

# V Jornadas FICAL Fórum Ibérico da Cal

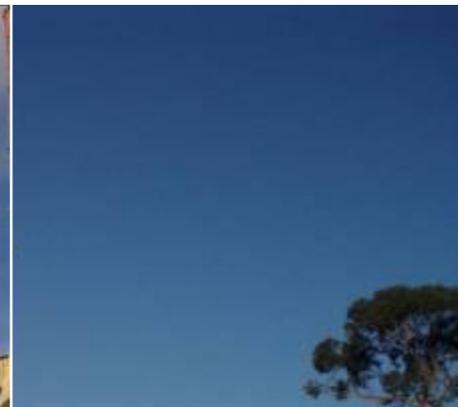
Portugal | Lisboa | LNEC | 23 - 25 | maio | 2016



LABORATÓRIO NACIONAL  
DE ENGENHARIA CIVIL



FICAL  
Forum Ibérico da Cal



## A Nova Cal Hidráulica Natural na Reabilitação

## Agenda

---

- A SECIL Argamassas
- Cal Hidráulica - NHL
  - Enquadramento Normativo
  - Características
  - Argamassas Tradicionais
  - Argamassas Industriais
- Conclusões

## O início ...



## SECIL NHL

A Secil Argamassas é única a nível da Península Ibérica e das poucas a nível mundial a produzir Cal Hidráulica Natural.



INOVAÇÃO

A nossa tradição desde 1891

A REFERÊNCIA HÁ MAIS DE  
**125**  
ANOS  
NA PRODUÇÃO DE NHL  
CAL HIDRÁULICA NATURAL



**SECIL ARGAMASSAS PREMIADA**  
NA 1ª EDIÇÃO DOS PRÉMIOS INOVAÇÃO NA CONSTRUÇÃO

# Cal Hidráulica - NHL Natural Hydraulic Lime

Ligante na Reabilitação





# Norma Portuguesa

---

NP  
EN 459-1  
2015

**Cal de construção**

**Parte 1: Definições, especificações e critérios de conformidade**

Chaux de construction

Partie 1: Définitions, spécifications et critères de conformité

Building lime

Part 1: Definitions, specifications and conformity criteria



## 5 Cal com propriedades hidráulicas

### 5.1 Generalidades

A cal com propriedades hidráulicas (ver 3.4), quando apropriadamente doseada e misturada com agregados e com água, produz uma argamassa ou um betão que retém a sua trabalhabilidade durante certo tempo e, após predeterminados períodos, atinge uma resistência especificada e estabilidade volumétrica a longo prazo.

A cal com propriedades hidráulicas tem uma presa inicial, é classificada segundo a sua resistência mecânica à compressão e tem uma gama definida de teor de cal disponível.

A cal com propriedades hidráulicas tem a propriedade de fazer presa e endurecer quando misturada com água e por reação com o dióxido de carbono do ar (carbonatação).

### 5.2 Subfamílias da cal com propriedades hidráulicas

#### 5.2.1 Cal hidráulica natural (NHL)

A cal hidráulica natural é uma cal com propriedades hidráulicas produzida pela queima de calcários mais ou menos argilosos ou siliciosos (incluindo giz) e redução a pó por extinção com ou sem moagem. Tem a propriedade de fazer presa e endurecer quando misturada com água e por reação com o dióxido de carbono do ar (carbonatação).

As propriedades hidráulicas resultam exclusivamente da composição química especial da matéria-prima natural. São permitidos agentes de moagem até 0,1 %. A cal hidráulica natural não contém quaisquer outros aditivos.



## 5.3 Cal hidráulica natural

### 5.3.1 Classificação da cal hidráulica natural

A cal hidráulica natural deve ser classificada de acordo com a notação do Quadro 15 e a sua resistência à compressão de acordo com o Quadro 17.

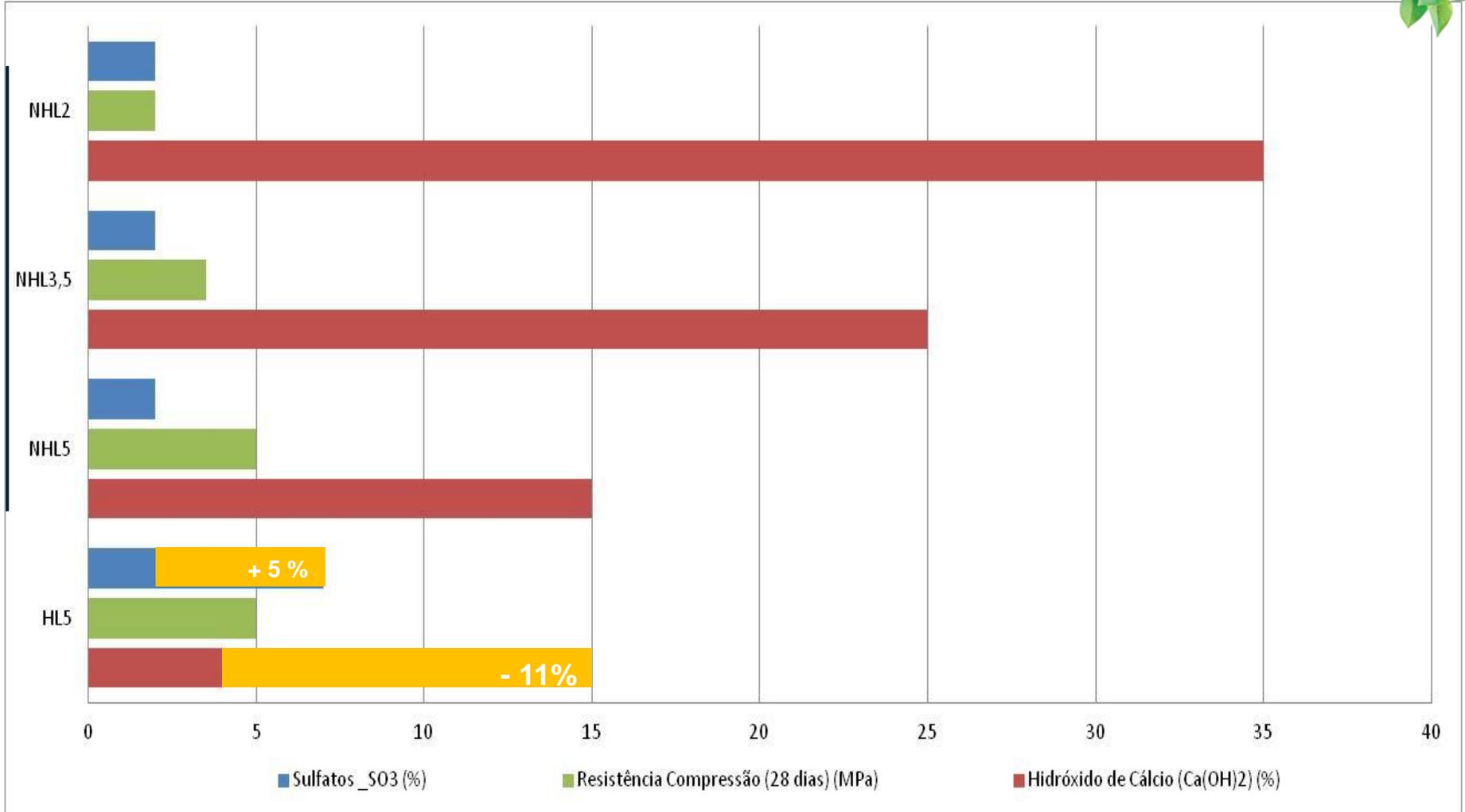
Quadro 15 – Tipos de cal hidráulica natural

Designação	Notação
Cal hidráulica natural 2	NHL 2
Cal hidráulica natural 3,5	NHL 3,5
Cal hidráulica natural 5	NHL 5



### CAL HIDRÁULICA NATURAL

Sem adições



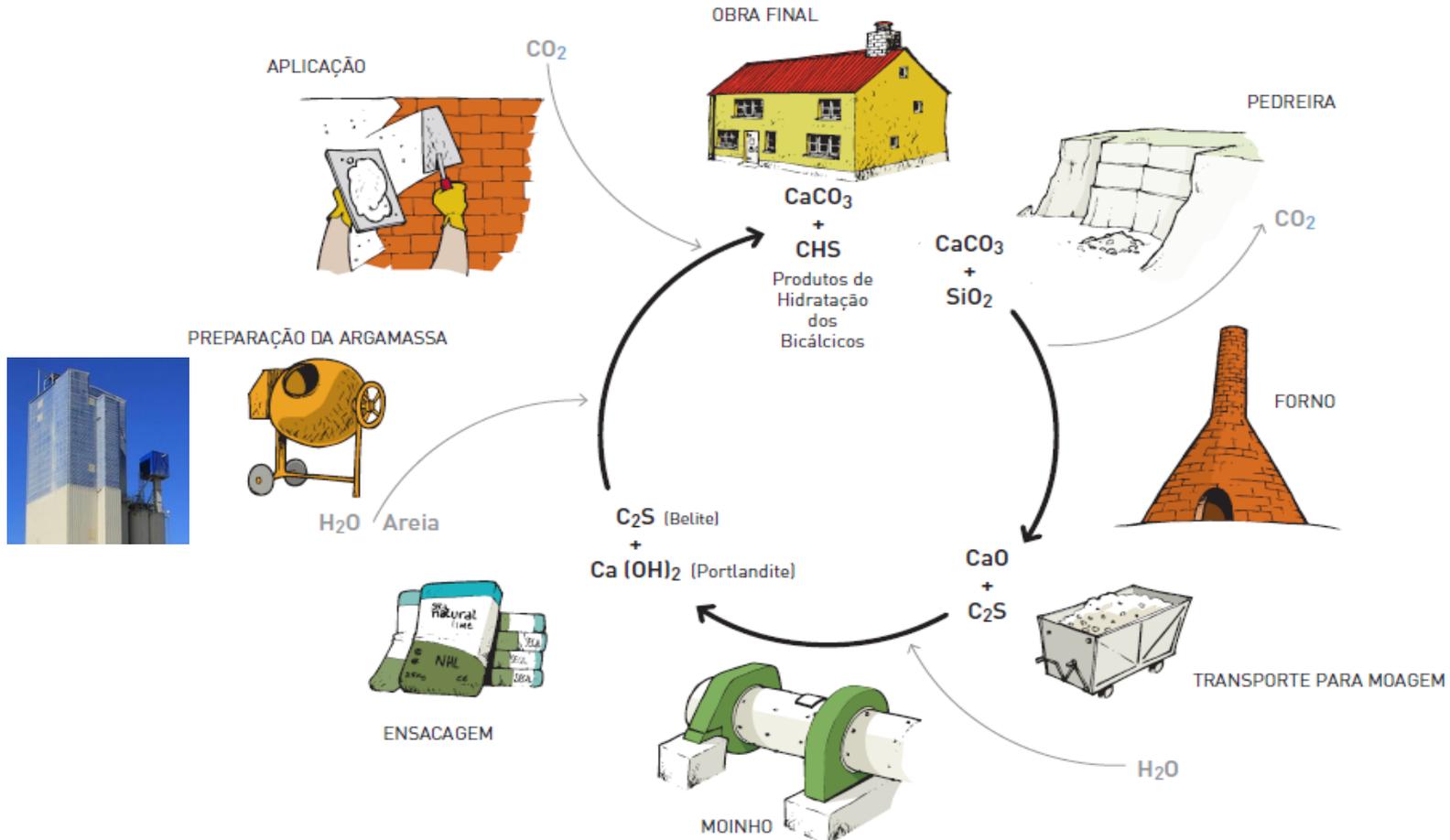
## Cal Hidráulica Natural

NHL5  
NHL3,5  
NHL2



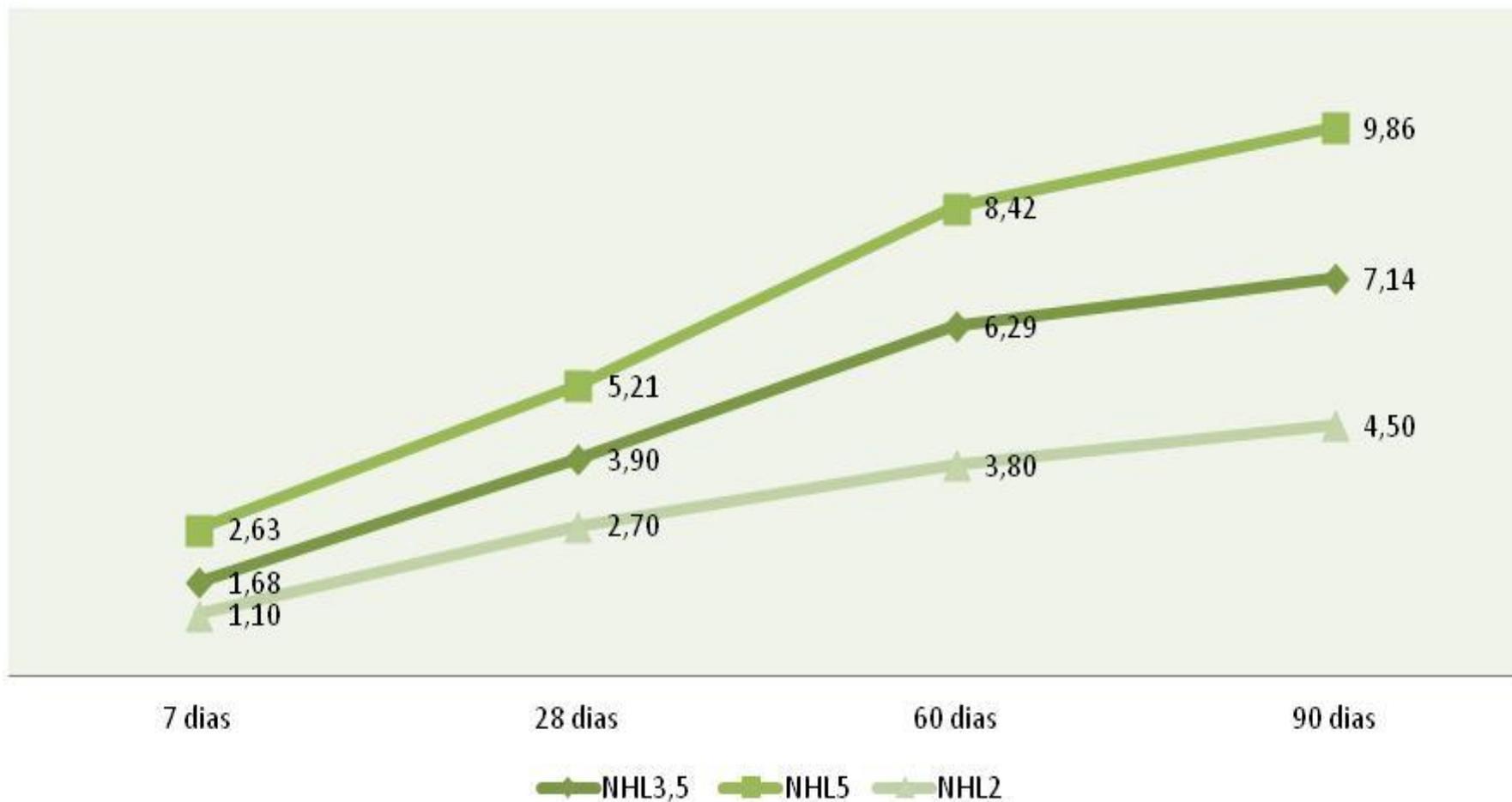


# CICLO DA NHL (Cal Hidráulica Natural)





## DESENVOLVIMENTO DAS RESISTÊNCIAS MECÂNICAS À COMPRESSÃO (MPa)





## CAL HIDRÁULICA NATURAL

- Pureza (100% natural, livre de adições);
- Elevado teor de cal livre;
- Desenvolvimento gradual de resistência mecânica:
  - Presa hidráulica –  $C_2S$ ;
  - Presa aérea –  $Ca(OH)_2$ ;
- Absorção  $CO_2$ ;
- Total compatibilidade física e química com suportes antigos;
- Aplicável sobre distintas tipologias de suporte;
- Possibilidade de aplicação durante a maior parte do ano, mesmo com humidades elevadas e desde que se proporcione alguma protecção, **sem aditivos**;

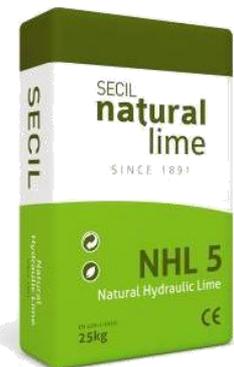




## CAL HIDRÁULICA NATURAL



- Excelente permeabilidade ao vapor de água;
- Sem sulfato de cálcio;
- Resistente aos sais - Durabilidade em presença de humidades ascensionais e sais higroscópicos;
- Acabamento rústico de cor bege;
- Excelente trabalhabilidade;
- Reciclável.





## CAL HIDRÁULICA NATURAL



- Argamassas de elevação de alvenarias;
- Argamassa de refechamento de juntas;
- Argamassa de consolidação de alvenarias;
- Grout de injeção;
- Rebocos de revestimento;
- Argamassas de pavimento;
- Betão de baixas resistências;
- Pastas para colocação de Azulejo;
- Restauro de pedra.



## Aplicações dos diferentes tipos de Cais Hidráulicas

### NHL5

- Argamassas de reabilitação em edifícios de estrutura porticada
- Argamassa de refechamento de juntas
- Argamassas de elevação de alvenaria
- Argamassas de pavimento correntes e térmicas
- Betão de baixas resistências

### NHL3,5

- Argamassas de revestimento em edifícios antigos
- Argamassas de revestimento de edifícios históricos
- Restauro de pedra

### NHL2

- Argamassas de revestimento em edifícios antigos
- Argamassas de revestimento de edifícios históricos
- Trabalhos de decoração



## Cal Hidráulica Natural

### Aplicações vs Desempenhos



TRAÇOS DE ARGAMASSA RECOMENDADOS	MATÉRIAS PRIMAS (VOLUME)				RESISTÊNCIA À COMPRESSÃO (MPa)			MÓDULO DE ELASTICIDADE (MPa) 28dias	
	NHL 5	Silica fina (<0,6 mm)	Silica fina (<1,2 mm)	Silica do Rio (<4,0 mm)	Água % peso (cal + areia)	7 dias	28 dias		90 dias
<b>Argamassa de alvenaria (ligante:areia) = (1:2)</b>	1	-	1	1	13,5	0,8	2,8	3,7	6900
<b>Argamassa de revestimento (ligante:areia) = (1:3)</b>	1	-	1,5	1,5	14,2	0,4	1,0	1,7	3300
<b>Argamassa de revestimento (ligante:areia) = (1:4)</b>	1	-	2	2	14,7	0,2	0,6	0,8	2170
<b>Argamassa de pavimento (ligante:areia) = (1:3)</b>	1	-	-	3	12,0	0,6	2,5	3,6	4500



TRAÇOS DE ARGAMASSA RECOMENDADOS	MATÉRIAS PRIMAS (VOLUME)				Água % peso (cal + areia)	RESISTÊNCIA À COMPRESSÃO (MPa)			MÓDULO DE ELASTICIDADE (MPa) 28 dias
	NHL 3,5	Silica fina (<0,6 mm)	Silica fina (<1,2 mm)	Silica do Rio (<2,5 mm)		7 dias	28 dias	90 dias	
Argamassa de revestimento (ligante:areia) = (1:3)	1	1	1	1	15,1	0,3	0,9	1,5	3300
Argamassa de revestimento (ligante:areia) = (1:4)	1	1,5	1,5	1	15,2	0,2	0,5	0,6	1970



TRAÇOS DE ARGAMASSA RECOMENDADOS	MATÉRIAS PRIMAS (VOLUME)				Água % peso (cal + areia)	RESISTÊNCIA À COMPRESSÃO (MPa)			MÓDULO DE ELASTICIDADE (MPa) 28 dias
	NHL 2	Silica fina (<0,6 mm)	Silica fina (<1,2 mm)	Silica do Rio (<2,5 mm)		7 dias	28 dias	90 dias	
Argamassa de revestimento (ligante:areia) = (1:3)	1	1,5	1,5	-	15,9	0,3	0,6	0,9	2720
Argamassa de revestimento (ligante:areia) = (1:4)	1	2	2	-	16,6	0,1	0,3	0,4	2060
Argamassa de revestimento (ligante:areia) = (1:3)	1	3	-	-	17,2	0,2	0,6	0,8	2460



## Desempenhos

### Argamassas Tradicionais vs Argamassas Industriais

Matérias Primas	ARG1	ARG2	ARG3	ARG4	ARG5
	% peso				
Agregado A1	44	44	44	44	<b>Argamassa Industrial</b>
Agregado A2	40	40	40	40	
Cal Hidratada	16	-	-	13	
Cal Hidráulica Natural NHL5	-	16	-	-	
CEM II/B-L 32.5 N Cinza	-	-	16	3	



## Desempenhos

### Argamassas Tradicionais vs Argamassas Industriais

Características	(Un.)	Resultados					Norma Ensaio
		ARG1	ARG2	ARG3	ARG4	ARG5	
Água de amassadura	(%)	18,8	14,7	13,8	17,3	19,4	EN1015-3
Espalhamento	(mm)	155	150	146	154	154	EN1015-4
Massa Volúmica	(kg/m <sup>3</sup> )	1970	2040	2090	2006	1975	EN1015-6
Ar Contido	(%)	25,0	8,0	7,0	27,0	6,5	EN1015-7
Tempo de Vida	(horas:min)	22:00	05:25	04:50	08:00	05:00	EN1015-9



## Desempenhos

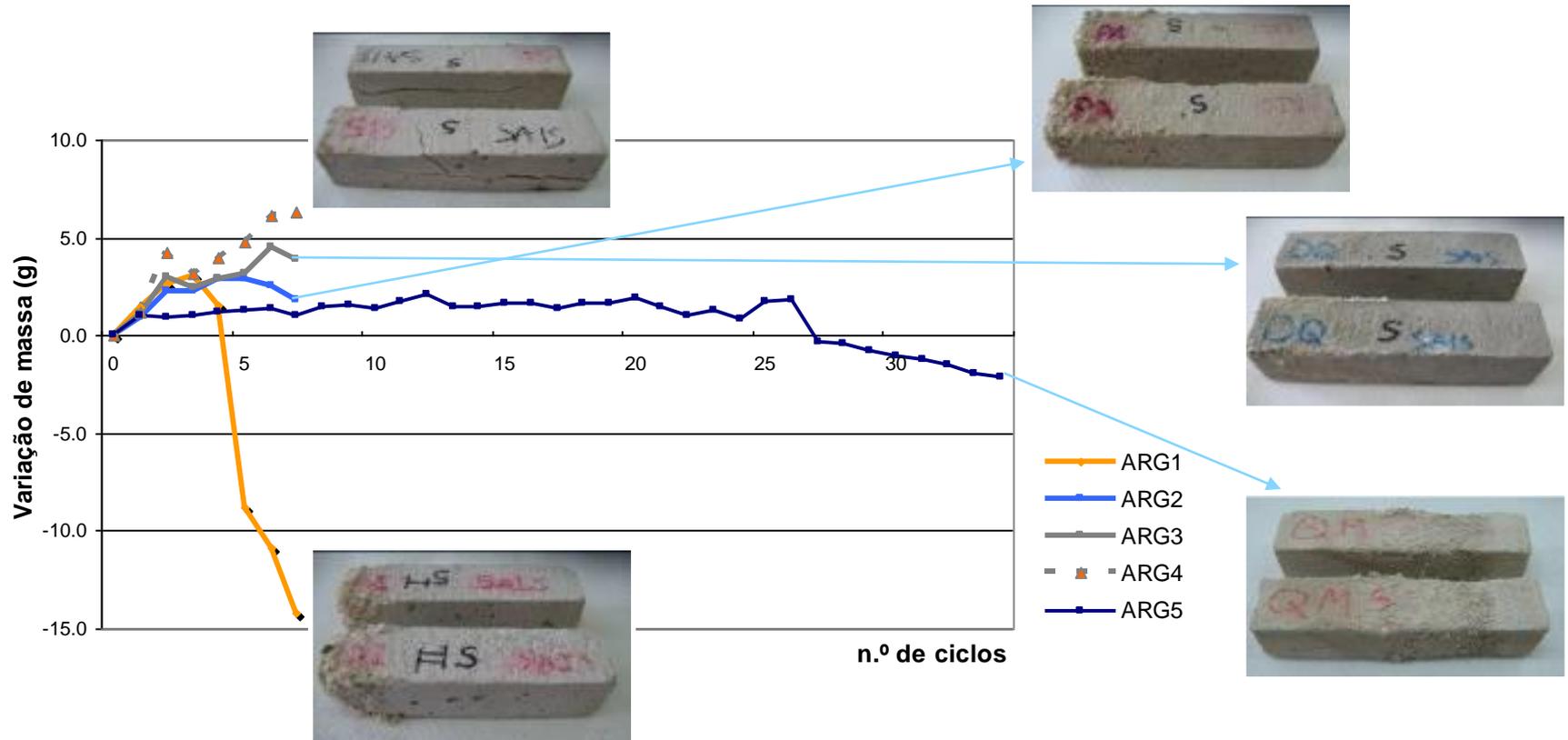
### Argamassas Tradicionais vs Argamassas Industriais

Características	(Un.)	Resultados					Norma Ensaio
		ARG1	ARG2	ARG3	ARG4	ARG5	
28 dias							
Massa Volúmica	(kg/m <sup>3</sup> )	1730	1840	1905	2000	1810	EN1015-10
Aderência ao bloco e tijolo <small>Modo de Fractura</small>	(MPa)	0.10 B	0.50 B	1.10 B	0.15 B	0.25 B	EN1015-12
Módulo de Elasticidade	(MPa)	4440	5630	18770	6970	3200	BS 1881-5
Absorção de água por capilaridade às 24 h	(kg/m <sup>2</sup> )	2,0	1,5	1,7	2,0	2,9	EN1015-18
Penetração de água após capilaridade	(mm)	160	160	160	160	3	
Coefficiente de permeabilidade ao vapor	(μ)	5.6	9,5	5,8	7,2	3,8	EN1015-19



# Comportamento \_ Ciclos de Sulfatos

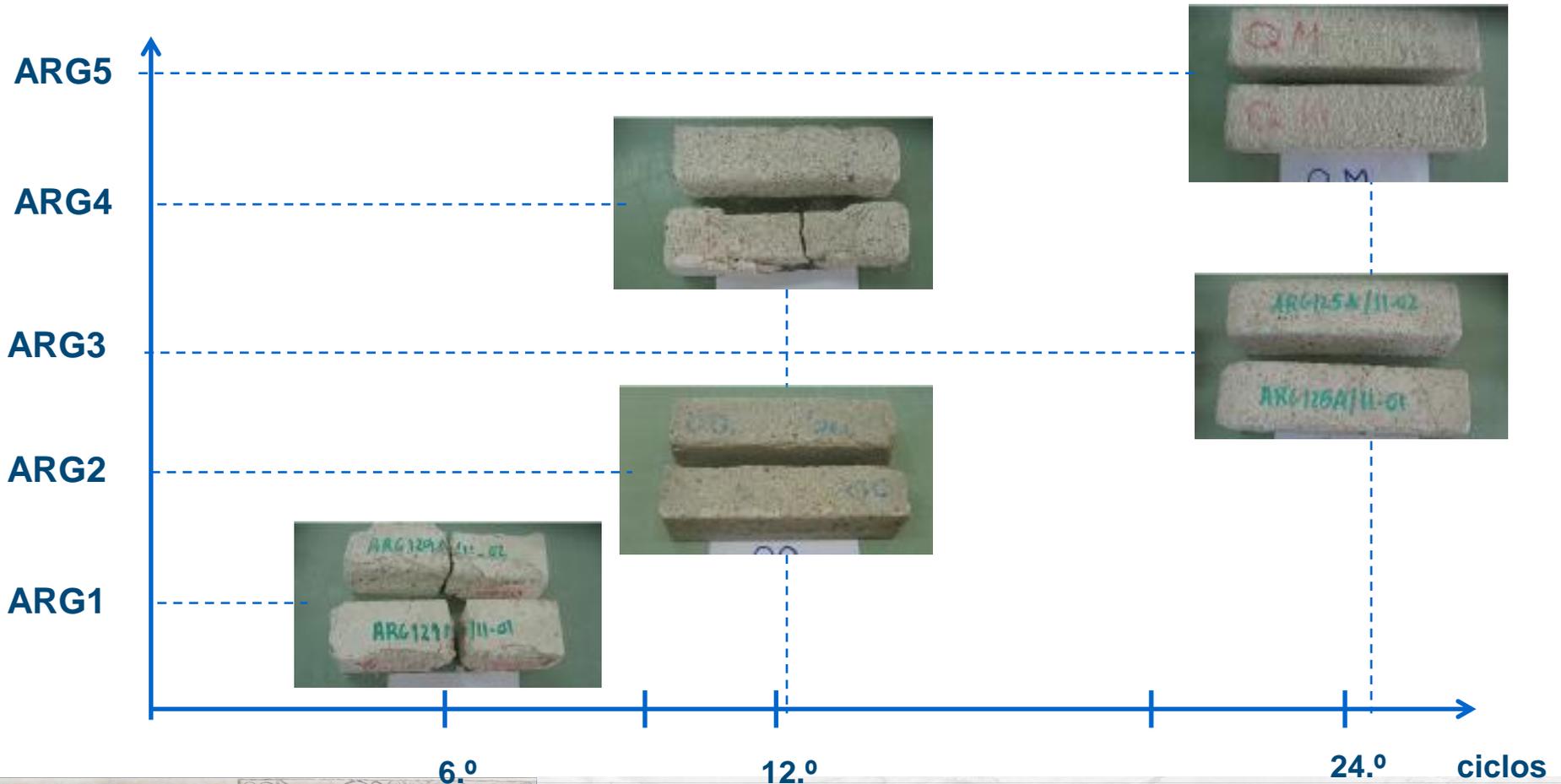
## Argamassas Tradicionais vs Argamassas Industriais





# Comportamento \_ Ciclos de Gelodegelo

## Argamassas Tradicionais vs Argamassas Industriais







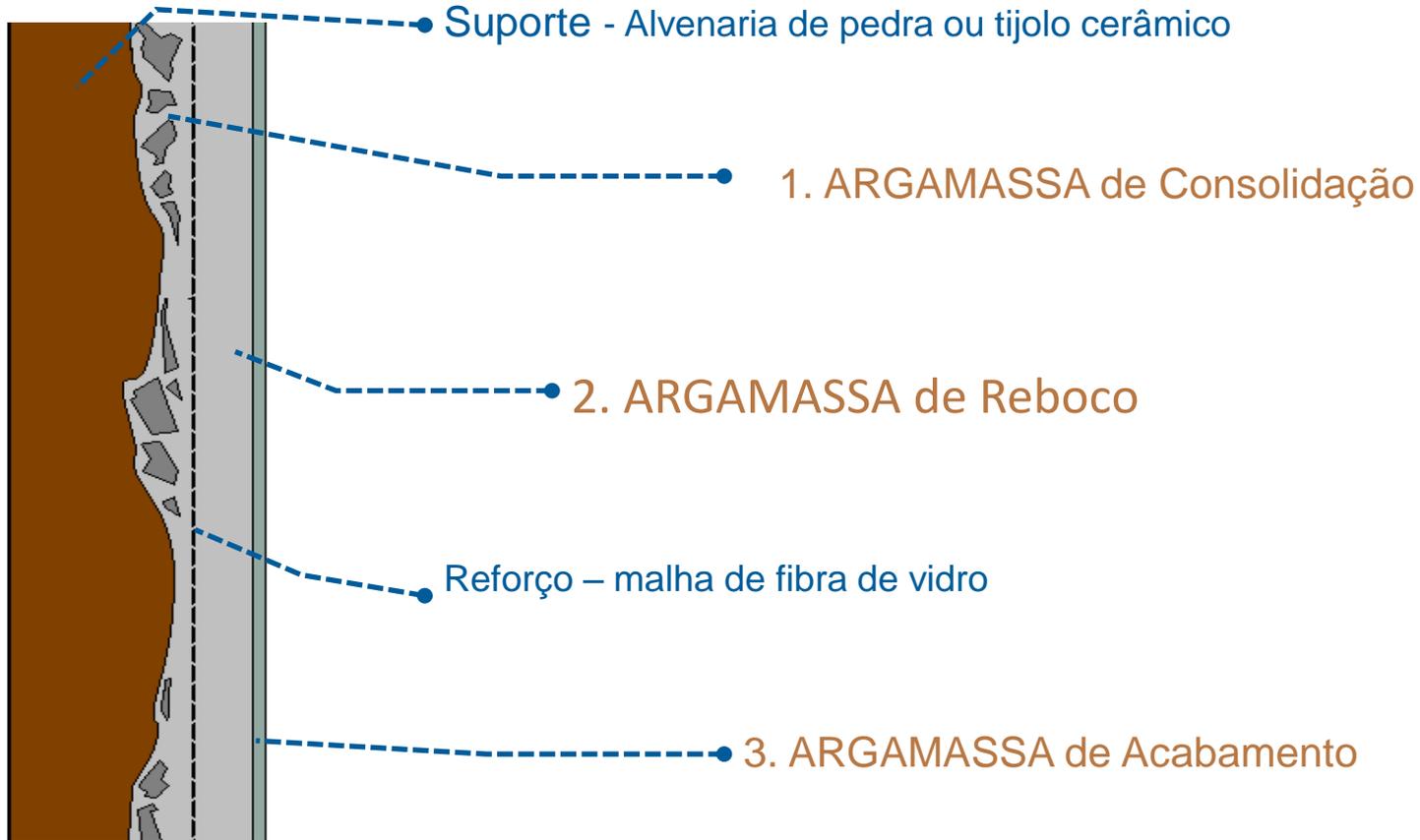
## ARGAMASSAS DE REVESTIMENTO

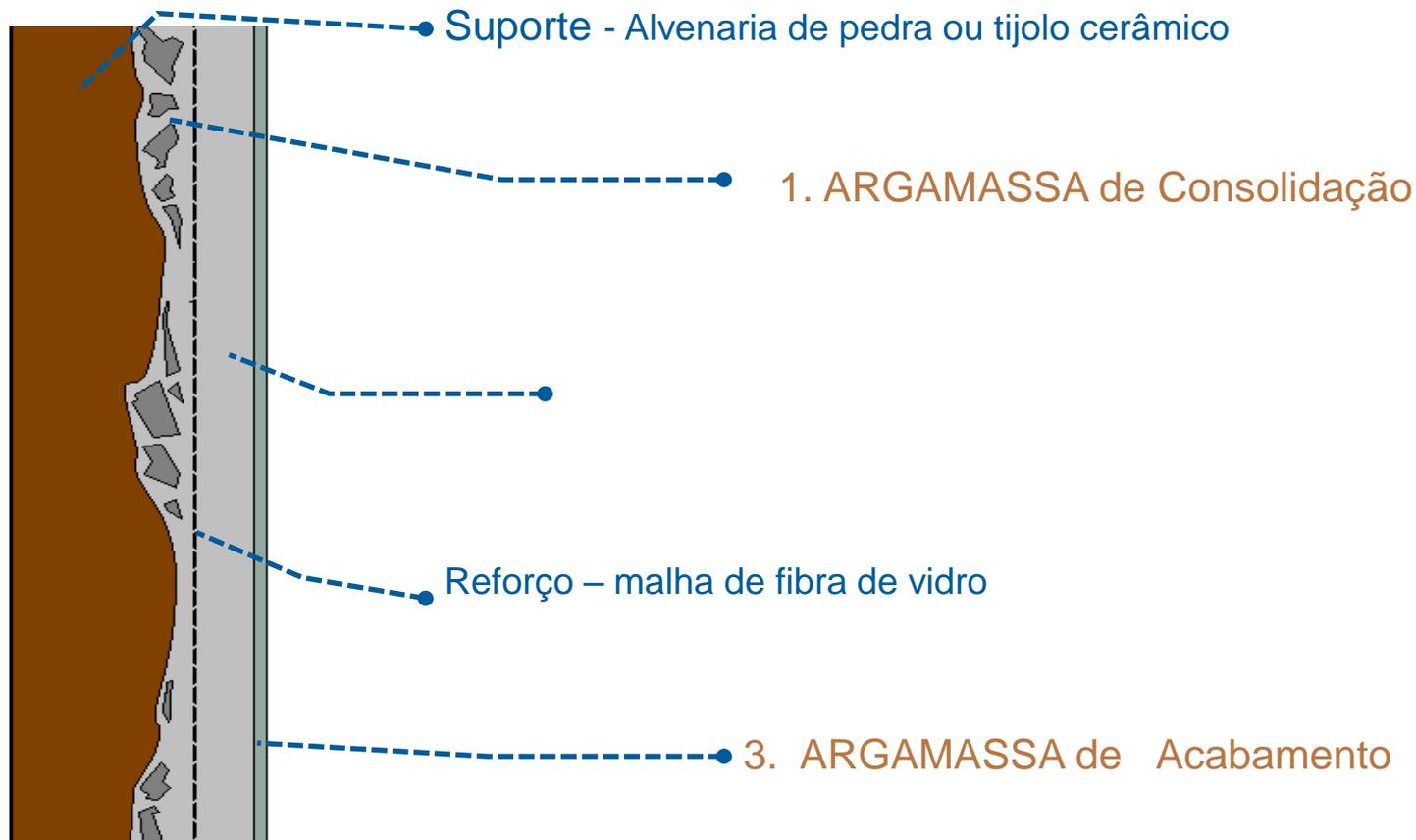


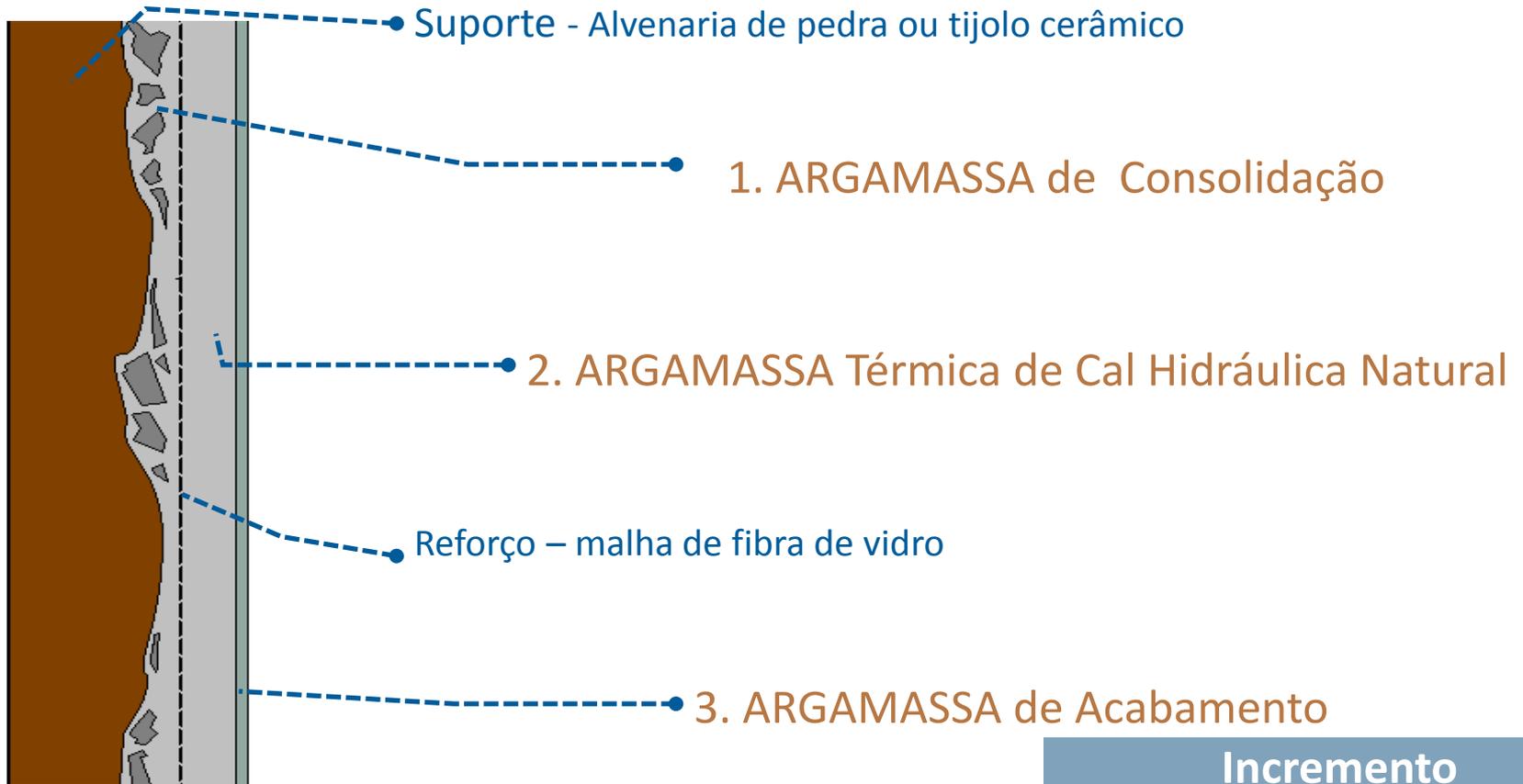
LEGENDA

- 1 Suporte
- 2 REABILITA CAL Consolidação
- 3 REABILITA CAL Reboco
- 4 REABILITA CAL Acabamento

- Total compatibilidade física e química com suportes;
- Excelente trabalhabilidade;
- Aplicável sobre diversos tipos de suporte;
- Desenvolvimento gradual de resistência mecânica;
- Elevada resistência à acção dos sais;
- Excelente permeabilidade ao vapor de água;
- Reciclável;







**Incremento  
do Conforto**



Moradia Familiar – Devon - Inglaterra



Igreja Gartree – Irlanda do Norte



Reabilitação de junta de tijolo - Dublin



## Reabilitação:

“Conjunto de operações dirigidas à conservação e ao restauro das partes significativas – em termos históricos e estéticos – de uma arquitectura, incluindo a sua beneficiação geral, de forma a permitir-lhe satisfazer níveis de desempenho e exigências funcionais actualizados.”

in ‘Guia técnico da reabilitação habitacional’ - LNEC





CRISTINA SEQUEIRA |  
[cristina.sequeira@secil.pt](mailto:cristina.sequeira@secil.pt)

DINA FRADE |  
[dina.frade@secil.pt](mailto:dina.frade@secil.pt)

PAULO GONÇALVES |  
[paulo.goncalves@secil.pt](mailto:paulo.goncalves@secil.pt)

[www.secilargamassas.pt](http://www.secilargamassas.pt)