a camada de primário (caso exista)
- ▷ Destina-se a assegurar o aspecto final do ETICS
- ▷ Trata-se de um revestimento plástico espesso (RPE), sob a forma de pasta, pronto a aplicar
- ▷ Em fachadas orientadas a Sul ou a Poente não devem ser utilizados revestimentos cujo coeficiente de absorção da radiação solar ( $\alpha_s$ ) seja superior a 0,7
- ▷ Devem-se evitar grandes contrastes de cores na mesma fachada

### Revestimento final – RPE

Vasco Peixoto de Freitas – Pedro Filipe Gonçalves

FEUP, Formação Contínua, 21 de Outubro de 2005 - 57

## REBOCO DELGADO ARMADO SOBRE POLIESTIRENO EXPANDIDO – ETICS

- ▷ Como complemento à colagem poderão ser utilizados elementos plásticos incorporando um prego para fixar mecanicamente o isolamento ao suporte
- ▷ Perfis de arranque e perfis laterais em alumínio ou aço inoxidável
- ▷ Cantoneiras de reforço das arestas em alumínio, aço inoxidável, fibra de vidro ou PVC
- ▷ Outros perfis de ligação em alumínio, aço inoxidável ou zinco (para rufos e capeamentos)
- ▷ Não devem ser utilizados perfis em aço galvanizado

### Fixações mecânicas e acessórios

Vasco Peixoto de Freitas – Pedro Filipe Gonçalves

FEUP, Formação Contínua, 21 de Outubro de 2005 - 58

## REBOCO DELGADO ARMADO SOBRE POLIESTIRENO EXPANDIDO – ETICS

- ▷ As faces dos perfis, sobre as quais deva ser aplicado reboco, devem ter uma largura mínima de 30 mm e apresentar duas fiadas de orifícios que correspondam a 15% da superfície (diâmetro dos orifícios  $\geq 6$  mm)
- ▷ Mastiques elastómeros ou plásticos de 1.ª categoria (silicone, poliuretano, acrílicos,...) e cordões de espuma impregnada pré-comprimida
- ▷ Perfis cobre-juntas

### Fixações mecânicas e acessórios

Vasco Peixoto de Freitas – Pedro Filipe Gonçalves

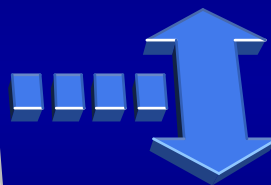
FEUP, Formação Contínua, 21 de Outubro de 2005 - 59

## REBOCO DELGADO ARMADO SOBRE POLIESTIRENO EXPANDIDO – ETICS

### EXAME DETALHADO DO EDIFÍCIO

- ☒ Área de fachada a revestir
- ☒ Características do suporte
- ☒ Dimensão e forma dos vãos e peitoris
- ☒ Dispositivos de oclusão
- ☒ Rede de águas pluviais
- ☒ Grelhas de ventilação
- ☒ Terraços e varandas
- ☒ Juntas de dilatação
- ☒ Instalação eléctrica
- ☒ Tipo de cobertura e o seu contorno
- ☒ Torneiras ou outros elementos fixos à fachada
- ☒ Zonas de embasamento

### PORMENORIZAÇÃO CONSTRUTIVA



### ORÇAMENTO RIGOROSO

### Preparação dos trabalhos – Análise do edifício

Vasco Peixoto de Freitas – Pedro Filipe Gonçalves

FEUP, Formação Contínua, 21 de Outubro de 2005 - 60

## REBOCO DELGADO ARMADO SOBRE POLIESTIRENO EXPANDIDO – ETICS

- ▷ Dispositivo mecânico de mistura
- ▷ Colher de pedreiro e talocha dentada
- ▷ Maço ou talocha em madeira
- ▷ Esquadro, nível e réguas
- ▷ Serra, plaina eléctrica e, eventualmente, talocha abrasiva
- ▷ Tesoura
- ▷ Espátula em inox
- ▷ Espátula de plástico ou rolo
- ▷ Equipamento de projecção



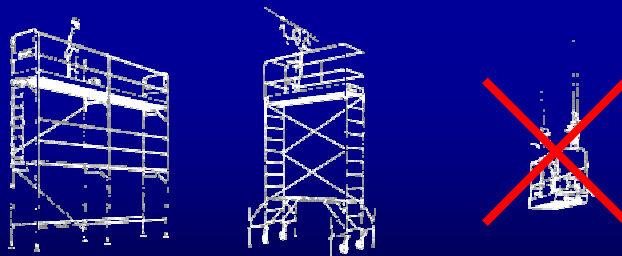
### Preparação dos trabalhos – Equipamento necessário

Vasco Peixoto de Freitas – Pedro Filipe Gonçalves

FEUP, Formação Contínua, 21 de Outubro de 2005 - 61

## REBOCO DELGADO ARMADO SOBRE POLIESTIRENO EXPANDIDO – ETICS

- ▷ Os andaimes a utilizar devem garantir a estabilidade e segurança dos operários que realizam a aplicação do sistema
- ▷ A utilização de andaimes suspensos não é aconselhável



### Preparação dos trabalhos – Andaimes

Vasco Peixoto de Freitas – Pedro Filipe Gonçalves

FEUP, Formação Contínua, 21 de Outubro de 2005 - 62

## REBOCO DELGADO ARMADO SOBRE POLIESTIRENO EXPANDIDO – ETICS

- ▷ O suporte deve ser plano, sem irregularidades significativas ou desníveis superiores a 1 cm (utilizando uma régua de 20 cm)
- ▷ Não deve apresentar poeiras ou outras partículas, produtos de descofragem ou humidade
- ▷ É necessário um período de secagem de 45 dias para os suportes em betão e de 30 dias para as alvenarias
- ▷ Caso seja necessário realizar uma regularização, deverá ser utilizado um reboco compatível com o produto de colagem do sistema

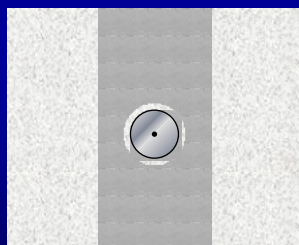
### Preparação dos suportes – Construções novas

Vasco Peixoto de Freitas – Pedro Filipe Gonçalves

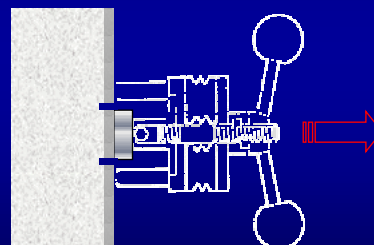
FEUP, Formação Contínua, 21 de Outubro de 2005 - 63

## REBOCO DELGADO ARMADO SOBRE POLIESTIRENO EXPANDIDO – ETICS

- ▷ Nos suporte de betão celular será necessário realizar **ensaios de aderência** da cola das placas de isolamento



Alçado



Corte vertical

### Preparação dos suportes – Construções novas

Vasco Peixoto de Freitas – Pedro Filipe Gonçalves

FEUP, Formação Contínua, 21 de Outubro de 2005 - 64



## REBOCO DELGADO ARMADO SOBRE POLIESTIRENO EXPANDIDO – ETICS

- ▷ As fissuras existentes, cuja largura seja superior a 2 mm, deverão ser tratadas
- ▷ Os suportes em betão que apresentem degradação por corrosão das armaduras, deverão ser reparados com produtos compatíveis com a cola utilizada para o isolamento térmico
- ▷ Os suportes de alvenaria ou betão rebocados com argamassas de ligantes hidráulicos, onde tenha sido aplicado algum produto hidrófugo de impregnação, deverão ser lavados com vapor ou jacto de água

### Preparação dos suportes – Construções existentes

Vasco Peixoto de Freitas – Pedro Filipe Gonçalves

FEUP, Formação Contínua, 21 de Outubro de 2005 - 65

## REBOCO DELGADO ARMADO SOBRE POLIESTIRENO EXPANDIDO – ETICS

- ▷ As pinturas ou revestimentos orgânicos existentes (revestimentos de impermeabilização e revestimentos plásticos espessos ou semi-espessos) devem ser removidos por decapagem
- ▷ Em função dos produtos a eliminar poderá ser utilizada a decapagem química, térmica, mecânica, jacto de areia ou de água
- ▷ A decapagem deve ser executada em toda a superfície

### Preparação dos suportes – Construções existentes

Vasco Peixoto de Freitas – Pedro Filipe Gonçalves

FEUP, Formação Contínua, 21 de Outubro de 2005 - 66

## REBOCO DELGADO ARMADO SOBRE POLIESTIRENO EXPANDIDO – ETICS

- ▷ Só é possível a aplicação do sistema em suportes revestidos com elementos cerâmicos se estes apresentarem aderência adequada
- ▷ Deve ser realizado um exame de toda a superfície e os elementos de revestimento que estejam soltos devem ser retirados
- ▷ Após a preparação do suporte deverão ser **sempre** realizados ensaios de aderência
- ▷ São também aplicáveis as recomendações apresentadas para os suportes novos

### Preparação dos suportes – Construções existentes

Vasco Peixoto de Freitas – Pedro Filipe Gonçalves

FEUP, Formação Contínua, 21 de Outubro de 2005 - 67

## REBOCO DELGADO ARMADO SOBRE POLIESTIRENO EXPANDIDO – ETICS

- ▷ Os trabalhos de colagem das placas de isolamento e de aplicação do reboco não devem ser realizados quando se verificarem as seguintes condições:
  - Períodos de chuva
  - Temperaturas inferiores a 5º C
  - Em superfícies expostas ao sol durante o Verão ou sujeitas ao vento forte
- ▷ A utilização de andaimes cobertos com toldos permite proteger os trabalhos de alguns destes factores
- ▷ Em tempo frio é necessário verificar o tempo de presa da cola

### Preparação dos trabalhos – Condições de aplicação

Vasco Peixoto de Freitas – Pedro Filipe Gonçalves

FEUP, Formação Contínua, 21 de Outubro de 2005 - 68

## REBOCO DELGADO ARMADO SOBRE POLIESTIRENO EXPANDIDO – ETICS

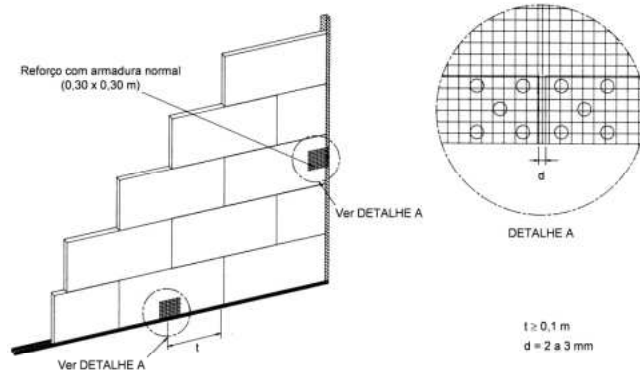
- ▷ Montagem dos andaimes e protecções individuais
- ▷ Remoção de todos os elementos existentes na fachada que tenham de ser substituídos ou cuja posição deva ser alterada
- ▷ Desmontagem dos tubos de queda garantindo-se que a evacuação das águas pluviais durante os trabalhos é efectuada longe das fachadas
- ▷ Preparação dos suportes
- ▷ Montagem dos perfis de arranque do sistema no limite inferior da zona a revestir

### Aplicação do sistema – Início dos trabalhos

Vasco Peixoto de Freitas – Pedro Filipe Gonçalves

FEUP, Formação Contínua, 21 de Outubro de 2005 - 69

## REBOCO DELGADO ARMADO SOBRE POLIESTIRENO EXPANDIDO – ETICS



### Aplicação do sistema – Início dos trabalhos

Vasco Peixoto de Freitas – Pedro Filipe Gonçalves

FEUP, Formação Contínua, 21 de Outubro de 2005 - 70

## REBOCO DELGADO ARMADO SOBRE POLIESTIRENO EXPANDIDO – ETICS

- ▷ Respeitar as dosagens recomendadas pelo fabricante para a preparação da cola
- ▷ A mistura deve ser realizada com meios mecânicos para que se obtenha um produto homogêneo
- ▷ Respeitar os tempos de repouso após a mistura
- ▷ Apenas aplicar produtos preparados recentemente

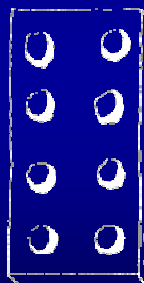
### Aplicação do sistema – Preparação da cola

Vasco Peixoto de Freitas – Pedro Filipe Gonçalves

FEUP, Formação Contínua, 21 de Outubro de 2005 - 71

## REBOCO DELGADO ARMADO SOBRE POLIESTIRENO EXPANDIDO – ETICS

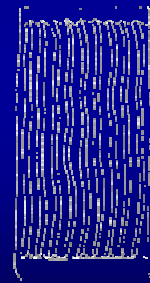
Colagem por pontos



Colagem por bandas



Colagem completa com talocha dentada



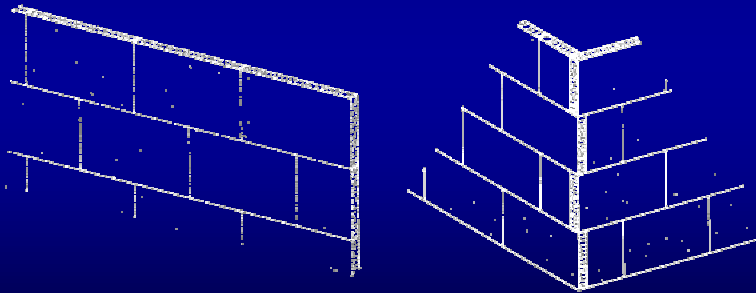
### Aplicação do sistema – Aplicação da cola

Vasco Peixoto de Freitas – Pedro Filipe Gonçalves

FEUP, Formação Contínua, 21 de Outubro de 2005 - 72

## REBOCO DELGADO ARMADO SOBRE POLIESTIRENO EXPANDIDO – ETICS

- ▷ As placas de isolamento são colocadas a partir da base da parede, sendo o nível de referência definido pelo perfil de arranque



Aplicação do sistema – Colocação das placas de isolamento

Vasco Peixoto de Freitas – Pedro Filipe Gonçalves

FEUP, Formação Contínua, 21 de Outubro de 2005 - 73

## REBOCO DELGADO ARMADO SOBRE POLIESTIRENO EXPANDIDO – ETICS

- ▷ As placas devem ser colocadas imediatamente após a aplicação da cola
- ▷ A regularidade da superfície deverá ser permanentemente verificada com uma régua de 2 m



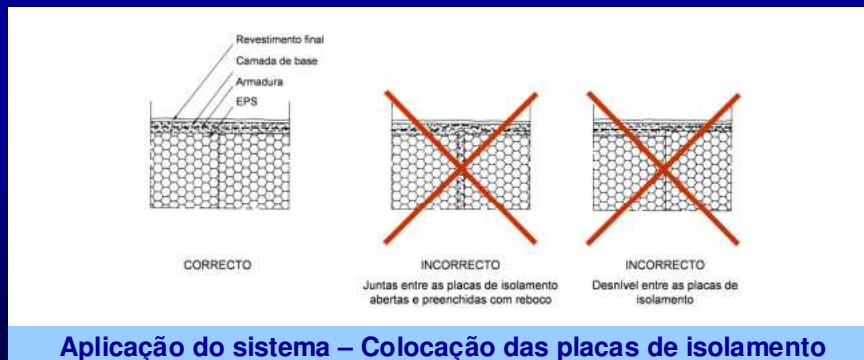
Aplicação do sistema – Colocação das placas de isolamento

Vasco Peixoto de Freitas – Pedro Filipe Gonçalves

FEUP, Formação Contínua, 21 de Outubro de 2005 - 74

## REBOCO DELGADO ARMADO SOBRE POLIESTIRENO EXPANDIDO – ETICS

- Os espaços existentes devido a placas degradadas e as juntas entre placas superiores a 2 mm deverão ser preenchidos com pedaços de poliestireno



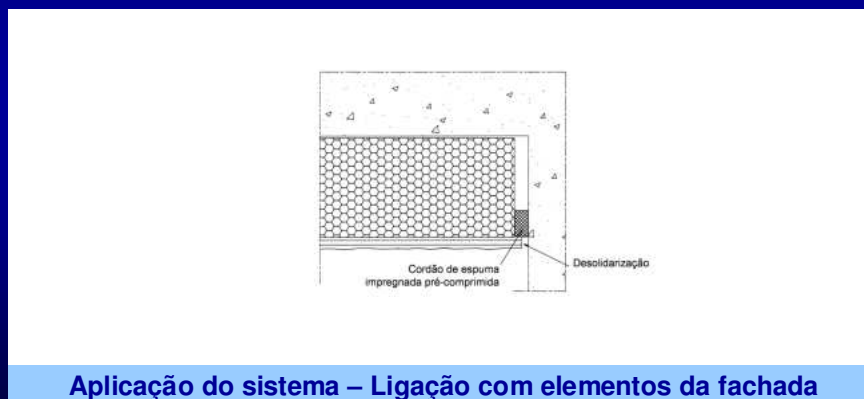
Aplicação do sistema – Colocação das placas de isolamento

Vasco Peixoto de Freitas – Pedro Filipe Gonçalves

FEUP, Formação Contínua, 21 de Outubro de 2005 - 75

## REBOCO DELGADO ARMADO SOBRE POLIESTIRENO EXPANDIDO – ETICS

- Deve existir uma folga de 5 mm entre o sistema e as caixilharias, peitoris ou saliências da fachada



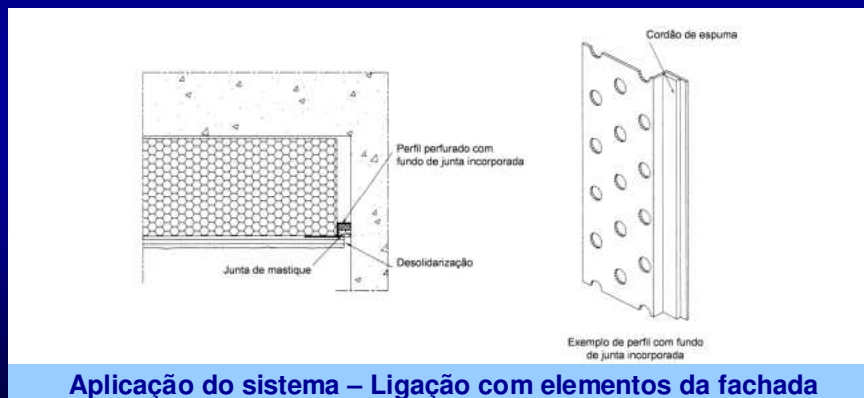
Aplicação do sistema – Ligação com elementos da fachada

Vasco Peixoto de Freitas – Pedro Filipe Gonçalves

FEUP, Formação Contínua, 21 de Outubro de 2005 - 76

## REBOCO DELGADO ARMADO SOBRE POLIESTIRENO EXPANDIDO – ETICS

- ▷ Deve existir uma folga de 5 mm entre o sistema e as caixilharias, peitoris ou saliências da fachada

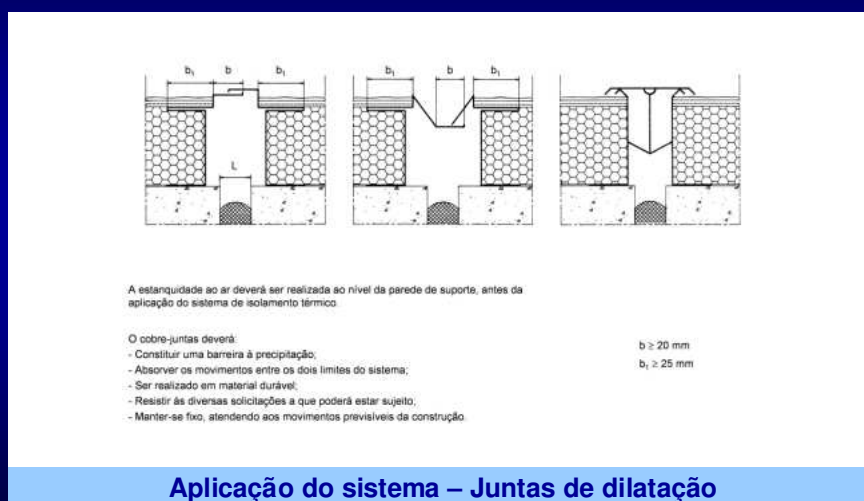


Aplicação do sistema – Ligação com elementos da fachada

Vasco Peixoto de Freitas – Pedro Filipe Gonçalves

FEUP, Formação Contínua, 21 de Outubro de 2005 - 77

## REBOCO DELGADO ARMADO SOBRE POLIESTIRENO EXPANDIDO – ETICS

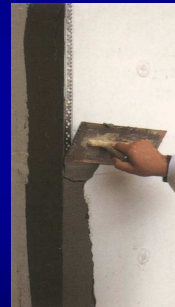
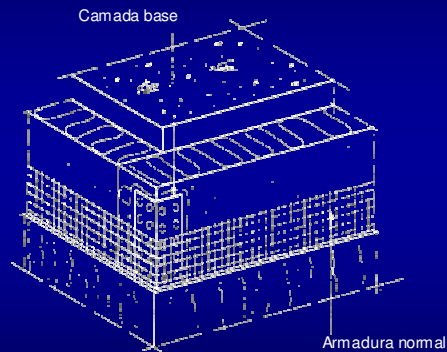


Aplicação do sistema – Juntas de dilatação

Vasco Peixoto de Freitas – Pedro Filipe Gonçalves

FEUP, Formação Contínua, 21 de Outubro de 2005 - 78

## REBOCO DELGADO ARMADO SOBRE POLIESTIRENO EXPANDIDO – ETICS

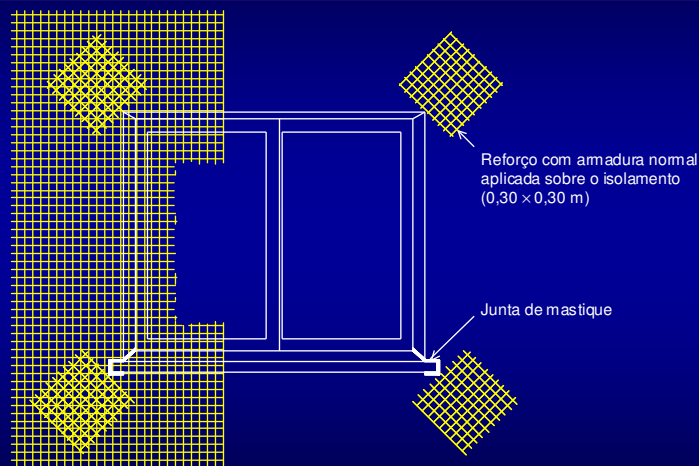


**Aplicação do sistema – Colocação de cantoneiras nas arestas verticais**

Vasco Peixoto de Freitas – Pedro Filipe Gonçalves

FEUP, Formação Contínua, 21 de Outubro de 2005 - 79

## REBOCO DELGADO ARMADO SOBRE POLIESTIRENO EXPANDIDO – ETICS



**Aplicação do sistema – Reforço de armadura no contorno dos vãos**

Vasco Peixoto de Freitas – Pedro Filipe Gonçalves

FEUP, Formação Contínua, 21 de Outubro de 2005 - 80



## REBOCO DELGADO ARMADO SOBRE POLIESTIRENO EXPANDIDO – ETICS

FACHADAS NÃO ACESSÍVEIS

Uma rede de armadura normal

FACHADAS ACESSÍVEIS POUCO EXPOSTAS A CHOQUES

Duas redes de armadura normal

FACHADAS ACESSÍVEIS MUITO EXPOSTAS A CHOQUES

?

Aplicação do sistema – Camada de base armada

Vasco Peixoto de Freitas – Pedro Filipe Gonçalves

FEUP, Formação Contínua, 21 de Outubro de 2005 - 81

## REBOCO DELGADO ARMADO SOBRE POLIESTIRENO EXPANDIDO – ETICS

- ▷ Realizada em várias subcamadas
- ▷ Aplicar a armadura sobre a primeira subcamada ainda fresca
- ▷ Aplicar a segunda subcamada de forma a envolver totalmente a armadura
- ▷ Nunca aplicar a armadura directamente sobre o isolamento

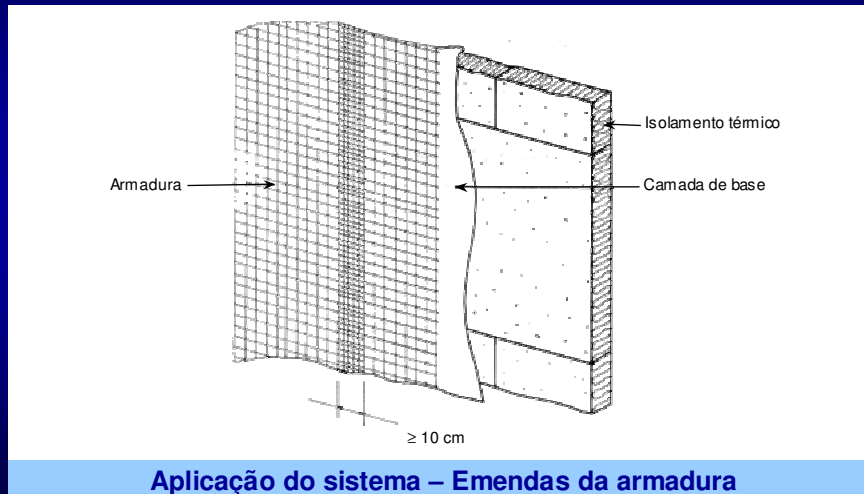


Aplicação do sistema – Camada de base armada

Vasco Peixoto de Freitas – Pedro Filipe Gonçalves

FEUP, Formação Contínua, 21 de Outubro de 2005 - 82

## REBOCO DELGADO ARMADO SOBRE POLIESTIRENO EXPANDIDO – ETICS



Vasco Peixoto de Freitas – Pedro Filipe Gonçalves

FEUP, Formação Contínua, 21 de Outubro de 2005 - 83

## REBOCO DELGADO ARMADO SOBRE POLIESTIRENO EXPANDIDO – ETICS

- ▷ Aplica-se após a secagem da camada base
- ▷ Destina-se a favorecer a aderência da camada de acabamento



**Aplicação do sistema – Camada de primário**

Vasco Peixoto de Freitas – Pedro Filipe Gonçalves

FEUP, Formação Contínua, 21 de Outubro de 2005 - 84

## REBOCO DELGADO ARMADO SOBRE POLIESTIRENO EXPANDIDO – ETICS

---

- ▷ Na aplicação da camada de acabamento em grandes superfícies é conveniente dividir a fachada a revestir em zonas delimitadas por juntas aparentes
- ▷ A superfície destes “painéis” deve ser tal que a aplicação possa ser feita sem interrupções
- ▷ A flecha máxima admissível sob uma régua de 2 m para o revestimento final é de 7 mm



### Aplicação do sistema – Camada de acabamento

Vasco Peixoto de Freitas – Pedro Filipe Gonçalves

FEUP, Formação Contínua, 21 de Outubro de 2005 - 85

## VI

---

### CONTROLO DE QUALIDADE E EXIGÊNCIAS A SATISFAZER PELO SISTEMA

Vasco Peixoto de Freitas – Pedro Filipe Gonçalves

FEUP, Formação Contínua, 21 de Outubro de 2005 - 86

## CONTROLO DE QUALIDADE E EXIGÊNCIAS A SATISFAZER



Vasco Peixoto de Freitas – Pedro Filipe Gonçalves

FEUP, Formação Contínua, 21 de Outubro de 2005 - 87

## CONTROLO DE QUALIDADE E EXIGÊNCIAS A SATISFAZER

- ▷ Estabilidade
  - Peso próprio
  - Acções climáticas extremas (vento)
  - Acções correspondentes à utilização normal (choques)
- ▷ Segurança em caso de incêndio
  - Reacção ao fogo

Segurança

Vasco Peixoto de Freitas – Pedro Filipe Gonçalves

FEUP, Formação Contínua, 21 de Outubro de 2005 - 88

## CONTROLO DE QUALIDADE E EXIGÊNCIAS A SATISFAZER

---

- ▷ Estanquidade à água (protecção contra a chuva)
- ▷ Condensações internas
- ▷ Isolamento térmico
  - Condutibilidade térmica do isolamento

### Habitabilidade

Vasco Peixoto de Freitas – Pedro Filipe Gonçalves

FEUP, Formação Contínua, 21 de Outubro de 2005 - 89

## CONTROLO DE QUALIDADE E EXIGÊNCIAS A SATISFAZER

---

- ▷ Durabilidade intrínseca dos materiais constituintes
- ▷ Durabilidade do sistema de isolamento térmico
- ▷ Constância de qualidade e controlos de qualidade
- ▷ Acção do calor e do frio
- ▷ Comportamento perante as acções mecânicas decorrentes da utilização normal
- ▷ Comportamento face aos movimentos da construção

### Durabilidade

Vasco Peixoto de Freitas – Pedro Filipe Gonçalves

FEUP, Formação Contínua, 21 de Outubro de 2005 - 90

## CONTROLO DE QUALIDADE E EXIGÊNCIAS A SATISFAZER

---

- ▷ Planeza e aspecto
- ▷ Fixação de objectos
- ▷ Manutenção
- ▷ Facilidade de aplicação

### Outras exigências

## VII

---

## MANUTENÇÃO E REPARAÇÃO

## MANUTENÇÃO E REPARAÇÃO

- ▷ Limpeza do revestimento para eliminar poeiras
  - Lavagem e escovagem com água a baixa pressão ou utilizando detergentes pouco agressivos
- ▷ Eliminação de microorganismos
  - Aplicação de produtos algicidas e/ou fungicidas compatíveis com o sistema, após lavagem do revestimento
- ▷ Renovação por pintura (10 anos)
  - Aplicação de pintura ou revestimento compatível com o sistema, resistente ao choque térmico e aos microorganismos e permeável ao vapor

### Manutenção

Vasco Peixoto de Freitas – Pedro Filipe Gonçalves

FEUP, Formação Contínua, 21 de Outubro de 2005 - 93

## MANUTENÇÃO E REPARAÇÃO

- ▷ Reparação de pequenos danos
  - Quando a área degradada não ultrapassa os 2 cm<sup>2</sup> a reparação consiste em preencher o vazio com produto idêntico ao utilizado como revestimento final
- ▷ Reparação de danos importantes, mas localizados
  - Delimitar uma superfície rectangular ou quadrada, envolvendo a parte degradada
  - Retirar todas as camadas do sistema até ao suporte e libertar a armadura da zona envolvente
  - Colar uma placa de isolamento de dimensão igual à da zona a tratar e aplicar nova armadura sob a existente
  - Refazer o reboco e a camada de acabamento

### Reparação

Vasco Peixoto de Freitas – Pedro Filipe Gonçalves

FEUP, Formação Contínua, 21 de Outubro de 2005 - 94

## VIII

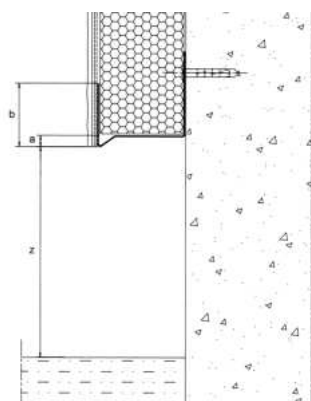
### PORMENORIZAÇÃO CONSTRUTIVA

Vasco Peixoto de Freitas – Pedro Filipe Gonçalves

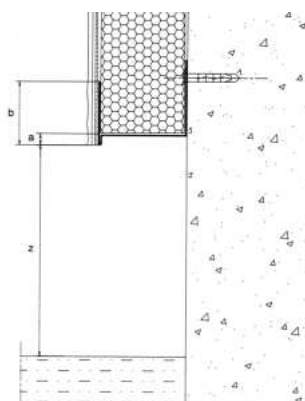
FEUP, Formação Contínua, 21 de Outubro de 2005 - 95

### PORMENORIZAÇÃO CONSTRUTIVA

Perfil com goteira



Duas armaduras



$a \geq 5 \text{ mm}$   
 $b \geq 30 \text{ mm}$   
 $z \geq 150 \text{ mm}$

Limite inferior do sistema – Perfil de arranque (corte vertical)

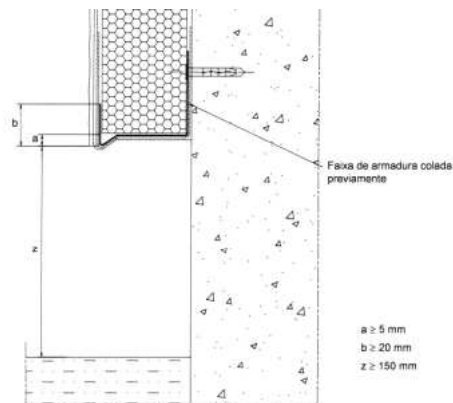
Vasco Peixoto de Freitas – Pedro Filipe Gonçalves

FEUP, Formação Contínua, 21 de Outubro de 2005 - 96



## PORMENORIZAÇÃO CONSTRUTIVA

Reboco reveste a face inferior do perfil



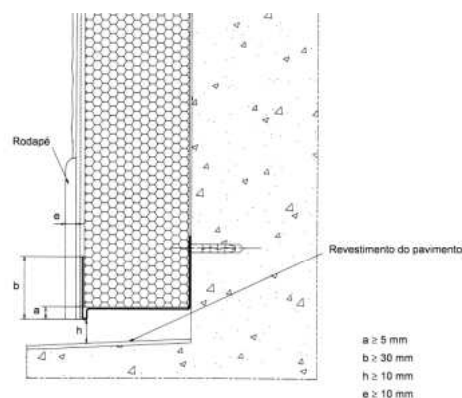
Limite inferior do sistema – Perfil de arranque (corte vertical)

Vasco Peixoto de Freitas – Pedro Filipe Gonçalves

FEUP, Formação Contínua, 21 de Outubro de 2005 - 97

## PORMENORIZAÇÃO CONSTRUTIVA

Ligação com pavimento de uma varanda

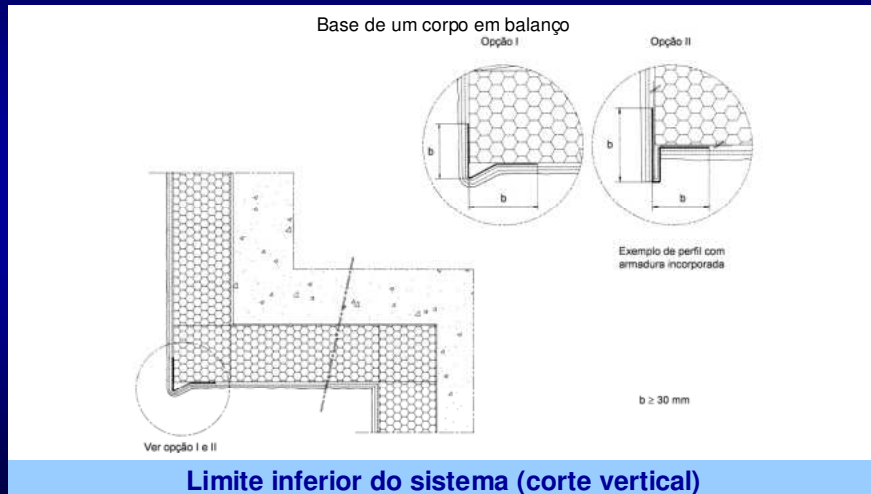


Limite inferior do sistema – Perfil de arranque (corte vertical)

Vasco Peixoto de Freitas – Pedro Filipe Gonçalves

FEUP, Formação Contínua, 21 de Outubro de 2005 - 98

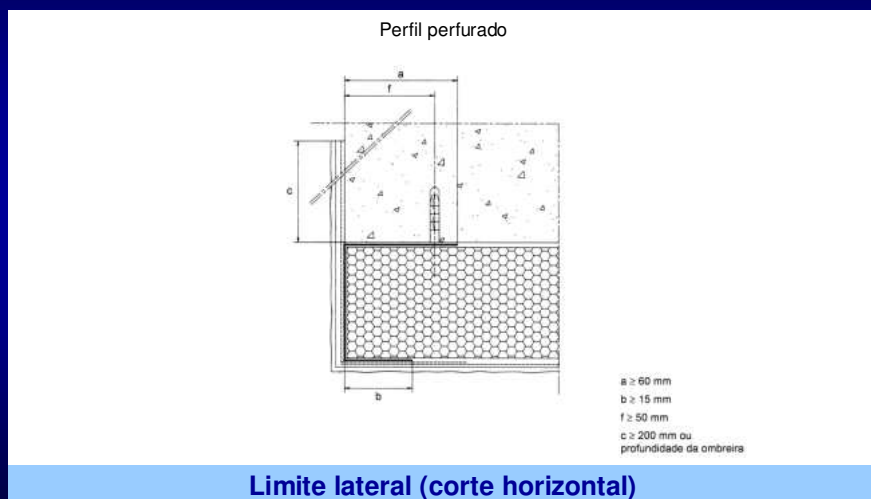
## PORMENORIZAÇÃO CONSTRUTIVA



Vasco Peixoto de Freitas – Pedro Filipe Gonçalves

FEUP, Formação Contínua, 21 de Outubro de 2005 - 99

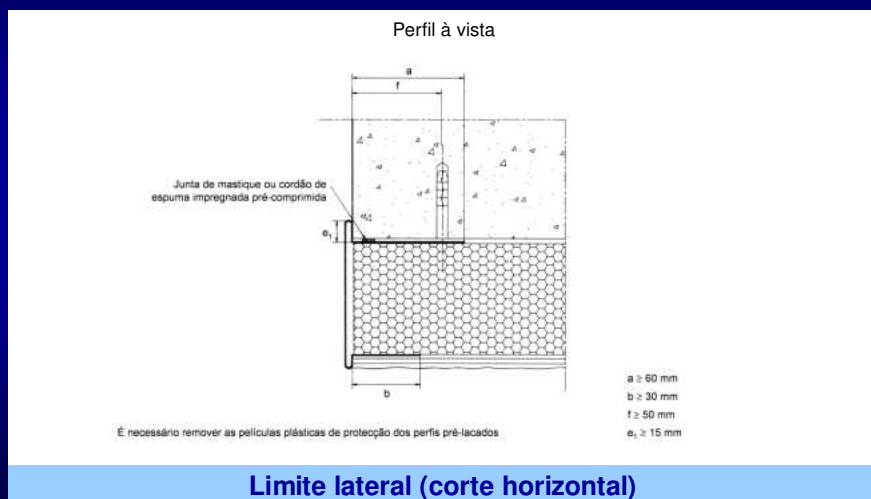
## PORMENORIZAÇÃO CONSTRUTIVA



Vasco Peixoto de Freitas – Pedro Filipe Gonçalves

FEUP, Formação Contínua, 21 de Outubro de 2005 - 100

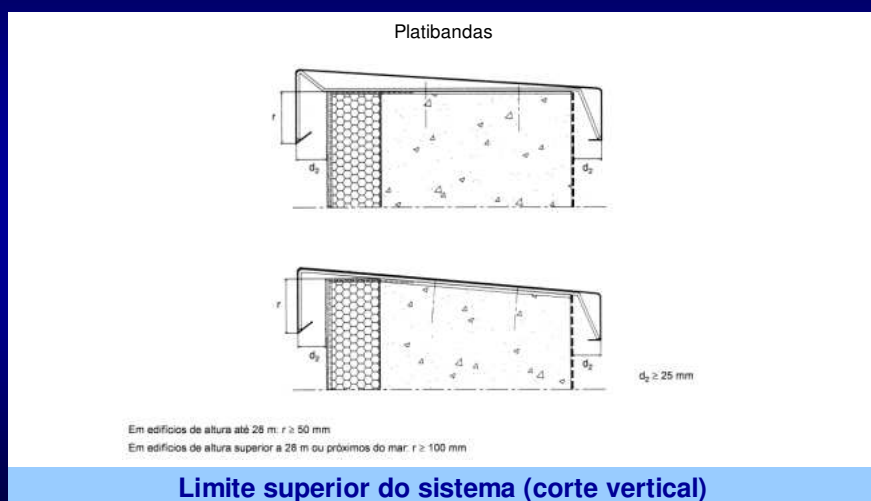
## PORMENORIZAÇÃO CONSTRUTIVA



Vasco Peixoto de Freitas – Pedro Filipe Gonçalves

FEUP, Formação Contínua, 21 de Outubro de 2005 - 101

## PORMENORIZAÇÃO CONSTRUTIVA

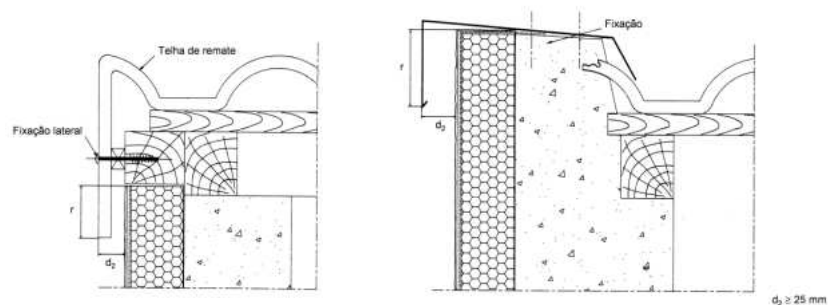


Vasco Peixoto de Freitas – Pedro Filipe Gonçalves

FEUP, Formação Contínua, 21 de Outubro de 2005 - 102

## PORMENORIZAÇÃO CONSTRUTIVA

Empenas



Em edifícios de altura até 28 m:  $r \geq 50$  mm  
Em edifícios de altura superior a 28 m ou próximos do mar:  $r \geq 100$  mm

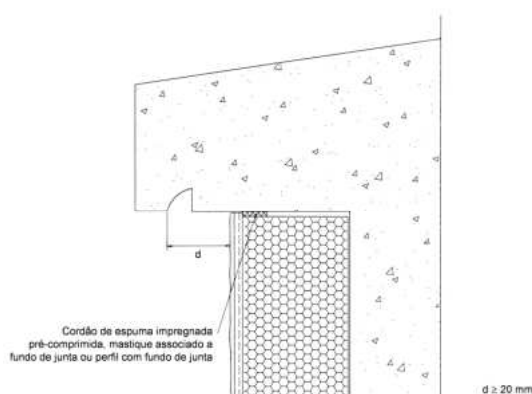
**Limite superior do sistema (corte vertical)**

Vasco Peixoto de Freitas – Pedro Filipe Gonçalves

FEUP, Formação Contínua, 21 de Outubro de 2005 - 103

## PORMENORIZAÇÃO CONSTRUTIVA

Peitoril

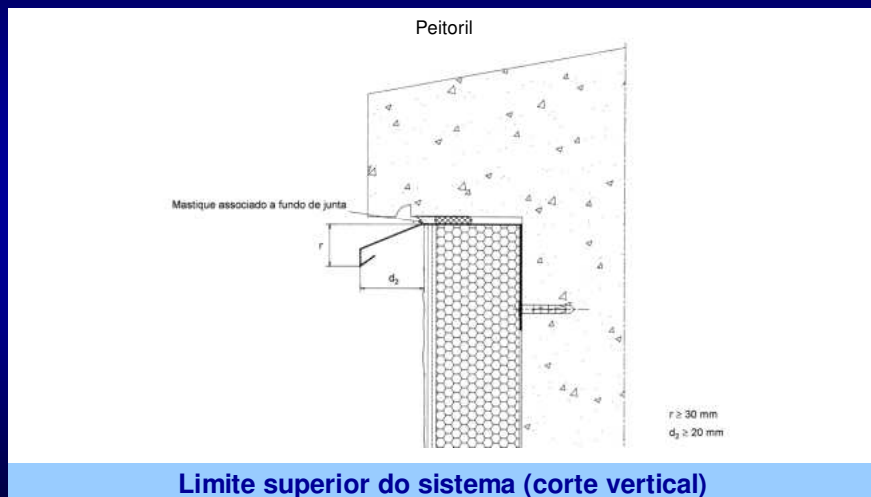


**Limite superior do sistema (corte vertical)**

Vasco Peixoto de Freitas – Pedro Filipe Gonçalves

FEUP, Formação Contínua, 21 de Outubro de 2005 - 104

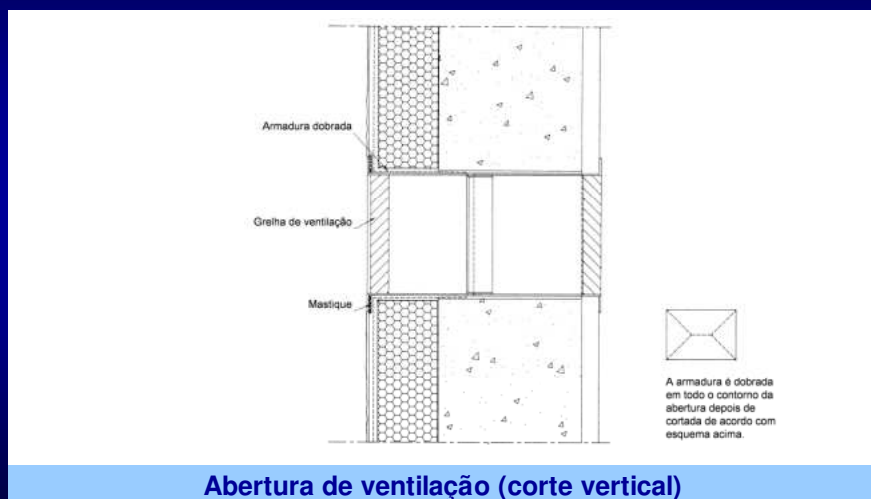
## PORMENORIZAÇÃO CONSTRUTIVA



Vasco Peixoto de Freitas – Pedro Filipe Gonçalves

FEUP, Formação Contínua, 21 de Outubro de 2005 - 105

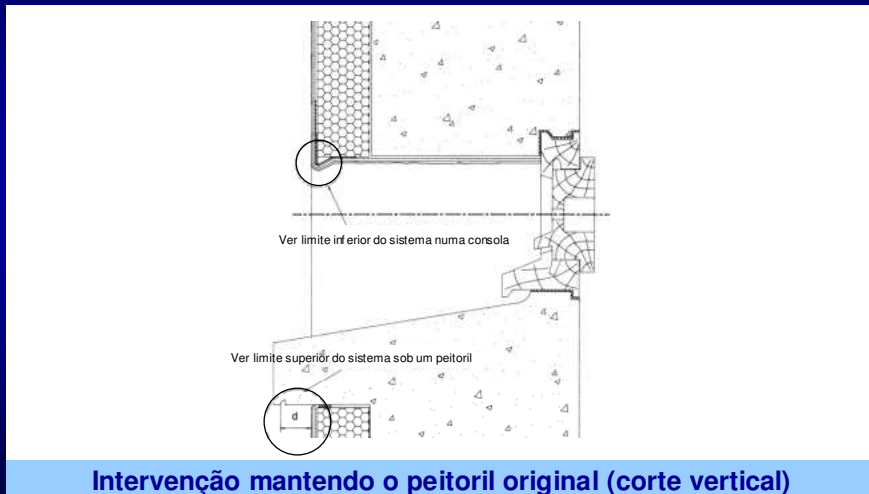
## PORMENORIZAÇÃO CONSTRUTIVA



Vasco Peixoto de Freitas – Pedro Filipe Gonçalves

FEUP, Formação Contínua, 21 de Outubro de 2005 - 106

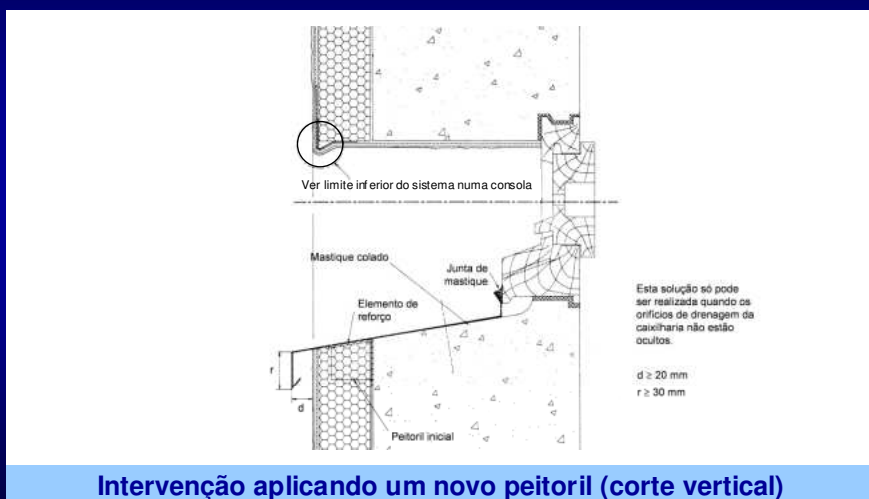
## PORMENORIZAÇÃO CONSTRUTIVA



Vasco Peixoto de Freitas – Pedro Filipe Gonçalves

FEUP, Formação Contínua, 21 de Outubro de 2005 - 107

## PORMENORIZAÇÃO CONSTRUTIVA



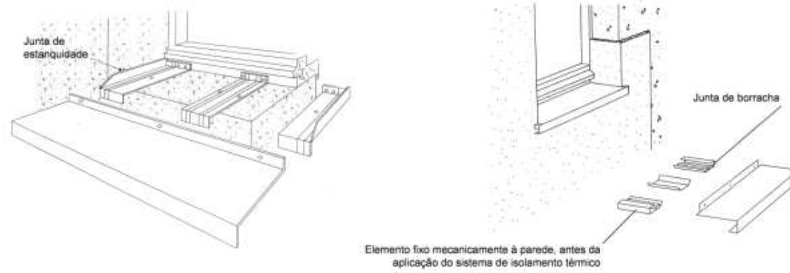
Vasco Peixoto de Freitas – Pedro Filipe Gonçalves

FEUP, Formação Contínua, 21 de Outubro de 2005 - 108

## PORMENORIZAÇÃO CONSTRUTIVA

ETICS não contorna as ombreiras

ETICS contorna as ombreiras

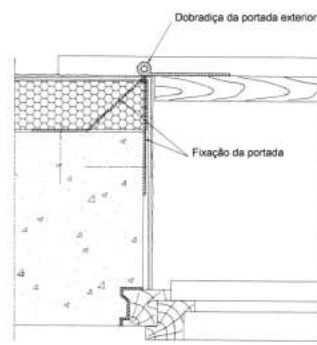


### Fixação dos peitoris

Vasco Peixoto de Freitas – Pedro Filipe Gonçalves

FEUP, Formação Contínua, 21 de Outubro de 2005 - 109

## PORMENORIZAÇÃO CONSTRUTIVA



### Fixação dos dispositivos de oclusão dos vãos (corte horizontal)

Vasco Peixoto de Freitas – Pedro Filipe Gonçalves

FEUP, Formação Contínua, 21 de Outubro de 2005 - 110

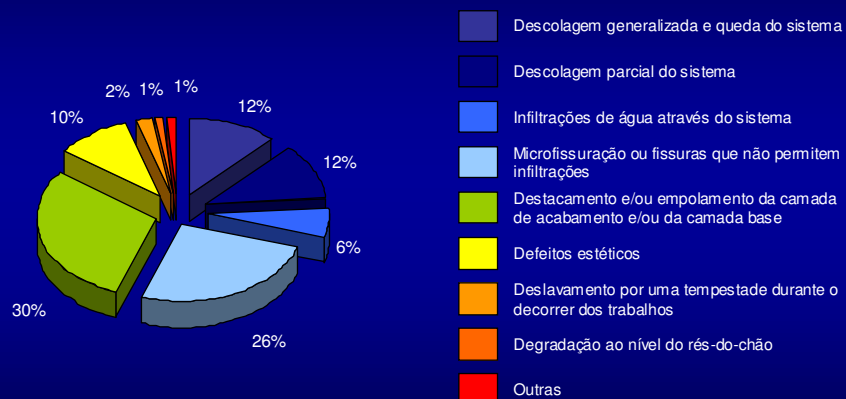
# IX

## PATOLOGIAS DO SISTEMA

Vasco Peixoto de Freitas – Pedro Filipe Gonçalves

FEUP, Formação Contínua, 21 de Outubro de 2005 - 111

## PATOLOGIAS DO SISTEMA



Estudo de 211 casos declarados entre 1979 e 1985 em França

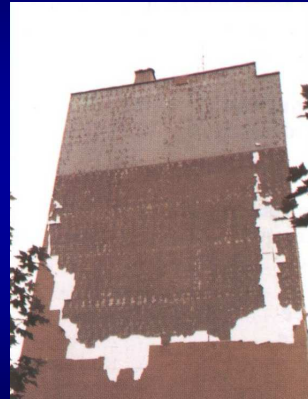
Vasco Peixoto de Freitas – Pedro Filipe Gonçalves

FEUP, Formação Contínua, 21 de Outubro de 2005 - 112



## PATOLOGIAS DO SISTEMA

- ▷ Deficiente diagnóstico ou preparação do suporte:
  - Presença de sais ou poeiras
  - Aplicação sobre suportes gelados ou encharcados
  - Aplicação sobre revestimentos orgânicos ou insuficiente decapagem



### Descolagem generalizada e queda do sistema

Vasco Peixoto de Freitas – Pedro Filipe Gonçalves

FEUP, Formação Contínua, 21 de Outubro de 2005 - 113

## PATOLOGIAS DO SISTEMA

- ▷ Infiltração de água ao nível do plano de colagem do isolamento:
  - Insuficiente protecção do limite superior do sistema (rufos, capeamento, ...)
  - Deficiente estanquidade da ligação com pontos singulares
- ▷ Preparação do produto de colagem e condições atmosféricas durante a aplicação
- ▷ Má repartição do produto de colagem

### Descolagem parcial do sistema

Vasco Peixoto de Freitas – Pedro Filipe Gonçalves

FEUP, Formação Contínua, 21 de Outubro de 2005 - 114

## PATOLOGIAS DO SISTEMA



Fissuração

Vasco Peixoto de Freitas – Pedro Filipe Gonçalves

FEUP, Formação Contínua, 21 de Outubro de 2005 - 115

## PATOLOGIAS DO SISTEMA

- ▷ Instabilidade do sistema devido a má fixação do isolamento ao suporte
- ▷ Preparação do reboco e condições atmosféricas
- ▷ Colocação dos perfis de arranque e laterais:
  - Ausência de juntas entre perfis consecutivos
  - Coincidência entre as juntas dos perfis e do isolamento
  - Coincidência entre as juntas do isolamento e descontinuidades do suporte
- ▷ Existência de reboco entre as placas de isolamento

Fissuração

Vasco Peixoto de Freitas – Pedro Filipe Gonçalves

FEUP, Formação Contínua, 21 de Outubro de 2005 - 116

## PATOLOGIAS DO SISTEMA

- ▷ Variações na espessura da camada base:
  - Desnívelamento entre placas de isolamento
  - Existência de elementos de fixação mecânica muito cravados
- ▷ Espessura da camada base é insuficiente para envolver a armadura
- ▷ Armadura aplicada sobre o isolamento
- ▷ Insuficiente sobreposição de armadura nas emendas
- ▷ Utilização de revestimentos de cores escuras ou de grande contraste de cores

### Fissuração

Vasco Peixoto de Freitas – Pedro Filipe Gonçalves

FEUP, Formação Contínua, 21 de Outubro de 2005 - 117

## PATOLOGIAS DO SISTEMA



### Destacamento e/ou empolamento do reboco

Vasco Peixoto de Freitas – Pedro Filipe Gonçalves

FEUP, Formação Contínua, 21 de Outubro de 2005 - 118

## PATOLOGIAS DO SISTEMA

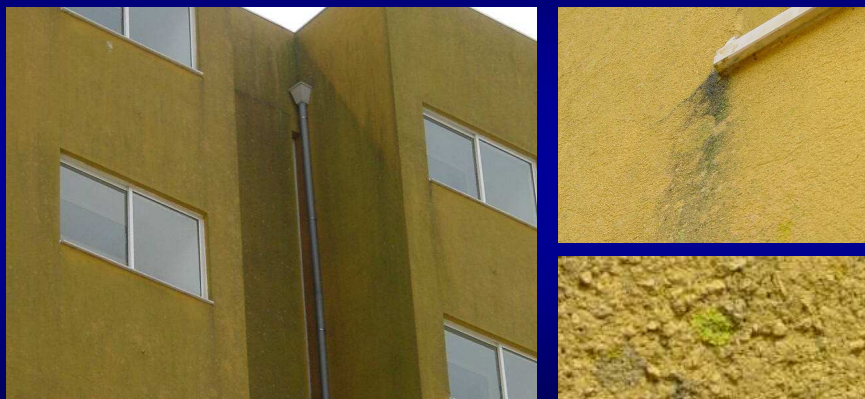
- ▷ Preparação do reboco e condições atmosféricas
- ▷ Desrespeito pelos intervalos de secagem
- ▷ Ausência de camada de preparação entre a camada base e o revestimento
- ▷ Aplicação do reboco sobre placas de poliestireno degradadas

**Destacamento e/ou empolamento do reboco**

Vasco Peixoto de Freitas – Pedro Filipe Gonçalves

FEUP, Formação Contínua, 21 de Outubro de 2005 - 119

## PATOLOGIAS DO SISTEMA



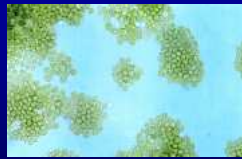
**Manchas de algas e bolores**

Vasco Peixoto de Freitas – Pedro Filipe Gonçalves

FEUP, Formação Contínua, 21 de Outubro de 2005 - 120

## PATOLOGIAS DO SISTEMA

- ▷ Desenvolvem-se em fachadas húmidas
- ▷ Proximidade de vegetação
- ▷ Maior desenvolvimento sobre revestimentos muito texturados
- ▷ Ineficácia dos biocidas incorporados no revestimento



Algas verdes esféricas (*Chlorococum*)



Pintura atacada por fungos

### Manchas de algas e bolores

Vasco Peixoto de Freitas – Pedro Filipe Gonçalves

FEUP, Formação Contínua, 21 de Outubro de 2005 - 121

## PATOLOGIAS DO SISTEMA

- ▷ Manchas provocadas pela poluição atmosférica
- ▷ Manchas na base das fachadas
- ▷ Variações de cor
- ▷ Juntas entre placas de isolamento visíveis



### Outras anomalias do aspecto do revestimento

Vasco Peixoto de Freitas – Pedro Filipe Gonçalves

FEUP, Formação Contínua, 21 de Outubro de 2005 - 122

## PATOLOGIAS DO SISTEMA

---

- ▷ Condições atmosféricas:
  - Com tempo frio e húmido a secagem dos revestimentos é lenta e irregular
  - Com tempo quente e vento seco os revestimento secam rapidamente
- ▷ Ausência de camada de preparação
- ▷ Aplicação de uma pequena quantidade de RPE
- ▷ Esquecimento de elementos de fixação provisória sem protecção contra a corrosão

### Outras anomalias do aspecto do revestimento

Vasco Peixoto de Freitas – Pedro Filipe Gonçalves

FEUP, Formação Contínua, 21 de Outubro de 2005 - 123

## X

---

### ANÁLISE TÉCNICO-ECONÓMICA DAS SOLUÇÕES DE PAREDE DUPLA E PAREDES SIMPLES COM ISOLAMENTO TÉRMICO PELO EXTERIOR

Vasco Peixoto de Freitas – Pedro Filipe Gonçalves

FEUP, Formação Contínua, 21 de Outubro de 2005 - 124

## ANÁLISE TÉCNICO-ECONÓMICA

	Parede simples e sistema ETICS	Parede dupla
Factor de concentração das perdas térmicas – fc	≈ 1,0	≥ 1,3
Espessura da parede	0,20 a 0,25 m	0,40 m
Temperatura na face exterior da parede	15 a 25º C	5 a 50º C

Vasco Peixoto de Freitas – Pedro Filipe Gonçalves

FEUP, Formação Contínua, 21 de Outubro de 2005 - 125

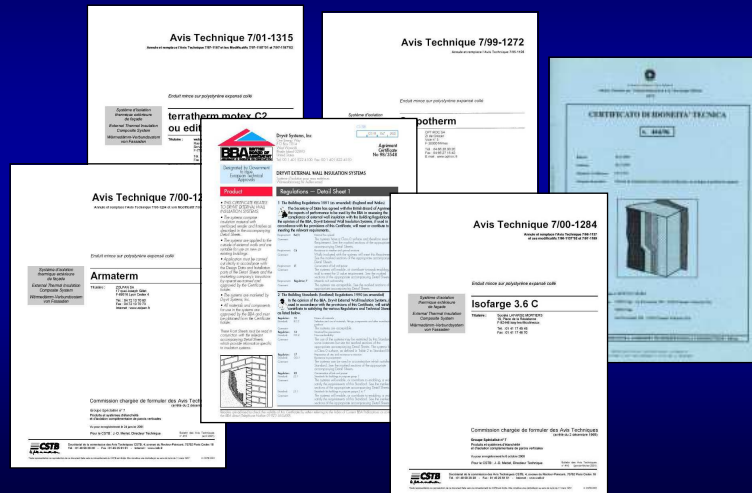
## XI

### IMPORTÂNCIA DA HOMOLOGAÇÃO DOS SISTEMAS DE ISOLAMENTO TÉRMICO PELO EXTERIOR

Vasco Peixoto de Freitas – Pedro Filipe Gonçalves

FEUP, Formação Contínua, 21 de Outubro de 2005 - 126

# IMPORTÂNCIA DA HOMOLOGAÇÃO



Vasco Peixoto de Freitas – Pedro Filipe Gonçalves

FEUP, Formação Contínua, 21 de Outubro de 2005 - 127

## XII

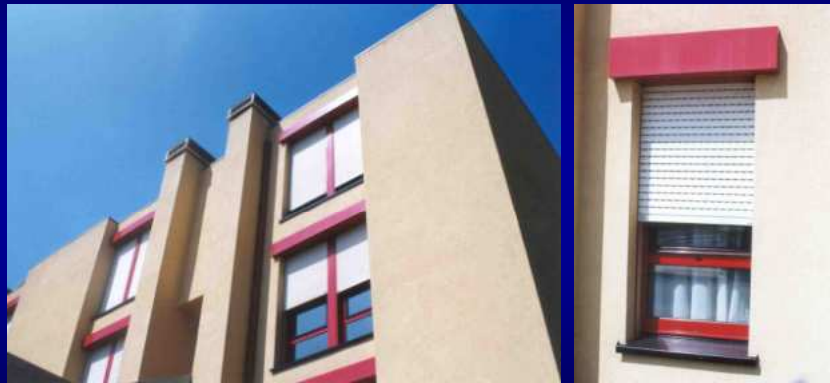
# EXEMPLOS DE APLICAÇÃO

Vasco Peixoto de Freitas – Pedro Filipe Gonçalves

FEUP, Formação Contínua, 21 de Outubro de 2005 - 128



## EXEMPLOS DE APLICAÇÃO



**Obra de reabilitação – Edifícios de habitação colectiva (2000)**

Vasco Peixoto de Freitas – Pedro Filipe Gonçalves

FEUP, Formação Contínua, 21 de Outubro de 2005 - 129

## EXEMPLOS DE APLICAÇÃO



**Habitações unifamiliares (1993)**

Vasco Peixoto de Freitas – Pedro Filipe Gonçalves

FEUP, Formação Contínua, 21 de Outubro de 2005 - 130

## EXEMPLOS DE APLICAÇÃO



**Habitações unifamiliares (1995)**

Vasco Peixoto de Freitas – Pedro Filipe Gonçalves

FEUP, Formação Contínua, 21 de Outubro de 2005 - 131

## EXEMPLOS DE APLICAÇÃO



**Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto (2000)**

Vasco Peixoto de Freitas – Pedro Filipe Gonçalves

FEUP, Formação Contínua, 21 de Outubro de 2005 - 132