

# PATOLOGIAS DOS SISTEMAS DE ISOLAMENTO TÉRMICO DE FACHADAS PELO EXTERIOR DO TIPO ETICS

---

Vasco Peixoto de Freitas

# ESTRUTURAÇÃO

1. Introdução - Eficiência energética e preocupações ambientais
2. Evolução na conceção de fachadas em Portugal
3. História do sistema ETICS
4. Vantagens dos sistemas de isolamento térmico pelo exterior
5. Metodologia de aplicação e pormenorização
6. Importância da Apreciação Técnica
7. Patologias dos sistemas ETICS
8. Conclusões

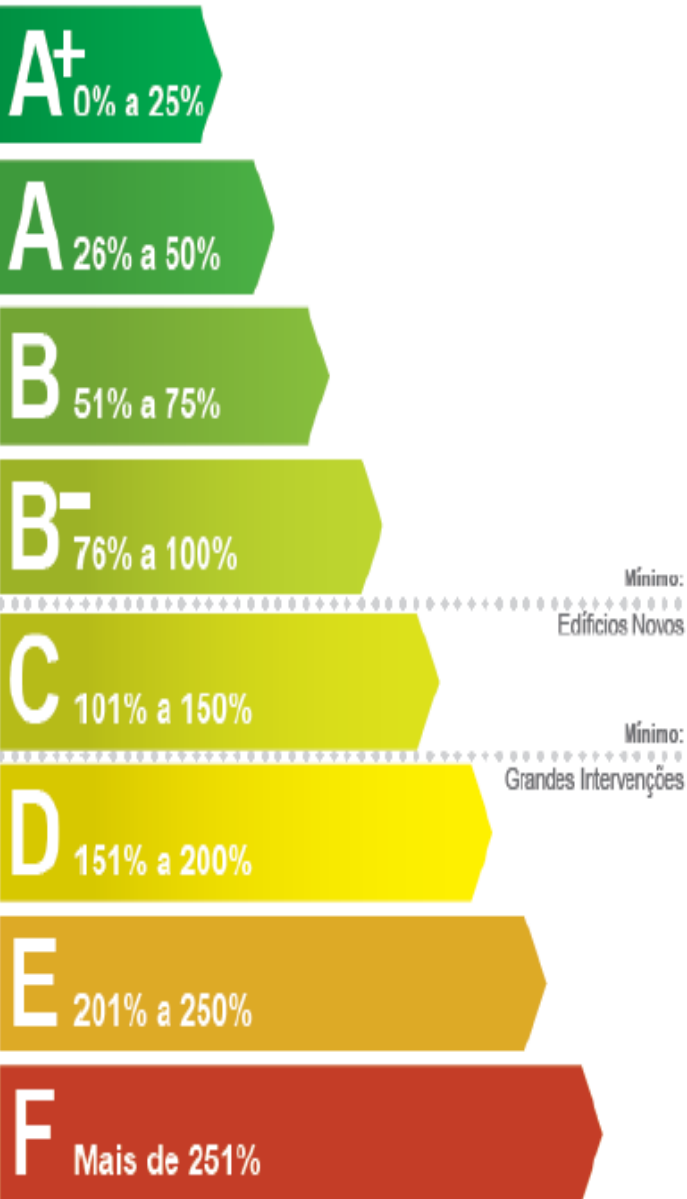
# 1

---

## INTRODUÇÃO

### Regulamentação térmica e Eficiência energética

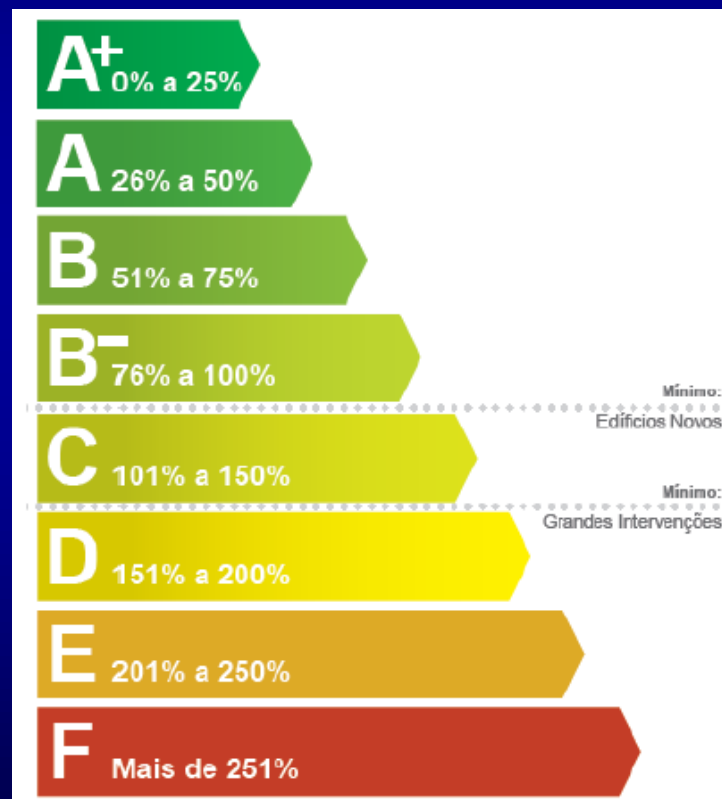
# Eficiência energética e preocupações ambientais



# Certificação Energética

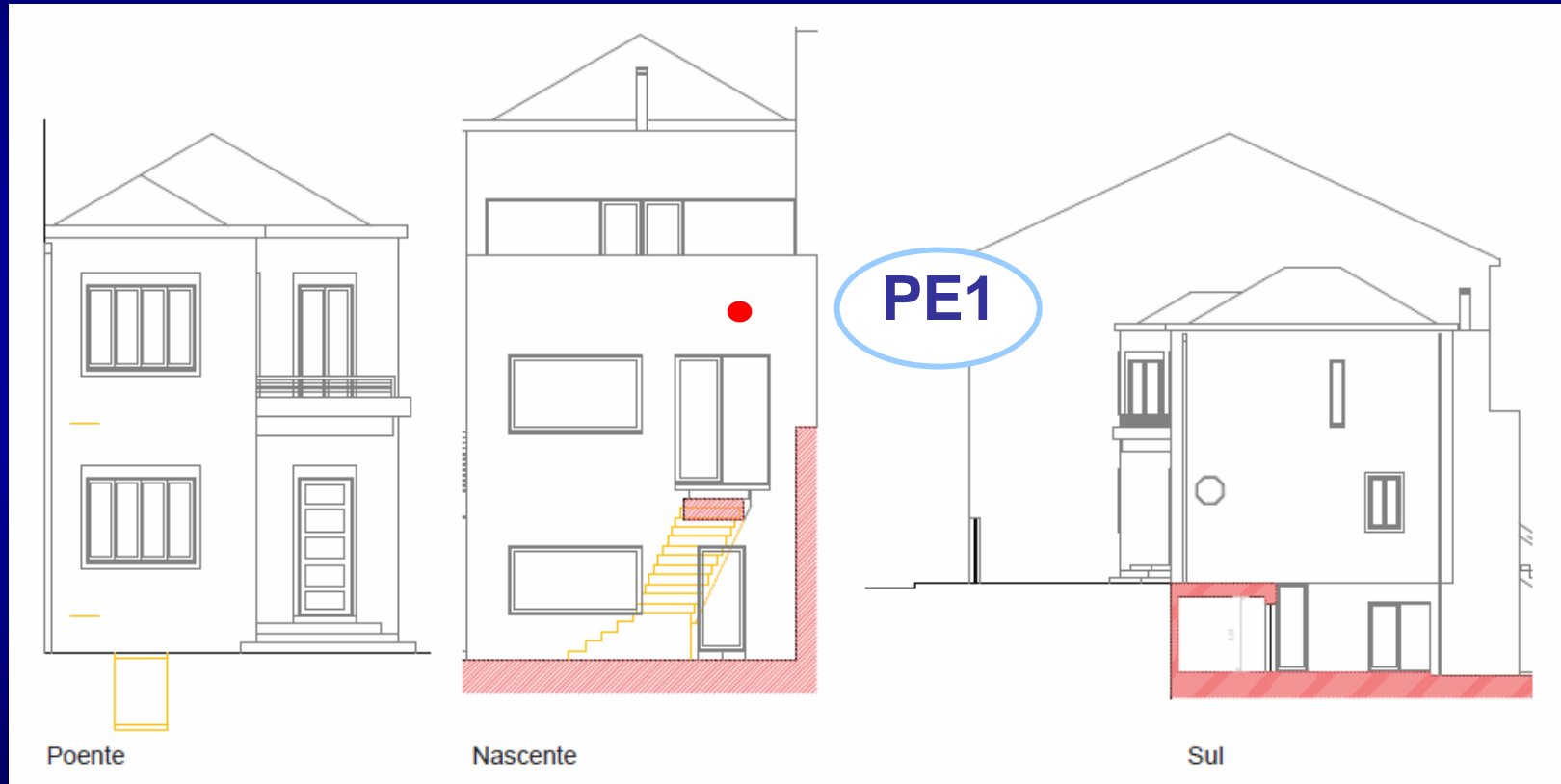
$$R_{Nt} = \frac{N_{tc}}{N_t}$$

	Classe Energética	Valor de $R_{Nt}$
Grandes Intervenções	A+	$R_{Nt} \leq 0,25$
	A	$0,26 < R_{Nt} \leq 0,50$
	B	$0,51 < R_{Nt} \leq 0,75$
	B-	$0,76 < R_{Nt} \leq 1,00$
Edifícios Novos	C	$1,01 < R_{Nt} \leq 1,50$
	D	$1,51 < R_{Nt} \leq 2,00$
	E	$2,01 < R_{Nt} \leq 2,50$
	F	$R_{Nt} \geq 2,51$

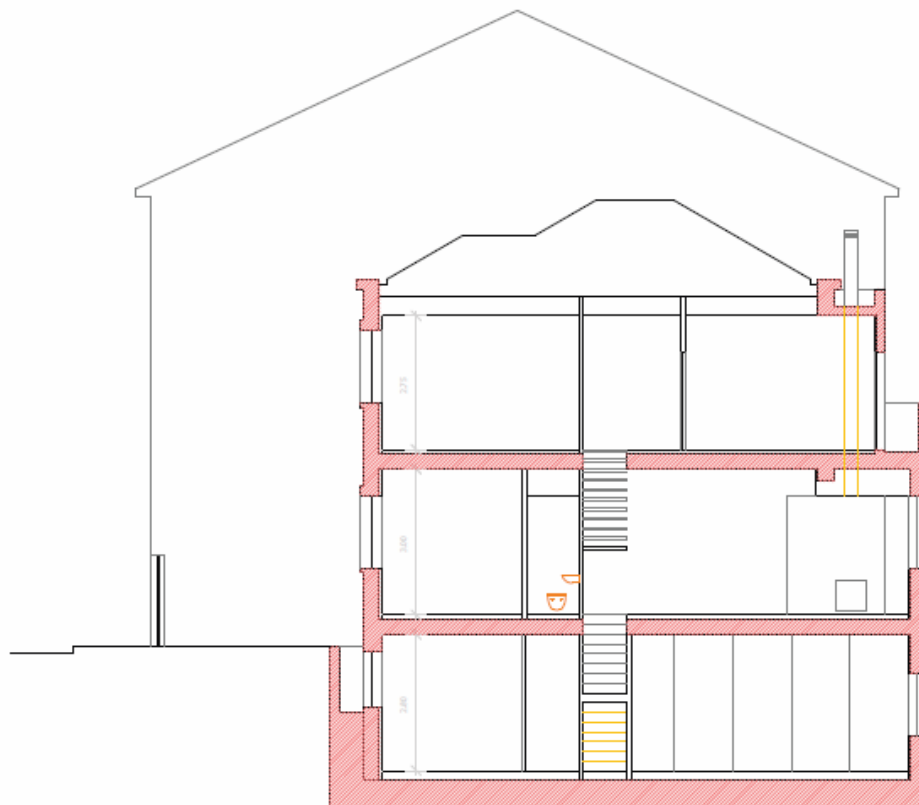




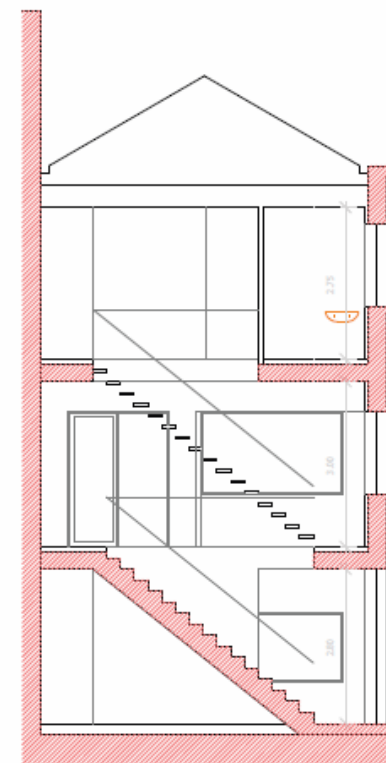
# POUPANÇA ENERGÉTICA - EXEMPLO



# DESCRIÇÃO DO EDIFÍCIO - CORTES

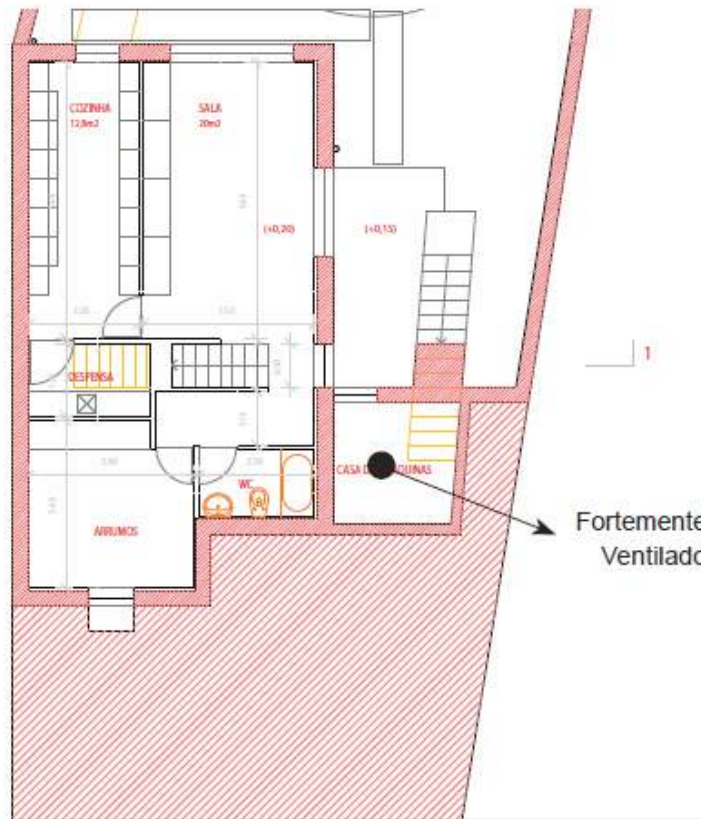


Longitudinal

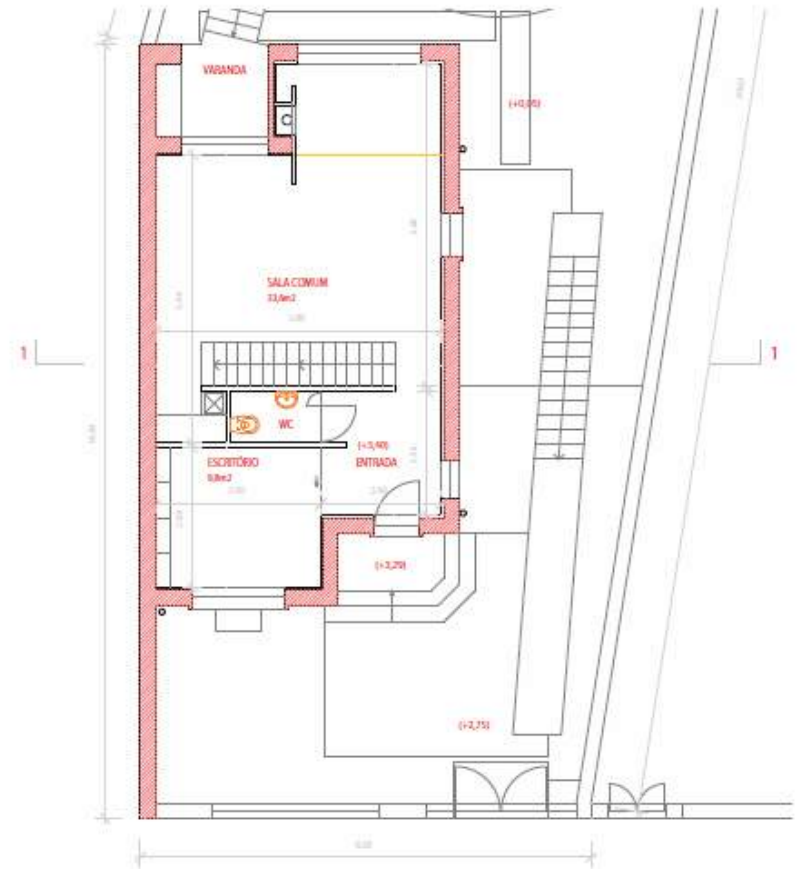


Transversal

# DESCRIÇÃO DO EDIFÍCIO - PLANTAS



Planta da cave semienterrada



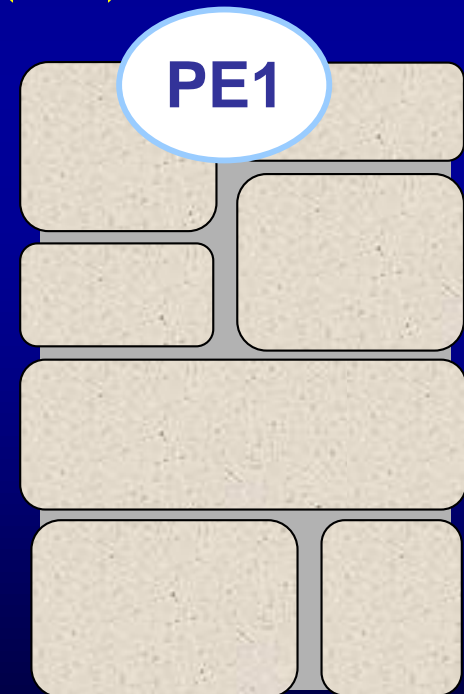
Planta do R/C



# PAREDES EXTERIORES

## ▷ CARACTERIZAÇÃO DAS PAREDES EXTERIORES:

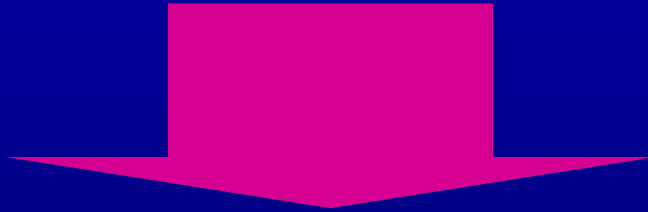
- Paredes em alvenaria simples de pedra (30 cm), sem isolamento térmico e não rebocadas (PE1)
- $A = 183,7 \text{ m}^2$
- $U = 2,9 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot ^\circ\text{C})$



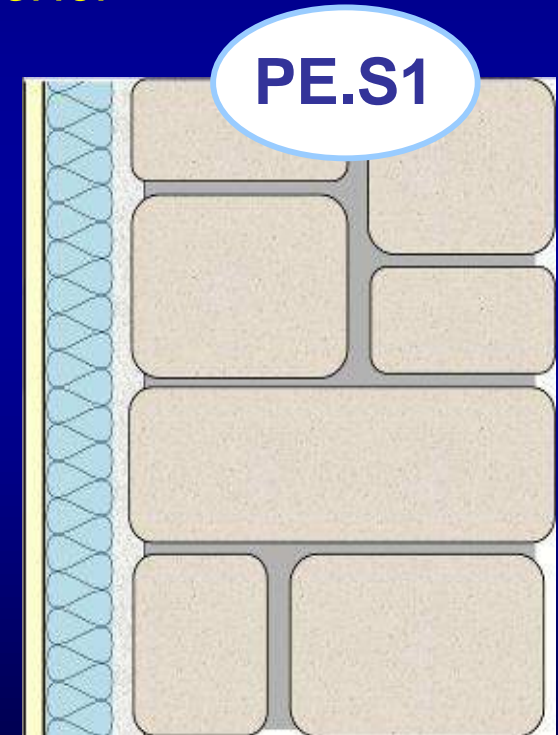
# PAREDES EXTERIORES

- ▷ DESCRIÇÃO DE UMA MEDIDA DE MELHORIA:
- Aplicação de ETICS
  - 5 cm de isolamento térmico pelo exterior

$$U \approx 2,9 \cdot W / (m^2 \cdot ^\circ C)$$



$$U \approx 0,60 \cdot W / (m^2 \cdot ^\circ C)$$



# REDUÇÃO ANUAL DA FACTURA ENERGÉTICA

$$Custo = 0,024 \times U \times A \times GD \times C_{e,0}$$

	SOLUÇÃO INICIAL	SOLUÇÃO MELHORADA
U [W/(m².°C)]	2,90	0,60
Área [m²]	183,7	
Graus-dia	1610	
Custo energia [€/kWh]	0,10	
Custo [€]	2059	426

$$Poupança = 2059 - 426 = 1633€$$

# CONSERVAÇÃO DE ENERGIA

**EXIGE...**

**ISOLAMENTO TÉRMICO...**



**CUIDADO!**

**Não se poupa energia quando não se gasta**

**No entanto... sem aquecimento nunca há conforto**

## 2

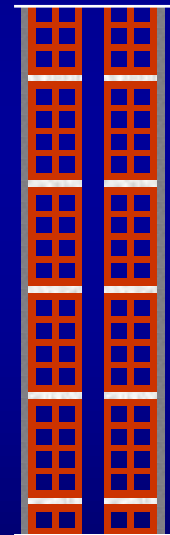
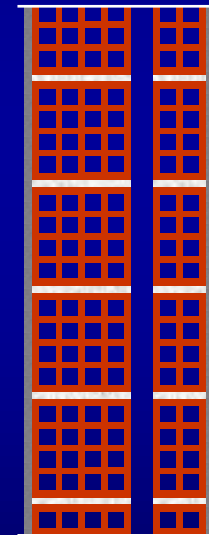
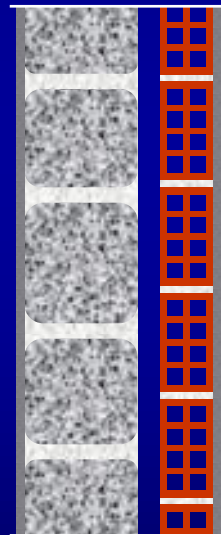
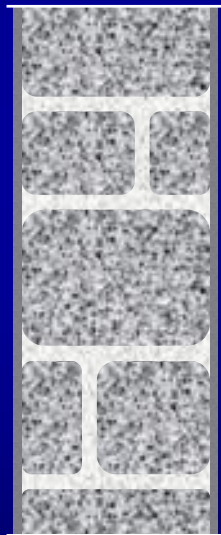
---

# EVOLUÇÃO NA CONCEÇÃO DE FACHADAS EM PORTUGAL



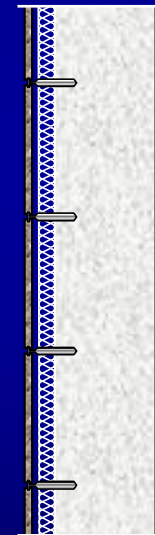
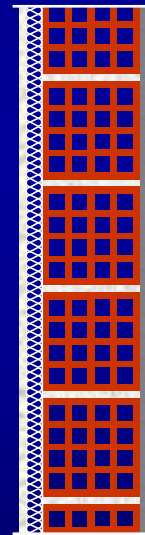
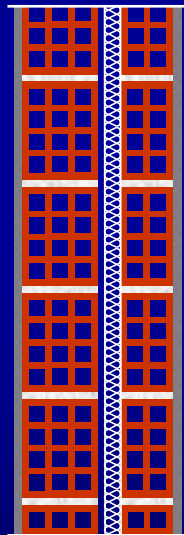
# EVOLUÇÃO NA CONCEÇÃO DE FACHADAS EM PORTUGAL

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

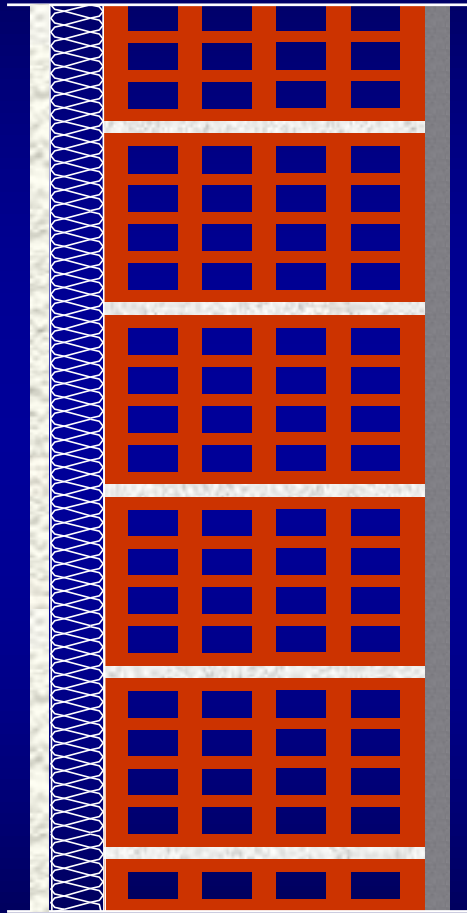


# EVOLUÇÃO NA CONCEÇÃO DE FACHADAS EM PORTUGAL

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



# SISTEMA ETICS



POPULAR EM PORTUGAL

# 3

---

## HISTÓRIA DO SISTEMA ETICS

# SISTEMAS DE ISOLAMENTO TÉRMICO PELO EXTERIOR DO TIPO ETICS



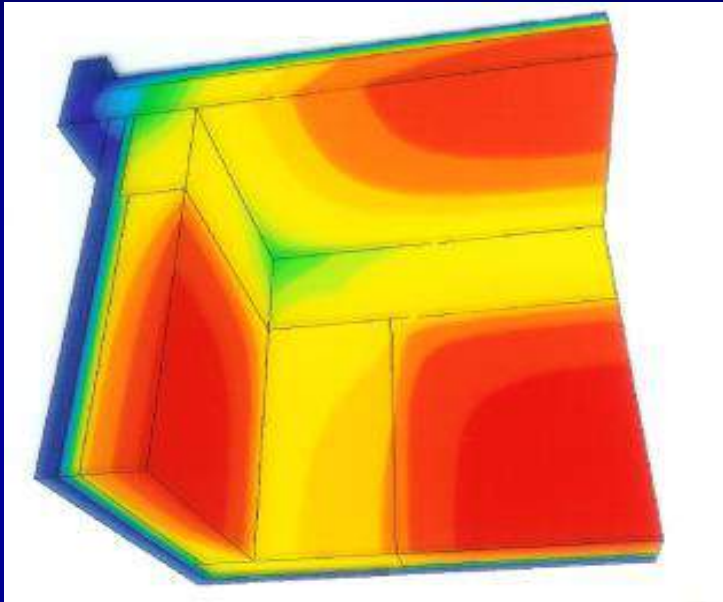


4

---

# VANTAGENS DOS SISTEMAS DE ISOLAMENTO TÉRMICO PELO EXTERIOR

# Contribuir para diminuir o risco de condensações



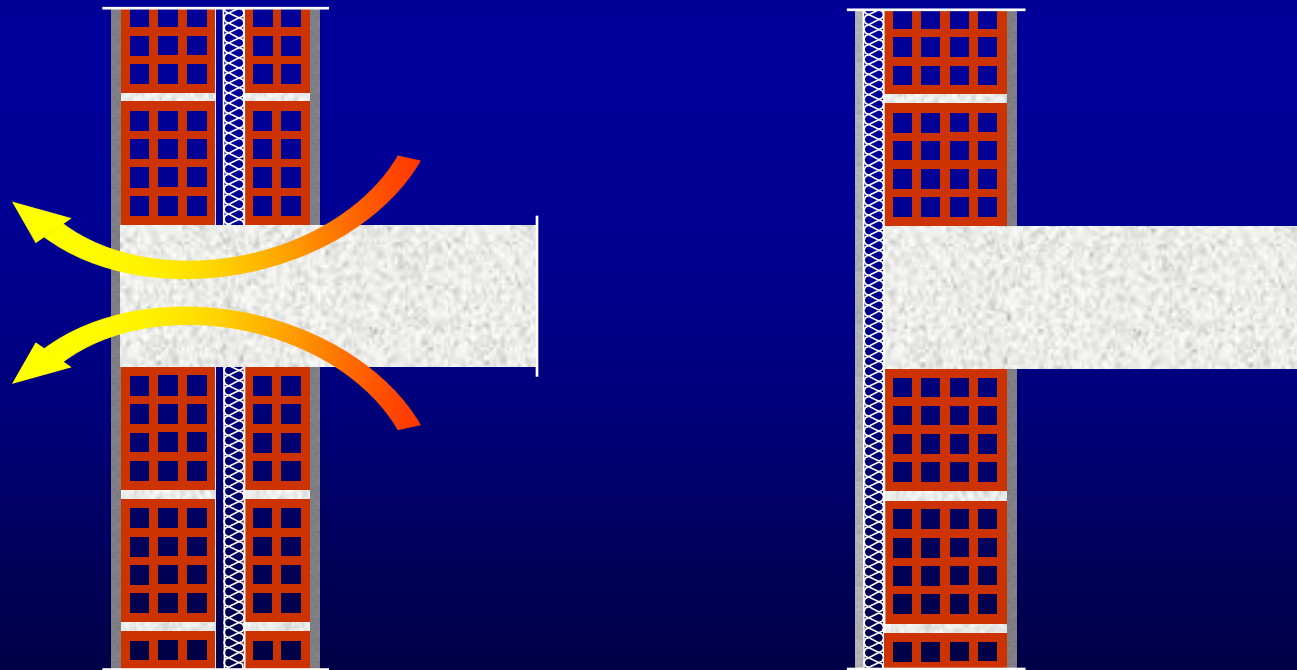
Physibel



## CONDENSAÇÕES SUPERFICIAIS

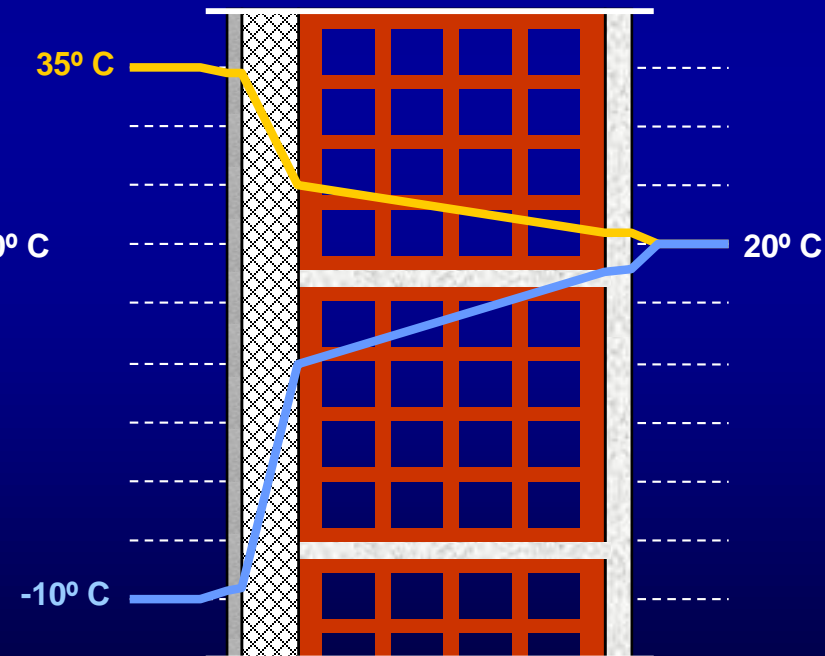
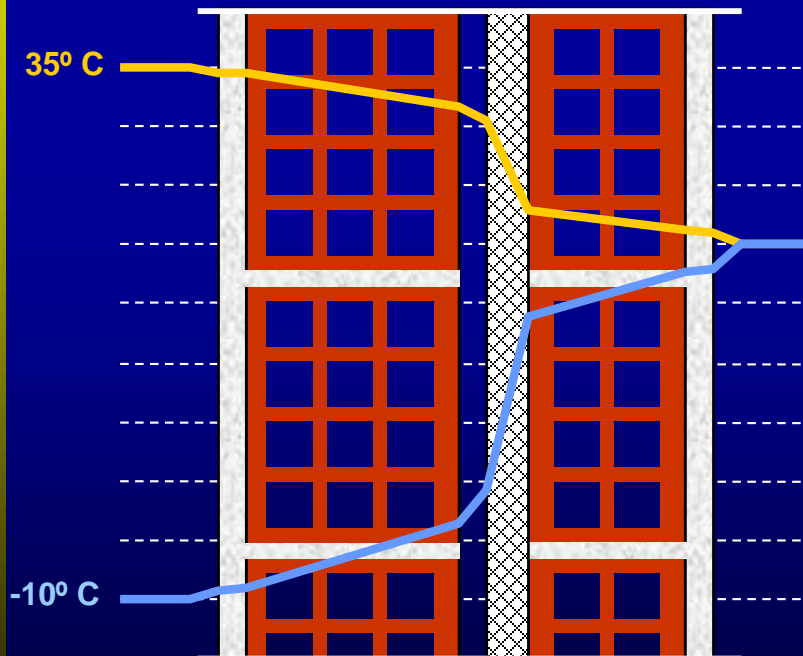
# VANTAGENS DOS SISTEMAS DE ISOLAMENTO TÉRMICO EXTERIOR

- ▷ PERMITIR A CONTINUIDADE DA CAMADA DE ISOLAMENTO TÉRMICO



# VANTAGENS DOS SISTEMAS DE ISOLAMENTO TÉRMICO EXTERIOR

- ▷ Aumento da durabilidade das fachadas
- ▷ SE O SISTEMA ETICS FOR DURÁVEL...



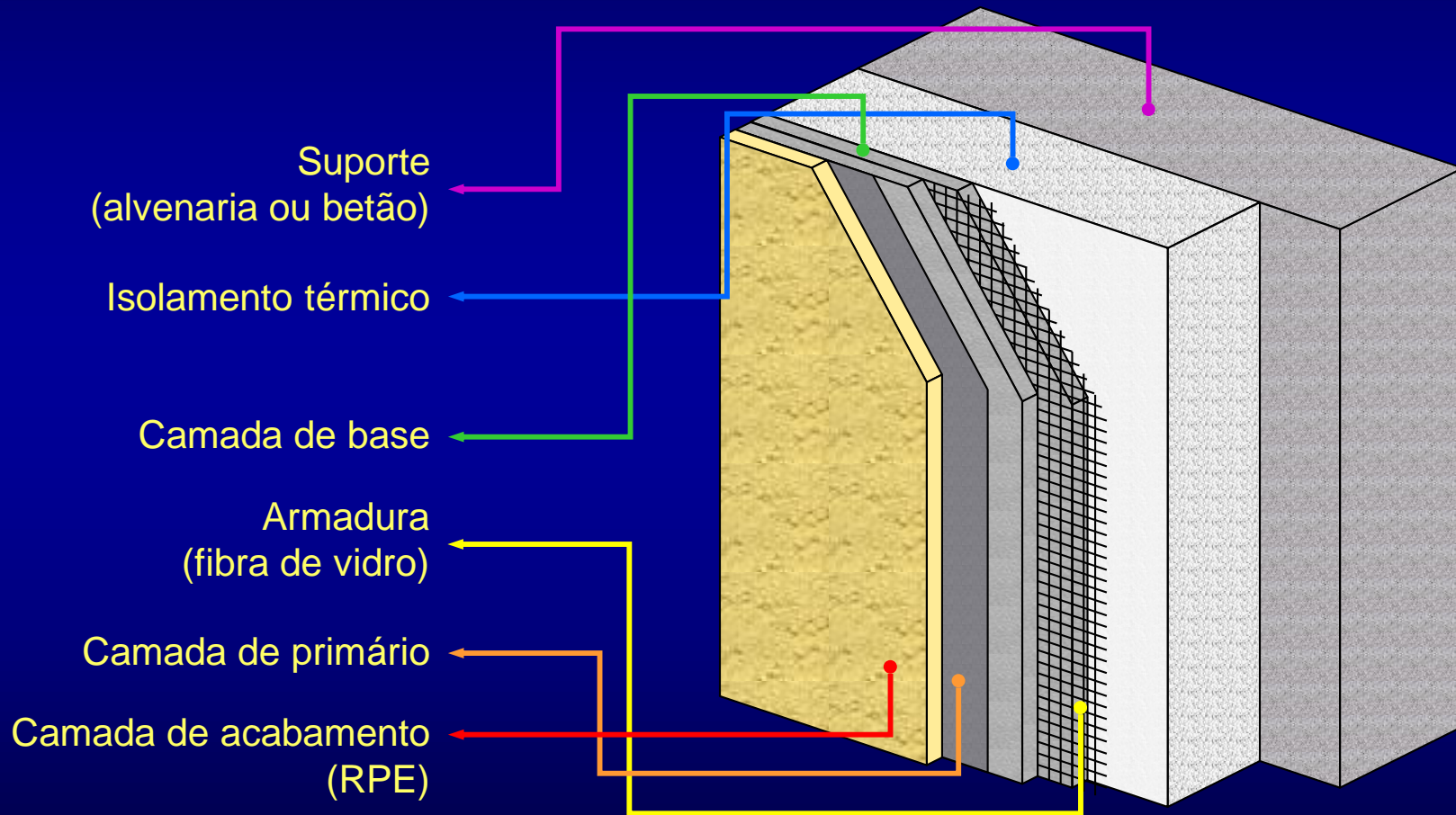
# 5

---

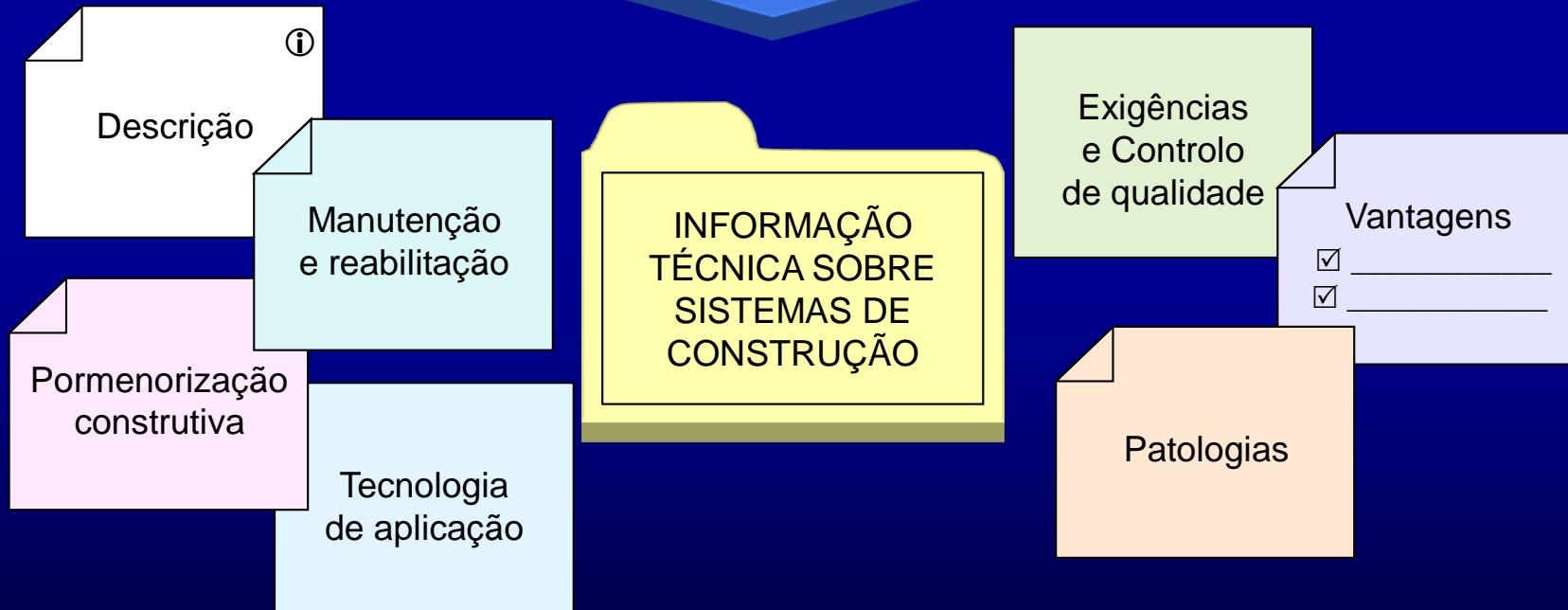
## Metodologia de aplicação e pormenorização



# REBOCO DELGADO ARMADO SOBRE ISOLAMENTO TÉRMICO - ETICS



## O que é necessário saber?

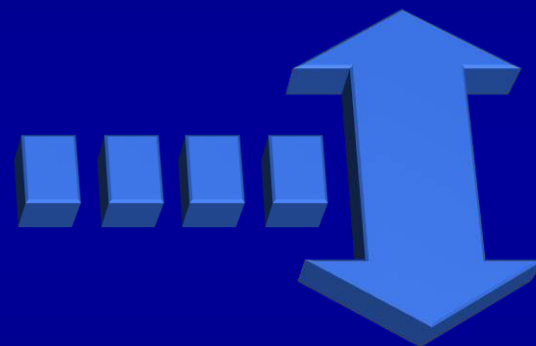


# ANTES DE INICIAR OS TRABALHOS...

## 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

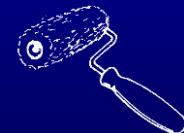
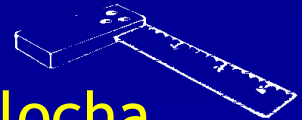
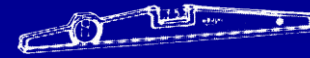


ORÇAMENTO  
RIGOROSO

**Preparação dos trabalhos – Análise do edifício**

# FERRAMENTAS...

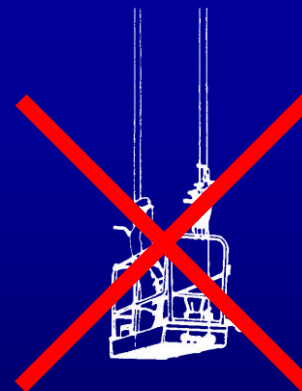
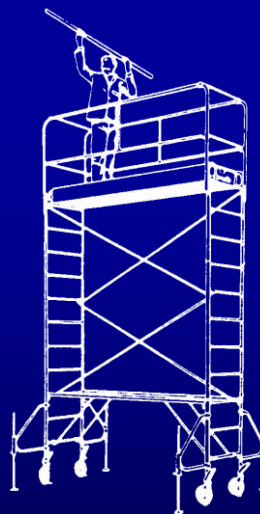
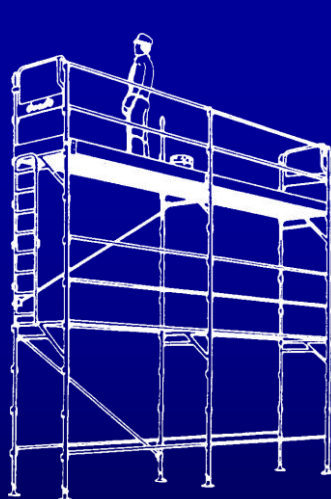
- ▷ Dispositivo mecânico de mistura
- ▷ Colher de pedreiro e talocha dentada
- ▷ Maço ou talocha em madeira
- ▷ Esquadro, nível e réguas
- ▷ Serra, plaina elétrica e, eventualmente, talocha abrasiva
- ▷ Tesoura
- ▷ Espátula em inox
- ▷ Espátula de plástico ou rolo
- ▷ Equipamento de projeção



**Preparação dos trabalhos – Equipamento necessário**

# ACESSIBILIDADE

- ▷ 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



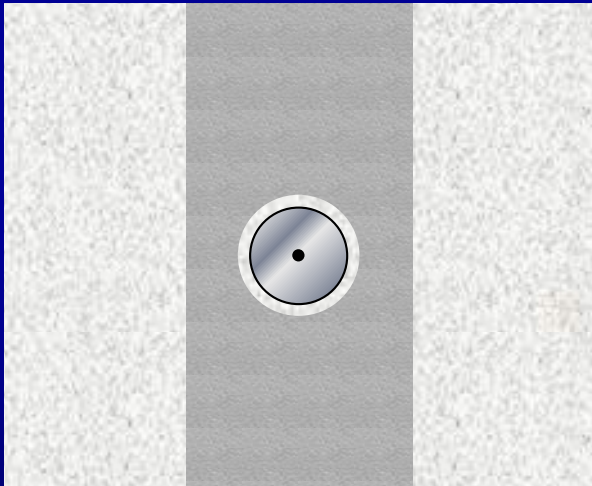
# NUNCA INICIAR A APLICAÇÃO DO SISTEMA SEM VERIFICAR...

- ▷ O suporte deve ser plano, sem irregularidades significativas ou desníveis superiores a 1 cm .
- ▷ **RECOMENDA-SE A REGULARIZAÇÃO PRÉVIA**
- ▷ É necessário um período de secagem de 45 dias para os suportes em betão e de 30 dias para as alvenarias

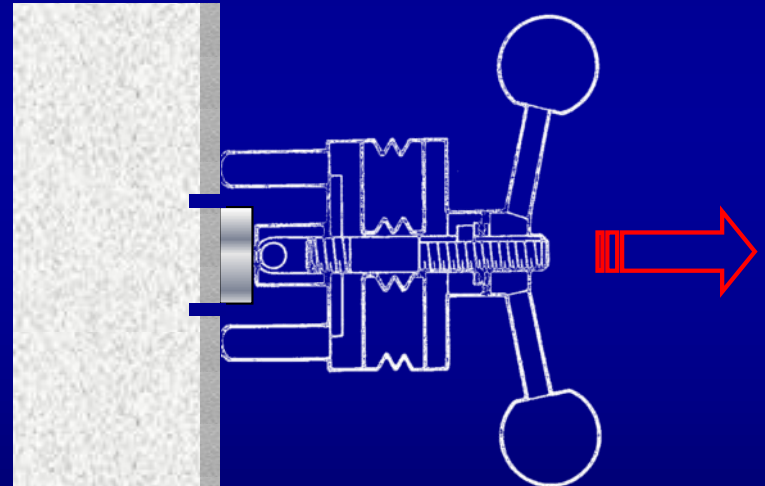
**Preparação dos suportes – Construções novas**

# EM REABILITAÇÃO

- ▷ Nos suportes antigos será necessário realizar **ensaios de aderência da cola das placas de isolamento**



Alçado



Corte vertical

**Avaliação dos suportes – Construções existentes**

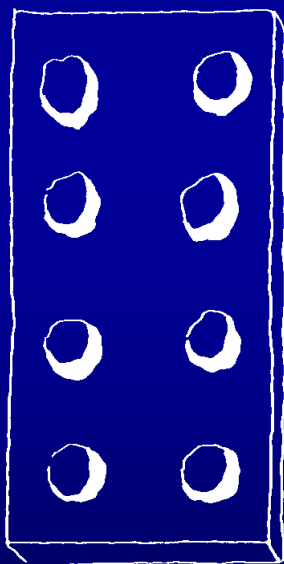
# SOBRE CERÂMICA

- ▷ Só é possível a aplicação do sistema em suportes revestidos com elementos cerâmicos em casos excepcionais e após avaliação do suporte
- ▷ Deverão ser **sempre** realizados ensaios de aderência
- ▷ Fixação mecânica complementar recomendável

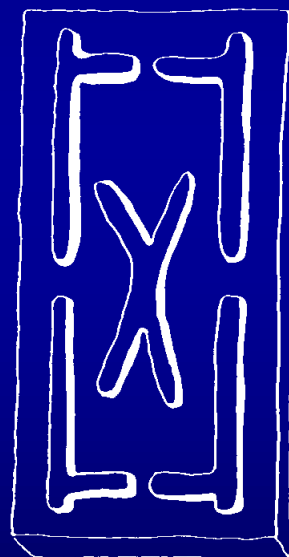
**Preparação dos suportes – Construções existentes**

# POSSIBILIDADES DE COLAGEM

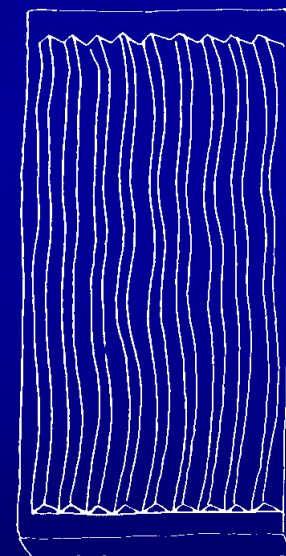
Colagem por pontos



Colagem por bandas



Colagem completa com talocha dentada

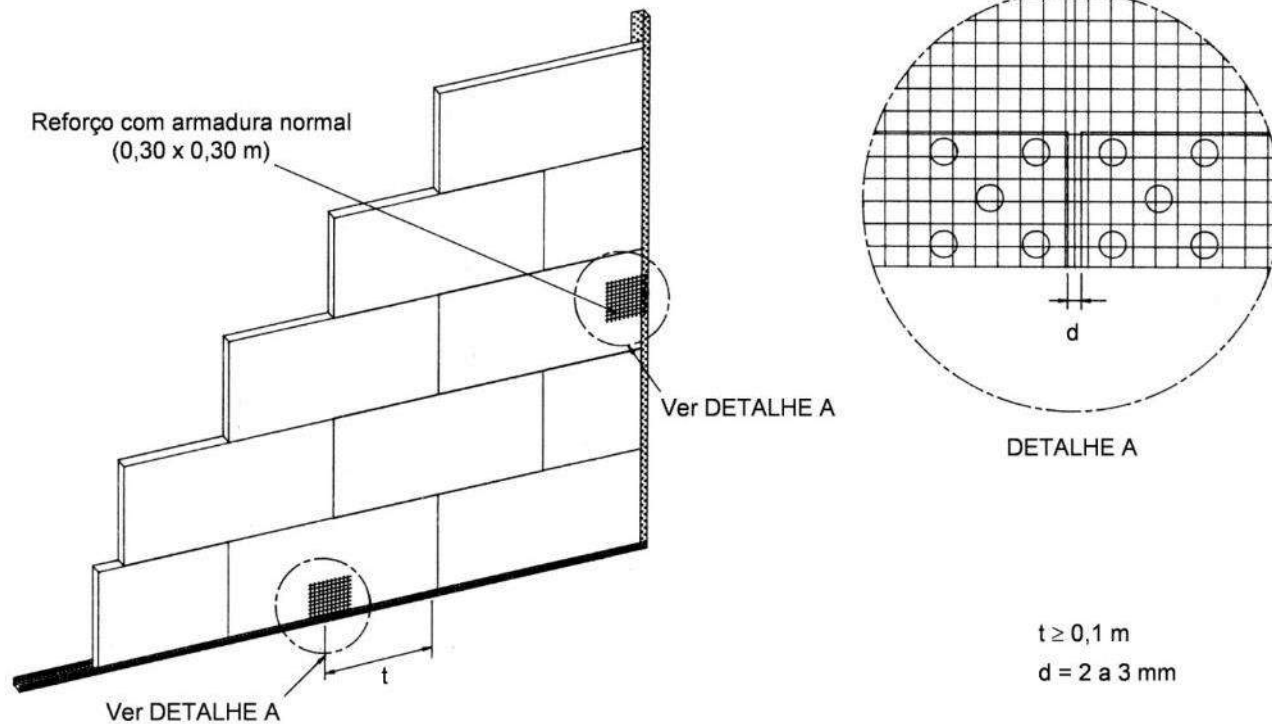


**COLAGEM CONTÍNUA É RECOMENDÁVEL**

# FIXAÇÃO MECÂNICA

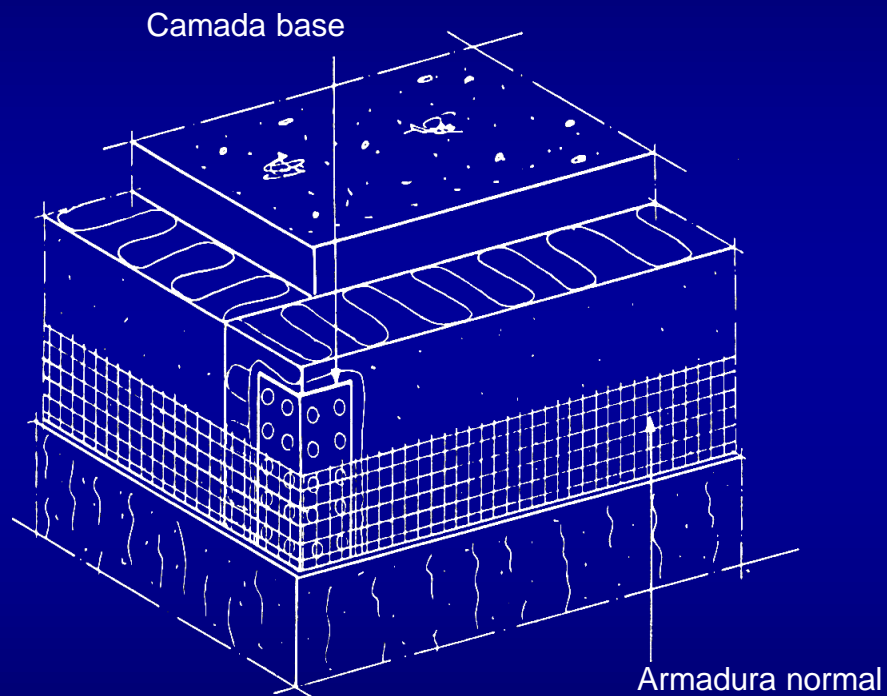
## Inconvenientes e vantagens

# PERFIL DE ARRANQUE



**Aplicação do sistema – Início dos trabalhos**

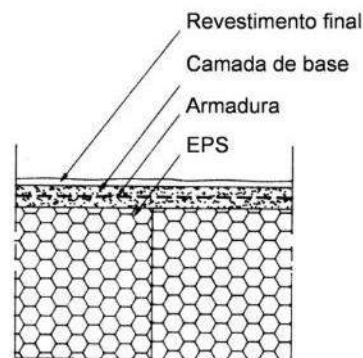
# CUNHAIS



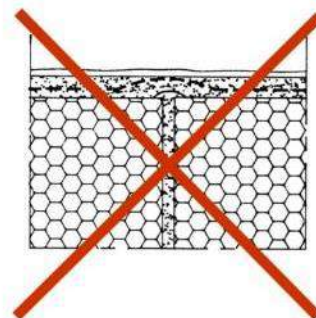
**Aplicação do sistema – Colocação de cantoneiras nas arestas verticais**

# JUNTAS ENTRE PLACAS...

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

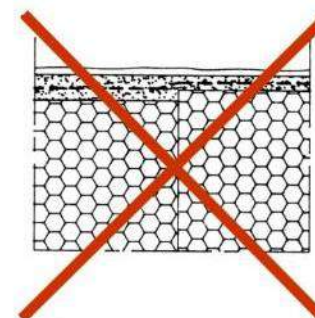


CORRECTO



INCORRECTO

Juntas entre as placas de isolamento abertas e preenchidas com reboco



INCORRECTO

Desnível entre as placas de isolamento

**Aplicação do sistema – Colocação das placas de isolamento**



# DUPLA ARMADURA?

**FACHADAS NÃO ACESSÍVEIS**

**Uma rede de  
armadura normal**

**FACHADAS ACESSÍVEIS POUCO  
EXPOSTAS A CHOQUES**

**?**

**FACHADAS ACESSÍVEIS MUITO  
EXPOSTAS A CHOQUES**

**?**

**Aplicação do sistema – Camada de base armada**

# O QUE NÃO SE DEVE FAZER...

- ▷ 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

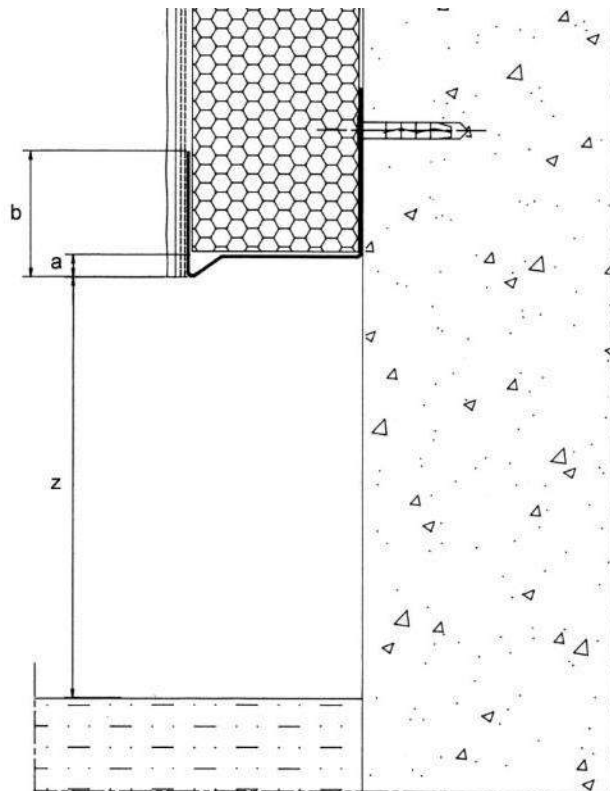


**Aplicação do sistema – Camada de acabamento**

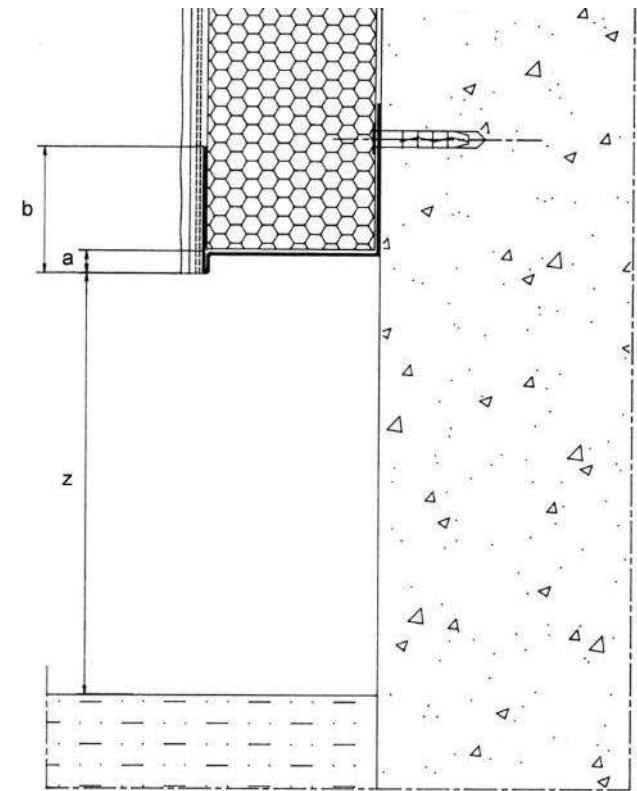
# ETICS - PORMENORIZAÇÃO CONSTRUTIVA

# ETICS - PORMENORIZAÇÃO CONSTRUTIVA

Perfil com goteira



Duas armaduras

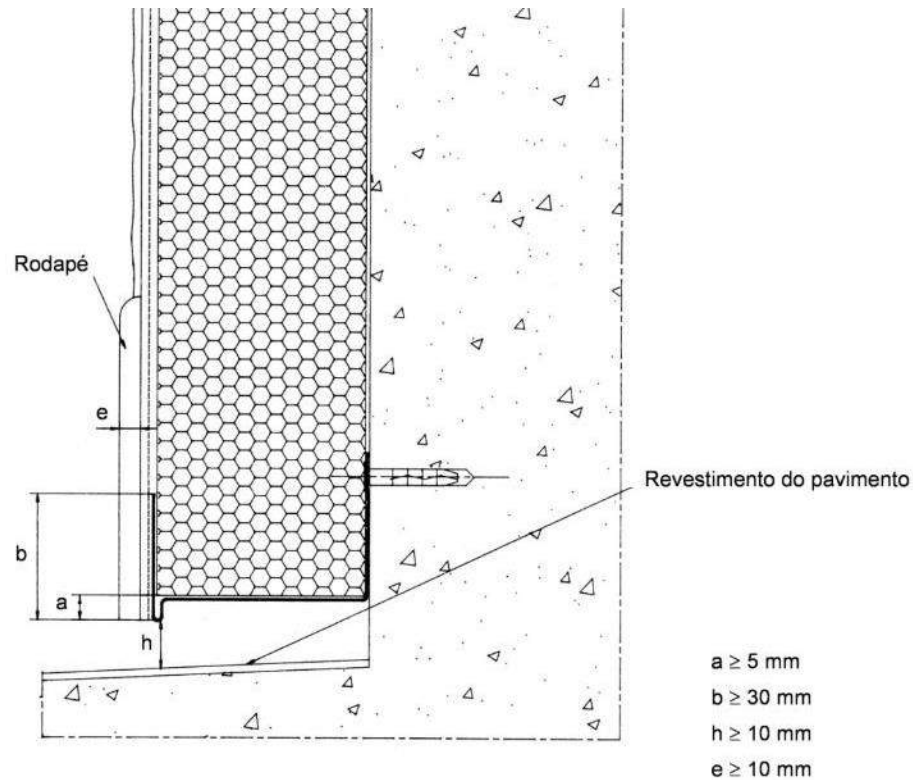


$a \geq 5 \text{ mm}$   
 $b \geq 30 \text{ mm}$   
 $z \geq 150 \text{ mm}$

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

# ETICS - PORMENORIZAÇÃO CONSTRUTIVA

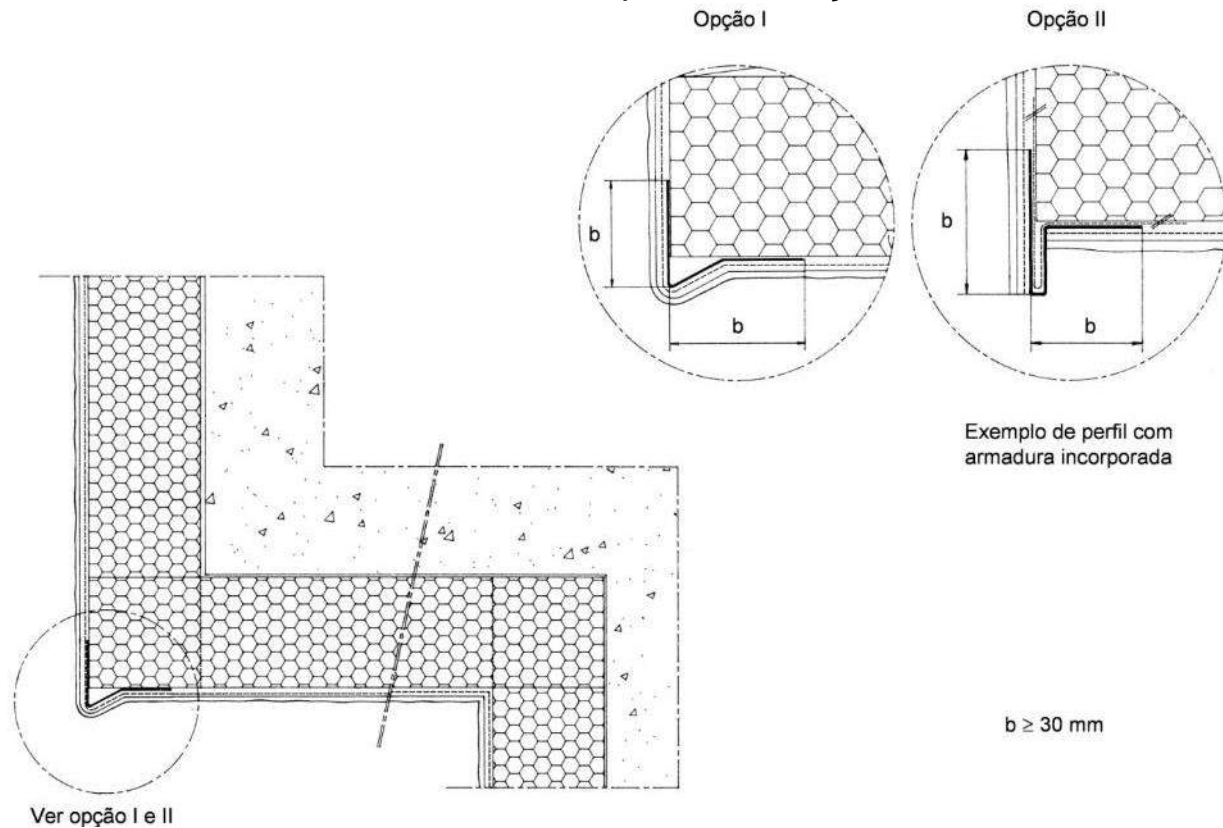
Ligação com pavimento de uma varanda



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

# ETICS - PORMENORIZAÇÃO CONSTRUTIVA

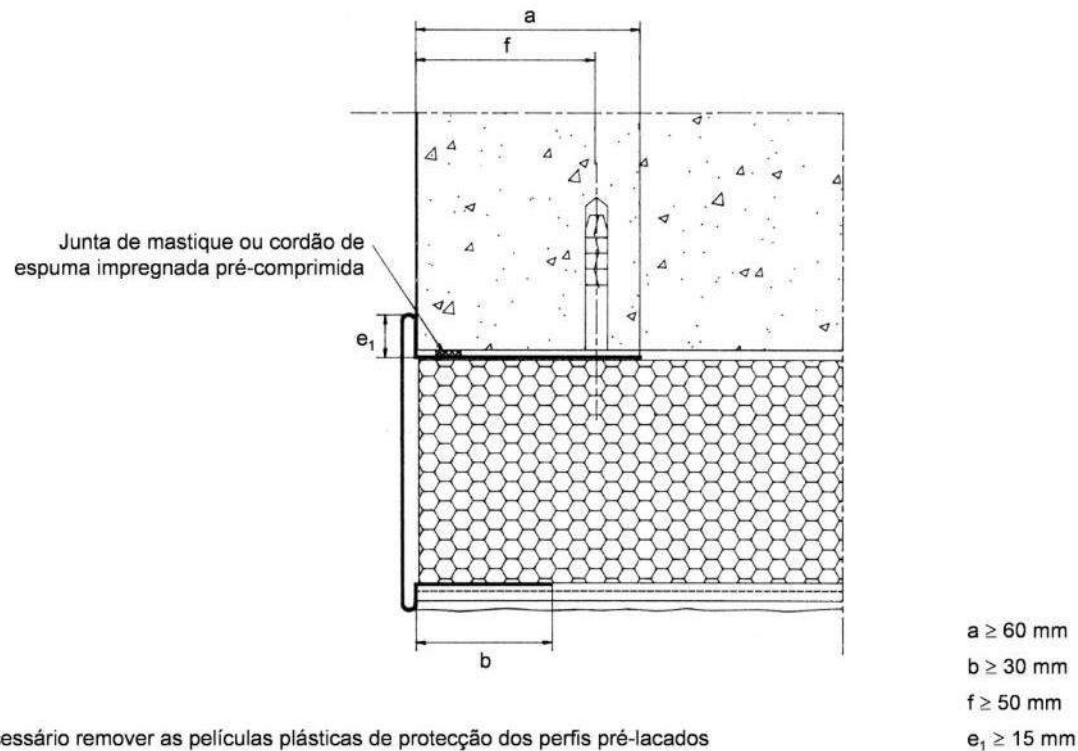
Base de um corpo em balanço



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

# ETICS - PORMENORIZAÇÃO CONSTRUTIVA

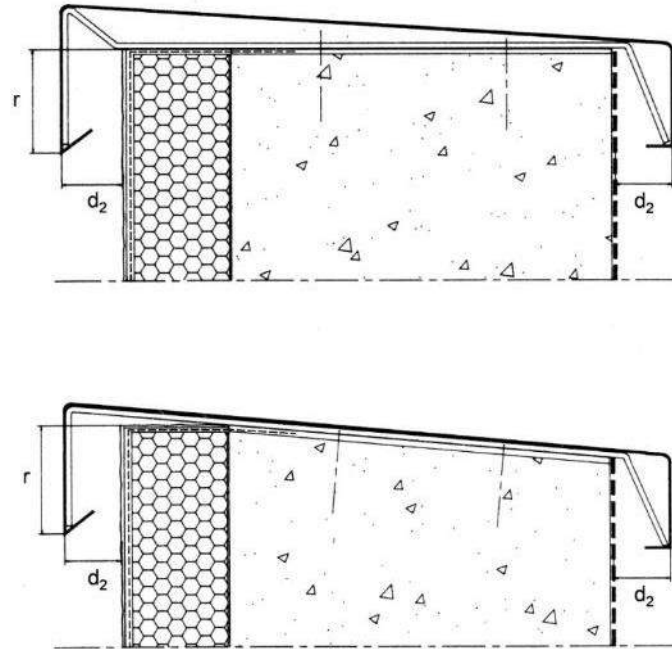
Perfil à vista



## Limite lateral (corte horizontal)

# ETICS - PORMENORIZAÇÃO CONSTRUTIVA

Platibandas



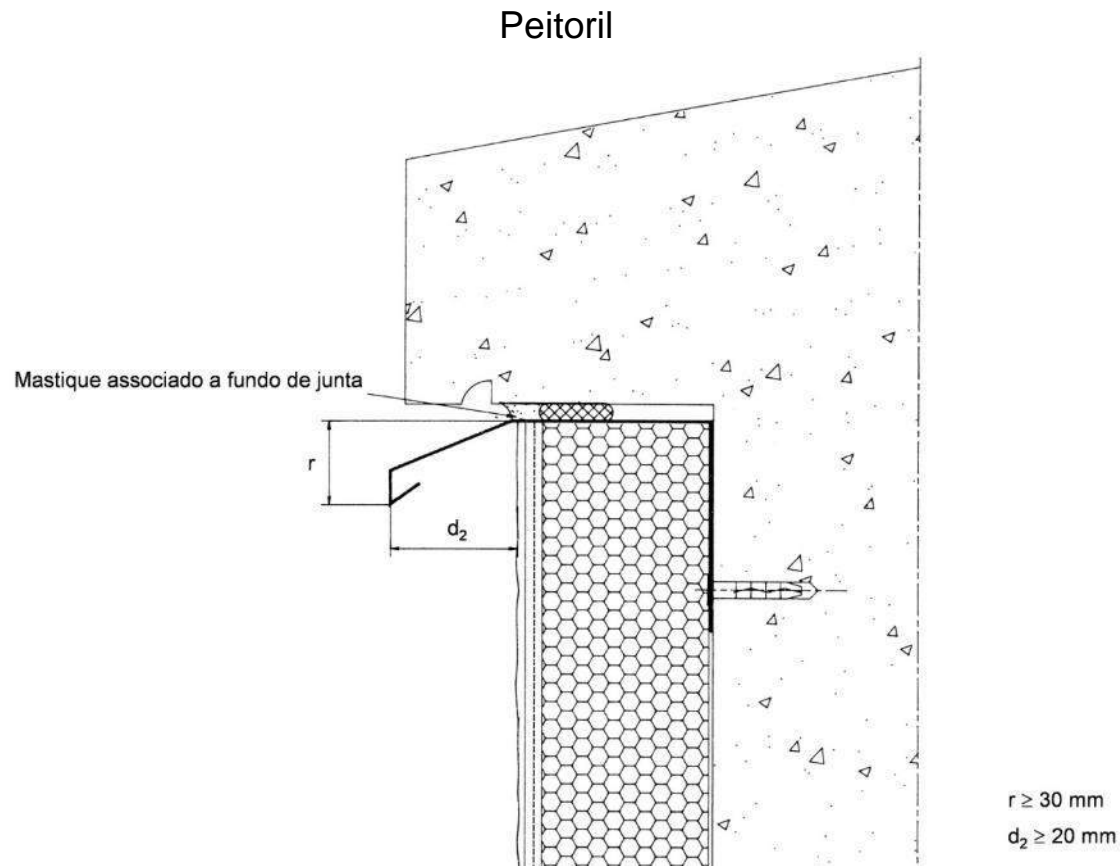
Em edifícios de altura até 28 m:  $r \geq 50 \text{ mm}$

Em edifícios de altura superior a 28 m ou próximos do mar:  $r \geq 100 \text{ mm}$

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



# ETICS - PORMENORIZAÇÃO CONSTRUTIVA



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

# 6

---

## **IMPORTÂNCIA DA APRECIÇÃO TÉCNICA** **( DO SISTEMA E NÃO DOS MATERIAIS SEPARADAMENTE )**

# IMPORTÂNCIA DA APRECIACÃO TÉCNICA

**CERTIFICATO DI IDONEITÀ**

Centre Scientifique et Technique du Bâtiment  
4, avenue du Recteur Poincaré  
F-75782 PARIS Cedex 16  
Tel.: (33) 01 40 50 28 28  
Fax: (33) 01 45 25 61 51

**AGRÈMENT TECHNIQUE EUROPÉEN**  
(version originale en langue française)

**Designação comercial**  
Système d'isolation thermique extérieure par enduit sur polystyrène expansé destiné à l'isolation thermique extérieure des murs de bâtiments.  
External Thermal Insulation Composite Systems with rendering on polystyrene for the use as external insulation to the walls of buildings.

**Le présent Agrément Technique Européen contient:**  
This European Technical Approval contains:

**Fabricante do Sistema**  
Endereço:  
Tel: ### ### ###  
Fax: ### ### ###

**Designated by Government**

**AGRÈMENT TECHNIQUE**  
Certificat  
No ##/##

**DOCUMENTO DE HOMOLOGAÇÃO**  
Homologação de novos materiais e processos de construção

**DESIGNAÇÃO COMERCIAL**  
SISTEMA COMPOSITO DE ISOLAMENTO TÉRMICO PELO EXTERIOR

**DECISÃO DE HOMOLOGAÇÃO**

O presente Documento de Homologação, elaborado em cumprimento do artigo 1º do Regulamento Geral das Edificações Urbanas, com a redação dada pelo Decreto-Lei nº 50/2008, de 19 de Março, define as características e estabelece as condições de execução e de utilização do sistema como sistema composto de isolamento térmico pelo exterior, produzido pela empresa

A homologação é concedida sob condição de que a empresa assegure a constância da qualidade da produção, nomeadamente através de um adequado controlo interno da produção, sintetizado na secção 3.

A utilização deste sistema fica ainda condicionada pelas disposições aplicáveis da regulamentação em vigor.

Este Documento de Homologação é válido até podendo ser renovado mediante solicitação atempada ao LNEC.

O LNEC reserva-se o direito de proceder à suspensão ou ao cancelamento deste Documento de Homologação caso ocorram situações que o justifiquem, nomeadamente perante qualquer facto que ponha em dúvida a constância da qualidade do sistema ou dos seus constituintes.

Luísa e Laboratório Nacional de Engenharia Civil,

**O CONSELHO DIRECTIVO**  
Carlos Pina  
Presidente

**Avis Technique 7/## - ####**

**CRICIAL**

**Avis Techniques**  
ré du 2 décembre 1969)

Bulletin des Avis Techniques  
n° 418 (Janvier-Mars 2007)  
Paris, 75702 Paris Cedex 16  
mars 1997

**EOTA** Organisation pour l'Agrément Technique Européen  
European Organisation for Technical Approvals

# 7

---

## PATOLOGIAS DOS SISTEMAS ETICS

Fenómeno físico / Causa	Patologia	Nº da ficha
Aplicação inadequada do sistema em <b>superfícies horizontais</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Fissuração do revestimento</li> <li>Manchas</li> <li>Infiltrações</li> </ul>	A11
Ausência de armadura em pontos singulares	<ul style="list-style-type: none"> <li>Fissuração do revestimento</li> </ul>	A03
<b>Choque / Vandalismo</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Perfuração do sistema</li> </ul>	A05
Colagem inadequada de <b>ladrilhos cerâmicos</b> sobre o sistema	<ul style="list-style-type: none"> <li>Destacamento e/ou empolamento do revestimento</li> <li>Infiltrações</li> </ul>	A06 A08
<b>Colonização biológica</b> e manchas	<ul style="list-style-type: none"> <li>Bolores e algas</li> </ul>	A13
<b>Cor do revestimento</b> / Absorção da radiação solar	<ul style="list-style-type: none"> <li>Fissuração do revestimento</li> <li>Destacamento e/ou empolamento do revestimento</li> </ul>	A02
Deficiente remate do sistema com as caixilharias	<ul style="list-style-type: none"> <li>Infiltrações</li> </ul>	A09
Deficiente aplicação dos perfis de arranque do sistema	<ul style="list-style-type: none"> <li>Fissuração do revestimento</li> </ul>	A12
<b>Expansão térmica</b> dos materiais do sistema	<ul style="list-style-type: none"> <li>Fissuração do revestimento</li> </ul>	A01
Incorreto tratamento das juntas de dilatação	<ul style="list-style-type: none"> <li>Deterioração do tratamento das juntas</li> <li>Fissuração do revestimento</li> </ul>	A10
<b>Instabilidade do suporte</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Fissuração do revestimento</li> <li>Destacamento e/ou empolamento do revestimento</li> </ul>	A14
Reduzida espessura do revestimento	<ul style="list-style-type: none"> <li>Fissuração do revestimento</li> </ul>	A04
<b>Retração da argamassa</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Fissuração do revestimento</li> <li>Destacamento e/ou empolamento do revestimento</li> </ul>	A07

# PATOLOGIAS DOS SISTEMAS ETICS



## Fissuração



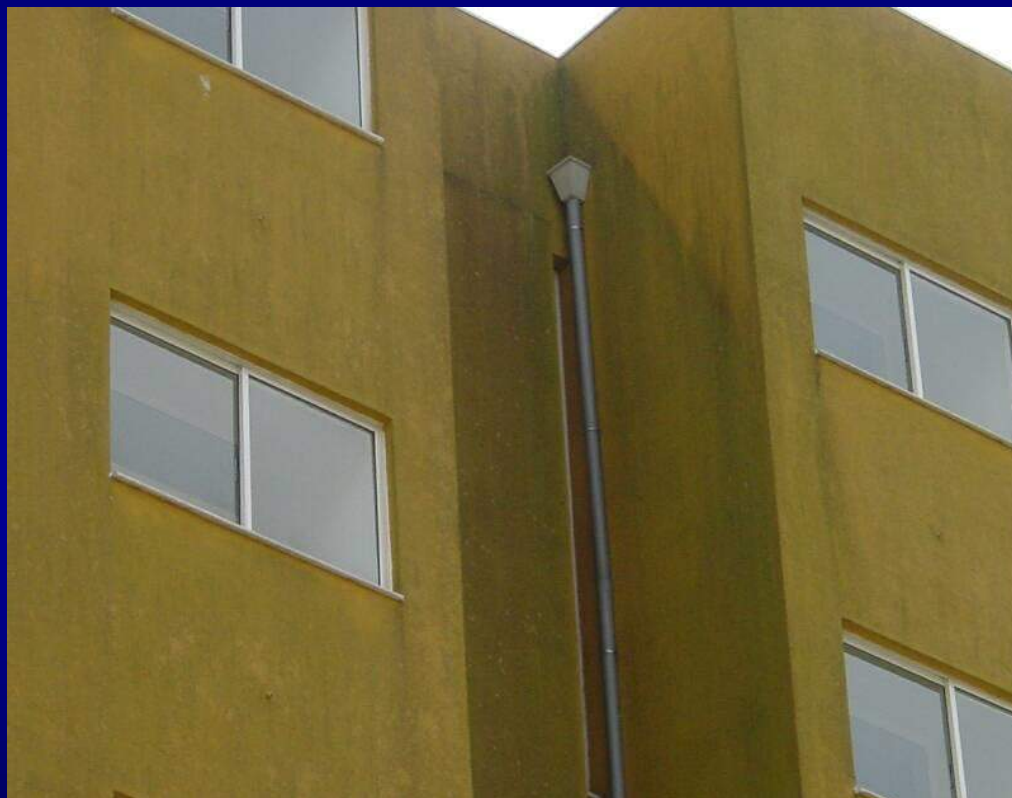
# PATOLOGIAS DOS SISTEMAS ETICS



**Destacamento e/ou empolamento do reboco**



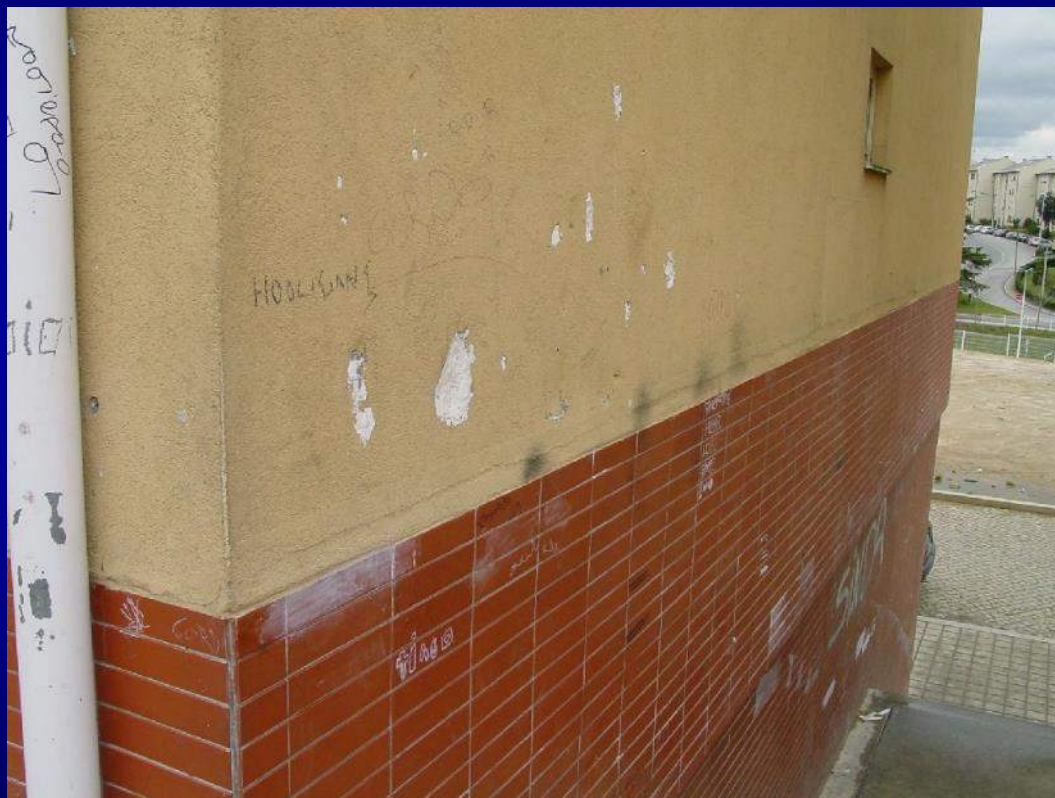
# PATOLOGIAS DOS SISTEMAS ETICS



**Manchas de algas e fungos**



# PATOLOGIAS DOS SISTEMAS ETICS



**Degradação em zonas acessíveis devido ao choque/vandalismo**

# PATOLOGIAS DO SISTEMA ETICS - VANDALISMO





# PATOLOGIAS DOS SISTEMAS ETICS



**Espessura insuficiente e Posição da armadura**

# PATOLOGIAS DOS SISTEMAS ETICS



## COLAGEM INADEQUADA

A

---

# EXPANSÃO TÉRMICA



# EXPANSÃO TÉRMICA DOS MATERIAIS

*Fissuração correspondente às juntas entre placas*



# EXPANSÃO TÉRMICA

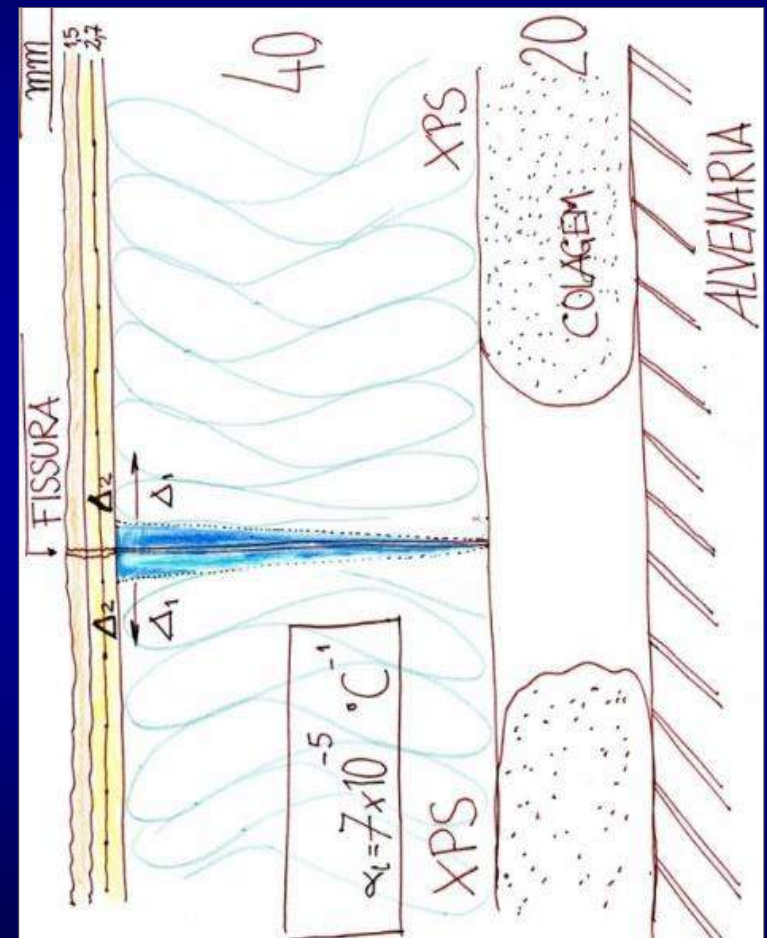
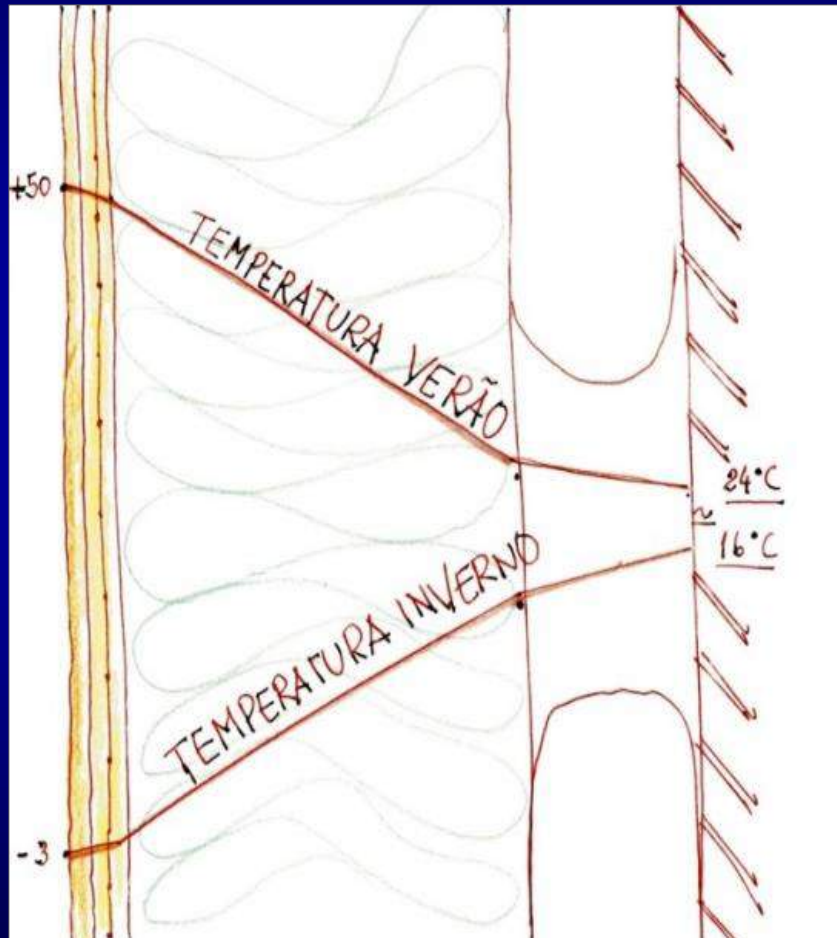
## SONDAGENS E MEDIDAS





# EXPANSÃO TÉRMICA

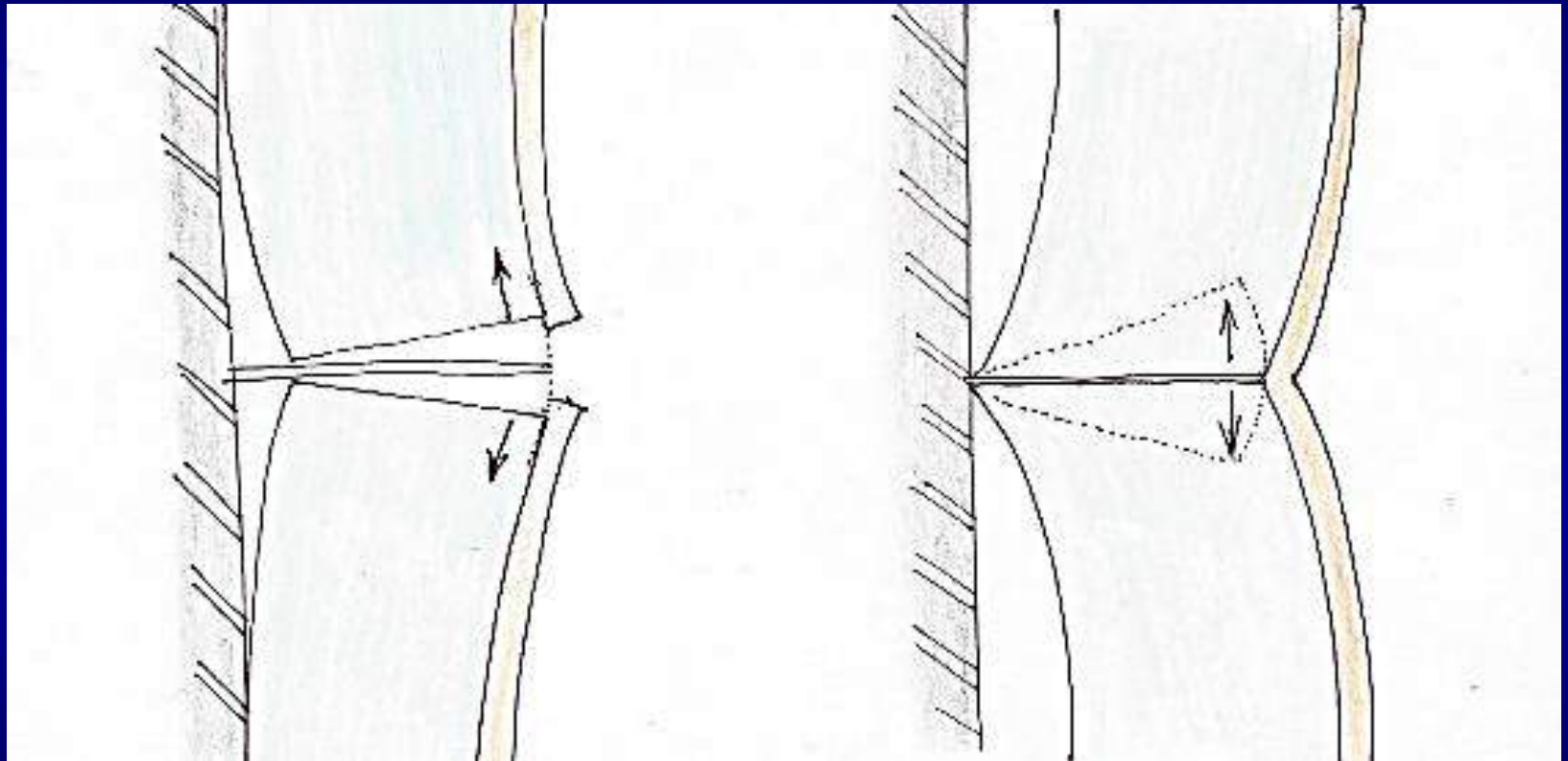
CAUSAS DA PATOLOGIA (Rigidez e Variação dimensional variável)





# EXPANSÃO TÉRMICA

*CAUSAS DA PATOLOGIA (Rigidez e Variação dimensional variável)*



B

---

# ABSORÇÃO DA RADIAÇÃO SOLAR DO REVESTIMENTO DE COR CINZA ESCURO

# ABSORÇÃO DA RADIAÇÃO SOLAR DO REVESTIMENTO DE COR CINZA ESCURO

## *DESCRIÇÃO DA PATOLOGIA*



# ABSORÇÃO DA RADIAÇÃO SOLAR DO REVESTIMENTO DE COR CINZA ESCURO

*SONDAGENS E MEDIDAS (Reforço da Armadura não é suficiente)*



# ABSORÇÃO DA RADIAÇÃO SOLAR DO REVESTIMENTO DE COR CINZA ESCURO

## CAUSAS DA PATOLOGIA

Cor da superfície	$\alpha_s$
Branco	0,2 a 0,3
Amarelo, cor-de-laranja, vermelho claro	0,3 a 0,5
Vermelho escuro, verde-claro, azul-claro	0,5 a 0,7
Castanho, verde-escuro, azul-vivo, azul-escuro	0,7 a 0,9
Castanho-escuro, preto	0,9 a 1
Valores indicativos (DTU 26.1 P1-2, 2009)	

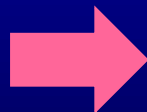
$$t_{se} \cong t_e + (\alpha_s \times R) / h_e$$

$$t_e = 40^\circ\text{C} \text{ (Verão)}$$

$$\alpha_s = 0,8$$

$$R = 800 \text{ W/m}^2$$

$$h_e = 25 \text{ W/m}^2 \cdot ^\circ\text{C}$$



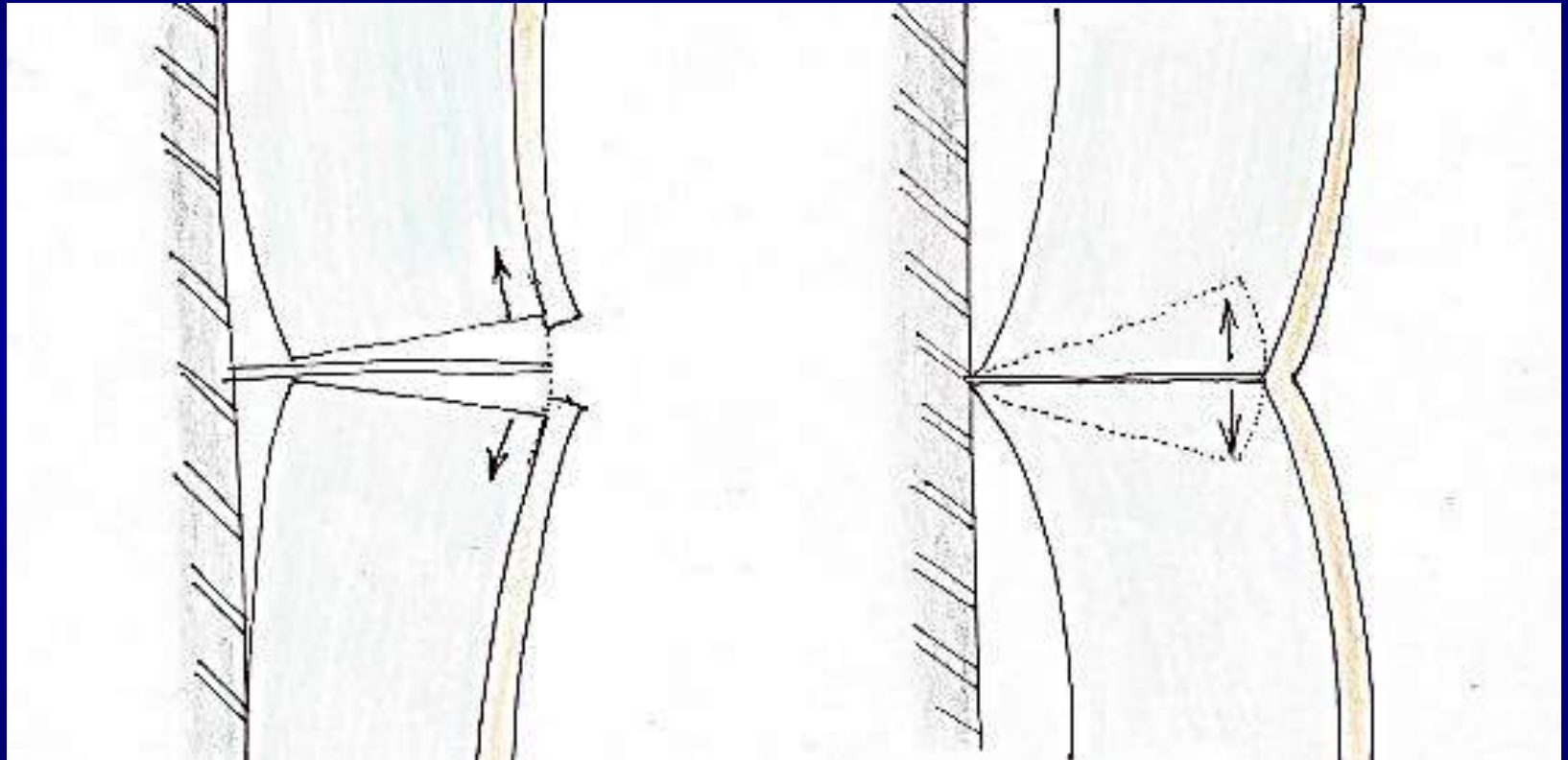
$$t_{se} \cong 65^\circ\text{C}$$

$$\Delta L_{\text{isolamento térmico}} = 4,5\text{mm}$$

$$\Delta L_{\text{camada exterior}} = 0,8\text{mm}$$

# Variação dimensional diária - COR

*CAUSAS DA PATOLOGIA (Variação dimensional diferencial)*



C

---

# REVESTIMENTO CERÂMICO SOBRE ETICS



# REVESTIMENTO CERÂMICO SOBRE ETICS

## DESCRIÇÃO DA PATOLOGIA



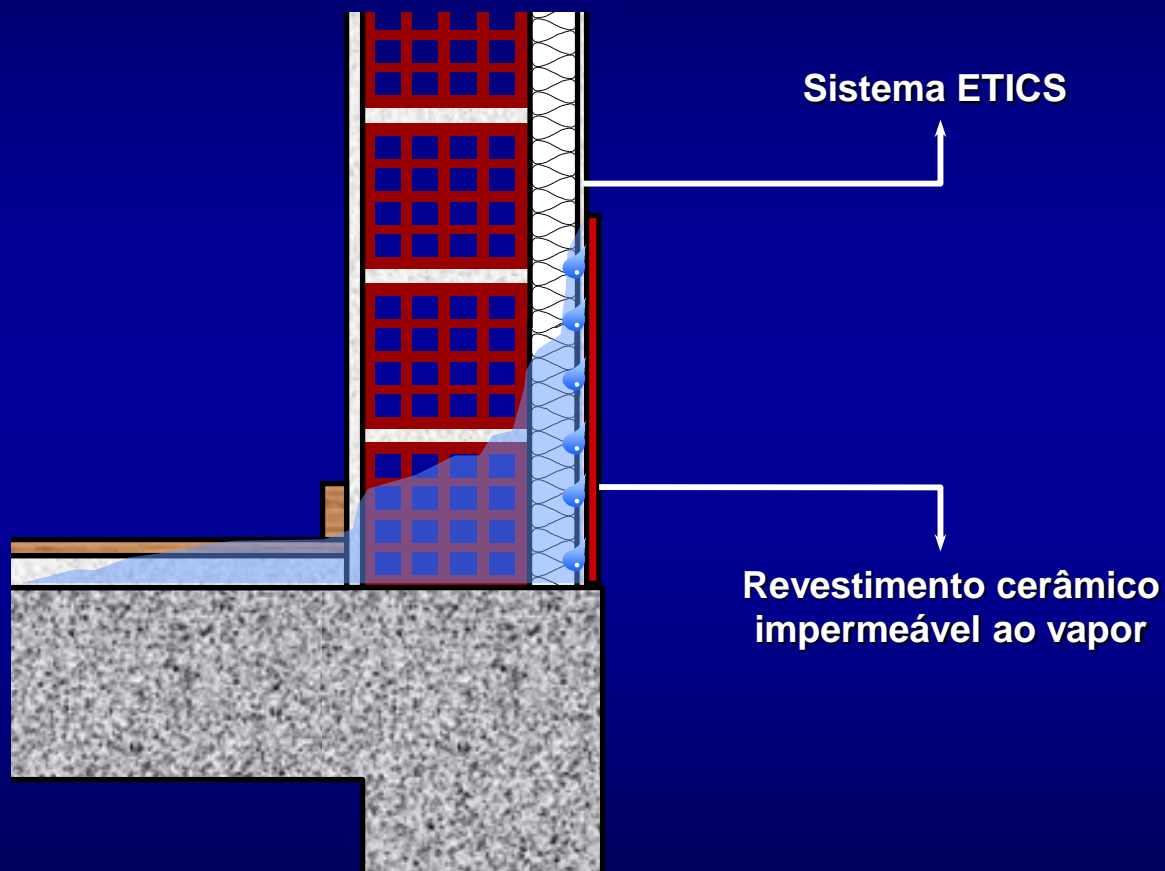


# PATOLOGIAS DOS SISTEMAS ETICS



**Condensações internas**

# PATOLOGIAS DOS SISTEMAS ETICS



**Condensações internas**

# REVESTIMENTO CERÂMICO SOBRE ETICS

*Condensações e humedificação e expansão da madeira*



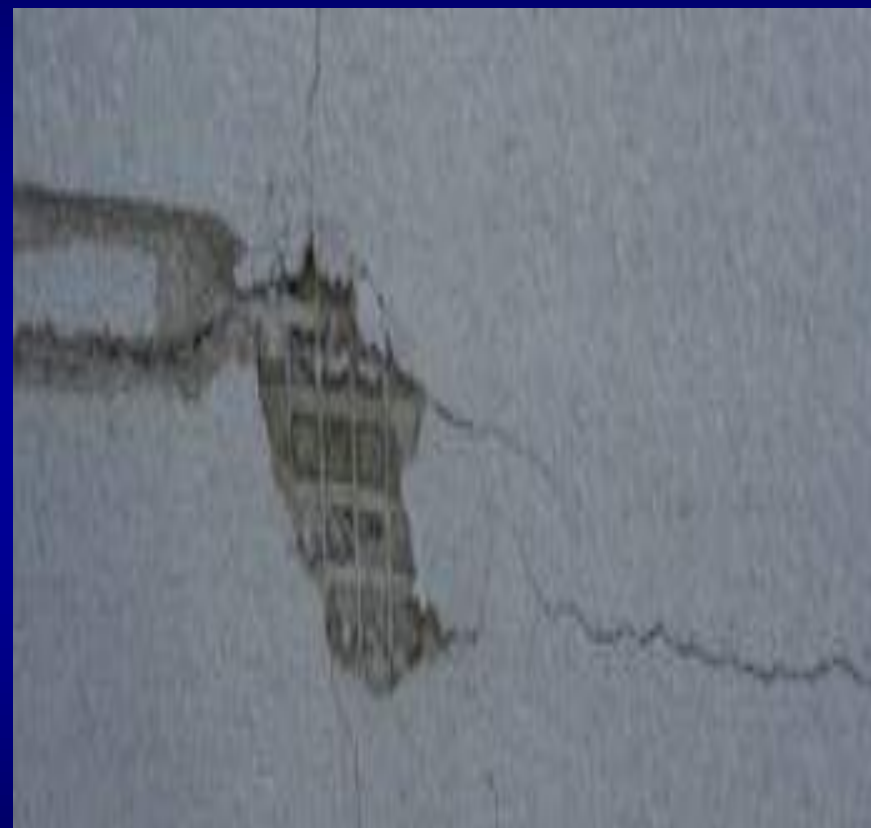
D

---

# RETRAÇÃO DA ARGAMASSA

# ARGAMASSA de revestimento ( espessura e E)

## DESCRIÇÃO DA PATOLOGIA



- ▷ Fissuração sem orientação definida


# ARGAMASSA de revestimento ( espessura e E)



- ▷ Painéis de lã de rocha com densidade nominal  $150 \text{ kg/m}^3$ ;
- ▷ Camada de base com 7 mm e rede de fibra de vidro ( $115 \text{ g/m}^2$ );
- ▷ O módulo de elasticidade dinâmico da argamassa é  
 **$14\,531 \text{ MPa}$  (NP EN 14146:2006) ???**
- ▷ ETICS fixado por colagem e fixações mecânicas complementares

# ARGAMASSA de revestimento ( espessura e E)

## CAUSAS DA PATOLOGIA

- ▷ Retração da argamassa
- ▷ elevado módulo de elasticidade (14 531 MPa)
- ▷ espessura ( 7 mm)
- ▷  $E \times d < 50000 \text{ N/mm}$   Critério ETAG 004
- ▷ Variações significativas da espessura da camada de base aumentam o risco



E

---

# SISTEMA ETICS EM SUPERFÍCIE HORIZONTAL ????

# SISTEMA ETICS EM SUPERFÍCIE HORIZONTAL



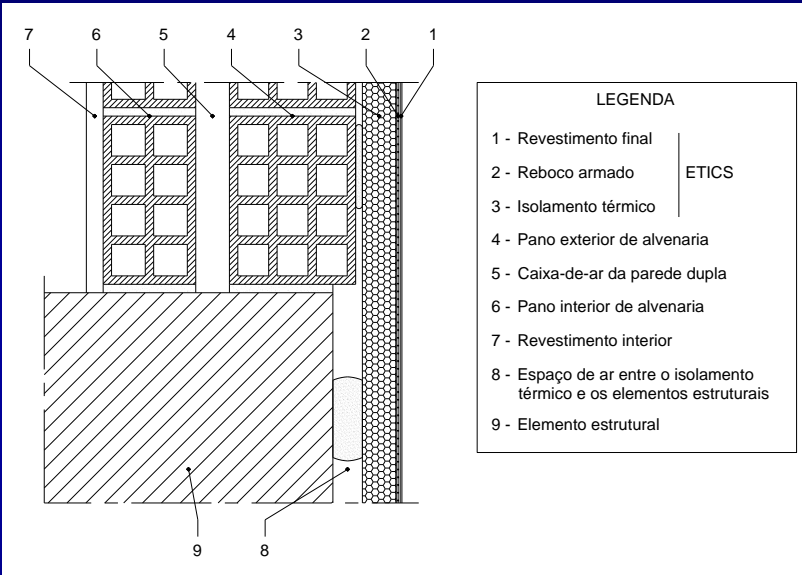
F

---

# INSTABILIDADE DO SUPORTE

# INSTABILIDADE DO SUPORTE

## SONDAGENS E MEDIDAS



- ▷ O produto de colagem aplicado diretamente sobre o suporte, apresentando diferentes espessuras, nomeadamente no topo das lajes
- ▷ O reboco delgado com espessura inferior a 2 mm e a armadura em contacto direto com as placas de isolamento

# INSTABILIDADE DO SUPORTE

## DESCRIÇÃO DA PATOLOGIA



- ▷ Fissuração e destacamento pontual do reboco

G

---

# COLONIZAÇÃO BIOLÓGICA



# MANCHAS NO REVESTIMENTO ETICS

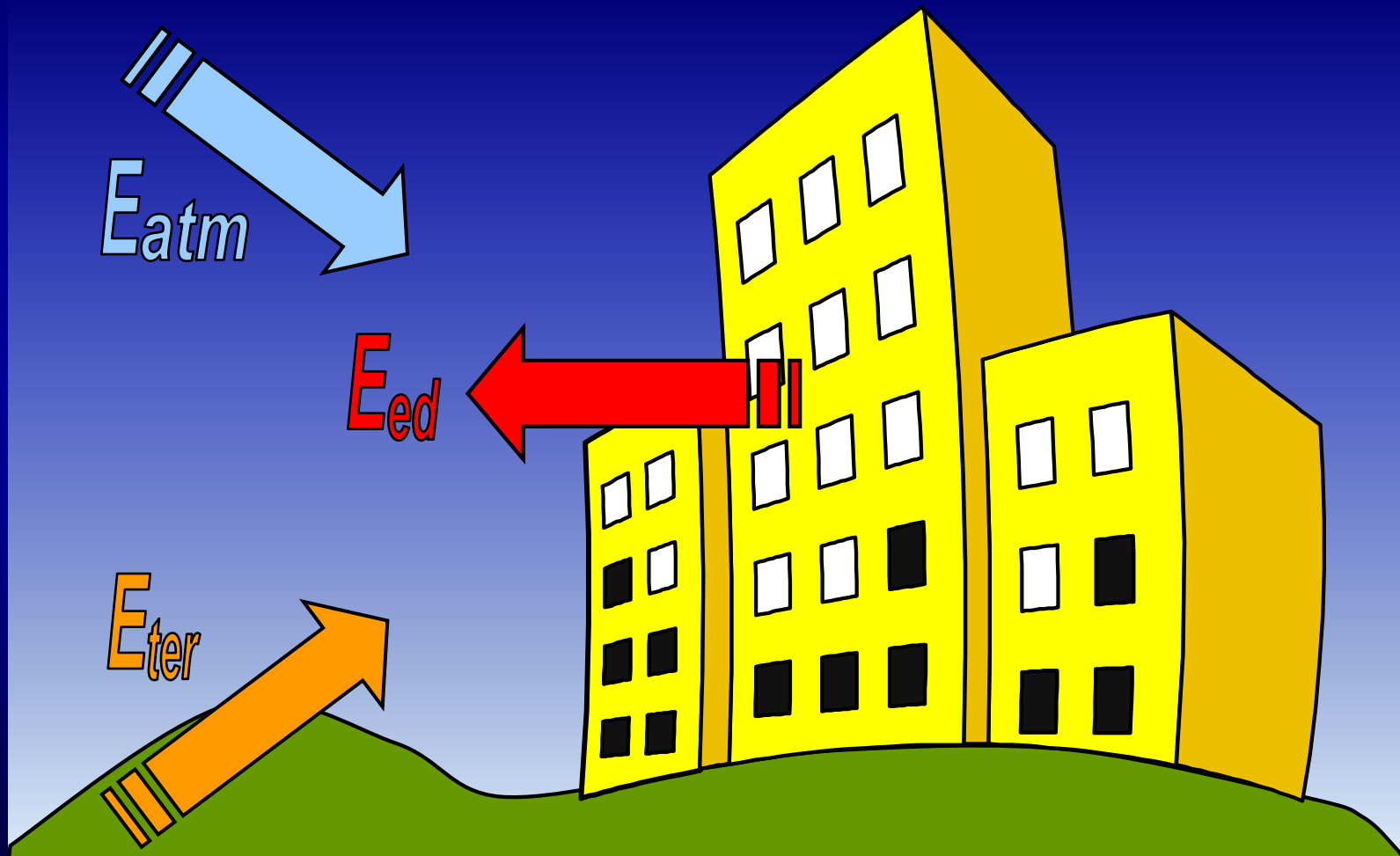
## *Descrição da patologia*





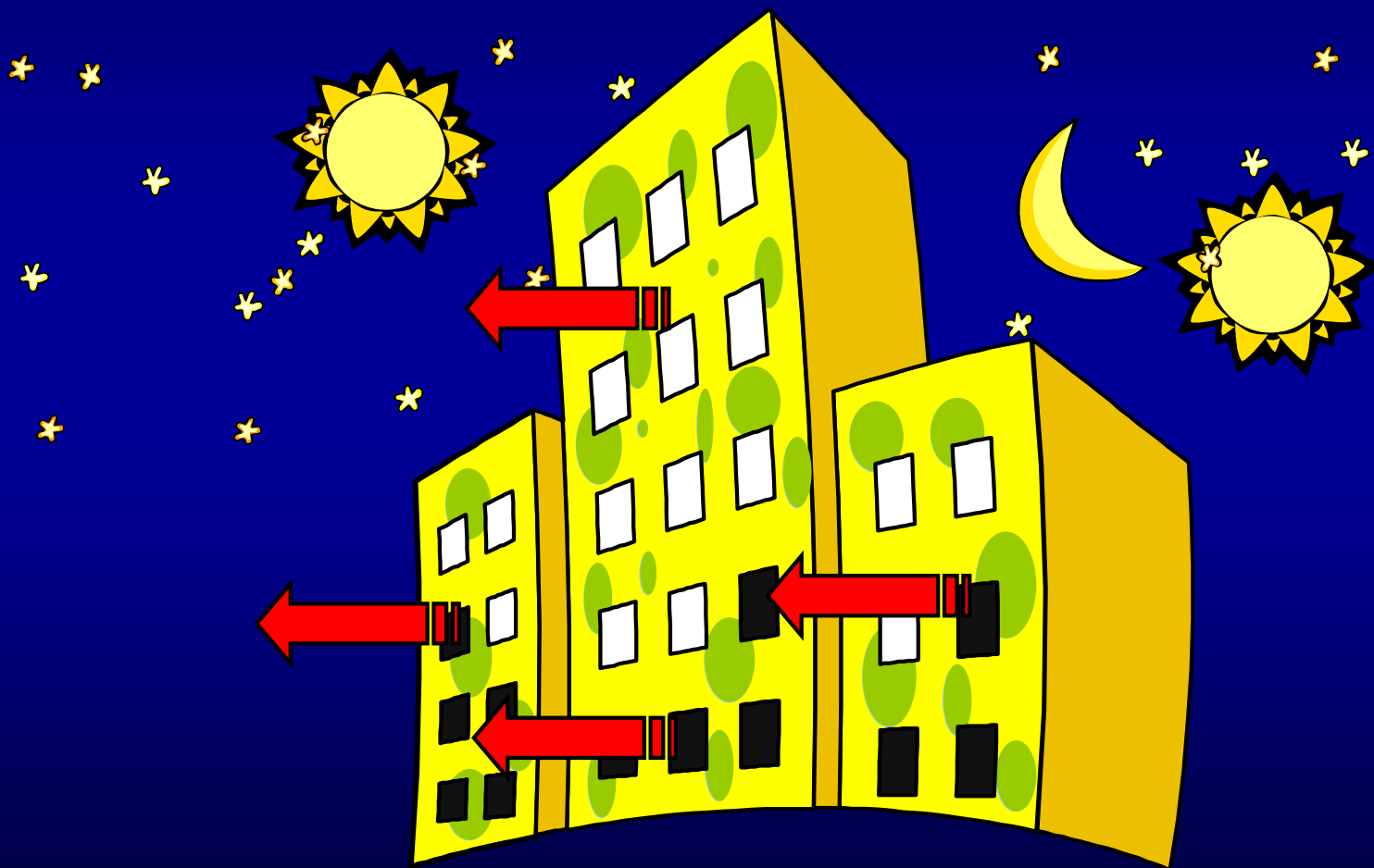
# MANCHAS NO REVESTIMENTO ETICS

*Causas: Trocas de radiação de onda longa*



# MANCHAS NO REVESTIMENTO ETICS

*Causas: Trocas de radiação de onda longa*



# MANCHAS NO REVESTIMENTO ETICS

*Causas: Parâmetros condicionantes*

**HUMIDIFICAÇÃO**



**CHUVA INCIDENTE**

**CONDENSAÇÕES SUPERFICIAIS**



**Orientação:**

*radiação atmosférica, radiação solar, ventos dominantes*

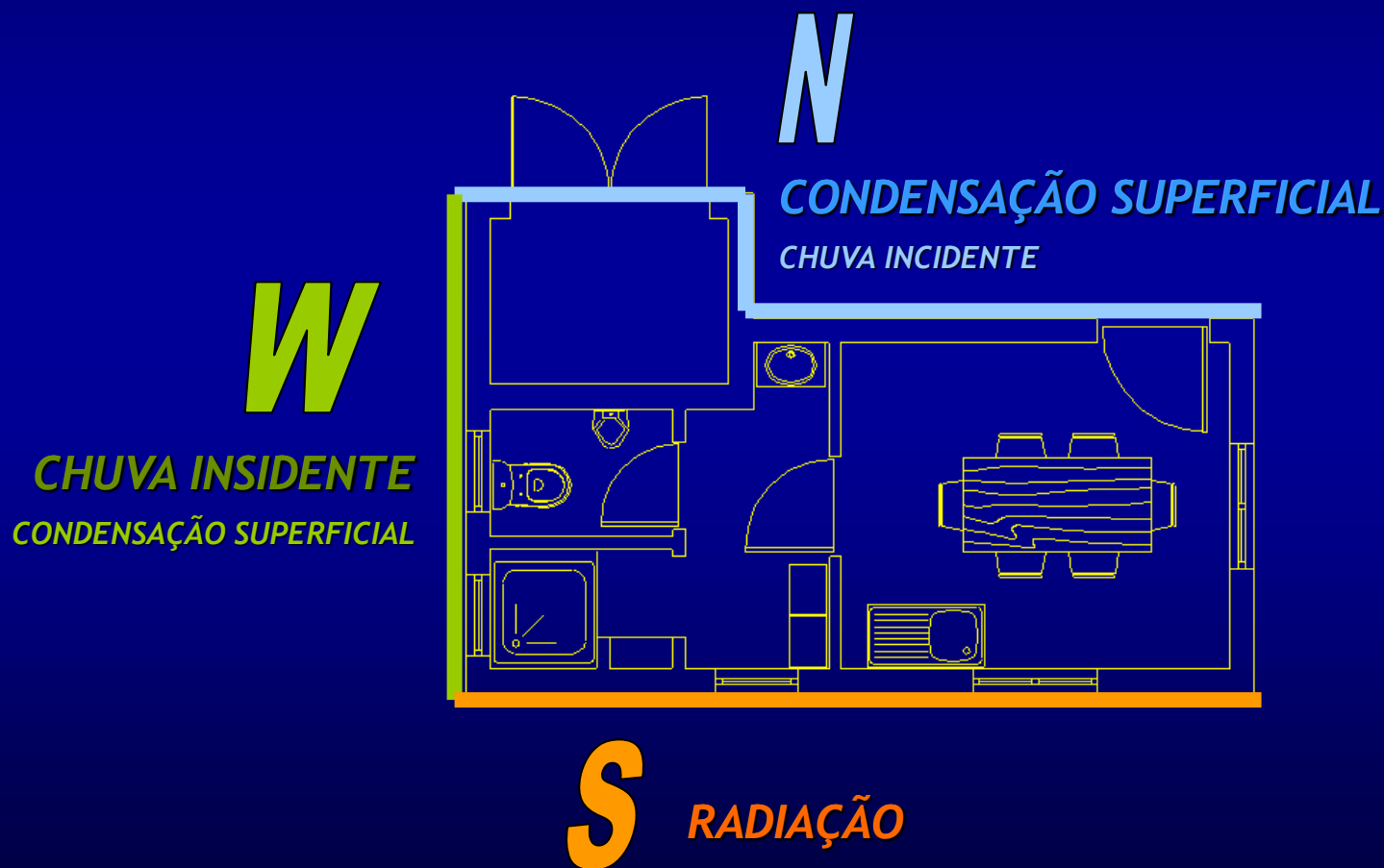


**Propriedades físicas:**

*espessura, emissividade, absorção de água líquida, inércia térmica da camada exterior*

# MANCHAS NO REVESTIMENTO ETICS

## Causas



# 8

---

## CONCLUSÕES



***Esta ação como outras que vão decorrer em 2015  
são um contributo para refletir sobre os problemas  
da patologia e da reabilitação de edifícios em  
PORTUGAL... sem conhecimento não haverá sucesso***

# ISBP2015

1<sup>st</sup> International Symposium on Building Pathology

March 24-27, 2015

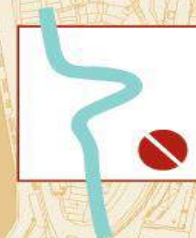
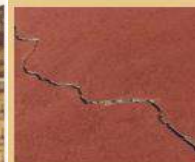
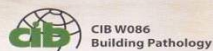
Porto – Portugal

Faculty of Engineering

University of Porto



First Announcement and Call for Papers



PRIMEIRO ANÚNCIO

**PATORREB 2015**

5º ENCONTRO SOBRE  
PATOLOGIA E REABILITAÇÃO DE EDIFÍCIOS



26 - 28 de MARÇO  
P O R T O  
P O R T U G A L  
2 0 1 5





# Muito obrigado pela atenção dispensada

## PORTO - FEUP

