

V Jornadas FICAL

Fórum Ibérico da Cal

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

LNEC

LABORATÓRIO NACIONAL  
DE ENGENHARIA CIVIL



FICAL

Fórum Ibérico da Cal

# Argamassas/morteros de terra e cal

## Características e campo de aplicação

Paulina Faria

[paulina.faria@fct.unl.pt](mailto:paulina.faria@fct.unl.pt)

23 Maio 2016



FACULDADE DE  
CIÊNCIAS E TECNOLOGIA  
UNIVERSIDADE NOVA DE LISBOA



# Argamassas/Morteros

**Diferentes características**

**Diferentes aplicações**

**Diferentes constituições** – com base em ligantes vernaculares:

- De terra
- De terra e cal aérea
- De cal aérea e terra
- De cal aérea



# Argamassas de terra

- As 1<sup>as</sup> argamassas a serem aplicadas, simples e económicas (preenchimento, revestimento)
- Em edifícios antigos, muito utilizadas quando as condições económicas não possibilitavam a utilização de ligantes correntes



Foto: Arq. José Lima



# Argamassas de terra

- Ainda em edifícios antigos, quando possível eram protegidas por camadas de acabamento, como estuques ou caiações



Foto: Arq. José Lima



# Argamassas de terra

- Na actualidade, de novo utilizadas, em rebocos interiores de paredes de terra e outras paredes mais correntes:
  - motivos de eco-eficiência (incluindo aspectos de ecologia, contributo para o conforto ambiental e a saúde dos ocupantes)
  - motivos estéticos (cor e textura), sendo deixadas “à vista”



Foto: Arq. José Lima



# Argamassas de terra

- Possibilidade de utilização em construção nova ou em reabilitação, sobre suportes distintos: alvenaria de **tijolo furado**, de **blocos de betão**, de **adobe**, de **BTC**, de **fardos de palha**, de **pedra irregular argamassada**, de **taipa**





# Argamassas de terra

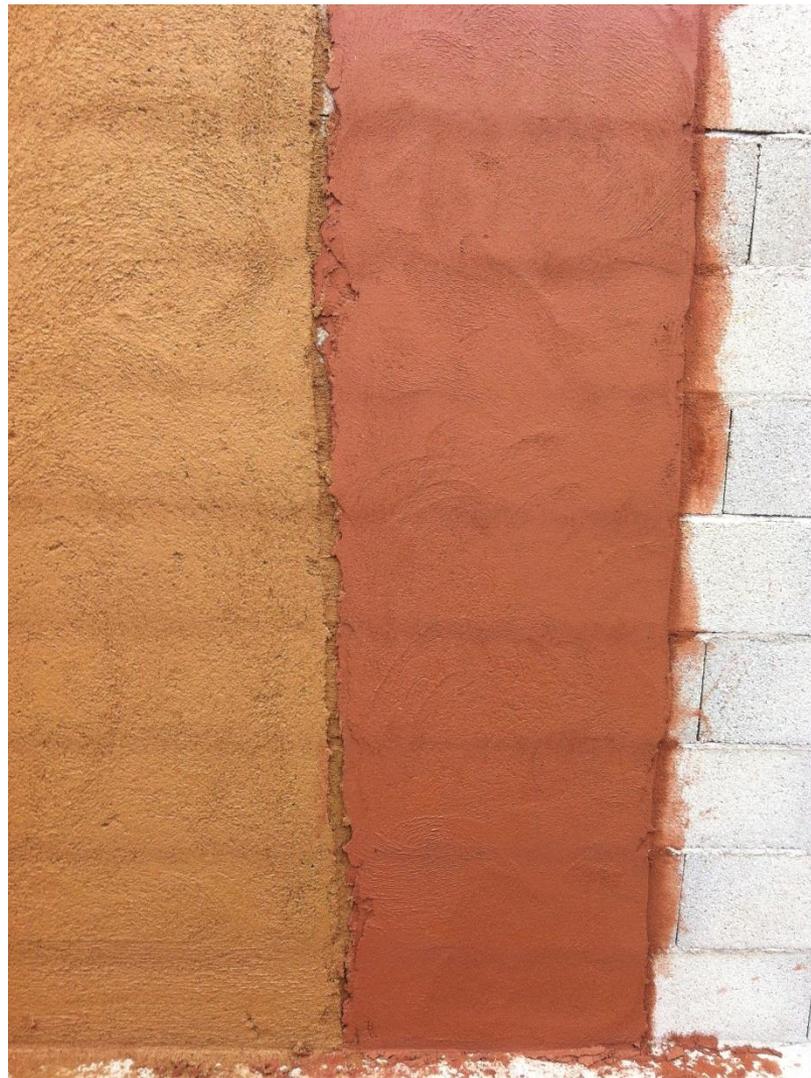
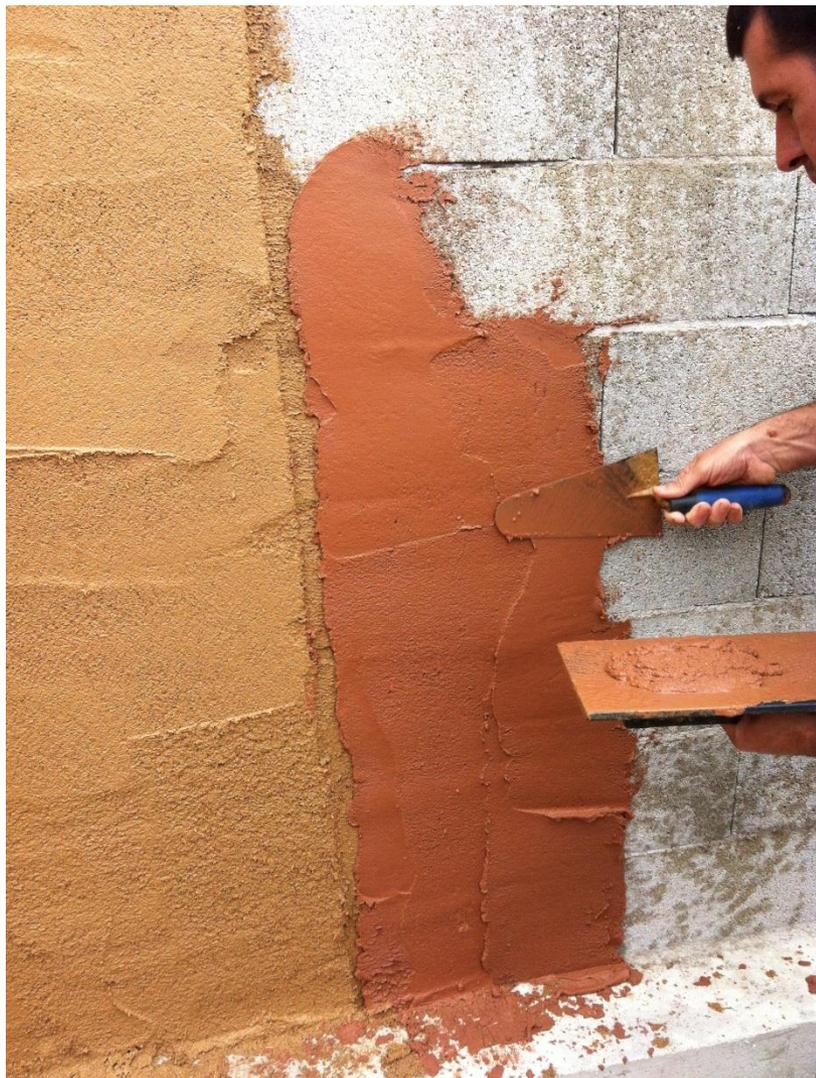
- Por aplicação por projecção mecânica





# Argamassas de terra

- Ou por aplicação manual





# Argamassas de terra

- **Constituição mais comum** das argamassas de terra: **argila** como ligante, **areia** para constituir a estrutura, **fibras vegetais** para melhorar resistência à fendilhação
- Não existe cura do ligante, que é apenas a argila da terra; só endurecimento





# Argamassas de terra

Podem ser obtidas várias **cores e texturas**





# Argamassas de terra

- Na actualidade, a **terra** de escavações é classificada como **resíduo**
- É um material com grande variabilidade pois é matéria-prima directa – no caso da terra para argamassas:
  - Distribuição das fracções existentes - finas (argilas) a mais grossas (dos siltes até às areias)
  - Tipo de argilas
    - Ilítica
    - Caulinítica
    - Montmorilonítica
  - Cor





# Argamassas de terra

- Susceptibilidade à degradação por acção da água (grave quando em exteriores)
  - Eventual necessidade de tratamento de superfície ou da adição de estabilizantes, como a cal aérea

Técnica de estabilização deve ter tido origem na adição de cal aérea à terra (constituída por fracção de argila mas também por fracção de areia, após remoção de partículas de maiores dimensões) para a formulação de argamassas, quando as condições económicas o permitiram

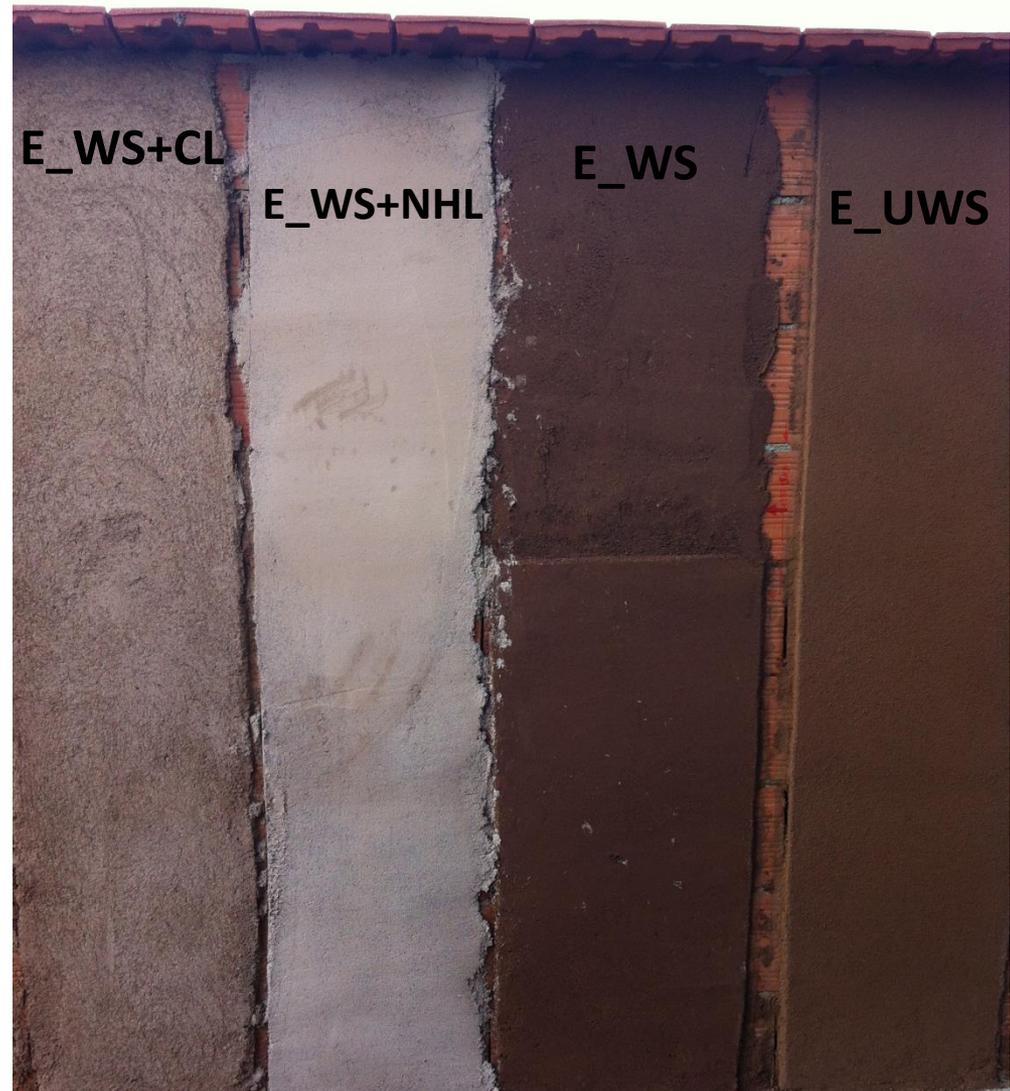




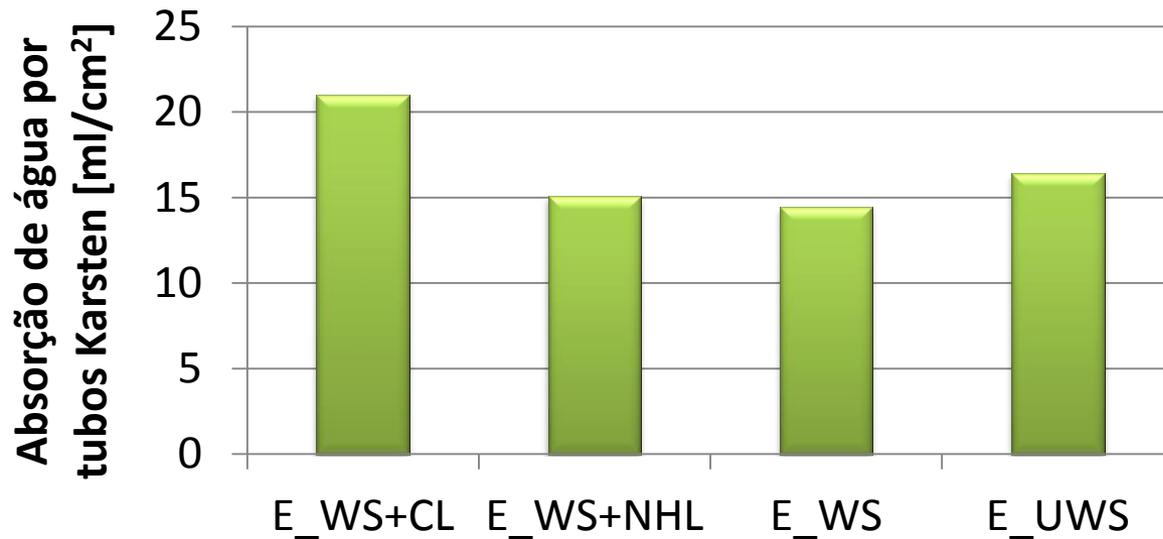
# Argamassas de terra com cal

Estudo em que se adicionou pequena porção de cal (aérea ou com propriedades hidráulicas, nomeadamente NHL):

- Alteração drástica da cor, particularmente visível em terra de cor escura
- Redução das características em geral – a cal interrompe as ligações entre as partículas da argila, sem conseguir introduzir capacidade resistente que as substitua



# Argamassas de terra com cal



No ensaio de tubos de Karsten as argamassas só de terra não absorveram mais água mas ao fim de pouco tempo de contacto directo com água (e como seria expectável) começaram a perder coesão

[Santos et al. 2016 (HMC2016)]



E\_WS



E\_UWS

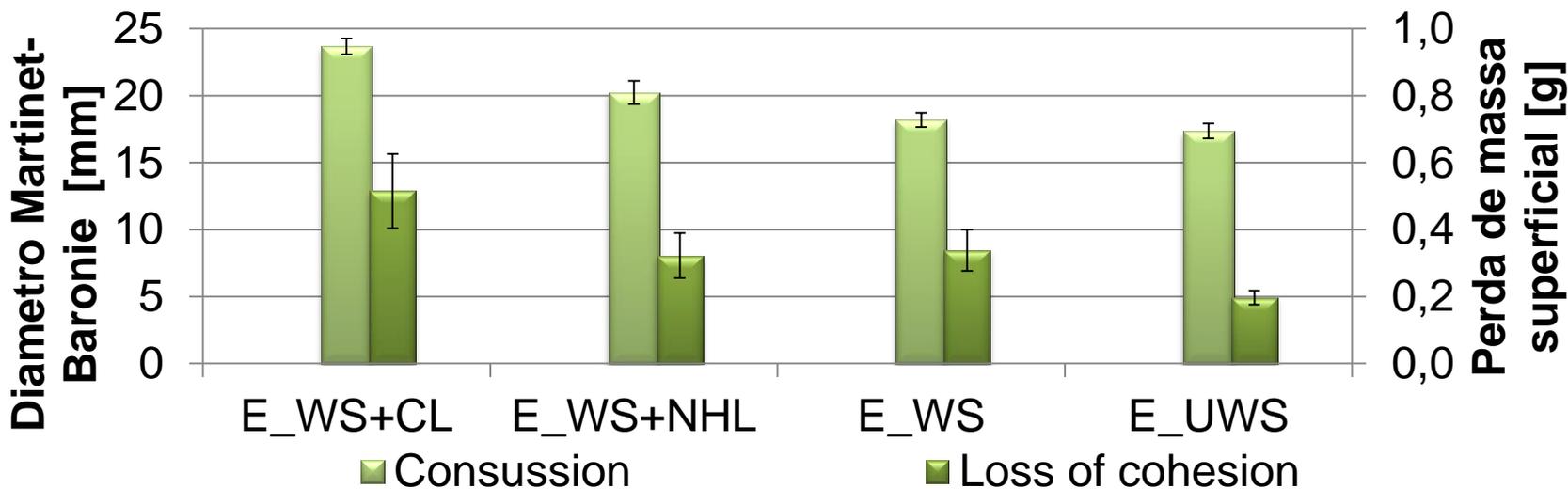


E\_WS+CL



E\_WS+NHL

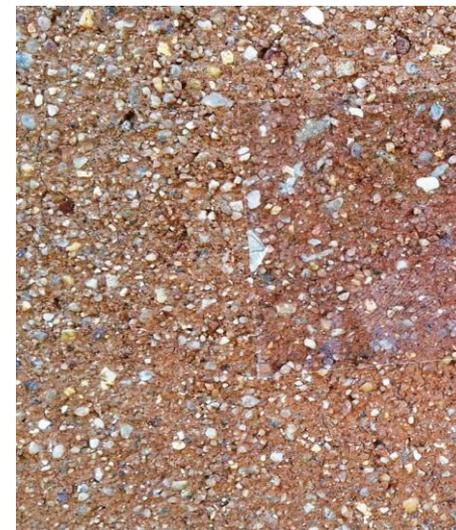
# Argamassas de terra com cal



Após 2 anos de exposição natural exterior:

Argamassas com baixa adição de CL e de NHL não se comportaram melhor que as só de terra com a mesma ou outra areia

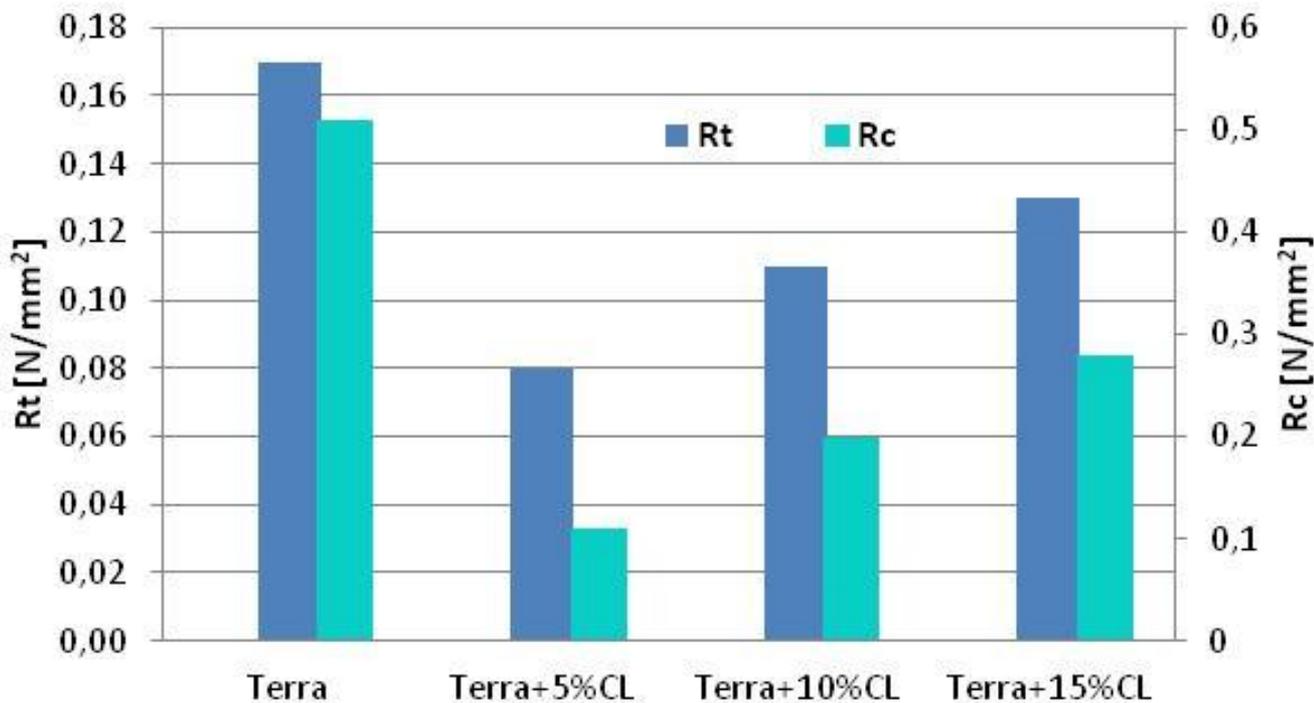
[Santos et al. 2016 (HMC2016)]





# Argamassas de terra com cal

Num outro estudo, de Gomes et al. (2016) com uma terra caulínica, avaliaram-se as resistências mecânicas à flexão e compressão de argamassa só de terra e com adições de 5%, 10% e 15% de CL



Grande quebra de resistências com baixas adições

[Gomes et al. 2016]



# Argamassas de cal com terra

- Não se obtiveram benefícios com a adição de baixas adições de cal a argamassas de terra
- Procurou-se então avaliar a influência da adição de terra a argamassas de cal aérea (ou a substituição parcial de cal por terra)



# Materiais

**CL** - Cal aérea H100 comercializada e disponibilizada pela Lusical – Lhoist

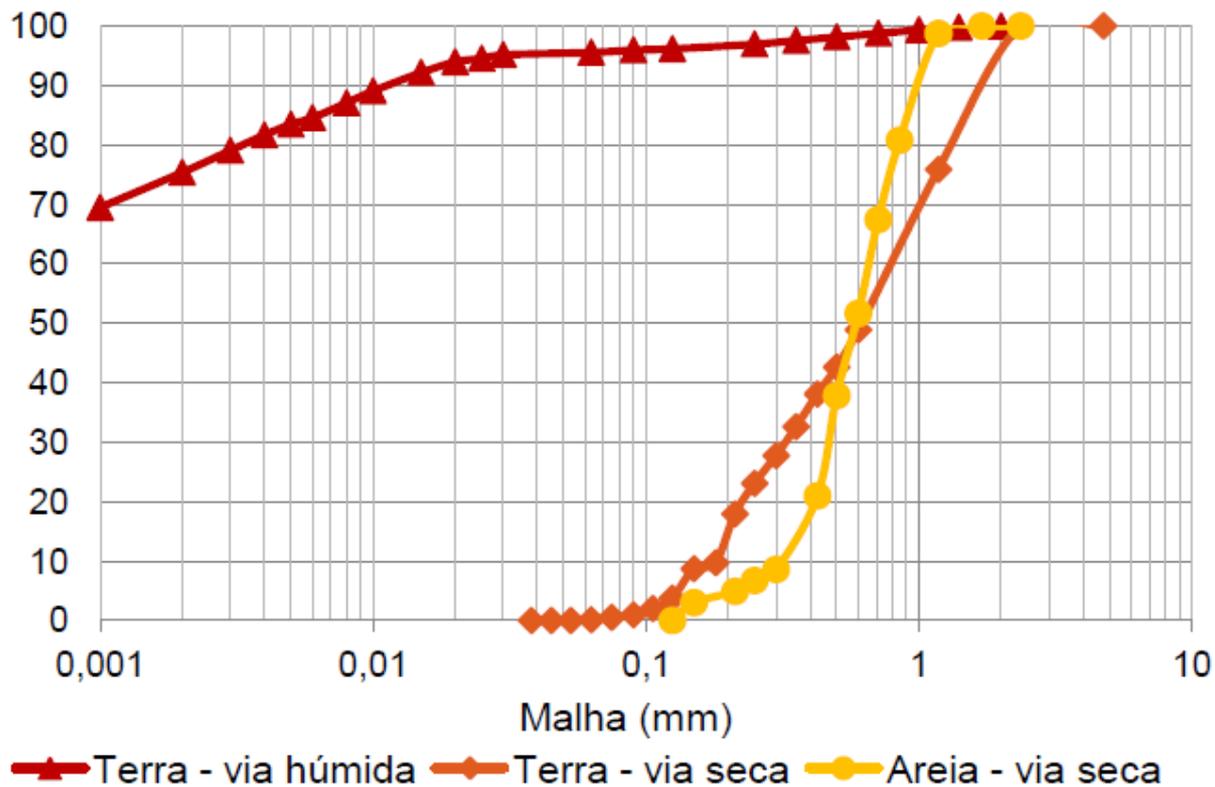
**Terra argilosa**, caulinítica, desterrada e peneirada para remoção de partículas grossas, selecionada por Idália Gomes de entre as disponibilizadas pela Sorgila, da zona de Pombal (a mesma utilizada em Gomes et al. 2016)

**Areia** siliciosa lavada, não otimizada

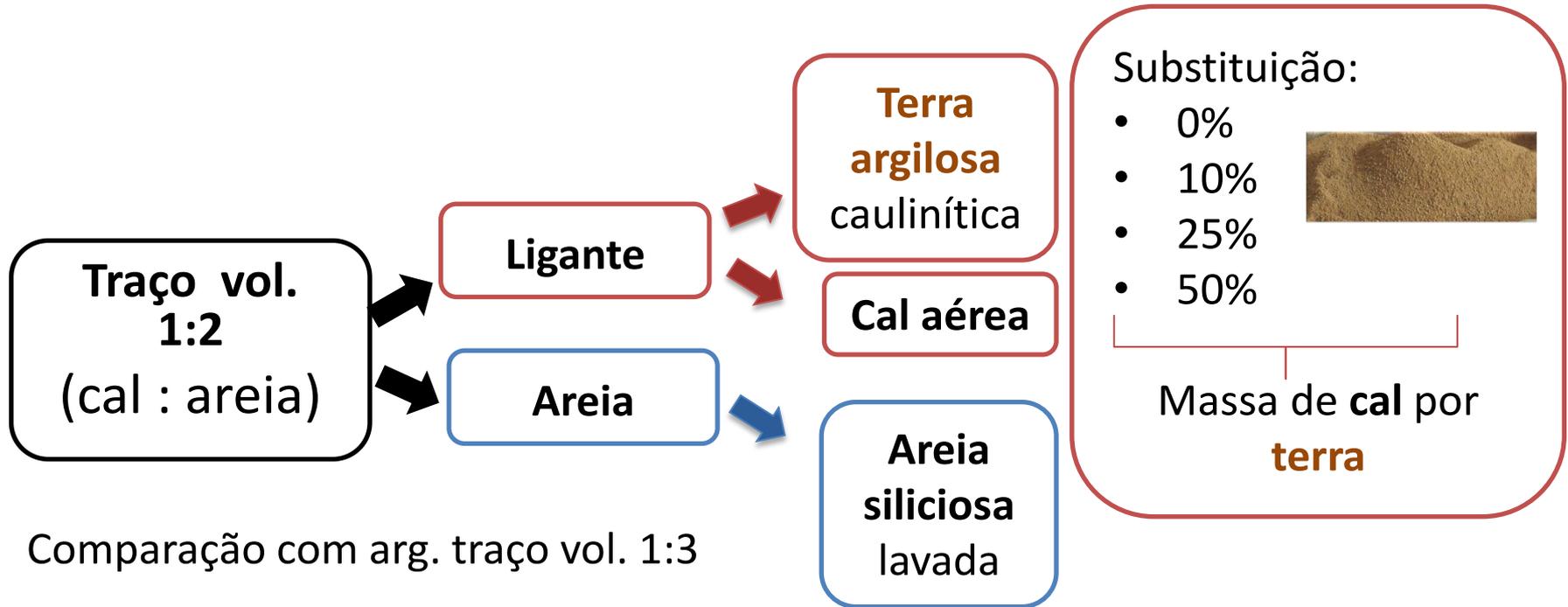


# Resultados Materiais

Baridade	Cal aérea	Terra	Areia
kg/dm <sup>3</sup>	0,362	1,084	1,463



# Formulação das argamassas



Comparação com arg. traço vol. 1:3





# Formulação das argamassas

Argamassa	CL:terra:Areia		Água/(CL+t) [-]	Água/t [-]	Consist. espalh. [mm]
	Traço em massa	Traço em volume			
CL2	1:0:7,7	1:0:2	0,17	-	147
CL2_5t	1:0,05:8,1	1:0,02;2,1	0,18	35,4	150
CL2_10t	1:0,1:8,6	1:0,04:2,2	0,18	17,7	155
CL2_25t	1:0,3:10,3	1:0,1:2,7	0,18	7,1	150
CL2_50t	1:1:15,5	1:0,3:4	0,18	3,5	149
CL3	1:0:11,6	1:0:3	0,25	-	151

A terra melhora a trabalhabilidade da argamassa – igual consistência com menor ratio Água/terra



# Provetes e Condições de Cura



Provetes prismáticos  
4x4x16 [cm]

Provetes de 2cm de  
argamassa sobre tijolo furado



Cura standard com aspersão  
de água diária nos 1<sup>os</sup> dias  
HR =  $65 \pm 5\%$  e  $T = 20 \pm 2^\circ\text{C}$



**90 dias**





# Campanha de ensaios

## Caracterização dos Provetes

### Ensaio mecânicos e de resistência a sais

Resistências à tracção por flexão e à compressão

Resistência ao ataque por sulfatos

### Ensaio físicos e químicos

Condutibilidade térmica, massa volúmica, porosimetria, DRX, DTG

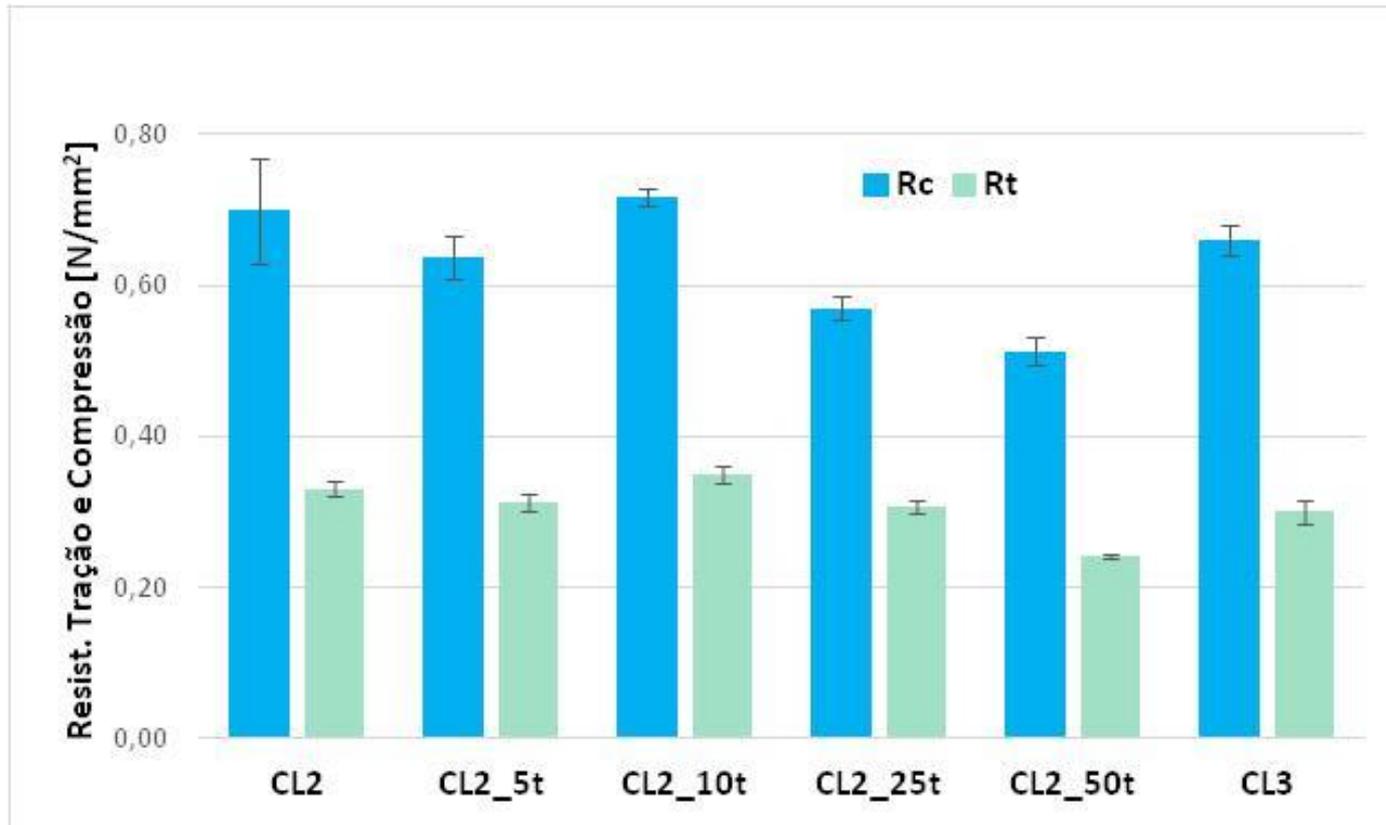
Absorção de água por capilaridade e secagem



Só alguns resultados vão ser apresentados



# Resistências à flexão e compressão



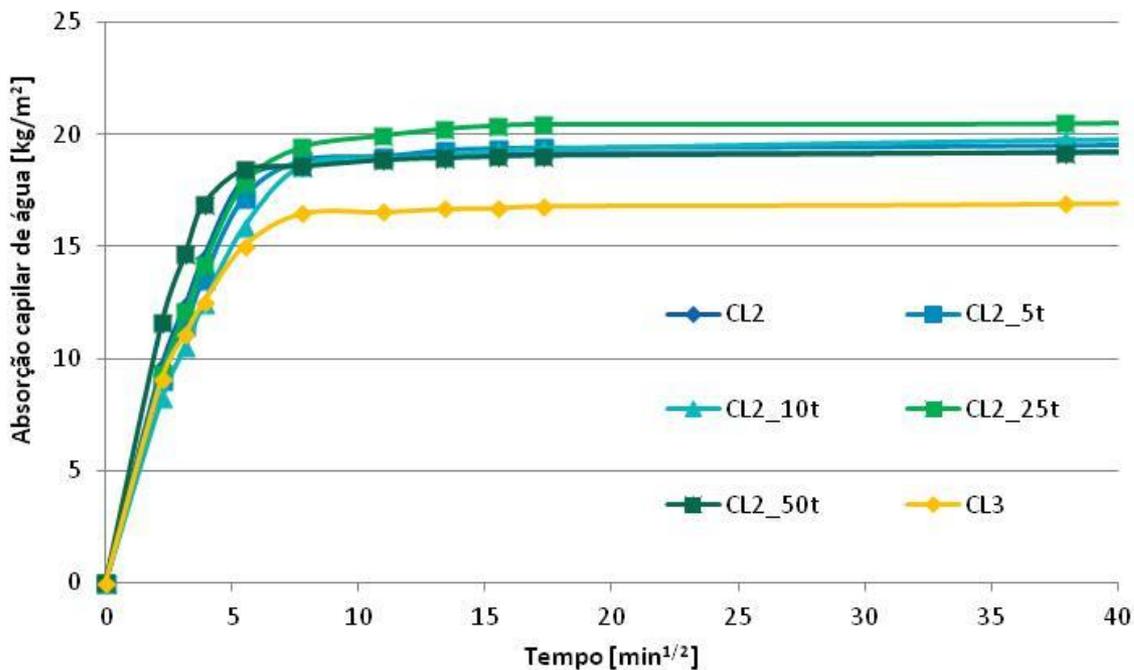
Rt entre 0,24-0,35 N/mm<sup>2</sup>

Rc entre 0,51-0,72 N/mm<sup>2</sup>

Resultados ligeiramente mais elevados para argamassa com 10% de massa de cal substituída por terra (~1 volume de cal para ½ volume de terra e dois volumes de areia)

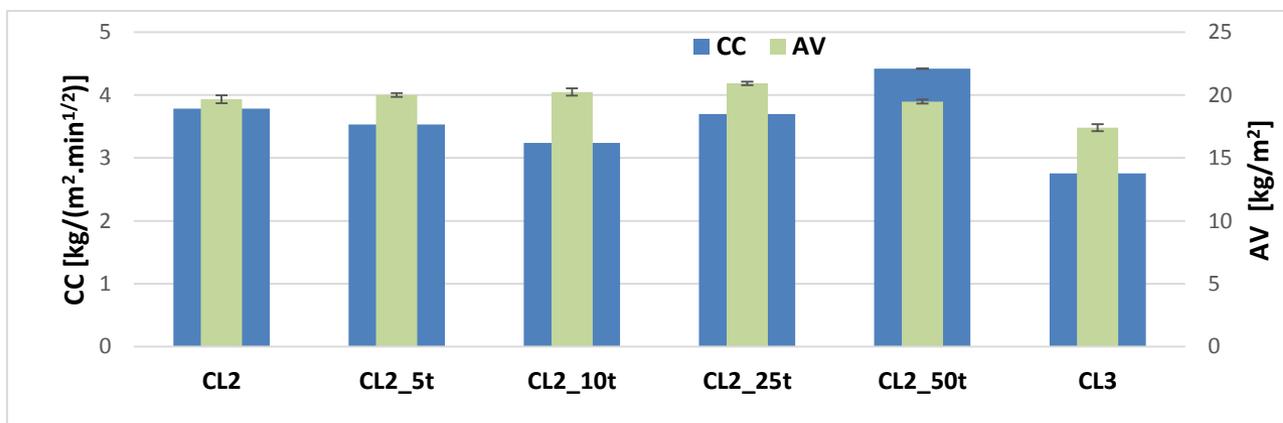


# Capilaridade



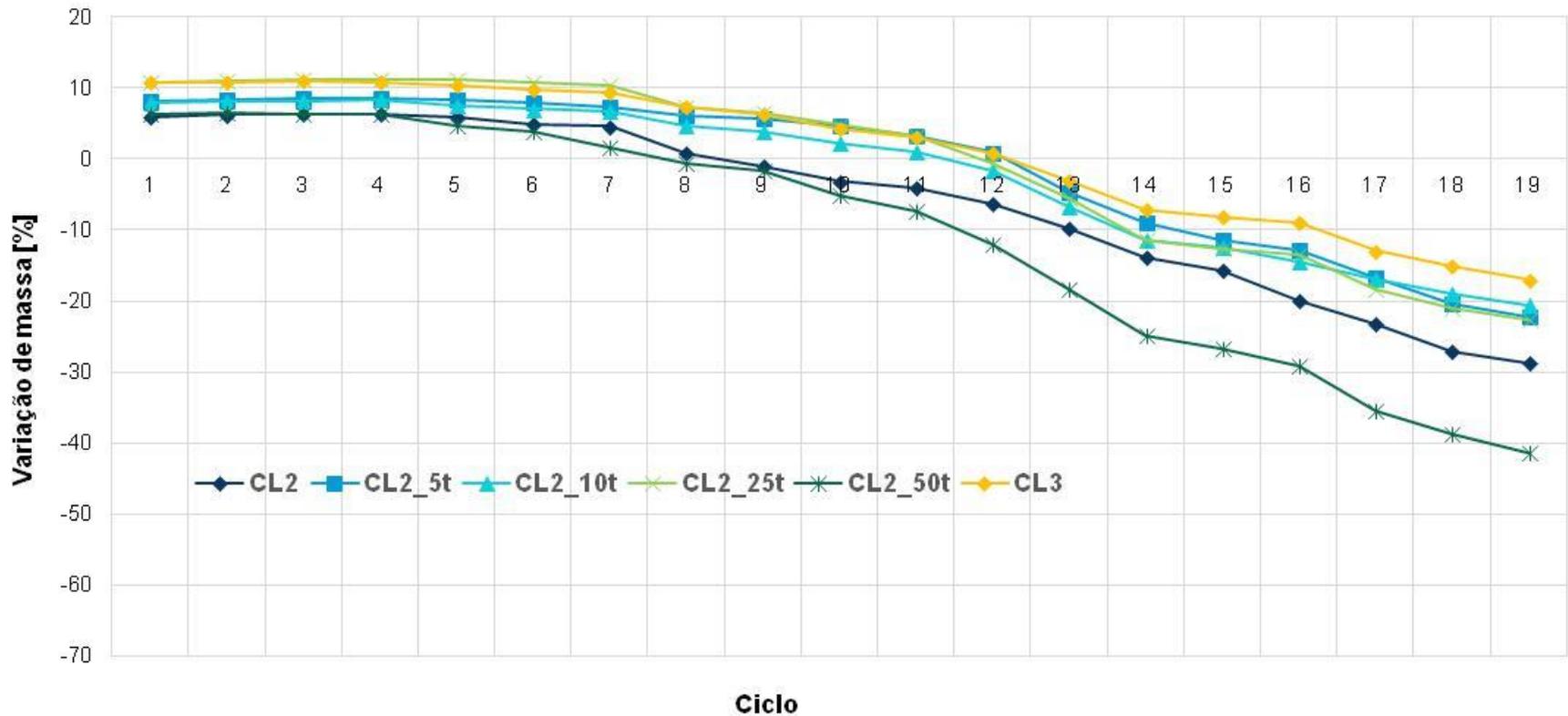
Melhor comportamento face à água líquida para a arg. CL3

Sem grande alteração entre as argamassas 1:2 mas com ligeira melhoria para a arg. com 10% de terra (menor Coef. Capilaridade)





# Resistência aos sulfatos



Argamassas com 5%, 10% e 15% de terra com melhor resistência aos sulfatos que argamassa de ref. CL2



# Conclusões

- **Rebocos** de argamassas de terra são **eco-eficientes para interiores**
- Adições de **baixas dosagens de cal aérea** a argamassas de terra **não são eficientes**
- Valores de **resistências à flexão e compressão** das argamassas de cal com substituição parcial de massa da cal por terra inserem-se na **gama definida por Veiga et al. (2010) para rebocos de edifícios antigos** (ou com características similares), pelo que estas argamassas indiciam ser adequadas para essas aplicações
- **Argamassa com 10% de terra** (~ 1 volume de cal para ½ volume de terra) → **resultados particularmente satisfatórios**: ligeiro aumento das resistências mecânicas em relação à argamassa de referência CL2 e bom comportamento face à água, que possibilita também aplicação no refechamento de juntas
- Argamassas com terra → **menor energia incorporada, coloração natural**, que pode ser importante para aplicações sem pintura
- **Solução particularmente eco-eficiente** para a reabilitação de edifícios antigos e para edifícios com paredes de terra, mas que também pode ser utilizada noutros tipos de edifícios
- Em curso: **optimização destas argamassas**, com diferentes tipos de argilas, para formulações pré-doseadas



Agradece-se à M<sup>a</sup>. Idália Gomes, ao José Lima, à Tânia Santos, à Naila Jamú, à Inês Dias, à Patrícia Pimenta, antigos e actuais alunos de Doutoramento e de Mestrado, aos Colegas Vitor Silva, Teresa Gonçalves e António Santos Silva, que participaram nestes estudos, às empresas Embarro, Sorgila, Lusical e Secil Argamassas que disponibilizaram materiais!

**Obrigada também pela vossa atenção!**

V Jornadas FICAL  
Fórum Ibérico da Cal  
Portugal | Lisboa | LNEC | 23 - 25 | maio | 2016

LNEC  
LABORATÓRIO NACIONAL  
DE ENGENHARIA CIVIL

FICAL  
Fórum Ibérico da Cal