

Mariana Brito Pereira Messias Lourenço
Licenciada em Ciências de Engenharia Civil

Bioestabilização de argamassas de terra com excremento de bovino – Comporta- mento higrotérmico e face à água

MESTRADO INTEGRADO EM ENGENHARIA CIVIL – PERFIL DE CONSTRUÇÃO

Universidade NOVA de Lisboa
Abril, 2025

Bioestabilização de argamassas de terra com excremento de bovino - Comportamento higrotérmico e face à água

Mariana Brito Pereira Messias Lourenço

Licenciada em Ciências de Engenharia Civil

Orientadora: Maria Paulina Faria Rodrigues,
Professora Associada, Universidade NOVA de Lisboa

Coorientadores: Raphael Nascimento Pachamama,
Investigador, Universidade Federal de Minas Gerais

Júri:

Presidente: Filipe Pimentel Amarante dos Santos,
Professor Associado, NOVA FCT

Arguente: Ana Armada Brás,
Professora Catedrática da Liverpool John Moores University

Orientador: Maria Paulina Faria Rodrigues,
Professora Associada, NOVA FCT

Bioestabilização de argamassas de terra com excremento de bovino – Comportamento higrotérmico e face à água

Copyright © <Mariana Brito Pereira Messias Lourenço>, Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade NOVA de Lisboa.

A Faculdade de Ciências e Tecnologia e a Universidade NOVA de Lisboa têm o direito, perpétuo e sem limites geográficos, de arquivar e publicar esta dissertação através de exemplares impressos reproduzidos em papel ou de forma digital, ou por qualquer outro meio conhecido ou que venha a ser inventado, e de a divulgar através de repositórios científicos e de admitir a sua cópia e distribuição com objetivos educacionais ou de investigação, não comerciais, desde que seja dado crédito ao autor e editor.

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar gostaria de agradecer à orientadora desta dissertação de mestrado, Professora Doutora Paulina Faria pelo seu trabalho de orientação e por toda a ajuda, dedicação e disponibilidade que sempre manifestou pelo trabalho, ao meu coorientador, Raphael Nascimento, investigador da Universidade Federal de Minas Gerais, pela confiança que depositou em mim ao inserir-me na continuação do estudo da bioestabilização de argamassas de terra com excremento de bovino. Agradecer também todo o acompanhamento prestado, toda a preocupação manifestada, principalmente no que diz respeito à preparação dos materiais e aos equipamentos para os ensaios, e os conselhos que me foi concedendo ao longo do trabalho.

Um especial agradecimento a toda a equipa de técnicos do laboratório do DEC, que estiveram sempre disponíveis durante a realização da campanha experimental, disponibilizando o seu tempo e conhecimento, especialmente à Tânia Santos pela ajuda prestada nos últimos ensaios da campanha experimental.

Agradeço à minha família, em especial aos meus pais e à minha irmã. Ao meu pai Leonel Lourenço, pelo seu apoio incondicional, foi graças às nossas longas horas de conversa, que eu fui ficando com cada vez mais certeza de que era Engenheira Civil que eu queria ser, e que para isso, eu teria que passar por tudo o que passei. À minha mãe, Fátima Lourenço, que sempre acreditou em mim, estava sempre lá para mim com a sua força, amizade e paciência. Para além de ser o fim de uma etapa marcante na minha vida, só quero deixar os meus pais orgulhos. Ao meu namorado Miguel Messias, que teve sempre toda a paciência para os meus momentos mais baixos, que não foram poucos, sempre me apoiou e nunca duvidou das minhas capacidades, sempre me incentivou a chegar mais longe.

Por fim e não menos importante, um especial agradecimento à minha dedicação, esforço e força de vontade, sem isso, eu hoje não estaria aqui.

“Esforça-te. Não te arrependerás.” (Pai)

RESUMO

A construção sustentável requer materiais locais, de baixo impacto ambiental e economicamente acessíveis. No entanto, equilibrar a durabilidade e a sustentabilidade das argamassas de terra para aplicações em contacto com água, continua a ser um desafio técnico e científico. A exploração de técnicas de bioestabilização utilizando excremento de bovino, um recurso natural e abundante em muitas partes do mundo, surge como uma solução vernácula e, ao mesmo tempo, inovadora e desafiadora que requer comprovação científica para a sua viabilidade técnica.

A presente dissertação tem como foco principal a avaliação de argamassas feitas com dois tipos de terra portuguesas, estabilizadas com diferentes tipos, preparações e proporções de excremento de bovino, no que diz respeito ao comportamento higrotérmico e face à água, com consequências no que toca ao conforto no interior e à sua durabilidade. Para tal foram realizados ensaios de condutibilidade térmica, absorção de água por capilaridade, secagem e resistência à erosão por gotejamento.

Os resultados mostraram que este tipo de bioestabilização melhora vários aspetos, nomeadamente a resistência à erosão por gotejamento, onde se verificou uma redução de perda de massa, comparativamente com a argamassa de referência, de até 72,40%. No que diz respeito ao comportamento higrotérmico, as argamassas bioestabilizadas mantiveram níveis adequados de condutibilidade térmica, tendo reduzido cerca de 43% o valor da condutibilidade térmica relativamente à argamassa de referência, no caso das argamassas CAP, por exemplo.

Este estudo reforça o potencial de aplicação dos materiais naturais e adições microbiológicas em construções ecológicas, promovendo a valorização de recursos locais e contribuindo para a redução do impacto ambiental da indústria da construção, em detrimento de materiais convencionais, obtidos por processos bastante poluentes.

Palavras chave: Sustentabilidade, construção com terra, reboco, adição microbiológica, durabilidade

ABSTRACT

Sustainable construction requires local materials, with low environmental impact and economically affordable. However, balancing the durability and sustainability of earth mortars for applications with contact with water remains a technical and scientific challenge. The development of biostabilization techniques using bovine excrement, a natural and abundant resource in many parts of the world, appears as a vernacular and, at the same time, innovative and challenging solution that requires scientific validation for its technical feasibility.

This dissertation has as its main focus the evaluation of the behavior of mortars made with two types of Portuguese earth, stabilized with different types, preparations and proportions of bovine excrement, with regard to water and hygrothermal behavior, with consequences regarding interior comfort and durability. To this end, thermal conductivity, water absorption by capillary action, drying and resistance to erosion by dripping were carried out.

The results showed that this type of biostabilization improves several aspects, namely resistance to drip erosion, where there was a reduction in mass loss, compared to the reference mortar, of up to 72.40%. With regard to hygrothermal behavior, biostabilized mortars maintained adequate levels of thermal conductivity, having reduced the value of thermal conductivity by around 43% compared to the reference mortar, in the case of CAP mortars, for example.

This study reinforces the potential for the application of natural materials and microbiological additions in ecological constructions, promoting the valorization of local resources and contributing to the reduction of the environmental impact of the construction industry, to the detriment of conventional materials, obtained through very polluting processes.

Keywords: Sustainability, earth construction, plaster, microbiological addition, durability

ÍNDICE

1. INTRODUÇÃO.....	1
1.1 Enquadramento	1
1.2 Objetivos e metodologia	5
1.3 Estrutura do trabalho	6
2. ARGAMASSAS, REQUISITOS PARA REBOCOS E EFEITO DE BIOESTABILIZANTES	9
2.1 Argamassas de rebocos correntes	9
2.2 Argamassas de terra para reboco	10
2.3 Requisitos gerais para rebocos	11
2.4. Adições estabilizantes	11
2.5 Efeito de bioestabilizantes	12
3. CAMPANHA EXPERIMENTAL.....	17
3.1 Enquadramento	17
3.2 Materiais, argamassas, provetes, cura	17
3.2.1 Terras.....	17
3.2.2 Areia	18
3.2.3 Excremento de bovino	18
3.2.4 Fibra Vegetal	21
3.2.5 Cal aérea hidratada	22
3.2.6 Argamassas e provetes	22
3.3 Métodos de ensaio	27
3.3.1 Condutibilidade térmica.....	27
3.3.2 Absorção por capilaridade	29

3.3.3 Secagem	32
3.3.4 Erosão por gotejamento	34
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	37
4.1 Condutibilidade térmica.....	37
4.2 Absorção de água por capilaridade	39
4.3 Secagem	43
4.4 Erosão por gotejamento	48
5. CONCLUSÃO.....	53
5.1 Considerações finais.....	53
5.2 Trabalhos futuros	53
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	55
ANEXO - DADOS E RESULTADOS DE CADA ENSAIO	61

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.1. Edifício em taipa no Alentejo, Portugal: (a) com reboco exterior, Roncão; (b) São Francisco da Serra	1
Figura 3.1. Excremento de bovino com classificação de 1 a 5.....	18
Figura 3.2. Excremento recolhido fresco (a) e compostado por 7 dias ao ar (b).....	19
Figura 3.3. Excremento de bovino seco por 7 dias e peneirado.....	20
Figura 3.4. Excremento peneirado depois de 30 dias de compostagem.....	20
Figura 3.5. Excremento de bovino recolhido seco (a) e desagregado e peneirado (b).....	21
Figura 3.6. Fibra vegetal usada na argamassa CAP e MON	22
Figura 3.7. Retração de argamassas terra CAP com e sem adição de areia.....	23
Figura 3.8. Retração de argamassas terras MON com e sem adição de areia.....	23
Figura 3.9. Provetes prismáticos nos moldes e desmoldados.....	25
Figura 3.10. Provetes cilíndrico a secarem.....	26
Figura 3.11. Proвете de reboco aplicado em tijolo cerâmico	26
Figura 3.12. Espessura (a) e diâmetro (b) dos provetes cilíndricos	28
Figura 3.13. Ensaio de condutibilidade térmica nos provetes cilíndricos	29
Figura 3.14. Preparação dos provetes prismáticos: (a) corte dos provetes; (b) cera depilatória a ser aplicada nas faces laterais dos provetes.....	30
Figura 3.15. Caixa plástica vedada onde se realizou e balança de precisão (a); provetes sobre o tabuleiro dentro da caixa, no decorrer do ensaio (b).....	31
Figura 3.16. Ascensão capilar (a); rede plástica que cobre a face inferior dos provetes (b)	32
Figura 3.17. Provetes prismáticos durante o ensaio de secagem.....	34
Figura 3.18. Ensaio de erosão por gotejamento.....	35
Figura 4.1. Média, desvio padrão e coeficiente de variação da condutibilidade térmica das argamassas: CAP.....	37

Figura 4.2. Média, desvio padrão e coeficiente de variação da condutibilidade térmica das argamassas: MON.....	38
Figura 4.3. Curvas de absorção de água por capilaridade das argamassas com terra CAP....	40
Figura 4.4. Coeficiente de capilaridade das argamassas com terra CAP.....	41
Figura 4.5. Curvas de absorção de água por capilaridade das argamassas com terra MON..	40
Figura 4.6. Coeficiente de capilaridade das argamassas com terra MON.....	42
Figura 4.7. Curvas de secagem, por tempo, de cada gamassa com terra CAP.....	44
Figura 4.8. Curvas de secagem, por raiz de tempo, de cada gamassa com terra CAP.....	45
Figura 4.9. Taxas de secagem de cada argamassa com terra CAP.....	45
Figura 4.10. Curvas de secagem, por tempo, de cada argamassa com terra MON.....	44
Figura 4.11. Curvas de secagem, por raiz de tempo, de cada gamassa com terra MON.....	46
Figura 4.12. Taxas de secagem de cada argamassa com terra MON.....	47
Figura 4.13. Áreas erodidas dos rebocos, CAP(1:1,5)REF (a) e MON(1:1,5)REF (b).....	48
Figura 4.14. Áreas erodidas dos rebocos CAP(1:1,5)+10Fibra (a) e CAP(1:1,5)+10Cal (b).....	49
Figura 4.15. Área erodidas dos rebocos CAP(1:1,5)+5EBfp7(AF) (a), CAP(1:1,5)+10EBfp7(AF) (b) e CAP(1:1,5)+20EBfp7(AF) (c).....	49
Figura 4.16. Área erodidas dos rebocos CAP(1:1,5)+5EBfp7 (a), CAP(1:1,5)+10EBfp7 (b) e CAP(1:1,5)+20EBfp7 (c)	50
Figura 4.17. Perda de massa erodida pelo gotejamento de água, desvio-padrão e coeficiente de variação nos rebocos com as argamassas CAP	52

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 2.1 Exemplos de adições biológicas usadas em argamassas de terra.....	14
Tabela 3.1. Características das argamassas produzidas com a terra CAP.....	24
Tabela 3.2. Características das argamassas produzidas com a terra MON.....	24
Tabela 4.1. Parâmetros de avaliação da erosão segundo a norma NZS 4298 (1998).....	50
Tabela 4.2. Parâmetro sugerido para avaliação da erosão.....	52

ABREVIATURAS, SIGLAS E SÍMBOLOS

CC	Coeficiente de capilaridade
CV	Coeficiente de variação
D1	Taxa de secagem Fase 1
D2	Taxa de secagem Fase 2
DIN	<i>Deutsches Institut für Normung</i>
DP	Desvio-padrão
EB	Excremento de bovino
IS	Índice de secagem
LNEC	Laboratório Nacional de Engenharia Civil
m_i	Massa do provete no instante i [kg]
m_0	Massa do provete no instante inicial [kg]
TS	Taxa de secagem
λ	Condutibilidade térmica

Materiais

Areia -Areia lavada de granulometria média (0,2 mm a 0,6 mm) adicionada nas argamassas como suplemento à já existente nas terras

Cal - Cal aérea hidratada, em pó;

CAP - Terra CAP, da Caparica, Portugal;

MON - Terra MON, de Monsaraz, Portugal;

1:x - Traço volumétrico terra:areia suplementar adicionada nas argamassas;

EB - Excremento de bovino;

EBfp - EB recolhido fresco, de bovinos alimentados no pasto, adicionado nas argamassas

ainda fresco;

EBfp7 - EB recolhido fresco, de bovinos alimentados no pasto, compostado por 7 dias ao ar, peneirado;

EBfp30 - EB recolhido fresco, de bovinos alimentados no pasto, compostado por 30 dias ao ar e peneirado;

EBfp30pó - EB recolhido fresco, de bovinos alimentados no pasto, compostado por 30 dias ao ar, moído;

EBsppó - EB recolhido seco no pasto, de bovinos alimentados no pasto, moído;

EBfra7 - EB recolhido fresco, de bovinos alimentados com ração, compostado por 7 dias ao ar e peneirado;

Fibras - Fibras vegetais de escalracho (*Panicum repens*)

Argamassas produzidas com a terra CAP, da Caparica, Portugal

CAP(1:0) - Terra CAP sem adições, no traço volumétrico 1:0 (CAP:Areia);

CAP(1:1) - Terra CAP:Areia no traço volumétrico 1:1;

CAP(1:1,5)REF - Terra CAP:Areia no traço volumétrico 1:1,5;

CAP(1:1,5)+10Fibras - Terra CAP:Areia (traço vol. 1:1,5), com adição de 10% de fibras de escalracho (face ao volume de terra+areia) cortadas em pedaços com comprimento máximo 3 cm;

CAP(1:1,5)+10Cal - Terra CAP:Areia (traço vol. 1:1,5), com adição de 10% de cal aérea hidratada, em pó, face ao volume de terra+areia;

CAP(1:1,5)+20EBfra7 - Terra CAP:Areia (traço vol. 1:1,5), com adição de 20% de EB, recolhido fresco, (face ao volume de terra+areia), compostado por 7 dias;

CAP(1:1,5)+5EBfp7(AF): Terra CAP:Areia (traço vol. 1:1,5), com adição de 5% de EB, recolhido fresco, (animais alimentados no pasto), compostado por 7 dias. Argamassa fresca fermentada por 72 horas;

CAP(1:1,5)+10EBfp7(AF): Terra CAP:Areia (traço vol. 1:1,5), com adição de 10% de EB, recolhido fresco, (animais alimentados no pasto), compostado por 7 dias. Argamassa fresca fermentada por 72 horas;

CAP(1:1,5)+20EB fp7(AF) - Terra CAP:Areia (traço vol. 1:1,5), com adição de 20% de EB, recolhido fresco, (animais alimentados no pasto), compostado por 7 dias. Argamassa fresca fermentada por 72 horas;

CAP(1:1,5)+5EBfp7 - Terra CAP:Areia (traço vol. 1:1,5), com adição de 5% de EB recolhido fresco (animais alimentados no pasto), compostado por 7 dias.;

CAP(1:1,5)+10EBfp7 - Terra CAP:Areia (traço vol. 1:1,5), com adição de 10% de EBfp7 recolhido fresco (animais alimentados no pasto), compostado por 7 dias;

CAP(1:1,5)+20EBfp7 - Terra CAP:Areia (traço vol. 1:1,5), com adição de 20% de EB recolhido fresco (animais alimentados no pasto), compostado por 7 dias;

Argamassas produzidas com a terra MON, de Monsaraz, Portugal

MON(1:0) - Terra MON sem adições, no traço volumétrico 1:0 (MON:Areia)

MON(1:1) - Terra MON:Areia no traço volumétrico 1:1

MON(1:1,5)REF - Terra MON:Areia no traço volumétrico 1:1,5;

MON(1:1,5)+10CaI - Terra MON:Areia (traço vol. 1:1,5), com adição de 10% de cal aérea hidratada em pó;

MON(1:1,5)+5EBfp7 - Terra MON:Areia (traço vol. 1:1,5), com adição de 5% de EB recolhido fresco (animais alimentados no pasto), compostado por 7 dias

MON(1:1,5)+10EBfp7 - Terra MON:Areia (traço vol. 1:1,5), com adição de 10% de EB recolhido fresco (animais alimentados no pasto), compostado por 7 dias;

MON(1:1,5)+20EBfp7 - Terra MON:Areia (traço vol. 1:1,5), com adição de 20% de EB recolhido fresco (animais alimentados no pasto), compostado por 7 dias;

1. INTRODUÇÃO

1.1 Enquadramento

As terras são utilizadas na construção há milhares de anos em todo o Mundo. Por todo o território de Portugal, e principalmente nas zonas mais a sul, encontram-se muitas construções centenárias que ainda hoje se mantém (Figura 1.1), construídas com terra, nomeadamente em técnicas construtivas de paredes monolíticas de taipa (Parracha, 2019), em alvenarias de adobe (Parracha, 2021) ou em paredes ligeiras de tabique, muitas delas com argamassas também de base em terra em enchimentos e revestimentos.



Figura 1.1. Edifício em taipa no Alentejo, Portugal: (a) com reboco exterior, Roncão; (b) São Francisco da Serra

Uma das razões mais relevantes para a utilização da terra no âmbito da construção civil é tratar-se de um material amplamente disponível, o que, facilita o acesso à habitação de qualidade mesmo para populações com menos posses económicas. Outra é a baixa energia incorporada associada ao material e a possibilidade de poder ser reutilizado (Santos *et al.*, 2021).

Pode-se dizer que devido a interesses comerciais, económicos, políticos e culturais, ao longo do tempo, o uso da terra como material de construção foi posto de parte. Além disso, a necessidade de construir de forma rápida fez com que o betão armado e as argamassas à base de cimento substituíssem a cal, pois estes materiais apresentam um tempo de endurecimento muito menor em relação à cal.

Muitas vezes as paredes não eram revestidas na sua totalidade por reboco; eram apenas as zonas mais expostas e, nesses casos, era comum cair-se diretamente as paredes com cal para, dessa forma, “esconder” que a casa era feita com terra.

Por exemplo, nas zonas mais rurais da Índia, a terra era o material de construção mais usado; no entanto, o número de casas construídas com terra diminuiu de 57% em 1971 para 28% em 2011 (Kulshreshtha, 2020). Apesar disso, estima-se que atualmente mais de 1/3 da população mundial ainda reside em casas de terra (Dobson, 2015; Houben e Giulliard, 1994; Silva *et al.*, 2014).

Pelo facto desta técnica ancestral tenha vindo a cair em desuso, durante algumas décadas do século XX, resulta que, atualmente, em algumas regiões há pouca mão-de-obra qualificada para utilizar a terra na construção, tornando este tipo de construção por vezes caro. No entanto, nas últimas décadas a construção com terra tem ganho, novamente, alguma popularidade, não pelos mesmos motivos de outrora, mas principalmente devido a questões de sustentabilidade ambiental. Atualmente constitui um nicho de mercado na área da construção de edifícios, para profissionais e consumidores que valorizam a sustentabilidade, criando assim uma oportunidade de negócio na área da construção sustentável.

O setor da construção é um dos maiores responsáveis pela produção de resíduos e consumo de recursos, incluindo energia. Só na Europa, o setor de construção representa 40% das necessidades totais de energia, das quais, cerca de 80% vêm de combustíveis fósseis (ONU News, 2022).

Naturalmente, esta preocupação irá, a curto e medio prazo, ter um impacto no campo da construção civil. Isso traduz-se essencialmente no desenvolvimento e aplicação de novas tecnologias de construção com menores quantidades de materiais virgens incorporados, assim como no desenvolvimento de novos materiais com menor pegada ambiental, que utilizem os recursos de forma eficiente, minimizem o desperdício e o impacto ambiental, garantindo que proporcionam valor e estética duradouros aos edifícios contruídos.

O desenvolvimento da construção sustentável é impulsionado pela necessidade de conservar os recursos naturais, proteger a saúde humana e reduzir os impactos ambientais. Pode-se

dizer que o objetivo é criar edifícios que sejam mais confortáveis e que utilizem e venham a consumir menos energia. Neste sentido, as novas soluções tecnológicas e bioprodutos podem ser feitos a partir de materiais renováveis, recicláveis, reciclados, biodegradáveis, tais como cânhamo, o bambu e a cortiça. Além disso, podem incluir matrizes em que o ligante principal é a argila, existente no solo, e nas terras dele extraídas.

A utilização de terra como matéria-prima na construção tem vantagens que ajudam diretamente na redução dos impactos ambientais do setor da construção. Para começar, ao usar-se terra está a usar-se um material natural, com disponibilidade local, com baixa energia de processo durante a fase de construção e elevado potencial de reciclabilidade. Além do seu baixo impacto ambiental, a terra argilosa apresenta elevada capacidade higroscópica, que permite a adsorção do vapor de água no ambiente (Losini, 2021). Portanto, a terra como material de construção promove algumas propriedades de interesse para um edifício, como a elevada inércia térmica e a capacidade de amortecer variações de humidade, o que acaba por impactar positivamente o conforto dos usuários do edifício (Faria e Lima, 2018).

As construções com terra também apresentam ganhos ambientais e propriedades que podem gerar economia de recursos financeiros e energéticos uma vez que podem dispensar, ou pelo menos reduzir, a necessidade de utilização de ar condicionado e aquecimento artificial, que constituem a principal fonte do consumo de energia dos edifícios, para proporcionar um ambiente confortável e agradável no interior das habitações (Pachamama, 2020).

As argamassas de terra tanto são usadas para revestimentos de paredes (os designados rebocos) como para produção de pisos e para a construção de paredes de alvenaria de blocos de terra e de pedra, ou mesmo para preenchimento de paredes de tabique.

Os rebocos de terra podem ser utilizados não só para revestimento de paredes de terra, mas também de paredes constituídas por outros materiais (Santos *et al.*, 2019), daí a importância de investigar e otimizar a sua formulação e desempenho.

Os rebocos têm como principal função protegerem os suportes onde são aplicados, por isto, devem ser o mais duráveis possível e apresentar bom acabamento por razões estéticas. Para tal, é fundamental que os rebocos não fissurem e sejam compatíveis com os suportes. Rebocos exteriores têm de ter durabilidade à água da chuva, mas a maior parte dos rebocos interiores não necessitam de cumprir esse requisito; apenas têm de ter durabilidade ao uso cotidiano além de resistência à impactos físicos ocasionais e acesso accidental de água por uma janela deixada aberta ou por salpicos de uma esfregona molhada, por exemplo (Faria e Lima, 2018).

No caso dos rebocos de terra, por vezes opta-se por adicionar estabilizantes para melhorar a durabilidade á água. Quando são adicionados ligantes, para além de se aumentar a energia incorporada dos rebocos de terra, estas reduzem as possibilidades de reutilização e muitas vezes a sua capacidade para o equilíbrio higrotérmico também diminui. Por isso têm vindo a ser estudadas bioestabilizantes, tais como fibras vegetais, excremento bovino e outros resíduos agrícolas, que possam aumentar a durabilidade dos rebocos de terra, mas sem prejudicar outros requisitos (Pachamama *et al.*, 2024a).

Existem já alguns artigos publicados que se debruçam sobre este tema das argamassas de terra bioestabilizadas, nomeadamente com excremento de bovino (Pachamama *et al.*, 2024a,b; Rao, 2023; Millogo *et al.*, 2016). Devido aos vantajosos efeitos causados pela adição do excremento de bovino em argamassas de terra para revestimento, observados na arquitetura vernácula brasileira, o pesquisador Raphael Nascimento Pachamama tem se dedicado a compreender melhor o material. Contrariamente ao que se julga sobre este tema, Pachamama trabalha de perto com várias comunidades tradicionais (indígenas, quilombolas e camponeses) no Brasil, o que lhe permite, não só ter um contacto próximo com a realidade de utilização deste tipo de materiais, como também despertar a curiosidade científica para o tema. Para além destes fatores mencionados, Pachamama também defende a importância do envolvimento humano com a natureza para produzir inovações tecnológicas pautadas no uso de materiais *in natura* como base. Com este tipo de estudos e publicações acaba por chamar à atenção para o potencial deste tipo de materiais e outros resíduos agrícolas.

As principais preocupações de Pachamama são, primeiramente contribuir com meios de otimizar o desempenho do material nas comunidades com as quais trabalha, mas também de dar a conhecer este tipo de argamassas e valorizar as tecnologias e soluções da arquitetura vernácula: *“Oferecer estudos técnicos científicos para assegurar a indicação do excremento bovino como bio estabilizante para construção com terra em oficinas práticas e formações em projetos de Assessoria Técnica para Construção com Terra promovidos pelo autor em parceria com comunidades tradicionais. Desta forma espera-se aprimorar soluções empíricas nestas comunidades, valorizando os saberes tradicionais e ampliando a sua autonomia construtiva”* (Nascimento, 2024).

As descobertas das suas pesquisas para otimizar o desempenho da adição, servirão não só para a continuidade do uso nas comunidades tradicionais como também para aplicação em ambientes urbanos e inspirar novas soluções e bioprodutos.

A utilização de excremento de bovino como bioestabilizante, para além de já se ter mostrado eficaz em artigos publicados, apresenta um elevado potencial de valorização em diversos sectores, com destaque para o sector agrícola onde é utilizado diretamente nos solos para recuperação de solos degradados. Uma das opções mais promissoras é a digestão anaeróbia, que permite a produção de biogás, rico em metano, com aproveitamento para geração de calor e eletricidade. A compostagem constitui igualmente uma via eficaz, conduzindo à produção de corretivos orgânicos de elevada qualidade. A produção de biocarvão é também uma alternativa relevante, com benefícios ao nível do sequestro de carbono e da melhoria da qualidade físico-química dos solos. (Pinto & Oliveira, 2021)

No que respeita aos volumes disponíveis, estima-se que um bovino adulto produza, diariamente, em média, entre 25 a 30 kg de excremento (NP EN 13039, 2002). Assim, uma exploração com 200 cabeças de gado poderá gerar entre 5 a 6 toneladas de excremento diariamente, o que representa cerca de 1800 a 2200 toneladas por ano. Quando considerados a nível regional ou nacional, estes volumes tornam-se particularmente significativos, representando uma fonte considerável de biomassa residual com potencial de valorização.

A nível energético, a bioestabilização com excremento de bovino apresenta-se como uma alternativa de baixo impacto. Este processo requer energia mínima, associada essencialmente ao transporte, preparação e mistura dos materiais, sem necessidade de temperaturas elevadas ou adição de reagentes químicos. Por oposição, a estabilização com cal aérea exige um consumo energético elevado, dado que a produção de cal implica a calcinação de calcário a cerca de 900 °C, resultando ainda em emissões significativas de dióxido de carbono (CO₂).

Em termos comparativos, a bioestabilização com excremento de bovino pode implicar até 80% menos energia primária do que a estabilização com cal aérea, emitindo igualmente menos gases com efeito de estufa (IEA Bioenergy Task 37, 2020).

1.2 Objetivos e metodologia

Esta dissertação tem como objetivo aprofundar mais o tema das adições de excremento de bovino nas argamassas de terra para rebocos. Desta forma pretende-se avaliar os efeitos que a humidade e o contacto direto com a água causam em argamassas de terra estabilizadas com excremento de bovino nas proporções de 5%, 10%, 20% do volume total de terra + areia adicionada.

Os estudos aqui apresentados foram realizados com provetes de argamassas formuladas por Nascimento (2024). Os provetes usados para o ensaio de absorção de água por capilaridade foram preparados a partir de provetes prismáticos utilizados por Nascimento (2024) no ensaio de resistência à flexão, e os provetes circulares (bolachas cilíndricas) usados para o ensaio de condutibilidade térmica foram utilizados antes para o ensaio da higroscopicidade, que não é destrutivo.

Para tornar a investigação mais completa, foram usados diferentes tipos de excremento de bovino: excremento recolhido fresco no pasto; recolhido fresco no pasto e deixado a secar por 7 e 30 dias; deixado a secar por 30 dias e passado por um processo de moagem; recolhido seco no pasto e moído. Também foi avaliada a influência da alimentação dos bovinos através da comparação dos efeitos causados nas argamassas pela adição de excremento de bovinos alimentados no pasto e de bovinos alimentados com ração de grãos e silagem. E por fim, também foi avaliada a influência do processo de fermentação, em cura húmida por 72 horas, da argamassa fresca com adição de excremento de bovino nas proporções de 5%, 10%, 20%. Para comparar os efeitos causados e o desempenho da adição de excremento de bovino, foram produzidas mais duas argamassas de terra, sendo uma com adição de 10% de cal aérea hidratada em pó e outra com adição de 10% de fibras vegetais de escalracho (*Panicum repens*) recolhidos no pasto onde os bovinos se alimentavam.

Primeiramente realizou-se uma pesquisa bibliográfica sobre o tema proposto, com o objetivo de adquirir mais conhecimento relativamente ao tema. Em seguida foi elaborado um planeamento dos ensaios a realizar e quais as condições que era necessário garantir previamente. Foi feita a preparação dos provetes para cada tipo de ensaio. Havendo provetes submetidos a ensaios destrutivos, foi necessário que esta fase fosse bem programada, uma vez que o número de provetes existentes era limitado. Foram realizados todos os ensaios programados, e após esta fase deu-se início à análise e discussão dos resultados obtidos.

1.3 Estrutura do trabalho

O texto foi estruturado nos capítulos descritos a seguir.

O primeiro capítulo, Introdução, apresenta o enquadramento do tema, os objetivos estabelecidos e o plano de trabalhos seguido.

No segundo capítulo, Argamassas, requisitos de rebocos e efeito de adições, é apresentada a pesquisa bibliografia onde são abordadas as propriedades da terra enquanto material de construção, as argamassas para rebocos, além de uma pequena comparação (conceitual teórica) entre argamassas, correntes e de terra, para reboco. Neste capítulo também se detalha os constituintes complementares das argamassas de terra, particularizando as bioestabilizações.

No terceiro capítulo, Campanha experimental, é explicada a estrutura, sequência e organização dos ensaios realizados às argamassas. Descreve-se os materiais que foram utilizados na formulação das argamassas de terra, detalhando a produção das argamassas, a aplicação dos rebocos e a produção dos provetes. São apresentados os procedimentos de ensaio utilizados e as normas ou outra bibliografia que os regeram.

No quarto capítulo, Resultados e Discussão, tal como o nome indica apresentam-se e discutem-se todos os resultados obtidos ao longo de toda a campanha experimental.

Por fim, as Conclusões constituem o quinto capítulo, onde se salientam os resultados mais importantes.

Seguem-se as Referências bibliográficas mencionadas ao longo do trabalho, e que o sustentam, e os Anexos, onde são apresentados dados que permitiram a realização do presente estudo.

2. ARGAMASSAS, REQUISITOS PARA REBOCOS E EFEITO DE BIOESTABILIZANTES

2.1 Argamassas de rebocos correntes

Os rebocos têm como função revestir paredes e/ou tetos. A argamassa para reboco é um produto de construção que antigamente era doseada e preparada em obra, mas que atualmente em Portugal é quase sempre pré-doseada em fábrica, para garantir uma maior qualidade e homogeneidade da dosagem. Resulta da mistura de pelo menos um agregado (areia natural) com um ou mais ligantes minerais, tais como o cimento, cais hidráulicas ou aéreas, gessos, que são amassados com água (Veiga e Faria, 1990).

As argamassas para reboco são por norma classificadas segundo a sua formulação, isto é, uma argamassa que tenha apenas um ligante, por exemplo a cal aérea é designada com o nome do ligante: argamassa de cal. Quando uma argamassa é formulada com mais do que um ligante (por exemplo, cal aérea e cimento) é designada de “argamassa bastarda” e o ligante presente em maior quantidade é referido em primeiro lugar, por exemplo, “argamassa bastarda de cal aérea e cimento” (Faria e Lima, 2018).

As argamassas para reboco podem ainda levar adições, como é o caso dos *fillers*, que são agregados finos, não reativos, como pó de pedra. Outra adição também muito usada são as pozolanas, que são compostos finos ricos em sílica e/ou alumina no estado não cristalizado que, quando em contacto com humidade, reagem com o hidróxido de cálcio presente nas argamassas (por exemplo de cal), promovendo assim o seu endurecimento mesmo na presença de água (Faria e Lima, 2018).

Os adjuvantes também podem ser incorporados na mistura das argamassas, são geralmente produtos químicos adicionados em pequenas percentagens e têm como principal objetivo a alteração das características da argamassa, fresca endurecida. São alguns exemplos de adjuvantes: o hidrofugante, que reduz a absorção da água da chuva; o fungicida, que reduz a contaminação biológica; o plastificante, que aumenta a fluidez e a coesão da pasta (argamassa)

possibilitando reduzir a quantidade de água de amassadura sem perder trabalhabilidade (Veiga e Faria, 1990).

Uma das principais características dos rebocos que usam ligantes minerais é que o seu processo de cura é devido a reações químicas, de carbonatação no caso das cais aéreas e hidráulicas no caso dos cimentos e das cais com propriedades hidráulicas. Os rebocos podem ser constituídos por uma só camada de argamassa ou por um conjunto de camadas sucessivas de argamassa que podem ter constituições e espessuras diferentes.

2. 2 Argamassas de terra para reboco

Para além das argamassas já mencionadas, também existe outro tipo de argamassas que não utilizam ligantes minerais produzidos industrialmente, mas sim terras argilosas. Os rebocos produzidos com as argamassas de terra são os designados rebocos de terra ou rebocos de argila, que constitui o seu ligante. Estas argamassas, e os rebocos com elas produzidos, são considerados ecoeficientes devido: à sua baixa energia incorporada (Santos *et al.*, 2021); à poderem ser reutilizados, contribuindo para a economia circular (Pachamama *et al.* 2024a); e à contribuírem de forma passiva para tornar os interiores mais confortáveis e saudáveis, funcionando como *buffers* higratérmicos (Ranesi *et al.*, 2021; Lima *et al.*, 2020).

O contributo dos rebocos de terra para a saúde e o conforto dos habitantes no interior dos edifícios deve-se ao facto das argilas serem minerais muito higroscópicos, apresentando uma elevada capacidade de adsorção e desadsorção do vapor de água, permitindo assim que estes tipos de reboco consigam contribuir para o equilíbrio da humidade relativa no interior dos compartimentos e para uma melhor qualidade do ar (Lima *et al.*, 2016).

Contrariamente ao que acontece com os rebocos que utilizam ligantes industriais, em que o processo se baseia em reações químicas e por isso é mais rápido, as argamassas dos rebocos de terra têm um processo de endurecimento mais lento, por não terem nenhuma reação química. As argamassas de terra endurecem por simples secagem da água utilizada para a sua formulação, ou seja, a partir da evaporação das partículas de água entre as lamelas dos minerais argilosos da terra. É este processo de cura lento que confere a maioria das suas vantagens construtivas, assim como grande parte das desvantagens (Faria e Lima *et al.*, 2018).

Os rebocos de terra estão a ganhar cada vez mais a atenção da comunidade científica, tanto é que a Alemanha em 2013 publicou a 3ª revisão da norma DIN, onde determina os requisitos e métodos de ensaio específicos para este tipo de rebocos (DIN 18947, 2024).

2.3 Requisitos gerais para rebocos

De uma forma geral, os requisitos gerais para rebocos abrangem aspectos relacionados à sua funcionalidade, estética e durabilidade, afinal, os rebocos têm como principal função proteger e revestir superfícies de paredes e tetos. Os rebocos podem ser aplicados em superfícies de diferentes materiais, tais como alvenaria de tijolo, estrutura reticulada de betão, alvenarias de pedra, bioblocos como os de cânhamo, blocos de terra, fardos de palha, entre muitos outros.

O reboco é a camada mais exposta das paredes e tetos, é ele que confere um acabamento adequado para pintura ou outros revestimentos decorativos, corrigindo as irregularidades das superfícies. Por essa razão, é o elemento que mais contribui para o aspecto estético, podendo apresentar vários tipos de acabamento, desde liso a mais rugoso (Faria e Lima *et al.*, 2018). Outras exigências construtivas são a resistência ao choque, coesão, compatibilidade e aderência ao suporte, evitando descolamentos ou fissuras (Santos *et al.*, 2014).

No caso de rebocos exteriores, o reboco deve ser resistente o suficiente para proteger as superfícies contra intempéries, como chuva, vento e variações de temperatura. Já o reboco interior deve possuir resistência mecânica suficiente para suportar esforços e impactos quotidianos, além de ser estanque para impedir a passagem de água, mas suficientemente permeável ao vapor para permitir a "respiração da parede" (troca de humidade com o meio).

Para que todos estes requisitos acima referidos sejam cumpridos, é necessário que antes do reboco ser aplicado, a base seja bem limpa e livre de poeira, óleo ou outros contaminantes que possam comprometer a aderência. É importante que a superfície apresente uma textura adequada, garantindo a aderência do reboco. Além disso, é necessário que os materiais (componentes) da argamassa para reboco sejam compatíveis com o material da superfície a ser revestida: adobe, betão ou tijolos.

2.4. Adições estabilizantes

O principal objetivo para realizar adições em uma argamassa é melhorar algumas das suas propriedades. Como referido anteriormente, essas adições podem ser *fillers*, pozolanas, pó de sílica, fibras naturais que podem derivar da trituração de resíduos vegetais, ou resíduos da indústria têxtil como é o caso do algodão.

O Instituto de Normalização Alemão, "*Deutsches Institut für Normung*" (DIN), que emitiu diversas normas para produtos para construção à base de terra, recomenda que sejam utilizadas nas argamassas de terra apenas materiais que não comprometam o potencial de reutilização das argamassas e a característica de ter baixa energia incorporada, como é o exemplo de materiais naturais ou residuais como: areia, palha triturada ou outros vegetais fibrosos, pozolanas ou bio polímeros. Os materiais adicionados devem ser selecionados de modo que as características da argamassa final cumpram determinados requisitos específicos (Schroeder *et al.*, 2018; Ziegert *et al.*, 2020).

Em 2024 houve uma revisão nas normas DIN para construção com terra. Especificamente na norma DIN 18947 (NABau, 2024) para argamassas de terra para reboco não estabilizadas com aglomerantes, foi incluída a possibilidade de adicionar agregados reciclados inertes (desde que não representem riscos a saúde) e a possibilidade de executar reforços dos rebocos com aditivos adesivos à base de argila e celulose. A restrição ao uso de aglomerantes quimicamente ativos e irreversíveis, como cal, gesso ou cimento, foi mantida tanto na norma para rebocos de terra, como nas outras normas referentes a outros elementos da construção com terra (ZRS, 2024; Nascimento, 2024).

Segundo Nascimento, (2024) o excremento de bovino é composto aproximadamente por 80% de água. A matéria seca é composta por fibras não digeridas, células do epitélio intestinal, produtos metabólicos e resíduos de substâncias endógenas, incluindo enzimas digestivas, derivados de muco e outras secreções, bactérias e substâncias nutritivas (Teixeira, 1996; Van Soest, 1994). Contém cerca de 24 minerais como potássio, nitrogênio (na forma de 23 aminoácidos), e menores quantidades de enxofre, cálcio, magnésio, manganês e cobalto (Harrison *et al.*, 2004).

2.5 Efeito de bioestabilizantes

A bioestabilização de argamassas de terra consiste na incorporação de aditivos de origem orgânica, com o objetivo de melhorar as propriedades físicas, mecânicas e de durabilidade das argamassas. Estes aditivos podem ser divididos em famílias, onde se destaca a utilização de polissacarídeos naturais, proteínas de origem animal, óleos e gorduras, taninos e açúcares fermentáveis.

Os polissacarídeos naturais, como as gomas vegetais, mucilagens e extratos de plantas como *Opuntia ficus-indica* (figueira-da-índia), são muito utilizados pela sua capacidade de reter água e promover ligações coesivas entre partículas de solo. Estudos demonstram que esses compostos melhoram significativamente a plasticidade e a coesão das argamassas, reduzem a retração por secagem e aumentam a resistência à erosão provocada pela ação da água (Ferreira *et al.*, 2021).

As proteínas e compostos de origem animal, como caseína (que é extraída do leite), clara de ovo, sangue e gelatina, apresentam ligações peptídicas que endurecem ao secar, conferindo resistência mecânica às argamassas. A aplicação de caseína, por exemplo, mostrou-se eficaz no aumento da resistência à compressão e à tração, além de promover uma melhor adesão entre os componentes e uma menor absorção de água (Soudani *et al.*, 2016).

Os óleos e gorduras, como óleo de linhaça, banha e sebo animal, são bioestabilizantes com propriedades hidrofóbicas. A sua introdução nas argamassas tem como principal objetivo reduzir a absorção de água e melhorar a durabilidade em ambientes húmidos. No entanto, é necessário cuidado com a dosagem, pois em excesso esses compostos podem comprometer a resistência mecânica (Vega *et al.*, 2011).

Num estudo realizado por Lima *et al.*, 2016, foram avaliadas argamassas com adição de 1% e 3% de óleo de linhaça (em relação à massa total de terra e areia), tendo sido obtidos resultados expressivos, tanto para a argamassa no estado fresco como para o reboco endurecido. Durante a amassadura o óleo de linhaça teve um efeito plastificante, melhorando a trabalhabilidade da argamassa, o que possibilitou reduzir a quantidade de água na formulação das argamassas. Após o endurecimento, as argamassas adjuvadas com óleo de linhaça apresentaram um incremento significativo da resistência mecânica, nomeadamente das resistências à tração por flexão e à compressão. A aderência ao suporte das argamassas adjuvadas também melhorou.

Alguns óleos e resinas também têm propriedades antimicrobianas, o que pode evitar o crescimento de fungos e mofos em ambientes húmidos, protegendo a estrutura de terra que, devido à sua natureza, estão mais sujeitos a contaminação biológica (Aranda, 2013).

Outra família importante são os compostos fenólicos, presentes em extratos de cascas de árvores como a acácia, bem como em produtos como o chá e o vinho. Estas substâncias apresentam propriedades antioxidantes e hidrofóbicas, interagindo quimicamente com as partículas coloidais da terra e contribuindo para o aumento da resistência ao ataque microbiológico e para a estabilidade estrutural a longo prazo (Viana da Fonseca *et al.*, 2013).

Por fim, os açúcares fermentáveis, tais como melaço de cana, amido e leite, promovem reações de fermentação no interior das argamassas, podendo gerar compostos que reforçam a matriz argilosa. A utilização controlada desses materiais pode melhorar a trabalhabilidade, aumentar a coesão inicial e, em alguns casos, contribuir para o aumento da resistência à compressão (Silva *et al.*, 2019).

Na Tabela 2.1 estão apresentados alguns exemplos de bioestabilizantes assim como as suas funções e propriedades.

Tabela 2.1. Exemplos de famílias, bioestabilizantes usados em argamassas de terra, e suas principais funções

Família	Exemplos	Função/Propriedade	Referência
Fibras naturais	Sisal, cana de açúcar, cânhamo	Aumenta a resistência mecânica e a durabilidade	Faria & Lima et al., (2018); Nascimento et al., (2024)
Polissacarídeos Naturais	Goma arábica, goma guar, mucilagens, <i>Opuntia ficus-indica</i>	Retenção de água, coesão	Ferreira et al., (2021) e Aranda et al., (2013)
Proteínas Animais	Caseína, clara de ovo, sangue, gelatina	Aumento de ligações internas	Soudani et al., (2016)
Óleos e Gorduras	Óleo de linhaça, óleo de tungue, banha, sebo	Hidrofugação	Vega et al., (2011) e Lima et al., (2016)
Taninos e Compostos Fenólicos	Extratos de acácia, quebracho, chá, vinho	Proteção química e microbiológica	Viana da Fonseca et al., (2013)
Açúcares Fermentáveis	Melaço de cana, açúcar, leite	Fermentação e endurecimento interno	Silva et al., (2019)

Outro fator importante das adições biológicas é o seu papel para a sustentabilidade e o menor impacto ambiental, uma vez que são naturais e podem ser ter origem no reaproveitamento de resíduos agrícolas. Isso reduz a necessidade de materiais sintéticos ou industriais e diminui o impacto ambiental da construção. Além disso o uso de bioestabilizantes pode reduzir a pegada de carbono das construções, pois muitos desses materiais têm um ciclo de vida baixo em emissões, sendo recicláveis ou biodegradáveis. No entanto, é preciso avaliar o processo de produção envolvido nos produtos que geraram estes resíduos, pois podem ser bastante poluentes, tais como as monoculturas de soja, eucalipto, cana de açúcar, bovinos para corte, entre outros.

3. CAMPANHA EXPERIMENTAL

3.1 Enquadramento

A escolha e preparação dos materiais, a produção de argamassas, a preparação de provetes e a caracterização geral das argamassas e rebocos foram realizados no âmbito da tese de doutoramento de Nascimento (2024). Por essa razão, nesta dissertação apenas se apresenta informação limitada. Para obtenção de informação mais detalhada, remete-se o leitor para a referida referência bibliográfica e publicações associadas (Pachamama *et al.*, 2024a; Pachamama *et al.*, 2024b).

3.2 Materiais, argamassas, provetes, cura

3.2.1 Terras

A terra de Monsaraz (MON) foi escolhida por ser usada em produtos artesanais de barro para a construção, nomeadamente na produção tijolos cerâmicos maciços artesanais tradicionais sem ser necessário a adição de areias.

A terra da Caparica (CAP) foi escolhida por ser mais siltosa face à MON e ter o mesmo tipo de argila (ilita) de MON, muito comum em Portugal. A sua baixa expansibilidade torna os produtos à base de terras ílticas mais estáveis no que diz respeito a variação dimensional. A silte, presente nas terras, é uma fração com dimensão granulométrica maior que a argila, mas menor que a areia (EN 14688-1, 2018).

Para separar os agregados mais grossos, ambas as terras foram peneiradas com um peneiro de malha de 4.8 mm.

3.2.2 Areia

A areia utilizada na composição das argamassas foi uma areia lavada, de granulometria média, com diâmetro de grão entre 0,2 mm e 0,6 mm e baridade de 1,40 g/cm³ (Nascimento, 2024).

3.2.3 Excremento de bovino

As siglas utilizadas nesta pesquisa que identificam as amostras de excremento bovino (EB) seguem uma lógica que considera diferentes características. Indicam se o material foi recolhido fresco ou seco (f ou s); a dieta do bovino, que pode ser pasto ou ração (p ou ra); o período de compostagem, que pode ser de 7 ou 30 dias; e se o excremento foi triturado em pó (pó).

O sufixo (AF), indica que a argamassa fresca foi fermentada por 72 horas em cura húmida, antes do fabrico dos provetes.

Tanto o EB seco como o fresco foram recolhidos numa quinta, situada na Moita, sendo os animais alimentados em pastagem ricas em fibras vegetais.

No Brasil, é utilizada uma classificação, chamada de *score*, que varia de 1 a 5 e avalia o aspeto/consistência do excremento dos bovinos (Figura 3.1). Cada *score* indica diferentes condições de saúde e de desempenho da digestão do animal. De acordo com a análise dos excrementos de bovino é possível identificar possíveis problemas de saúde e nutricionais. Nesta escala, os excrementos líquidos, classificados com 1, podem indicar animais doentes, sem alimentação adequada ou com falta de fibra na sua dieta. Os excrementos que indicam bovinos saudáveis têm classificação entre 3 e 4, com consistência que pode variar entre uma condição pastosa a firme, sem grandes variações entre uma semana e outra (Litherland, 2007).



Figura 3. 1 Excremento de bovino com classificação de 1 a 5 (Nascimento, 2024)

O tipo de excremento de bovino recomendável para ser usado como adição em argamassas de terra são excrementos pastosos a firmes, com a classificação entre 3 e 4. Outro fator importante a ter em conta, são os procedimentos de higienização do excremento, como é o caso da compostagem, para garantir a eliminação de possíveis patógenos e outros contaminantes (Nascimento, 2024).

3.2.3.1 Alimentado no pasto

Foram recolhidos diretamente do pasto cerca de 50 kg de EB fresco. Desses, uma parte foi adicionada na argamassa enquanto o EB ainda estava fresco, e foi designada EBfp (fresco, pasto). O restante do material foi colocado a compostar. Para evitar a lixiviação de quaisquer componentes presente no excremento, a compostagem foi feita sem haver contacto com o solo. Para tal, o excremento fresco foi colocado num recipiente plástico (Figura 3.2) que ficou destapado durante todo o processo de compostagem e coberto apenas por uma rede mosquiteira. (Nascimento, 2024).



Figura 3.2. Excremento recolhido fresco (a) e compostado por 7 dias ao ar (b) (Pachamama *et al.*, 2024 a)

Ao fim de 7 dias de compostagem o material foi desagregado manualmente e peneirado, tendo ficado bastante homogêneo, repleto de fibras vegetais cujo comprimento não ultrapassava visualmente os 2 cm (Figura 3.3). Após a peneiração, a amostra de EB compostada por 7 dias foi designada por EBfp7. Parte da amostra foi utilizada imediatamente para a produção de algumas argamassas (Nascimento, 2024).



Figura 3.3. Excremento de bovino seco por 7 dias e peneirado (Nascimento, 2024)

Para verificar diferenças nos efeitos causados na argamassa de terra pela adição do EB mais fresco ou mais seco, depois de separado o EBfp7, o restante EB peneirado foi compostado por mais 23 dias no mesmo recipiente, da mesma forma. Diariamente continuou sendo revirado no recipiente de 7 em 7 dias e, ao final dos 30 dias totais, foi peneirado na malha #2,79 mm com auxílio das mãos (com luvas) para desfazer os grumos formados. Esta amostra foi chamada EBfp30, pois foi compostada por 30 dias (Figura 3.4). O EB final ficou bastante homogêneo, mais seco e desagregado (Nascimento, 2024).



Figura 3.4. Excremento peneirado depois de 30 dias de compostagem (Nascimento, 2024)

Por último, foram recolhidas amostras de EB seco no pasto em contato com o solo para verificar se há diferença nos efeitos causados nas argamassas em relação a usar um EB que secou em contato prolongado com o solo ou usar um excremento recolhido fresco e deixado secar/compostar por 30 dias sem possível perda de componentes para o solo. Naturalmente as placas de excremento já estavam secas e duras, mas foi possível quebrá-las manualmente em pedaços menores para caberem na abertura do moinho elétrico. Depois de moer as placas de excremento secas, a amostra deste excremento moída foi chamada EBsppó (Figura 3.5) (Nascimento, 2024).



Figura 3.5. Excremento de bovino recolhido seco (a) e desagregado e peneirado (b) (Nascimento, 2024)

3.2.3.2 Alimentado com ração e silagem

O EB produzido por bovinos alimentados com ração foi apenas recolhido fresco. Após 7 dias a secar em compostagem da mesma forma descrita anteriormente, obteve-se a amostra designada de EBfra7. Foi possível observar, visualmente que o EB produzido por bovinos alimentados no pasto (EBfp7), apresenta uma maior quantidade de fibras vegetais comparativamente com o EB produzido por bovinos alimentados com ração (EBfra7).

3.2.4 Fibra Vegetal

A fibra vegetal utilizada foi o *Panicum repens*, conhecido em Portugal como escalracho, esta foi colhida no mesmo pasto onde foram colhidas as amostras de EB de bovinos alimentados no pasto. O escalracho foi colhido verde, deixado secar à sombra por 7 dias, e cortado com uma tesoura em pedaços com comprimento variado de, no máximo, 3 cm (Figura 3.6). No dia em que foram utilizadas para a produção das argamassas, as fibras cortadas (designadas Fib) apresentaram baridade de 0,20 g/cm³ e 20% de teor de humidade (Nascimento, 2024).



Figura 3.6. Fibra vegetal usada na argamassa CAP e MON (Nascimento, 2024)

3.2.5 Cal aérea hidratada

A cal aérea hidratada foi uma das adições que foi utilizada neste estudo para comprar os efeitos causados pela adição de excremento e fibras. Foi usada cal em pó Lusical H100, tipo CL90 (EN 459-1, 2015), calcítica e com máximo de 10% de óxidos de cálcio não hidratados na sua composição. Esta adição foi designada Cal e apresenta baridade de 0,41 g/cm³.

3.2.6 Argamassas e provetes

3.2.6.1 Argamassas

Para definir a formulação das argamassas foram realizadas algumas argamassas com diferentes proporções para adição de areia (diferentes traços de terra:areia). O objetivo foi chegar à formulação que, com cada terra, obtivesse menos retração/fissuração, para depois poderem ser usadas como traço de referência na avaliação dos efeitos causados pelas adições de excremento bovino, cal hidratada e fibras vegetais.

Para avaliar a ocorrência de fissuras no reboco, foi realizada a aplicação de argamassas preparadas com diferentes proporções volumétricas: 1:0, 1:1, 1:1,5 (terra MON ou CAP:areia). Cada argamassa recebeu a quantidade de água necessária para atingir um espalhamento de 170 mm (EN 1015-3, 1999; DIN 18947, 2024), garantindo consistência e trabalhabilidade adequadas para aplicação como reboco. Tijolos cerâmicos furados, previamente humedecidos com água pulverizada, foram revestidos com uma única camada de argamassa com 1,5 cm de

espessura. Após 24 horas, observou-se, para cada tipo de terra, qual a proporção de areia adicionada que apresentou a menor quantidade de fissuras na superfície do reboco, assinalada a verde nas Figuras 3.7 e 3.8.



Figura 3.7. Retração de argamassas terra CAP com e sem adição de areia (Pachamama *et al.*, 2024 a)

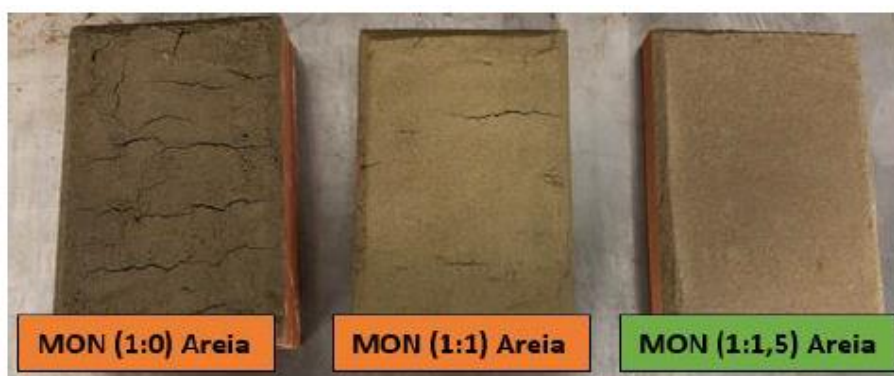


Figura 3.8. Retração de argamassas terras MON com e sem adição de areia (Pachamama *et al.*, 2024 a)

O traço terra:areia que originou menos fissuras no reboco após a secagem da argamassa produzida com as duas terras, proveniente da Caparica e de Monsaraz, foi o traço 1;1,5, tendo sido esse o traço utilizado como referência (REF) para avaliar os efeitos causados pelas adições de excremento, fibra vegetal e cal.

Para o fabrico das argamassas foi usada a DIN 18947 (2024). A mistura dos componentes das argamassas foi feita numa amassadora mecânica de laboratório, sendo que a água foi adicionada de forma a obter-se uma consistência na mesa de espelhamento de 170 ± 5 mm (EN 1015-3, 1999), garantindo uma boa trabalhabilidade.

Relembra-se que os prefixo, CAP (Caparica) e MON (Monsaraz) indicam a origem da terra que foi usada para a produção da argamassa. Após formuladas as argamassas de referência com cada terra, foram adicionadas diferentes porções volumétricas de EB: 5%, 10%,

20%. Por fim, as argamassas que apresentam no seu nome as letras “AF” indicam que a argamassa fresca foi deixada num processo de fermentação por 72 horas, húmida, antes de utilizada para moldar os provetes (Nascimento, 2024).

Nas Tabelas 3.1 e 3.2 encontram-se sintetizadas as características das argamassas usadas nos ensaios, com terra da Caparica e com terra de Monsaraz, respetivamente.

Tabela 3.1. Características das argamassas produzidas com a terra CAP

Argamassas e traço volumétrico (terra:areia)	Adição EB (% vol. T+A)	Adição de Fibras vegetais (% vol. T+A)	Adição de Cal aérea hidratada (% vol. T+A)	Argamassa fresca fermentada por 72h em cura húmida	Dias de compostagem do EB	Dieta do bovino à base de pasto	Dieta do bovino à base de ração	EB em pó
CAP(1:0)	0	0	0	Não	-	-	-	Não
CAP(1:0)+20EBfp7	20	0	0	Não	7	Sim	Não	Não
CAP(1:1)	0	0	0	Não	-	-	-	Não
CAP(1:1)+20EBfp7	20	0	0	Não	7	Sim	Não	Não
CAP(1:1,5)REF	0	0	0	Não	-	-	-	Não
CAP(1:1,5)+5EBfp7	5	0	0	Não	7	Sim	Não	Não
CAP(1:1,5)+10EBfp7	10	0	0	Não	7	Sim	Não	Não
CAP(1:1,5)+20EBfra7	20	0	0	Não	7	Não	Sim	Não
CAP(1:1,5)+20EBfp7	20	0	0	Não	7	Sim	Não	Não
CAP(1:1,5)+5EBfp7(AF)	5	0	0	Sim	7	Sim	Não	Não
CAP(1:1,5)+10EBfp7(AF)	10	0	0	Sim	7	Sim	Não	Não
CAP(1:1,5)+20EBfp7(AF)	20	0	0	Sim	7	Sim	Não	Não
CAP(1:1,5)+20EBfp30pó	20	0	0	Não	30	Sim	Não	Sim
CAP(1:1,5)+10Cal	0	0	10	Não	-	-	-	Não
CAP(1:1,5)+10Fibras	0	10	0	Não	-	-	-	Não

Tabela 3.2. Características das argamassas produzidas com a terra MON

Argamassas e traço volumétrico (terra:areia)	Adição de EB (% vol. T+A)	Adição de Fibras vegetais (% vol. T+A)	Adição de Cal aérea hidratada (% vol. T+A)	Argamassa fresca fermentada por 72h em cura húmida	Dias de compostagem do EB	Dieta do bovino à base de pasto
MON (1:0)	0	0	0	Não	-	-
MON(1:0)+20EBfp7	20	0	0	Não	7	Sim
MON (1:1)	0	0	0	Não	-	-
MON(1:1)+20EBfp7	20	0	0	Não	7	Sim
MON(1:1,5)REF	0	0	0	Não	-	-
MON(1:1,5)+5EBfp7	5	0	0	Não	7	Sim
MON(1:1,5)+10EBfp7	10	0	0	Não	7	Sim
MON(1:1,5)+20EBfp7	20	0	0	Não	7	Sim
MON(1:1,5)+10Cal	0	0	10	Não	-	-

3.2.6.2 Provetes

Para realizar os ensaios da presente dissertação foram produzidos três tipos de provetes, sendo eles: prismáticos (padrão para avaliação de argamassas para reboco), cilíndricos e reboco aplicado em tijolo cerâmico. Os provetes utilizados no ensaio de absorção de água por capilaridade foram antes utilizados nos ensaios de retração e massa volúmica no estado endurecido e resistência à flexão, com dimensão segundo as normas DIN 18947 (2024) e EN 1015-11 (2019) de 16 cm x 4 cm x 4 cm (Pachamama *et al.*, 2024 a).

Na produção dos provetes prismáticos foram usados moldes normalizados e, para evitar danos aos provetes durante a desmoldagem, foi aplicada uma camada de óleo de girassol, um produto natural e vegetal, em toda a superfície interna dos moldes metálicos (Figura 3.9), utilizando um pincel. Antes de colocar a argamassa fresca, foi também espalhada areia no fundo e nas laterais internas dos moldes. Esta opção foi tomada com o objetivo de substituir o óleo descofrante convencional, privilegiando o uso de materiais naturais na investigação (Pachamama *et al.*, 2024).



Figura 3.9. Provetes prismáticos nos moldes e desmoldados (Nascimento, 2024)

Para a realização dos ensaios de condutibilidade térmica foram utilizados provetes cilíndricos com 8,5 cm de diâmetro e 2 cm de altura (Figura 3.10) produzidos em moldes cortados a partir de tubo de PVC com 80 mm de diâmetro interno. Inicialmente estes provetes foram usados para a realização do ensaio de avaliação da higroscopicidade. Para evitar a interferência nos resultados devido à presença do óleo utilizado para descofrar, foi pincelada água em vez de óleo de girassol nas laterais internas do molde, e em seguida foi salpicada areia na bandeja metálica de apoio e nas laterais internas do molde de PVC, antes de colocar a argamassa. Foram produzidos três provetes com forma de bolacha cilíndrica por argamassa avaliada (Nascimento, 2024).



Figura 3.10. Provates cilíndricos a secarem (Nascimento, 2024)

Para o ensaio de resistência à erosão por gotejamento de água foram usados provates de reboco (Figura 3.11), onde foi aplicado diretamente sobre o tijolo cerâmico, uma camada com cerca de 1,5 cm de espessura de argamassa, e acabado à talocha.

Antes da aplicação da argamassa, os tijolos cerâmicos foram humedecidos com água, evitando que absorvessem excessivamente a água da argamassa. Para garantir uma maior aderência e reproduzir a aplicação real, a argamassa foi projetada de uma altura de 70 cm em relação à superfície do tijolo, que estava disposto na horizontal, simulando uniformemente a energia de projeção contra uma parede. Para assegurar a aplicação uniforme da argamassa com 1,5 cm de altura, sobre a superfície dos tijolos, utilizou-se uma forma. Após retirar a forma, as bordas e as quinas foram chanfradas a 45°. Foi produzido um tijolo cerâmico rebocado para cada argamassa avaliada (Nascimento, 2024).



Figura 3.11. Provede de reboco aplicado em tijolo cerâmico (Nascimento, 2024)

Os provates foram produzidos e armazenados em laboratório com umidade relativa de $60 \pm 5\%$ e temperaturas de $23 \pm 2^\circ\text{C}$, desde a sua produção até a realização dos ensaios. Todos os exemplares foram ensaiados em equilíbrio com o meio ambiente (até obterem massa constante), conforme determinado pela DIN 18947 (2024).

3.3 Métodos de ensaio

3.3.1 Condutibilidade térmica

“A condutibilidade térmica (λ , expressa em $[W/(m.K)]$ ou $[W/(m.^{\circ}C)]$) é uma propriedade que caracteriza os materiais ou produtos termicamente homogêneos, e que representa a quantidade de calor (expressa em $[W]$ por unidade de área $[m^2]$) que atravessa uma espessura unitária (em $[m]$) de um material, quando entre duas faces planas e paralelas se estabelece uma diferença unitária de temperatura ($1^{\circ}C$ ou $1 K$)” (Pina dos Santos e Matias, 2006).

Assim, a λ é uma característica de cada material que quantifica a capacidade que ele tem de conduzir energia térmica, fluxo de calor, sendo por isso uma propriedade essencial a ser avaliada para que se possa obter argamassas mais isolantes termicamente e que contribuíssem para aumentar o nível de eficiência energética e de conforto de um edifício.

Sabe-se que, quanto menor for a condutibilidade térmica de um material ou produto termicamente homogêneo, mais isolante ele é. Também existe uma relação entre a massa volumica do material, ou seja, quanto mais compacto ou menos poroso é o material, consequentemente maior é a sua condutibilidade térmica (Röhlen & Ziegert, 2011).

Procedimento de ensaio

Para avaliar a condutibilidade térmica foi utilizado o equipamento ISOMET 2114 (*Portable Heat Transfer Analyser*) que permite fazer leituras diretas das propriedades de transferência de calor de vários materiais homogêneos. Essa leitura é feita através de um impulso térmico produzido pela sonda de superfície com 60 mm de diâmetro, que é colocada diretamente sobre o provete.

O ensaio foi realizado com base no manual de utilização do equipamento, que prevê uma espessura mínima do material avaliado entre os 20 mm e os 40 mm. No caso em estudo foram utilizados provetes circulares com 20 mm de espessura e 80 mm de diâmetro (Figura 3.12).



Figura 3.12. Espessura (a) e diâmetro (b) dos provetes cilíndricos

Os provetes circulares foram mantidos numa sala condicionada à temperatura média de 20°C e a uma humidade relativa (HR) de 64%, ao longo de dois dias antes de iniciar o ensaio. Ao longo dos três dias em que se realizou o ensaio foi feita uma monitorização destes dois parâmetros e registou-se uma HR média de 62% e uma temperatura média de 19°. Geralmente o ensaio deve ser realizado num ambiente em que a temperatura rode os 20±3°C e uma humidade relativa de 65±5%. Tendo isto em conta, o ensaio decorreu dentro das condições exigidas.

Para garantir as condições de fronteira homogêneas, foi colocado por baixo dos provetes uma placa de poliestireno expandido com 40 mm de espessura. Desta forma o calor não é dissipado para a mesa de apoio, ficando assim impedido de influenciar os resultados do ensaio.

De seguida a sonda foi colocada sobre o provete (Figura 3.13), de forma a ficar alinhada ao centro, e seleccionando “Play” no aparelho deu-se início ao ensaio. A sonda emite um fluxo de calor durante cerca de 15 a 20 minutos dependendo da duração do ensaio, avaliando assim a resposta da argamassa em estudo, para então determinar o valor da condutibilidade térmica. Foram ensaiadas três amostras de cada argamassa, todas elas cobertas por uma película adesiva metálica, tanto no bordo como na base pois tinham antes sido ensaiadas à higroscopicidade na câmara climatizada.



Figura 3.13. Ensaio de condutibilidade térmica nos provetes cilíndricos

3.3.2 Absorção por capilaridade

A capilaridade é um fenómeno físico que ocorre quando um líquido ascende através de canais muito estreitos, como poros ou tubos capilares, devido à interação entre forças de coesão do líquido e as forças de adesão entre o líquido e as superfícies sólidas.

Na construção civil, especialmente em contextos onde se utilizam argamassas de terra, a capilaridade apresenta um papel significativo na durabilidade e no desempenho dos materiais. A capacidade da argamassa de terra de absorver e transportar água por capilaridade pode influenciar: a sua durabilidade, ou seja, a resistência do material à degradação por ciclos de humidade e secagem; a ocorrência de eflorescência, isto é, a migração de sais solúveis para a superfície; e a regulação da humidade interna nas construções, o que tem um impacto direto no conforto térmico e na qualidade do ar.

Em materiais de construção porosos, como é o caso das argamassas de terra, a água é absorvida e transportada por capilaridade, influenciando assim o comportamento do material em condições de humidade. Portanto, o estudo da absorção da água por capilaridade em materiais de construção civil é fundamental para garantir rebocos mais duradouros.

Procedimento de ensaio

Este ensaio foi realizado segundo a norma EN 15801 (2009), tendo sido necessárias algumas adaptações para evitar as possíveis perdas de massa decorrentes da degradação dos provetes de argamassas de terra, por contacto prolongado com água, não comprometendo o ensaio. A finalidade deste ensaio foi determinar o coeficiente de capilaridade (CC), que traduz a velocidade a que ocorre a absorção inicial.

O ensaio foi realizado numa sala condicionada à temperatura (T) de $15\pm 1^{\circ}\text{C}$ e humidade relativa (HR) de $65\pm 5\%$. Os provetes utilizados resultaram de metades de provetes obtidas após o ensaio de resistência à tração por flexão, que posteriormente foram cortados com altura igual ao comprimento e largura, dando origem a provetes cúbicos com dimensões de 40 mm x 40 mm x 40 mm.

Todos os provetes ensaiados foram impermeabilizados com cera depilatória nas quatro faces laterais, para garantir que a absorção da água se efetuasse apenas na base e fosse unidirecional, no sentido ascendente, evitando evaporação pelas faces laterais. A face inferior de todos os provetes foi coberta com uma rede fina de plástico presa por um elástico, permitindo a passagem da água e evitando a perda de material durante a fase de absorção (Figura 3.14).



Figura 3.14. Preparação dos provetes prismáticos: (a) corte dos provetes; (b) cera depilatória a ser aplicada nas faces laterais dos provetes

Após a impermeabilização de todos os provetes, foi realizada a pesagem de cada um deles, numa balança de precisão de 0,001 g. Os provetes foram mantidos numa sala de laboratório com ambiente controlado. Passados 5 dias, foram novamente pesados e fez-se o registo das massas, constando-se que não houve uma alteração considerável relativamente à massa inicial, estando assim em condições ideais para a realização do ensaio.

Tinha sido previamente preparada uma caixa de plástico vedada com água no fundo, de modo a garantir um ambiente saturado húmido, (Figura 3.15). No interior da caixa foi colocado um tabuleiro de base rígida nivelado e sobrelevado em relação à base à caixa. Foi colocado um pano tipo esponja dentro do tabuleiro para permitir o contacto total da base dos provetes com a água. Adicionou-se água dentro do tabuleiro até perfazer uma lâmina de água de 5 mm de altura, que foi mantida ao longo do ensaio.

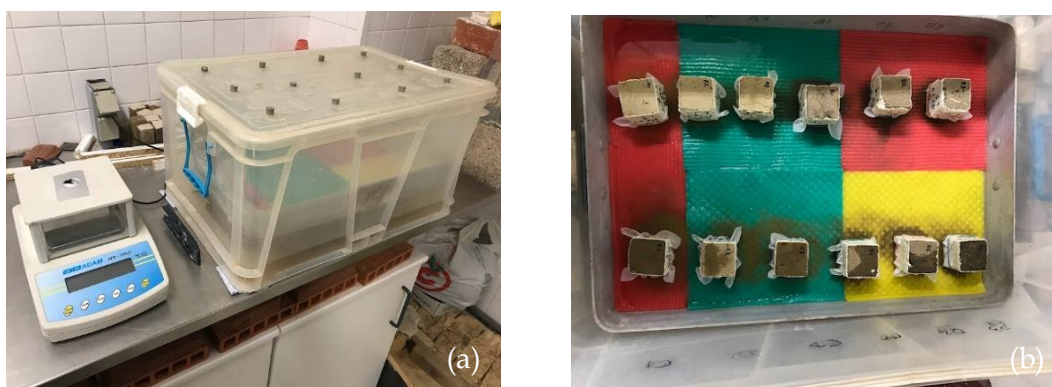


Figura 3.15. Caixa plástica vedada onde se realizou e balança de precisão (a); provetes sobre o tabuleiro dentro da caixa, no decorrer do ensaio (b)

Os provetes foram pesados secos e colocados dentro da caixa em contacto com a água, iniciando-se a contagem do tempo com um cronómetro. Foram sucessivamente pesados rapidamente, abrindo e fechando a caixa para evitar alterar o ambiente saturado húmido no interior ao fim de 1, 2, 3, 4, 5, 10, 30, 60, 120, 180 minutos e assim por diante. Registou-se a massa dos provetes após cada intervalo de tempo em que os provetes estiveram em contacto com a água até a curva de absorção se encontrar num patamar de estabilização. Após os primeiros sinais de estabilização da curva de capilaridade, ou seja, a capacidade máxima de absorção capilar ter sido atingida, os provetes foram retirados da caixa e pesados uma última vez.

O ensaio foi dado como concluído quando a variação de massa estabilizou, ou seja, os provetes estavam próximos do estado de saturados (Figura 3.16). Houve argamassas que não chegaram a estabilizar a sua massa, mas optou-se por terminar o ensaio uma vez que o contacto prolongado com a água iria provocar a degradação dos provetes.

A variação de massa por unidade de área em contacto com a água possibilita a elaboração da curva de capilaridade de cada provete e a curva média de cada argamassa. O coeficiente de capilaridade resulta do declive do troço inicial mais representativo dessa curva e traduz a velocidade com que ocorre a absorção capilar, enquanto o valor assintótico traduz a absorção total de água por capilaridade (massa saturada).

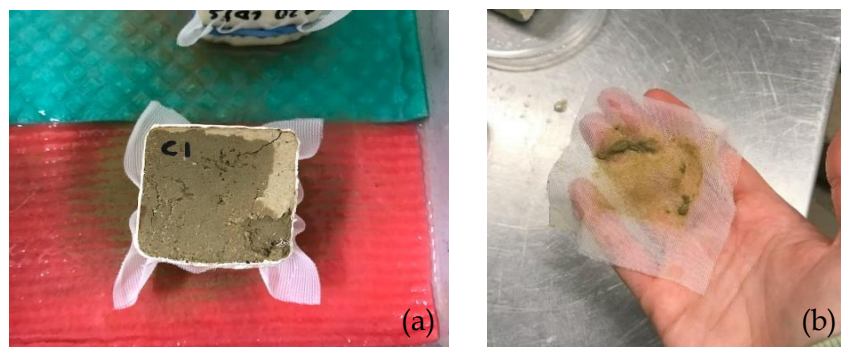


Figura 3.16. Ascensão capilar (a); rede plástica que cobre a face inferior dos provetes (b)

A curva de absorção de água por capilaridade foi obtida através de um gráfico que relaciona a quantidade de água absorvida por área da base [kg/m^2] com a raiz quadrada do tempo [$\text{min}^{1/2}$].

A quantidade de água absorvida M é dada pela equação 3.1.:

$$M = \frac{m_i - m_0}{S} [\text{kg}/\text{m}^2] \quad (3.1)$$

em que: m_i é a massa do provete no instante i [kg]; m_0 é a massa do provete no instante inicial [kg]; S é a secção do provete em contacto com a água ($40 \text{ mm} \times 40 \text{ mm}$).

3.3.3 Secagem

O ensaio de secagem é essencial para o controlo de qualidade de todos os tipos de argamassas, em especial das argamassas de terra, pois tem um papel fundamental no que diz respeito a entender o seu comportamento relativamente às diferentes condições ambientais a que a argamassa será exposta, nomeadamente à dissipação da humidade.

O processo de secagem influencia a resistência, a durabilidade e a estabilidade da argamassa. Ensaio de secagem em argamassas de terra têm como objetivo quantificar a perda de humidade e determinar as taxas de secagem. A partir deste ensaio é possível criar curvas de secagem que possibilitam determinar as taxas de secagem.

O processo de retenção da água no interior da argamassa, assim como a facilidade em ser dissipada durante o processo de secagem, podem ser influenciados pela quantidade de areia, a argila e os aditivos presentes na argamassa (Smith, 2018). A temperatura e a humidade do ambiente onde a secagem ocorre têm um impacto direto nas taxas de secagem. Em condições de baixa humidade relativa e altas temperaturas, a secagem será mais rápida. O tamanho e a forma do provete afetam a velocidade com que a humidade é perdida. Amostras mais finas ou com maior área superficial perdem água mais rapidamente.

É a partir das curvas de secagem, que é possível determinar as taxas de secagem (Figuras 4.8 e 4.10), que expressam a velocidade da secagem. A taxa de secagem da fase inicial (TS1), é obtida pelo declive do troço inicial da curva de secagem com o tempo em abcissas, com a horizontal e a taxa de secagem numa fase intermédia (TS2) que expressa a velocidade com que esta se processa numa fase intermédia da secagem. Obtém-se pelo declive do troço intermédio da curva de secagem com a raiz do tempo em abcissa, com a horizontal. (Grilo *et al.*, 2014).

Para determinar as curvas de secagem para a fase 1 teve-se por base o tempo no eixo das abcissas e para a fase 2 a raiz do tempo; considerou-se a variação de massa por área de secagem no eixo das ordenadas de ambas das curvas.

O declive com a horizontal do troço inicial de cada curva define a taxa de secagem da fase de inicial de secagem e na respetiva fase intermédia.

Procedimento de ensaio

O ensaio de secagem teve por base a norma EN 16322 (2013), iniciou-se logo após ter terminado o ensaio de absorção por capilaridade. Imediatamente após a última pesagem de cada provete do ensaio de capilaridade, foram removidas as redes plásticas e o elástico que cobriam a fase inferior de cada provete, estes foram pesados e colocados com o topo em contacto com a caixa de Petri que foi previamente pesada na mesma balança que foi utilizada no ensaio de absorção da água à capilaridade (precisão 0,001g). Garantiu-se assim que a evaporação da água contida nos provetes ocorresse apenas pela parte superior, o que facilitou o seu manuseamento, pois estavam bastante amolecidos pela absorção de água, uma vez que as argamassas de terra não têm uma boa resistência quando em contacto com a água.

Todos os provetes foram mantidos dentro de caixas de Petri (Figura 3.17) numa sala condicionada à temperatura (T) de $15\pm 1^{\circ}\text{C}$ e humidade relativa (HR) de $65\pm 5\%$. Foram pesados seis vezes na primeira hora, com intervalos de 10 minutos, e depois disso foram pesados de hora a hora. Nos dias seguintes as pesagens passaram a ser a cada 24 horas até estabilizarem. No decorrer do ensaio, foram elaboradas as duas curvas de secagem para cada provete de cada argamassa, com o objetivo de monitorizar a evaporação de água em cada um. Desta forma foi possível identificar quando é que os provetes estabilizavam a sua perda de massa. Para determinar as curvas de secagem para a fase 1 teve-se por base o tempo no eixo das abcissas e para a fase 2 a raiz do tempo; considerou-se a variação de massa por área de secagem no eixo das

ordenadas de ambas das curvas. O declive com a horizontal do troço inicial de cada curva define a taxa de secagem da fase de inicial de secagem e na respetiva fase intermédia.



Figura 3.17. Provetes prismáticos durante o ensaio de secagem

3.3.4 Erosão por gotejamento

O ensaio de erosão por gotejamento tem como objetivo avaliar a resistência superficial à erosão provocada por pingos de água, simulando a ação das gotas de chuva. Trata-se de um ensaio qualitativo, que classifica o efeito do gotejamento que um volume conhecido de água provoca, monitorando-se a profundidade da penetração no final do ciclo. Para se obter um valor quantitativo, comparam-se as massas dos provetes secos antes do ensaio e secos após o ensaio, removendo as partículas soltas antes de ambas as pesagens.

É um ensaio fundamental ser feito em argamassas de terra que têm como objetivo ser utilizadas tanto para rebocos exteriores como para rebocos interiores, especialmente nas zonas perto dos rodapés, que podem ser atingidas por salpicos de água de esfregonas ou semelhante. O facto de se tratar de uma argamassa de terra, apresenta, por si só, características diferentes de uma argamassa à base de cimento, que tem uma resistência à água muito superior relativamente às argamassas de terra. Por essa razão é importante realizar este tipo de ensaios para evidenciar o comportamento real das argamassas de terra face à água.

Foram seguidas as adaptações sugeridas por Lima *et al.*, (2020) do procedimento de ensaio que consta na norma NZS 4298 (1998) da Nova Zelândia. Esta norma foi desenvolvida para avaliar adobes ou blocos de terra comprimida, terra compactada ou terra vertida com um dimensionamento específico de 300 mm x 33 mm x 125 mm. Nesta dissertação utilizaram-se

provetes de argamassa com cerca de 1,5 cm de espessura simulando reboco aplicado sobre tijolos cerâmicos furados.

Devido às dimensões dos provetes em estudo serem diferentes dos provetes previstos na norma, Lima *et al.*, (2020) sugere fazer algumas adaptações no método para realização do ensaio. A norma prevê verter sobre o provete 100 ml de água gotejados de uma altura de 400 mm durante um intervalo de tempo de 20 a 60 minutos, a uma velocidade constante. O provete deve estar inclinado a aproximadamente 27° em relação a horizontal. (NZS 4298, 1998).

A quantidade de água a ser gotejada sobre os provetes foi reduzida proporcionalmente à espessura de 15 mm das amostras de argamassa, passando de 100 ml para 12 ml. O tempo de ensaio foi reduzido para um intervalo de um mínimo de 2,4 minutos a um máximo de 3,0 minutos (Lima *et al.*, 2020), resultando em uma vazão de 4 a 5 ml/min, dentro das recomendações da referida norma. Com uma inclinação de 27° a pesagem do material escorregado, perdido pelas amostras devido ao efeito de erosão da água era difícil de aferir. Por essa razão, a inclinação do provete (tijolo rebocado) também foi alterada, aumentando para aproximadamente 63° (uma razão de 2 para 1).

Para promover o gotejamento, foi utilizado um equipamento semelhante ao utilizado na norma (Figura 3.18). Num tubo de andaime posicionado na vertical e fixo a uma base, foi incorporado um tubo plástico cilíndrico com um diâmetro de 10 mm, que foi ligado a uma torneira gotejadora com um diâmetro aproximado de 2 mm. A boca da torneira encontrava-se afastada de 400mm na vertical, do ponto de contacto com o provete. O provete foi colocado na base num suporte feito com uma malha de metal para proporcionar um apoio para o provete a uma inclinação de 63° em relação à horizontal (Figura 3.18).

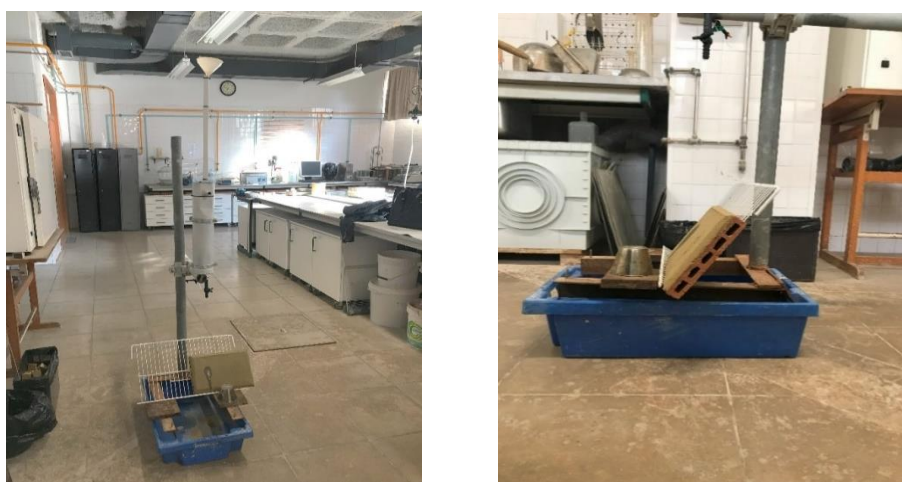


Figura 3.18. Ensaio de erosão por gotejamento

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Condutibilidade térmica

Argamassas de terra com boa condutibilidade térmica podem desempenhar um papel importante na regulação da temperatura interna dos edifícios, proporcionando ambientes mais confortáveis e reduzindo a necessidade de aquecimento ou arrefecimento artificial. No entanto é necessário chamar à atenção para que os rebocos têm geralmente uma espessura relativamente reduzida face à sua condutibilidade térmica e, por isso, a diferença de resistências térmicas é pouco significativa entre rebocos. Assim a influência na resistência térmica da parede é limitada.

No entanto a condutibilidade varia conforme a composição das argamassas, que pode incluir areia, fibras, sendo que materiais mais compactos (densos) tendem a resultar em argamassas com maior condutibilidade. A humidade também é um fator relevante, pois pode aumentar a condutibilidade térmica uma vez que a água tem uma condução térmica maior que a maioria dos sólidos. Esse fator pode ser prejudicial no que diz respeito ao desempenho térmico de uma argamassa de reboco.

A condutibilidade térmica (λ) das argamassas resulta da média de três provetes, é expressa em $W/(m.K)$ e encontra-se apresentada nas Figura 4.1 e 4.2, assim como os respetivos desvios-padrão (DP) e coeficiente de variação (CV), para as argamassas com terra CAP e MON.

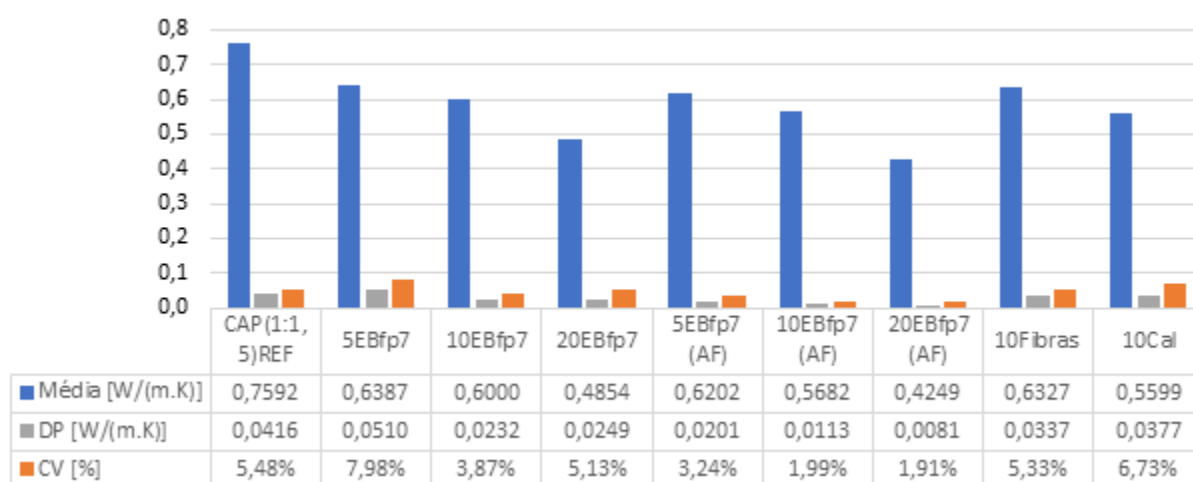


Figura 4.1. Média, desvio-padrão e coeficiente de variação da condutibilidade térmica das argamassas: CAP

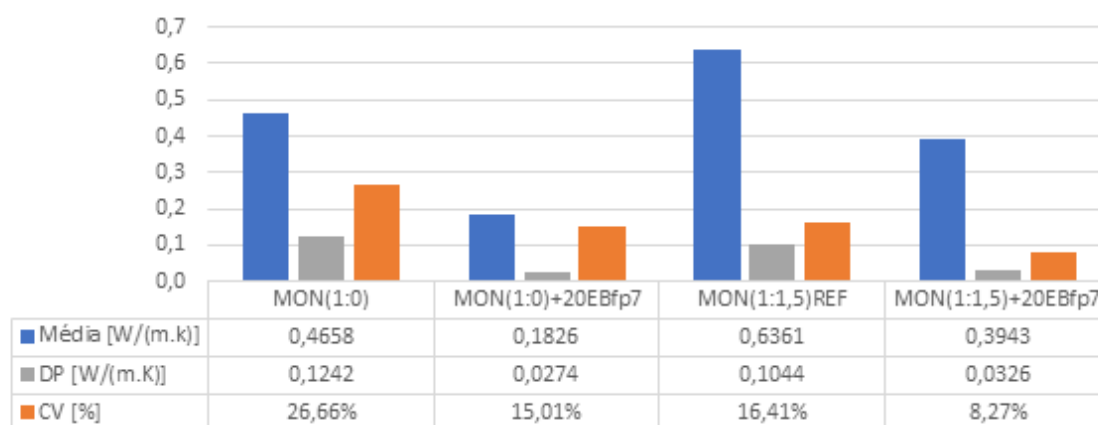


Figura 4.2. Média, desvio-padrão e coeficiente de variação da condutibilidade térmica das argamassas: MON

As investigações publicadas encontradas, mostram que de uma forma geral a adição de fibras reduz significativamente a condutibilidade térmica à medida que se aumenta a proporção da adição, tornando as argamassas mais isolantes termicamente (Millogo *et al.*, 2014; Mansour *et al.*, 2016; Ouedraogo *et al.*, 2017; Ouedraogo *et al.*, 2019; Azzouzi *et al.*, 2020; Hamrouni *et al.*, 2024).

A redução da condutibilidade térmica foi atribuída à presença de fibras vegetais que se encontram presentes no excremento de bovino, estas são ricas em celulose e possuem propriedades isolantes termicamente. Aluma (2023) comparou os efeitos causados na condutibilidade térmica de argamassas de terra causados pela adição de areia, palha, excremento de bovino, lã de ovelha e folhas de pinheiro. Os resultados mostraram que a condutibilidade térmica dos rebocos de terra diminuiu proporcionalmente a medida que se aumenta a adição de EB, tal como os resultados encontrados na presente pesquisa, assim como diminuiu com o aumento da adição de fibras.

Após uma análise dos resultados em estudo, é possível concluir que a adição de areia aumenta a condutibilidade térmica das argamassas com terra MON, enquanto a adição de EB reduz a respetiva condutibilidade térmica, nas argamassas sem ou com areia suplementar.

Relativamente às argamassas com terra CAP, verifica-se que a condutibilidade térmica reduz proporcionalmente à adição de EB, sem ou com fermentação. No entanto, as argamassas fermentadas apresentam um valor de condutibilidade térmica ainda menor do que as argamassas que não foram fermentadas, tendo sido a CAP(1;1,5)+20EBfp7(AF) a que apresentou o valor mais baixo, de 0.4249 W/(m.K).

A adição de 10% de fibras de escalracho apresenta condutibilidade térmica semelhante à adição de 5% de EB. A adição de 10% de cal reduz um pouco mais a condutibilidade térmica

da argamassa, o que, segundo o que já foi referido anteriormente, é benéfico para o desempenho energético do edifício.

Comparativamente com as respetivas argamassas de referência, isto é, argamassas apenas com adição de areia, o melhor resultado para as argamassas com terra da Caparica obteve um decréscimo de 44% com a CAP(1;1,5)+20EBfp7(AF); entre as argamassas com terra de Monsaraz, a argamassa que apresentou menor valor de condutibilidade térmica foi a MON(1:0)+20EBfp7 com 71% de diferença relativamente à argamassa de referência.

As argamassas formuladas com terra CAP apresentam, de uma forma geral, uma condutibilidade térmica superior às argamassas que usaram terra MON. A redução da condutibilidade térmica foi atribuída à presença de fibras vegetais que se encontram presentes no excremento de bovino, uma vez que estas são ricas em celulose e possuem propriedades isolantes térmicas.

De acordo com o ITE 50 (Pina dos Santos *et al.*, 2006), a condutibilidade térmica das argamassas de cimento, muitas vezes utilizadas para assentamento de alvenarias e rebocos, apresentam valor da ordem de 1,8 W(m.K), o que é um valor muito alto comparativamente aos das argamassas em estudo. Uma vez que todas elas apresentam valores inferiores ao do cimento, tal representa uma vantagem significativa em termos de desempenho térmico do edifício, pois quanto menor for o seu valor, mais difícil será a passagem do calor através do material, o que contribui diretamente para uma maior resistência térmica.

Em síntese, a adição de excremento de bovino pode ter um impacto significativo na redução da condutibilidade térmica das argamassas de reboco, melhorando a resistência térmica da envolvente. Tal situação, associada à elevada adsorção/desadsorção de rebocos realizados com argamassas de terra (Lima *et al.*, 2020), vai reforçar o desempenho energético do edifício e eleva substancialmente o conforto térmico dos seus ocupantes, promovendo um ambiente interior mais equilibrado e sustentável ao longo do tempo.

4.2 Absorção de água por capilaridade

Os resultados do ensaio da absorção de água por capilaridade apresentam-se nas Figuras 4.3 e 4.5, através das respetivas curvas de absorção de água, que mostram a quantidade de água absorvida ao longo do tempo. Uma curva com troço reto inicial com maior inclinação, representa uma maior absorção de água num curto espaço de tempo, indicando que a argamassa em estudo é mais capilar, logo apresenta uma menor resistência à humidade, enquanto que uma curva com esse troço menos inclinado mostra que a argamassa absorveu uma menor quantidade de água por capilaridade num espaço de tempo maior. O valor assintótico da

curva representa o total de água que pode ser absorvida; valores mais baixos indicam que a argamassa tem uma menor capacidade de absorção.

As Figuras 4.4 e 4.6 apresentam-se os coeficientes de absorção por capilaridade que indica a velocidade a que se dá a absorção inicial, isto é, quanto maior o valor deste coeficiente, mais rápida é a absorção de água por capilaridade inicial. Uma vez que a presença de água em argamassas de terra diminui a respetiva resistência mecânica, quanto menor este valor, melhor.

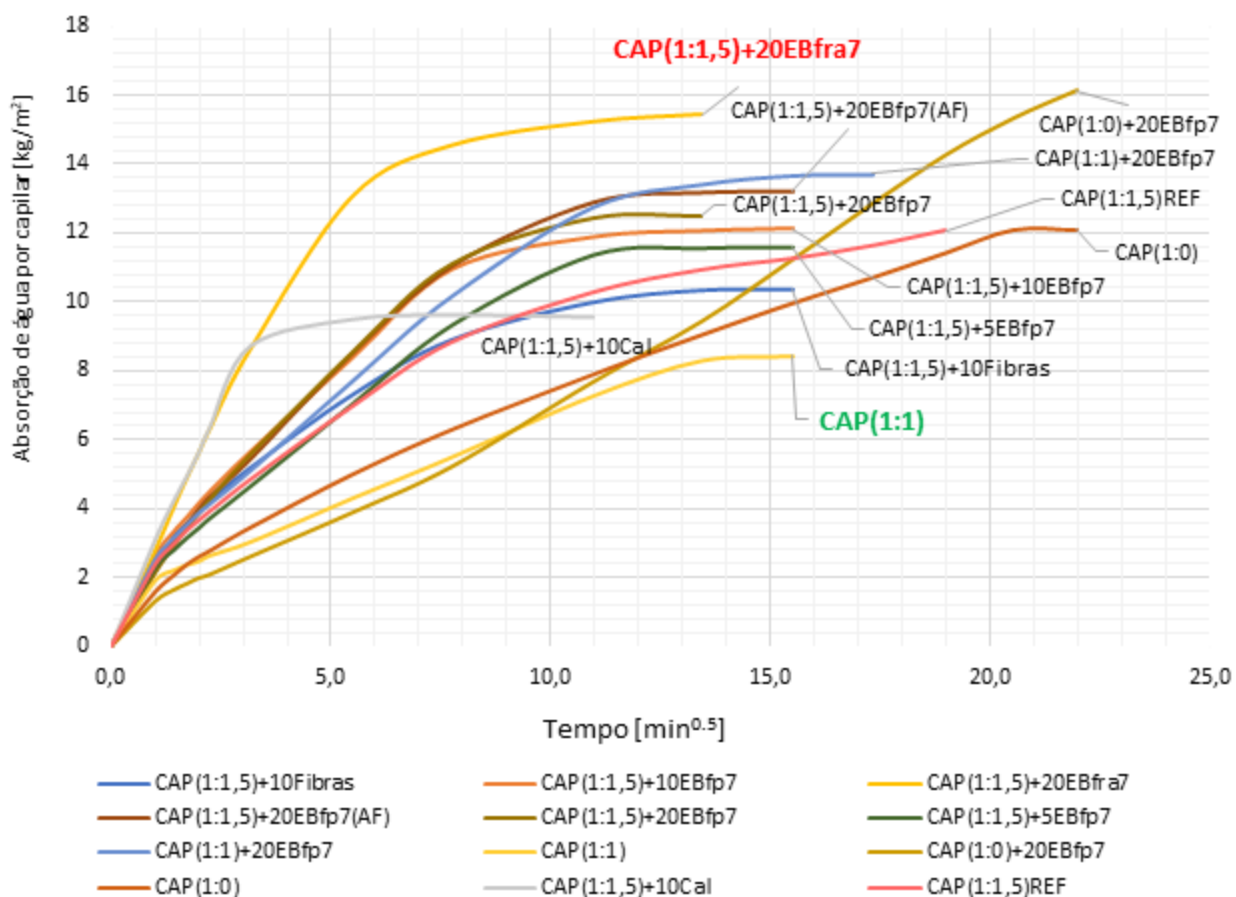


Figura 4.3. Curvas de absorção de água por capilaridade das argamassas com terra CAP

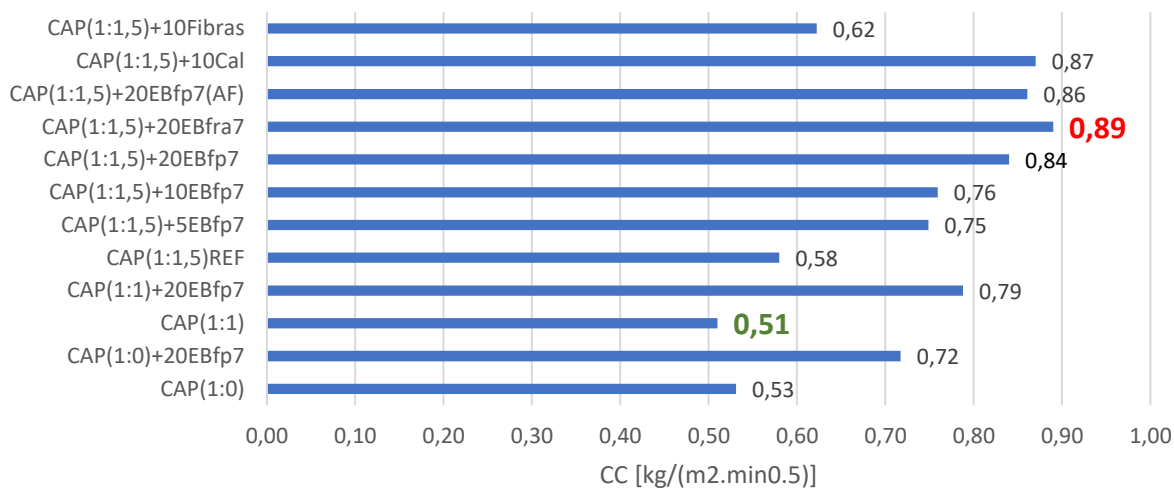


Figura 4.4. Coeficiente de capilaridade das argamassas com terra CAP

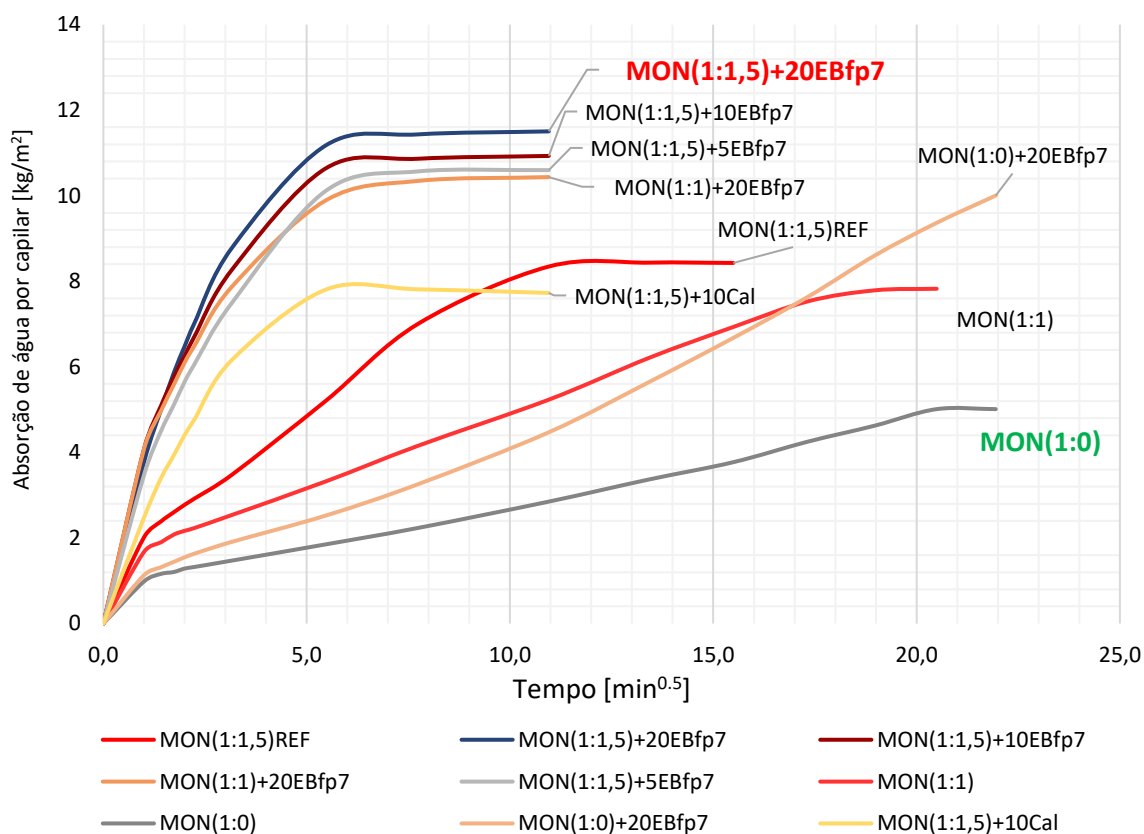


Figura 4.5. Curvas de absorção de água por capilaridade das argamassas com terra MON

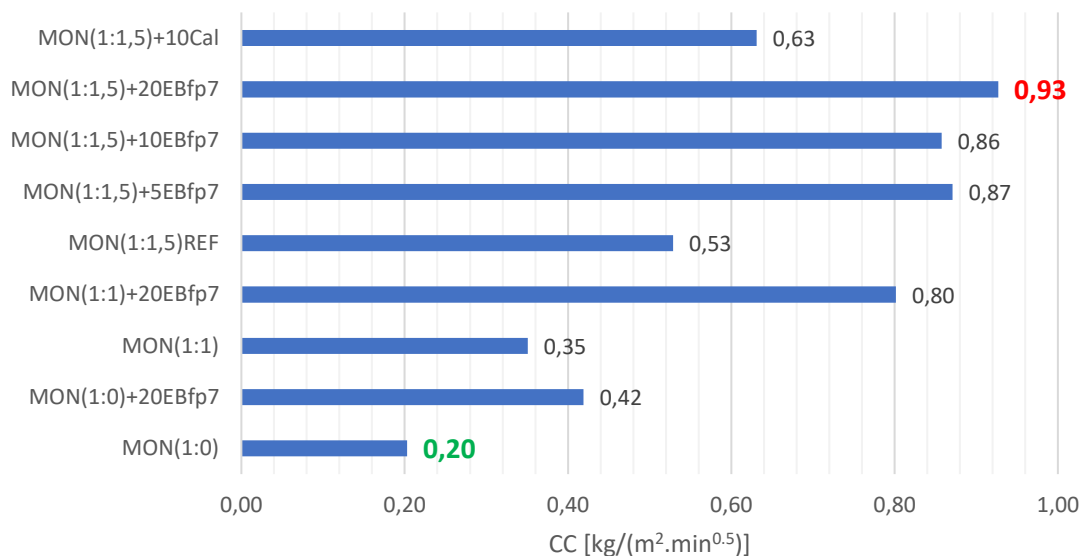


Figura 4.6. Coeficiente de capilaridade das argamassas com terra de MON

Após uma breve avaliação visual ao gráfico da Figura 4.5 pode-se, no caso das argamassas com terra da Caparica, dividir os resultados em 3 grupos. No primeiro grupo é possível destacar a argamassa CAP(1:1,5)+20EBfra7 e a CAP (1:1,5)+10Cal. No segundo grupo destacam-se as seguintes argamassas: CAP(1:1,5)+10Fibras; CAP(1:1,5)+10EDfp7; CAP(1:1,5)+20EBfp7(AF); CAP(1;1,5)+5EBfp7; CAP(1:1)+20EBfp7 e CAP(1;1,5)REF. Por último identifica-se um grupo com três argamassas, são elas CAP(1:1), CAP(1:0)+20EBfp7 e CAP(1:0); todas têm a menor quantidade de areia adicionada, o que tem uma influencia direta no que diz respeito à absorção de água.

A CAP(1:1,5)+20EBfra7 foi a argamassa que absorveu mais água, obtendo um valor de 0,89 kg/(m².min^{0.5}) de coeficiente de capilaridade, apresentando o pior desempenho de absorção comparativamente a todas as outras argamassa.

À semelhança do que foi feito para as argamassas com terra da Caparica, também é possível, através de uma observação visual da Figura 4.7 para a terra de Monsaraz, destacar dois grupos de comportamento. No primeiro destacam-se as argamassas MON(1:1,5)+20EBfp7, MON(1:1,5)+10EBfp7, MON(1:1,5)+5EBfp7, MON(1:1)+20EBfp7 e por fim a MON(1:1,5)+10Cal, que apresenta um valor que coeficiente de absorção mais baixo do que as outras argamassas da mesma família. Neste grupo as argamassas apresentam um comportamento inicial de absorção de água muito parecido. O segundo grupo a destacar inclui as

argamassas MON(1:1,5)REF, MON(1:0)+20EBfp7, MON(1:1) e MON(1:0), nas quais a quantidade de areia adicionada é menor, o que tem uma influência positiva na redução da capacidade de absorção de água por capilaridade. No que diz respeito ao comportamento face à capilaridade das argamassas com terra de Monsaraz, pode-se verificar que a argamassa MON(1:1,5)+20EBfp7 absorveu maior quantidade de água por capilaridade do que as restantes argamassas.

Dos resultados obtidos pode-se concluir que a argamassa que apresentou melhor resultado, ou seja, que absorveu menos água, foi a CAP(1:1) que apresenta uma curva achatada, isto é melhor resistência à absorção por capilaridade.

Bamogo *et al.*, (2020) investigaram, em argamassas de terra para reboco, a adição de excremento de bovino seco e em pó nas proporções de 0 a 6% (em massa). As argamassas frescas foram fermentadas por 72 horas em recipientes plásticos hermeticamente fechados antes de serem moldadas em provetes prismáticos (4 cm x 4 cm x 16 cm). Foi verificado que a resistência mecânica aumentou e a absorção de água por capilaridade reduziu, com o aumento da proporção de excremento adicionado. Comparando com as argamassas avaliadas na presente dissertação verifica-se que o excremento de bovino aumenta a porosidade da argamassa, aumentando a velocidade de absorção capilar no início do ensaio, comparativamente à argamassa com terra da Caparica, de referência, que aumentou 53,45% o seu valor de coeficiente de capilaridade. Relativamente à argamassa de referência, a argamassa que absorveu mais água por capilaridade foi a MON(1:1,5)+20EBfp7 que obteve um aumento de absorção de 75,47%, e a argamassa com menor absorção foi a MON(1:0), que obteve uma diminuição de 62,26% em relação à argamassa de referência.

Dos resultados obtidos pode-se concluir que a argamassa que apresentou melhor resultado, ou seja, que absorveu menos água, foi a CAP(1:1) que apresenta uma curva achatada, isto é melhor resistência à absorção por capilaridade.

4.3 Secagem

O processo de retenção da água no interior da argamassa, assim como a facilidade em ser dissipada durante o processo de secagem, podem ser influenciados pela quantidade de areia, pela argila e os bioestabilizantes presentes na argamassa (Ferreira *et al.*, 2017). A temperatura e a humidade do ambiente onde a secagem ocorre têm um impacto direto nas taxas de secagem. Em condições de baixa humidade relativa e altas temperaturas, a secagem será mais

rápida. As dimensões e a forma do provete afetam a velocidade com que a humidade é perdida. Provates mais finos ou com maior área superficial perdem água mais rapidamente.

As curvas de secagem obtidas no presente ensaio, resultam da média das medições de três provates de cada argamassa através da variação de massa por unidade de área ao longo do tempo (Figuras 4.7 e 4.10) e da raiz de tempo (Figuras 4.8 e 4.11). Neste tipo de ensaios é desejável que as argamassas facilitem a eliminação da humidade que se encontra dentro do material.

A taxa de secagem na fase 1 de secagem expressam a velocidade com que esta se processa inicialmente, e obtém-se pelo declive do troço inicial da curva de secagem com o tempo em abcissas, com a horizontal. A taxa de secagem na fase 2 de secagem expressa a velocidade com que esta se processa numa fase intermédia da secagem. Estas taxas encontram-se representadas nas Figuras 4.9 e 4.12.

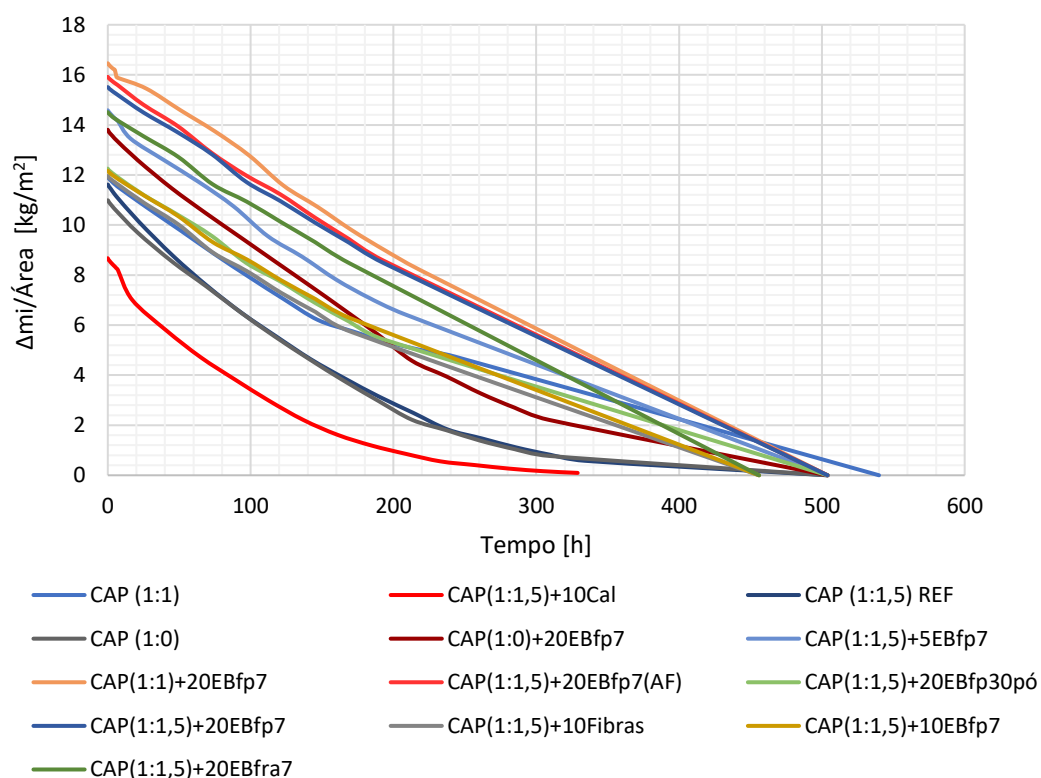
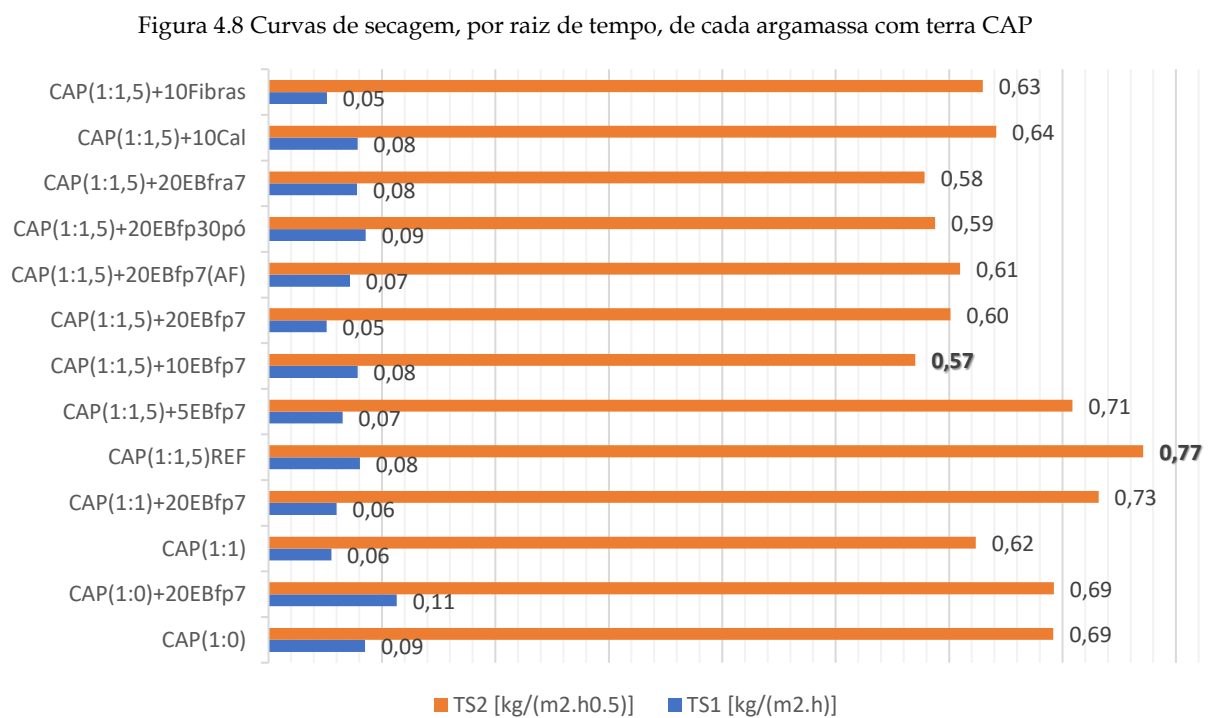
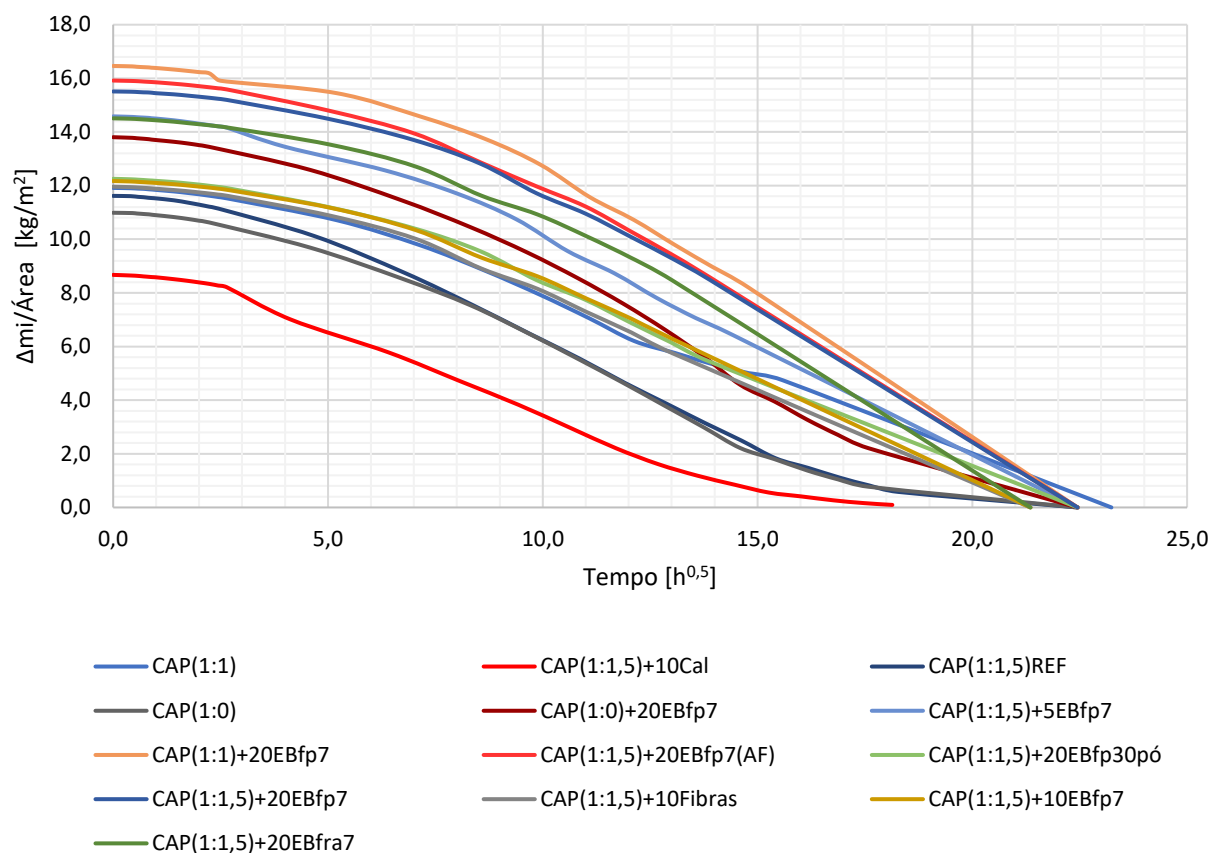
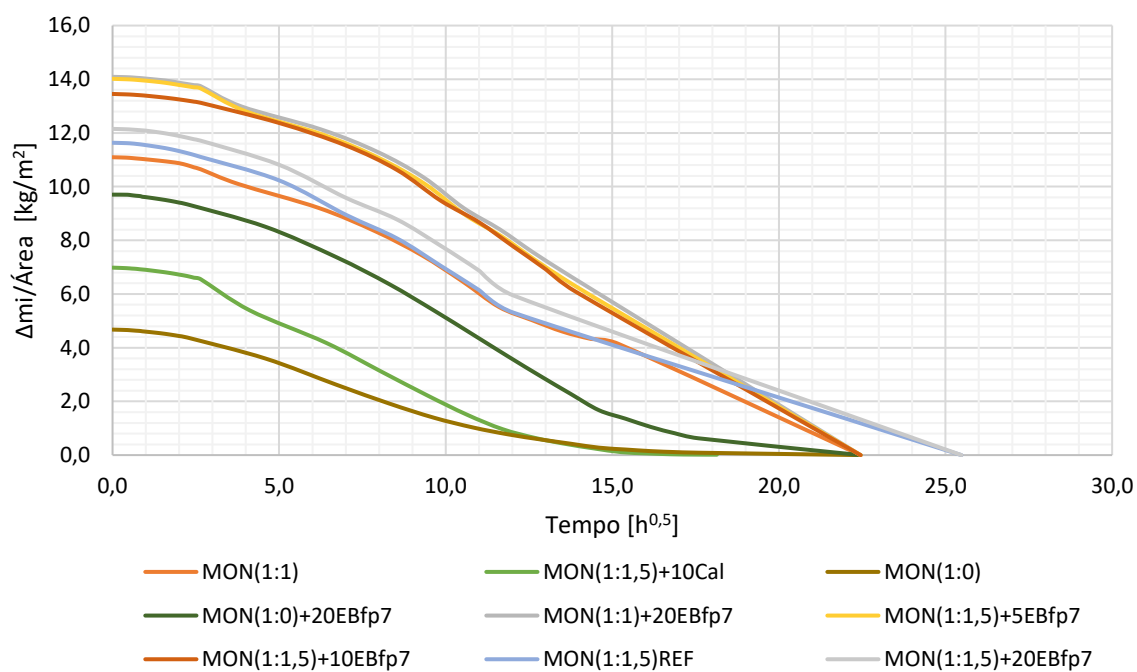
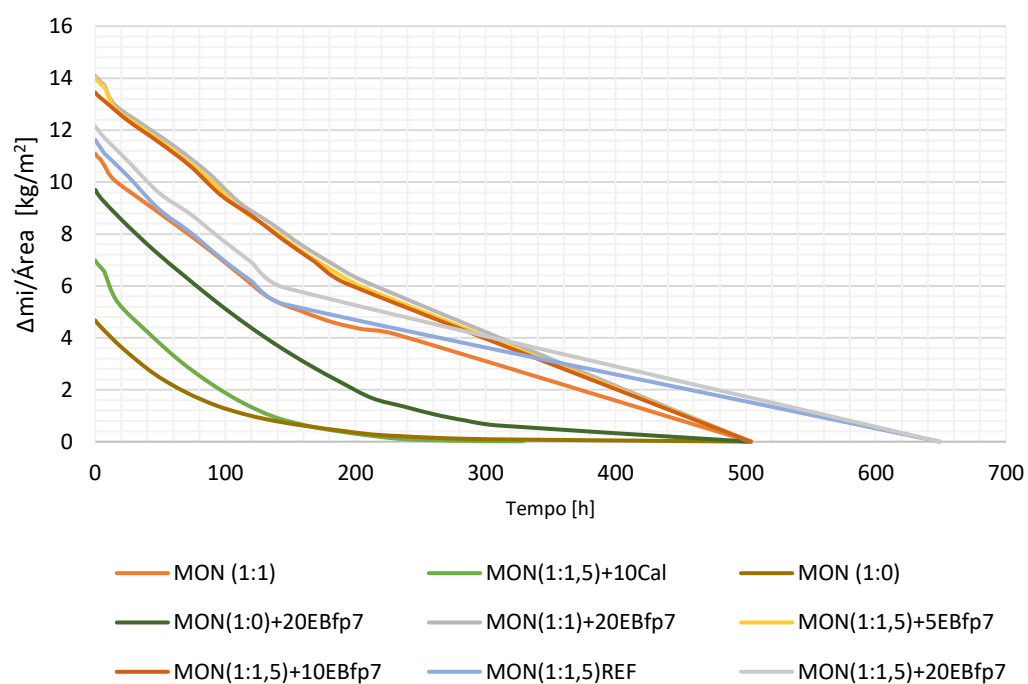


Figura 4.7. Curvas de secagem, por tempo, de cada argamassa com terra CAP





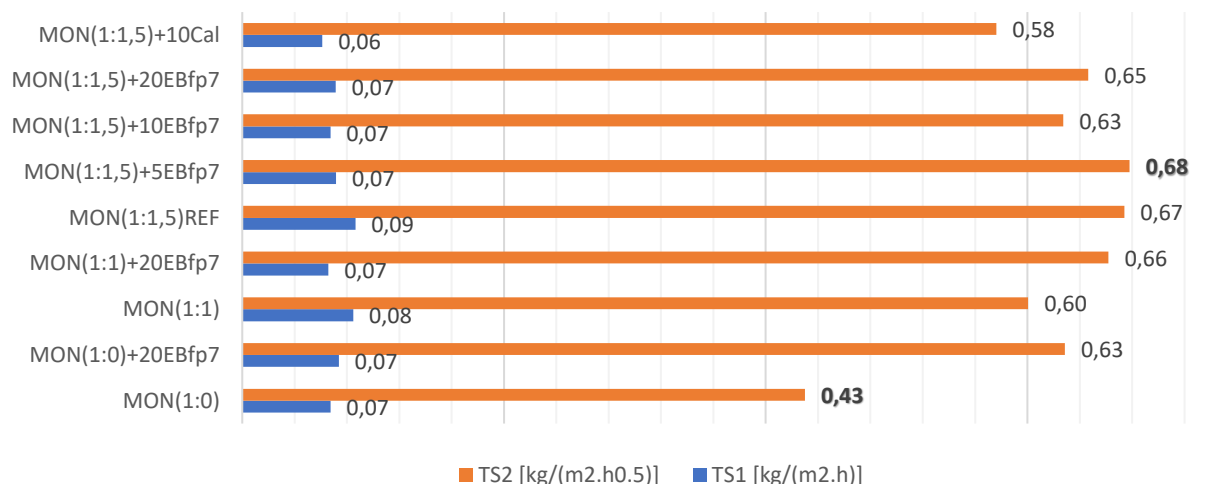


Figura 4.12. Taxas de secagem de cada argamassa com terra MON

Comparativamente a Gomes, M.I. *et al.*, (2012), que avaliou vários tipos de argamassas onde utiliza uma terra comercial (constituída maioritariamente por argila), e outros componentes, como areia, cal aérea ou cal hidráulica e fibras vegetais. Foram avaliadas em vários aspetos, no estado fresco e no estado endurecido, nomeadamente, absorção de água por capilaridade, secagem. Concluíram que as adições de fibras ou de ligantes não tiveram um efeito retardador no que diz respeito ao processo de secagem, no entanto, pode dizer-se que a secagem é mais lenta nas argamassas de cal aérea com fibras. Verifica-se uma maior rapidez na secagem nas argamassas que apresentam o teor em água inicial menor.

No presente estudo verificou-se que a adição de fibras nas argamassas que não retardou a secagem. Quanto à adição de ligantes, pode concluir-se que não existem grandes diferenças entre as várias argamassas ao nível da secagem, ou seja, nenhuma das adições retarda de forma significativa a secagem.

Na análise das figuras, a partir das curvas de secagem observa-se um comportamento relativamente semelhante entre as argamassas, todas com muito boa capacidade de secagem, sendo que as argamassas MON apresentam um conjunto de curvas com menor dispersão entre os valores, enquanto as argamassas com terra da Caparica apresentam uma maior variação entre os diferentes tipos de formulações.

4.4 Erosão por gotejamento

No ensaio de erosão por gotejamento foram avaliados quantitativamente os seguintes aspectos: quantidade de água absorvida, perda de massa, profundidade e área da degradação gerada pela água (medida na zona mais desfavorável). Os resultados foram classificados de acordo com a norma NZS 4298 (1998).

Cada reboco sobre tijolo foi submetido ao mesmo ensaio duas vezes, primeiramente do lado direito e, posteriormente, do lado esquerdo, com uma diferença temporal de um dia entre eles. Nos resultados apresentados, podem ser visualizadas fotografias de ambos os lados, o que facilita a comparação. É importante alertar que os resultados, no que se refere à perda de massa, correspondem ao dobro da perda de massa real por ensaio, uma vez que a massa de cada tijolo foi medida após a realização do segundo ensaio.

Na Figura 4.13 é possível observar as áreas erodidas dos rebocos com CAP(1:1,5)REF, deixando o suporte (tijolo) à vista. Já nos rebocos com MON(1:1,5)REF o gotejamento da água provocou uma erosão na argamassa bastante considerável, mas, no entanto, o suporte não ficou à vista.



Figura 4.13. Áreas erodidas dos rebocos, CAP(1:1,5)REF (a) e MON(1:1,5)REF (b)

A adição de 10% de Fibras vegetais melhorou bastante a resistência ao gotejamento, sendo que o efeito de aumento de resistência ainda é mais visível com a adição de 10% de Cal, argamassa em que a erosão a olho nu é inexistente (Figura 4.14).

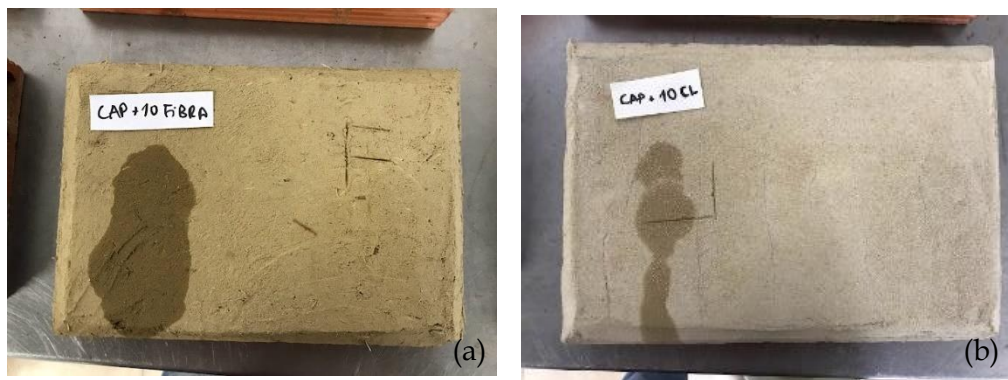


Figura 4.14. Áreas erodidas dos rebocos CAP(1:1,5)+10Fibra (a) e CAP(1:1,5)+10Cal (b)

Nas Figuras 4.15 e 4.16 é possível ver o resultado da erosão do gotejamento da água nas argamassas seca (à direita) e ainda molhadas (à esquerda). Em comparação com as amostras de referência, sem adições, pode-se observar que, quanto maior a adição de excremento de bovino, maior é a resistência ao gotejamento.



Figura 4.15. Área erodidas dos rebocos CAP(1:1,5)+5EBfp7(AF) (a), CAP(1:1,5)+10EBfp7(AF) (b) e CAP(1:1,5)+20EBfp7(AF) (c)

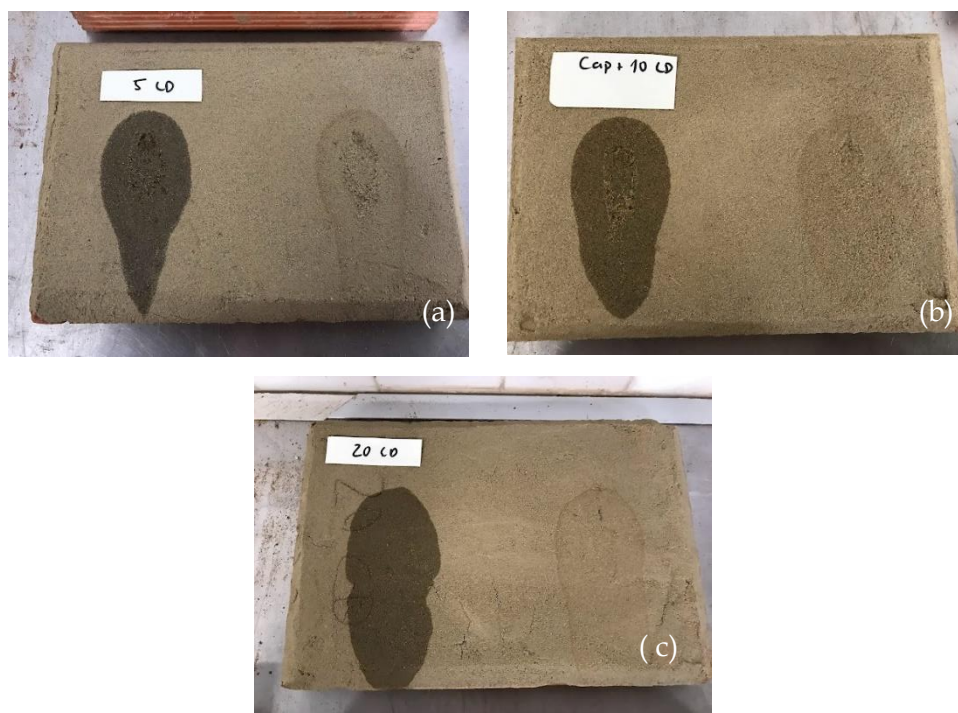


Figura 4.16. Área erodidas dos rebocos CAP(1:1,5)+5EBfp7 (a), CAP(1:1,5)+10EBfp7 (b) e CAP(1:1,5)+20EBfp7 (c)

De um modo geral, os rebocos apresentaram uma quantidade semelhante de água absorvida durante o ensaio, cerca de 12 ml.

Na Tabela 4.1 apresentam-se as classificações dos produtos de construção com base em terra segundo a Norma NZS 4298 (1998), que foi utilizada na avaliação das argamassas de reboco em estudo.

Tabela 4.1. Parâmetros de avaliação da erosão segundo a norma NZS 4298 (1998).

Profundidade de Erosão [mm]	Índice de erosão
$0 < D < 5$	2
$5 \leq D < 10$	3
$10 \leq D < 15$	4
$D \geq 15$	5 (Falha)

Verifica-se que as argamassas apresentam uma baixa profundidade de erosão, classificando-se todas com um índice de erosão de 2. Segundo a norma utilizada, as argamassas que apresentam um índice inferior a 5 têm uma durabilidade aceitável.

Era de esperar que o reboco de referência tivesse mais erosão por gotejamento, uma vez que não tem qualquer adição complementar, sendo constituído apenas por terra e areia, comparativamente a todos os outros provetes com adições.

Como toda a área da face dos rebocos abaixo da zona de impacto direto das gotas de água foi amolecida pela escorrência da água, a argamassa ficou mais suscetível a danos superficiais e à perda de material. É de realçar que, quando a massa dos provetes foi avaliada, parte da argamassa que tinha escorrido, mas continuava aderida ao reboco, tendo sido contabilizada na pesagem final. Numa situação real, sugere-se que, ao ocorrer escorrência parcial de argamassa por gotejamento, se deixe secar o reboco e, com o auxílio de uma esponja húmida, se reponha o material perdido, refazendo a superfície do reboco localmente. Tal é possível uma vez que as argamassas ensaiadas, sem ou com este tipo de bioestabilizações, são reutilizáveis (Pachamama *et al.*, 2024 b).

Na Figura 4.17 apresenta-se a perda de massa (g), desvio-padrão (DP) e coeficiente de variação (CV) para cada argamassa em estudo, onde se pode concluir que as composições estabilizadas não são afetadas pela ação do gotejamento, isto é, a comparar com a argamassa de referência, pode-se concluir que todas perderam menos massa, tendo sido a CAP(1;1,5)+10Cal a que perdeu menor quantidade de matéria.

Giroundou *et al.*, (2019) avaliaram a adição de palha de cevada e de lavanda na proporção em massa de 3% e 6% e todas as adições tornaram as argamassas mais resistentes à erosão por gotejamento de água.

Também com o objetivo de avaliar a adição de diferentes fibras vegetais em argamassas de terra, Lerner & Donahue (2003) realizaram um ensaio parecido e tal como Giroundou também foi observado que a adição destas fibras reduziu a erosão causada pela água.

Na adição de excremento de bovino, pode-se concluir que as argamassas têm uma durabilidade aceitável segundo a norma NZS 4298 (1998), e que tanto a adição do excremento de bovino como da cal e das fibras vegetais, aumentam substancialmente a resistência do reboco ao efeito do gotejamento da água, tal como aconteceu nos experimentos de Giroundou *et al.*, (2019) e Lerner & Donahue (2003).

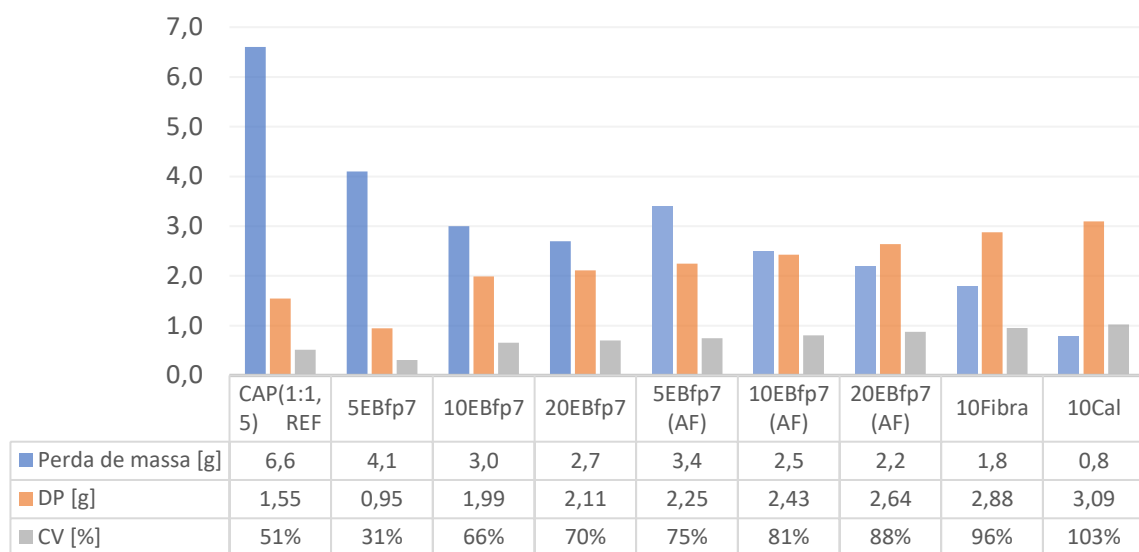


Figura 4.17. Perda de massa erodida pelo gotejamento de água, desvio-padrão e coeficiente de variação nos rebocos com as argamassas CAP

Sendo que foi necessário fazer algumas adaptações ao procedimento de ensaio devido à espessura do provete não ser igual ao que a norma exige, houve também necessidade de adaptar alguns parâmetros de avaliação. Na Tabela 4.2 encontra-se o parâmetro sugerido por Nascimento (2024) que teve como base a norma NZS 4298-A1 (2000), e avalia a perda de massa.

Tabela 4.2. Parâmetro sugerido para avaliação da erosão (Nascimento, 2024)

Perda de massa (g)	Classe	Classificação
< 2	1	Não erosível
$2 \leq D < 4$	2	Pouco erosível
$4 \leq D < 6$	3	Erosível
$6 \leq D < 8$	4	Muito erosível
≥ 8	5	Reprovado

5. CONCLUSÃO

5.1 Considerações finais

A presente dissertação explora a bioestabilização de argamassas de terra utilizando excremento de bovino, em diferentes proporções, condições e em dois diferentes tipos de terra. Os ensaios realizados para avaliar a influência no isolamento térmico, na durabilidade, e na resistência ao contato com água evidenciam melhorias significativas nas argamassas de terra para reboco.

Os resultados mostram que a adição de excremento de bovino aumentou a resistência à erosão por gotejamento, tornando o reboco mais adequado para aplicações expostas à água. No que diz respeito ao comportamento higrotérmico, as argamassas bioestabilizadas mantiveram níveis adequados de condutibilidade térmica, tendo reduzido cerca de 43% o valor da condutibilidade térmica relativamente à argamassa de referência, no caso das argamassas CAP. Esse resultado é fundamental para a eficiência energética e conforto térmico dos edifícios. A erosão por gotejamento também foi controlada com a adição de excremento de bovino apresentando uma redução de perda de massa de até 72%, comparativamente com a argamassa de referência, garantindo funcionalidade e preservação da integridade do reboco mesmo em contacto com a água.

A utilização de excremento de bovino como bioestabilizante em argamassas de terra para utilização em reboco, é uma solução que valoriza os recursos locais e reduz a dependência de materiais industriais com elevada pegada ecológica. Este trabalho reforça o potencial que o excremento de bovino apresenta-se como uma alternativa ambientalmente interessante, uma vez que este material se encontra abundantemente na natureza e apresenta uma energia de preparação muito baixa. Além disso, dar destino a um resíduo pecuário reduz a pegada ambiental envolvida, que pode ser ainda mais reduzida quando há consciência e responsabilidade ambiental no processo de criação dos bovinos.

Este estudo cumpriu o seu objetivo: avaliou o efeito do seu comportamento higrotérmico e face à água de argamassas de terra para reboco com diferentes tipos de terra e diferentes proporções de excremento de bovino, incluindo compostagem por períodos variados, 7 e 30 dias, utilização do excremento fresco, seco íntegro, e após moagem. Estas variações permitiram identificar que a proporção de 20% (em volume) oferece maior resistência em contacto com a água, sendo que a argamassa em que foi usado excremento de bovino fermentado por

72 horas apresentou melhorias adicionais, sobretudo na resistência ao contato com água. Comparações com outros estabilizantes, como cal aérea hidratada e fibras vegetais, demonstraram que o excremento bovino pode oferecer vantagens comparáveis ou superiores.

5.2 Trabalhos futuros

Com base nos resultados obtidos na presente dissertação, verificou-se alguma variação dos resultados, o que merece uma pesquisa mais profunda no que diz respeito a essas argamassas, com o objetivo de alargar a investigação sobre o efeito da bioestabilização de argamassas de terra com excremento de bovino no comportamento higrotérmico e face à água, para que dessa forma se obtenham resultados cada vez mais precisos.

Para além deste estudo mais aprofundados às argamassas aqui avaliadas, sugere-se o desenvolvimento dos seguintes estudos:

- caracterizar o efeito de outros tipos de terra com as mesmas percentagens de adição de excremento de bovino;
- aprofundar os efeitos químicos do processo de fermentação e comparar com argamassas não fermentadas;
- avaliar o efeito da adição de fibra vegetal ao comportamento higrotérmico e à água.
- avaliar os efeitos que uma pintura à base de cal pode ter no comportamento higroscópico e na durabilidade do revestimento com adição de EB, fibras vegetais e cal aérea;
- avaliar outras adições combinadas com EB com e sem fermentação da argamassa fresca e com e sem cura húmida.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALUMA, B (2023), *Determining the thermal conductivity of earth plaster samples with mortar mixes suitable for African architecture*. M.S. - Master of Science, Middle East Technical University.

AZZOUZI, D., RABAHI, W., SEDDIRI, F., HEMIS, M. (2019), *Experimental study of the fibres content effect on the heat insulation capacity of new vegetable composite plaster-pea pod fibres*. Sustainable Materials and Technologies, 22, e00144, 10. doi: [10.1016/j.susmat.2019.e00144](https://doi.org/10.1016/j.susmat.2019.e00144)

BAMOGO, H., OUEDRAOGO, M., SANOU, I., OUEDRAOGO, K. A. J., DAO, K., AUBERT, J.-E., & MILLOGO, Y. (2020), *Improvement of water resistance and thermal comfort of earth renders by cow dung: an ancestral practice of Burkina Faso*. Journal of Cultural Heritage, 43, 44–50. doi: [10.1016/j.culher.2020.04.009](https://doi.org/10.1016/j.culher.2020.04.009)

BECKETT, C., CIANCIO, D. (2015), *Strengthening mechanisms in cement-stabilised rammed earth*, Rammed Earth Construction: Cutting-Edge Research on Traditional and Modern Rammed Earth 41–46. doi: [10.1201/b18046-3](https://doi.org/10.1201/b18046-3)

DIN 18947 (2024), *Earth plasters: terms and definitions, requirements, test methods* (in German). DIN, Berlin.

EN 1015-11 (2019), *Methods of test for mortar for masonry - Part 11: Determination of flexural and compressive strength of hardened mortar*. CEN, Brussels.

EN 1015-3 (1999), *Methods of test for mortar for masonry – Part 3: Determination of consistence of fresh mortar (by flow table)*. Brussels: European Committee for Standardization. CEN, Brussels.

EN 15801 (2009), *Conservation of Cultural Heritage - Test Methods - Determination of Water Absorption by Capillarity*. CEN, Brussels.

EN 16322 (2013), *Conservation of Cultural Heritage - Test Methods - Determination of Drying Properties*. CEN, Brussels.

FERREIRA, T. M. (2021), *Effect of mucilage extracted from Opuntia ficus-indica on the properties of earthen mortars*. Journal of Building Engineering, 33.

GIROUDON, M., LABOREL-PRÉNERON, A., AUBERT, J.-E., MAGNIONT, C. (2019), *Comparison of barley and lavender straws as bioaggregates in earth bricks*. Construction and Building Materials, 202, 254–265. doi: [10.1016/j.conbuildmat.2018](https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2018).

GOMES, M.I., GONÇALVES, T. D., FARIA, P. (2012), *Argamassas de terra na conservação de paredes de taipa*. 4º Congresso de Argamassas e ETICS, Coimbra.

GRILO, J., FARIA, P., VEIGA, R., SANTOS SILVA, A., SILVA, V., VELOSA, A. (2014), *New natural hydraulic lime mortars – Physical and microstructural properties in different curing conditions*. Construction and Building Materials, 54, 378–384. doi: [10.1016/j.conbuildmat.2013.12.078](https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2013.12.078)

HAMROUNI, I., JALILI, H., OUAHBI, T., TAIBI, S., JAMEI, M., MABROUK, A. (2024), *Thermal properties of a raw earth-flax fibers building material*, Construction and Building Materials, 423, 135828, doi: [10.1016/j.conbuildmat.2024.135828](https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2024.135828). 2024

LIMA, J., FARIA, P., SANTOS SILVA, A. (2020), *Earth Plasters: The Influence of Clay Mineralogy in the Plasters' Properties*. International Journal of Architectural Heritage, 14(7), 948–963. doi: [10.1080/15583058.2020.1727064](https://doi.org/10.1080/15583058.2020.1727064)

LIMA, J., CORREIA, D., FARIA, P. (2016), *Rebocos de terra: a influência da adição de gesso e da granulometria da areia*. ARGAMASSAS 2016 – II Simpósio de Argamassas e Soluções Térmicas de Revestimento, 16-17 Junho 2016, ITeCons, Coimbra, ID 15, 119-130. <https://run.unl.pt/handle/10362/18283>

LIMA, J., FARIA, P. (2016), *Eco-Efficient Earthen Plasters: The Influence of the Addition of Natural Fibers*. Natural Fibres: Advances in Science and Technology Towards Industrial Applications, 315–327. doi: [10.1007/978-94-017-7515-1_24](https://doi.org/10.1007/978-94-017-7515-1_24)

LIMA, J., FARIA, P., SANTOS SILVA, A. (2020), *Earth Plasters: The Influence of Clay Mineralogy in the Plasters' Properties*. International Journal of Architectural Heritage, 14(7), 948–963. doi: [10.1080/15583058.2020.1727064](https://doi.org/10.1080/15583058.2020.1727064)

MILLOGO, Y., MOREL, J.-C., AUBERT, J.-E., GHAVAMI, K. (2014), *Experimental analysis of Pressed Adobe Blocks reinforced with Hibiscus cannabinus fibers*. Construction and Building Materials, 52, 71–78. doi: [10.1016/j.conbuildmat.2013.10.094](https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2013.10.094)

MANSOUR, M. B., JELIDI, A., CHERIF, A. S., JABRALLAH, S. B. (2016), *Optimizing thermal and mechanical performance of compressed earth blocks (CEB)*. Construction and Building Materials, 104, 44–51. doi: [10.1016/j.conbuildmat.2015.12.024](https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2015.12.024)

MILLOGO, Y., AUBERT, J.-E., SÉRÉ, A. D., FABBRI, A., MOREL, J.-C. (2016), *Earth blocks stabilized by cow-dung*. Materials and Structures, 49(11), 4583–4594. doi: [10.1617/s11527-016-0808-6](https://doi.org/10.1617/s11527-016-0808-6)

NASCIMENTO, R.A.V.C. (2024), *Bioestabilização de argamassas de terra com adição de excremento bovino*. Tese de doutoramento, Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG).

NBR 7181 (2016), Solo – Análise granulométrica. ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas, Rio de Janeiro.

NP EN 13039 (2002), *Caracterização de produtos residuais – Determinação do teor em matéria orgânica e matéria seca por secagem e incineração*. Instituto Português da Qualidade, Caparica.

NZS 4298 (2024), *Materials and construction for earth buildings*. Standards New Zealand, Wellington.

OUEDRAOGO, M., DAO, K., MILLOGO, Y., SEYNOU, M., AUBERT, J.E., GOMINA, M. (2017), *Influence des fibres de kenaf (Hibiscus altissima) sur les propriétés physiques et mécaniques des adobes*. Journal de la Société Ouest-Africaine de Chimie, 043, 48–63.

OUEDRAOGO, M., DAO, K., MILLOGO, Y., AUBERT, J-E., MESSAN, A., SEYNOU, M., ZERBO, L., GOMINA, M. (2019), *Physical, thermal and mechanical properties of adobes stabilized with fonio (Digitaria exilis) straw*. Journal of Building Engineering, 23, 250-258, doi: [10.1016/j.jobbe.2019.02.005](https://doi.org/10.1016/j.jobbe.2019.02.005). 2019.

PACHAMAMA, R.N., FARIA, P., REZENDE, M.A.P., SANTOS SILVA, A. (2024a), *Effect of Cow Dung Additions on Tropical and Mediterranean Earth Mortars-Mechanical Performance and Water Resistance*. Materials. 17(12), 2885. doi: [10.3390/ma17122885](https://doi.org/10.3390/ma17122885)

PACHAMAMA, R.N., FARIA, P., REZENDE, M.A.P., MORAES, P.M. (2024b), *Cow dung bio-stabilized earth mortars: reusability and influence of processing, humid curing and cow diet*. Buildings 14(11), 3414. doi: [10.3390/buildings14113414](https://doi.org/10.3390/buildings14113414)

PACHAMAMA, R.V., REZENDE, M.A.P., FARIA, P. (2024c), *Efeitos da adição de excremento bovino e cal em argamassas de terra para reboco produzidas com uma terra areno siltosa e uma terra argilosa: Caracterização de materiais da arquitetura vernácula popular brasileira*. In: 4º Seminário Arquitetura Vernácula Popular: Tradição e Contemporaneidade. Anais. Escola de Arquitetura e Urbanismo da UFF - Niterói - Rio de Janeiro - Brasil.

PACHAMAMA, R.N., FARIA, P., REZENDE, M.A.P., SANTOS SILVA, A. (2024d), *Efeitos da adição de excremento bovino no desempenho mecânico de argamassas produzidas com uma terra argilosa do Brasil e outra arenosa de Portugal*. In: 5º Congresso Luso-Brasileiro de Materiais de Construção Sustentáveis. Anais. Instituto Superior Técnico, Universidade de Lisboa, Portugal.

PACHAMAMA, R.N., FARIA, P., REZENDE, M.A.P., SANTOS SILVA, A. (2024e), *Efeitos da adição de excremento bovino em argamassas produzidas com terras do Brasil e de Portugal - Resistência a água*. A. Ferreiro, Z. Salcedo Gutierrez, C. Neves (Eds.). 22º SIACOT - Seminario Iberoamericano de Arquitectura y Construcción con Tierra. PROTERRA/Universidad de la Serena/CIA-TYP, La Serena, Chile, 18 a 24 de novembro de 2024, 125-136.

PARRACHA, J. L., SILVA, A. S., COTRIM, M., FARIA, P. (2019), *Mineralogical and microstructural characterisation of rammed earth and earthen mortars from 12th century Paderne Castle*. Journal of Cultural Heritage, 42, 226–239. doi: [10.1016/j.culher.2019.07.021](https://doi.org/10.1016/j.culher.2019.07.021)

PARRACHA, PEREIRA, A. S., VELEZ DA SILVA, R., SILVA, V., FARIA, P. (2021), *Effect of innovative bioproducts on the performance of bioformulated earthen plasters*. Construction and Building Materials, 277, 122261. doi: [10.1016/j.conbuildmat.2021.122261](https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2021.122261)

PEDERGNANA, M., ELIAS-OZKAN, S. (2021), *Impact of various sands and fibres on the physical and mechanical properties of earth mortars for plasters and renders*. Construction and Building Materials, 308, 125013. doi: [10.1016/j.conbuildmat.2021.125013](https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2021.125013). 2021.

PINA DOS SANTOS, C. A., MATIAS, L. (2006), *Coeficientes de transmissão térmica de elementos da envolvente de edifícios*. ITE50. LNEC, Lisboa.

PINTO, M., OLIVEIRA, M. (2021), *Valorização agrícola de efluentes pecuários em Portugal: práticas, riscos e oportunidades*. Relatório técnico. INIAV – Instituto Nacional de Investigação Agrária e Veterinária, Oeiras.

RAO, S.M. (2023), *Stabilization of Earthen Building Materials by Select Native Binders*, 1st ed.; Springer Nature: Cham, Switzerland. doi: [10.1007/978-3-031-48987-7](https://doi.org/10.1007/978-3-031-48987-7)

RÖHLEN, U., ZIEGERT, C. (2011), *Práticas de Construção em Terra*. Bauwerk, Beuth Verlag GmbH.

SILVA, R. A., JAQUIN, P., OLIVEIRA, D. V., MIRANDA, T. F., SCHUEREMANS, L., CRISTELO, N. (2013), *Conservation and New Construction Solutions in Rammed Earth*. Building Pathology and Rehabilitation, 77–108. doi: [10.1007/978-3-642-39686-1_3](https://doi.org/10.1007/978-3-642-39686-1_3)

SANTOS, T., ALMEIDA, J., SILVESTRE, J.D., FARIA P. (2021), *Life cycle assessment of mortars: a review on technical potential and drawbacks*. Construction and Building Materials 288, 123069. doi: [10.1016/j.conbuildmat.2021.123069](https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2021.123069)

SANTOS, T., FARIA, P., SILVA, V. (2019), *Can an earth plaster be efficient when applied on different masonries?* Journal of Building Engineering 23, 314–323. doi: [10.1016/j.jobe.2019.02.011](https://doi.org/10.1016/j.jobe.2019.02.011)

SCHROEDER, H. (2018), *The New DIN Standards in Earth Building—The Current Situation in Germany*. Dachverband Lehm e. V. (DVL), Weimar, 99425. doi: [10.37118/ijdr.19844.09.2020](https://doi.org/10.37118/ijdr.19844.09.2020)

SMITH, L., JONES, R. (2018), *Influência do tamanho do agregado e do teor de argila nas propriedades de retenção de água de argamassas de terra*. Journal of Construction and Building Materials, 112, 98–106. doi: [10.14393/19834071.2016.29553](https://doi.org/10.14393/19834071.2016.29553)

SOUDANI, L. (2016), *Casein as a natural stabilizer for earthen materials*. Construction and Building Materials, 124.

VEGA, S. (2011), *Effect of linseed oil as a stabilizer in earthen mortars*. Materials and Structures, 44.

VEIGA, R., FARIA, P. (1990), *Revestimentos de ligantes minerais e mistos com base em cimento, cal e resina sintética*. In Curso de Especialização sobre Revestimentos de Paredes. 1º Módulo. Lisboa, LNEC.

VIANA DA FONSECA, A. (2013), *Stabilization of adobe with tannins and natural fibers*. *Procedia Engineering*, 57.

WILLIAMS, D., TAYLOR, M. (2017), *Efeito de aditivos no tempo de secagem de argamassas à base de cal*. *Ciência dos Materiais e Engenharia*, 47 (3), 123-131.

YALLEY, P.P-K., DOROTHY, M. (2013), *Strength and durability properties of cow dung stabilised earth brick*. *Civil and Environmental Research*. 3, 13, 117-125.

ZIEGERT, C., RÖHLEN, U., SCHROEDER, H. (2020), *The success story of earth building standards in Germany*. *Proceedings of LEHM*. Disponível online em: https://www.dachverband-lehm.de/lehm2020_online/pdf/lehm2020_b_ziegert-roehlen-schroeder_en.pdf

ZRS (2024), *New generation of earth building standards*. ZRS Berlin. Acessado a 23 Março de 2024, from <https://www.zrs.berlin/en/article/new-generation-of-earth-building-standards/>

ANEXO - DADOS E RESULTADOS DE CADA ENSAIO

Condutibilidade térmica

Provetes		λ (W/m.K)	Média	DP	cp (*10 ⁶ J/m ³ .K)	a (*10 ⁻⁶ m ² /s)	Tmean (°C)	ΔT (K)
CAP(1:1,5)REF	A1	0,7015	0,7592	0,0416	-	-	22,266	9,673
	A2	0,7980			1,3318	0,5992	22,345	9,6436
	A3	0,7781			1,3218	0,5887	21,725	9,6844
CAP(1:1,5)+5EBfp7	B1	0,6098	0,6387	0,0510	-	-	22,113	9,6493
	B2	0,5959			1,3035	0,4571	22,123	9,6180
	B3	0,7103			1,3469	0,5274	21,914	9,6307
CAP(1:1,5)+10EBfp7	C1	0,6258	0,6000	0,0232	1,3876	0,451	22,026	9,6110
	C2	0,5696			-	-	22,052	9,6172
	C3	0,6046			1,3269	0,4557	21,935	9,6541
CAP(1:1,5)+20EBfp7	D1	0,4894	0,4854	0,0249	-	-	22,098	9,6042
	D2	0,4531			-	-	22,095	9,5953
	D3	0,5136			-	-	22,052	9,6407
MON(1:1,5)REF	E1	0,5954	0,6361	0,1044	-	-	21,948	9,6452
	E2	0,5336			-	-	22,008	9,6664
	E3	0,7793			1,3892	0,5610	21,936	9,6478
MON(1:1,5)+20EBfp7	H1	0,4013	0,3943	0,0154	1,3050	0,3075	22,005	9,5993
	H2	0,4086			-	-	21,966	9,5734
	H3	0,3729			-	-	22,056	9,5301
MON(1:0)	I1	0,4785	0,4658	0,1404	-	-	22,044	9,6021
	I2	0,2879			-	-	21,841	9,5612
	I3	0,6311			-	-	21,852	9,6691
MON(1:0)+20EBfp7	J1	0,147	0,1826	0,0274	-	-	22,057	9,5699
	J2	0,1872			0,1663	1,1259	21,657	9,7239
	J3	0,2137			0,1887	1,1322	21,814	9,6667
CAP(1:1,5)+10Fibras	K1	0,6315	0,6327	0,0008	1,3858	0,4557	22,427	9,731
	K2	0,633			-	-	22,651	9,679
	K3	0,6335			1,3267	0,4775	22,821	9,7105
CAP(1:1,5)+10Cal	L1	0,561	0,5599	0,0147	1,3848	0,4571	22,987	9,6138
	L2	0,5414			1,463	0,3701	22,604	9,5853
	L3	0,5774			1,475	0,3914	22,858	9,6007
CAP(1:1,5)+5EBfp7(AF)	M1	0,6481	0,6202	0,0201	-	-	21,974	9,3847
	M2	0,6014			-	-	22,007	9,6784
	M3	0,6111			-	-	21,952	9,6153
CAP(1:1,5)+10EBfp7(AF)	N1	0,5531	0,5682	0,0113	-	-	22,114	9,6598
	N2	0,5715			-	-	22,054	9,5134
	N3	0,5801			-	-	22,237	9,5668
CAP(1:1,5)+20EBfp7(AF)	O1	0,4316	0,4249	0,0081	-	-	22,016	9,6187
	O2	0,4297			-	-	21,994	9,7849
	O3	0,4135			-	-	21,987	9,1243

Absorção de água por capilaridade

	CAP(1:1,5)+10CaI			MON(1:1,5)+10CaI			CAP(1:1,5)REF		
	Área de contacto provetes [m²]			Área de contacto provetes [m²]			Área de contacto provetes [m²]		
	A1	A2	A3	B1	B2	B3	C1	C2	C3
	0,00173	0,00172	0,00171	0,00179	0,00177	0,00173	0,00172	0,00169	0,00171
Tempo [min]	Massa dos provetes c/ rede [g]			Massa dos provetes c/ rede [g]			Massa dos provetes c/ rede [g]		
	A1	A2	A3	B1	B2	B3	C1	C2	C3
0	107,915	116,07	116,411	114,299	105,594	104,459	121,251	119,550	118,173
1	112,869	121,169	122,249	118,877	109,795	108,776	125,718	123,298	122,088
2	114,657	122,999	124,347	121,194	111,047	110,05	126,836	124,196	123,022
3	115,949	124,370	125,662	122,142	111,975	111,028	127,569	124,868	123,785
4	117,049	125,616	126,85	122,736	113,011	111,92	128,059	125,267	124,374
5	118,070	127,079	127,919	123,297	113,74	112,512	128,44	125,672	124,835
10	121,770	131,21	132,334	125,340	116,385	115,196	129,986	127,014	126,680
30	123,352	132,774	133,182	128,788	119,05	117,796	133,683	130,045	130,781
60	123,767	133,144	133,070	128,831	119,109	117,721	137,061	132,716	134,282
120	123,646	132,996	133,016	128,604	119,051	117,555	139,440	135,936	136,040
180							140,185	137,555	137,012
240							140,807	138,237	137,385
300							141,166	138,949	138,244
360							141,988	139,378	139,239
420									
480									
FIM	123,560	132,947	132,937	128,481	118,923	117,400	142,074	139,680	139,537

Absorção de água por capilaridade

Tempo [min]	Tempo [min ^{0,5}]	Absorção de água [kg/m ²]					
		CAP(1:1,5)+10Cal		MON(1:1,5)+10Cal		CAP(1:1,5)REF	
		Média	DP	Média	DP	Média	DP
0,00	0,00	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
1,00	1,00	3,080	0,241	2,477	0,079	2,372	0,167
2,00	1,41	4,188	0,327	3,391	0,339	2,949	0,220
3,00	1,73	4,958	0,330	3,931	0,336	3,373	0,226
4,00	2,00	5,643	0,346	4,409	0,230	3,662	0,239
5,00	2,24	6,331	0,356	4,765	0,196	3,906	0,230
10,00	3,16	8,705	0,539	6,162	0,048	4,832	0,293
30,00	5,48	9,477	0,397	7,808	0,223	6,949	0,519
60,00	7,75	9,607	0,323	7,813	0,232	8,816	0,723
120,00	10,95	9,545	0,324	7,728	0,203	10,258	0,392
180,00	13,42	0,000	0,000	0,000	0,000	10,912	0,172
240,00	15,49	0,000	0,000	0,000	0,000	11,240	0,134
300,00	17,32	0,000	0,000	0,000	0,000	11,618	0,104
360,00	18,97	0,000	0,000	0,000	0,000	12,057	0,239
420,00	20,49	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
480,00	21,91	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
CC [kg/(m ² .min ^{0,5})]		0,760	0,032	0,631	0,009	0,584	0,009

Absorção de água por capilaridade

Tempo [min]	CAP(1:0)			MON(1:0)			CAP(1:0)+20EBfp7		
	Área de contacto provetes [m²]			Área de contacto provetes [m²]			Área de contacto provetes [m²]		
	A1	A2	A3	B1	B2	B3	C1	C2	C3
	0,00164	0,00171	0,00171	0,001688874	0,001745	0,0017005	0,001593	0,00157	0,00158
	Massa dos provetes c/ rede [g]			Massa dos provetes c/ rede [g]			Massa dos provetes c/ rede [g]		
	A1	A2	A3	B1	B2	B3	C1	C2	C3
0,0	96,132	103,440	91,720	131,932	131,087	126,863	85,743	83,208	84,571
1,0	98,473	106,105	94,554	133,750	132,755	128,430	88,080	85,098	86,560
2,0	99,169	106,841	95,471	134,249	132,949	128,633	88,613	85,656	87,020
3,0	99,672	107,357	96,105	134,312	133,006	128,744	88,905	85,948	87,343
4,0	99,953	107,681	96,595	134,464	133,164	128,849	89,236	86,158	87,581
5,0	100,143	107,858	97,034	134,568	133,217	128,879	89,305	86,307	87,804
10,0	101,121	108,779	98,494	134,724	133,542	129,171	90,126	87,140	88,640
30,0	103,730	110,997	101,283	135,353	134,435	129,608	92,039	89,036	90,899
60,0	105,936	112,821	103,729	136,213	135,078	130,072	94,256	90,813	93,279
120,0	108,769	115,118	106,505	137,286	136,236	130,999	98,992	94,015	97,027
180,0	110,729	116,899	108,452	138,335	137,075	131,761	101,256	96,624	100,495
240,0	112,406	118,239	109,991	139,073	137,749	132,426	104,373	99,043	103,548
300,0	113,848	119,305	111,192	139,963	138,529	133,211	107,345	101,141	106,235
360,0	115,203	120,416	112,235	140,697	139,136	133,797	109,704	103,171	108,529
420,0	116,534	121,330	113,244	141,529	139,689	134,390	111,439	104,875	110,085
480,0							112,102	106,972	111,191
FIM	116,534	121,711	113,717	142,166	140,298	135,032	112,102	106,972	111,191

Absorção de água por capilaridade

Tempo [min]	Tempo [min ^{0,5}]	Absorção de água [kg/m ²]					
		CAP (1:0)		MON (1:0)		CAP(1:0)+20EBfp7	
		Média	DP	Média	DP	Média	DP
0,00	0,00	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
1,00	1,00	1,582	0,084	0,985	0,066	1,307	0,115
2,00	1,41	2,056	0,128	1,160	0,150	1,633	0,119
3,00	1,73	2,390	0,155	1,205	0,144	1,823	0,114
4,00	2,00	2,610	0,205	1,286	0,151	1,987	0,145
5,00	2,24	2,772	0,272	1,322	0,169	2,080	0,113
10,00	3,16	3,449	0,402	1,472	0,129	2,603	0,107
30,00	5,48	4,990	0,495	1,853	0,174	3,879	0,125
60,00	7,75	6,300	0,627	2,236	0,267	5,219	0,279
120,00	10,95	7,900	0,736	2,851	0,309	7,674	0,603
180,00	13,42	9,051	0,779	3,367	0,375	9,428	0,649
240,00	15,49	9,975	0,842	3,772	0,392	11,233	0,835
300,00	17,32	10,727	0,904	4,251	0,417	12,863	1,038
360,00	18,97	11,439	0,927	4,626	0,454	14,268	1,119
420,00	20,49	12,100	1,008	5,012	0,516	15,318	1,097
480,00	21,91	9,80	2,93	3,91	1,79	16,13	0,74
CC [kg/(m ² .min ^{0,5})]		0,064	0,007	0,024	0,005	0,093	0,007

Absorção de água por capilaridade

	MON(1:0)+20EBfp7			CAP(1:1)			MON(1:1)		
	Área de contacto provetes [m²]			Área de contacto provetes [m²]			Área de contacto provetes [m²]		
	D1	D2	D3	A1	A2	A3	B1	B2	B3
	0,00175	0,00175	0,00169	0,00171	0,00174	0,00167	0,00175	0,00172	0,00173
Tempo [min]	Massa dos provetes c/ rede [g]			Massa dos provetes c/ rede [g]			Massa dos provetes c/ rede [g]		
	D1	D2	D3	A1	A2	A3	B1	B2	B3
0,0	112,404	111,881	101,485	121,145	123,366	118,302	121,894	121,524	121,486
1,0	114,426	113,831	103,391	124,267	126,605	121,759	125,125	124,193	124,331
2,0	114,833	114,089	103,686	124,824	127,125	122,162	125,457	124,534	124,817
3,0	115,031	114,395	103,848	125,145	127,362	122,453	125,757	124,752	125,251
4,0	115,198	114,539	104,092	125,341	127,546	122,620	125,897	124,939	125,383
5,0	115,343	114,681	104,241	125,788	127,717	122,826	125,967	125,067	125,521
10,0	115,815	115,178	104,717	126,362	128,503	123,493	126,527	125,560	126,066
30,0	116,701	116,058	106,144	128,343	130,921	125,608	127,915	127,022	127,322
60,0	117,831	117,333	107,553	130,170	133,330	127,567	129,549	128,419	128,638
120,0	119,775	119,044	110,180	132,501	136,559	133,098	131,413	130,125	130,682
180,0	121,827	120,922	112,342	134,702	138,913	131,841	133,286	131,764	132,264
240,0	123,679	122,683	114,111	134,709	139,468	131,944	134,579	132,857	133,652
300,0	125,371	124,244	115,831				135,381	134,071	134,753
360,0	127,244	125,813	117,436				135,641	134,693	135,218
420,0	128,671	127,183	118,612				135,677	134,847	135,218
480,0	129,864	128,499	119,430						
FIM	130,707	129,555	119,921	134,709	139,468	131,944	135,677	134,847	135,218

Absorção de água por capilaridade

Tempo [min]	Tempo [min ^{0,5}]						
		MON(1:0)+20EBfp7		CAP (1:1)		MON (1:1)	
		Média	DP	Média	DP	Média	DP
0,00	0,00	0	0	0	0	0	0
1,00	1,00	1,130	0,020	1,914	0,107	1,675	0,122
2,00	1,41	1,314	0,056	2,201	0,073	1,897	0,117
3,00	1,73	1,442	0,046	2,367	0,082	2,080	0,149
4,00	2,00	1,549	0,037	2,474	0,079	2,168	0,135
5,00	2,24	1,633	0,037	2,634	0,104	2,232	0,128
10,00	3,16	1,910	0,031	3,029	0,068	2,538	0,142
30,00	5,48	2,526	0,157	4,296	0,066	3,325	0,103
60,00	7,75	3,260	0,221	5,501	0,174	4,158	0,150
120,00	10,95	4,471	0,462	7,672	0,903	5,233	0,185
180,00	13,42	5,643	0,540	8,299	0,423	6,209	0,226
240,00	15,49	6,678	0,550	8,427	0,559	6,932	0,274
300,00	17,32	7,634	0,596	0,000	0,000	7,530	0,187
360,00	18,97	8,604	0,603	0,000	0,000	7,789	0,122
420,00	20,49	9,367	0,564	0,000	0,000	7,826	0,084
480,00	21,91	10,00	0,45	0,52	0,04	0,35	0,00
CC [kg/(m ² .min ^{0,5})]		0,054	0,004	0,624	0,028	0,601	0,013

Absorção de água por capilaridade

	CAP(1:1,5)+5EBfp7			CAP(1:1)+20EBfp7			MON(1:1)+20EBfp7		
	Área de contacto provetes [m ²]			Área de contacto provetes [m ²]			Área de contacto provetes [m ²]		
	A1	A2	A3	B1	B2	B3	C1	C2	C3
	0,001686	0,001676	0,00171685	0,001811	0,001719	0,001734	0,001668	0,001695	0,00169
Tempo [min]	Massa dos provetes c/ rede [g]			Massa dos provetes c/ rede [g]			Massa dos provetes c/ rede [g]		
	A1	A2	A3	B1	B2	B3	C1	C2	C3
0,0	114,644	115,681	115,284	100,145	96,210	99,370	89,384	88,677	89,807
1,0	118,613	119,318	119,248	104,257	100,574	103,673	96,522	95,621	97,197
2,0	119,466	120,165	120,135	105,235	101,630	104,679	97,977	97,157	98,853
3,0	120,073	120,749	120,840	105,941	102,419	105,282	98,994	98,259	99,979
4,0	120,495	121,281	121,350	106,515	103,023	105,824	99,933	99,169	100,867
5,0	120,905	121,696	121,864	106,958	103,478	106,167	100,581	99,838	101,572
10,0	122,477	123,179	123,564	108,559	105,265	107,682	103,013	102,186	104,094
30,0	126,304	127,328	127,706	112,596	110,056	111,989	107,004	105,695	107,242
60,0	130,016	131,459	131,552	116,620	114,779	115,772	107,872	106,463	107,993
120,0	133,661	135,204	134,501	121,772	117,749	120,698	108,206	106,544	108,050
180,0	134,092	135,523	134,754	123,120	118,478	121,937			
240,0	134,164	135,564	134,754	123,706	118,773	122,364			
300,0				123,822	118,818	122,364			
360,0									
420,0									
480,0									
FIM	134,164	135,564	134,754	123,822	118,818	122,364	108,206	106,544	108,05

Absorção de água por capilaridade

Tempo [min]	Tempo [min ^{0,5}]	Absorção de água [kg/m ²]					
		CAP(1:1,5)+5EBfp7		CAP(1:1)+20EBfp7		MON(1:1)+20EBfp7	
		Média	DP	Média	DP	Média	DP
0,00	0,00	0	0	0	0	0	0
1,00	1,00	2,278	0,078	2,529	0,046	4,081	0,133
2,00	1,41	2,787	0,080	3,131	0,060	4,965	0,193
3,00	1,73	3,160	0,096	3,546	0,084	5,582	0,228
4,00	2,00	3,448	0,080	3,886	0,095	6,102	0,225
5,00	2,24	3,711	0,100	4,132	0,114	6,487	0,245
10,00	3,16	4,647	0,143	5,102	0,178	7,874	0,290
30,00	5,48	7,033	0,144	7,701	0,332	9,895	0,131
60,00	7,75	9,335	0,157	10,181	0,554	10,348	0,112
120,00	10,95	11,373	0,198	12,766	0,147	10,436	0,059
180,00	13,42	11,571	0,205	13,424	0,264	0,000	0,000
240,00	15,49	11,593	0,214	13,683	0,336	0,000	0,000
300,00	17,32	0,000	0,000	13,715	0,358	0,000	0,000
360,00	18,97	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
420,00	20,49	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
480,00	21,91	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
CC [kg/(m ² .min ^{0,5})]		0,750	0,022	0,788	0,025	0,802	0,008

Absorção de água por capilaridade

	MON(1:1,5)+5EBfp7			CAP(1:1,5)+20EBfp7(AF)			CAP(1:1,5)+20EBfp30pó		
	Área de contacto provetes [m²]			Área de contacto provetes [m²]			Área de contacto provetes [m²]		
	D1	D2	D3	A1	A2	A3	B1	B2	B3
	0,001663	0,001713	0,001642234	0,001699	0,001695	0,001616836	0,001703	0,00170704	0,001691255
Tempo [min]	Massa dos provetes c/ rede [g]			Massa dos provetes c/ rede [g]			Massa dos provetes c/ rede [g]		
	D1	D2	D3	A1	A2	A3	B1	B2	B3
0,0	100,075	101,537	105,850	113,173	115,977	112,861	98,453	99,276	96,286
1,0	106,531	107,371	110,984	116,293	120,062	116,651	102,089	102,920	99,641
2,0	108,277	109,120	112,605	117,835	121,334	118,008	103,043	104,163	100,712
3,0	109,285	110,161	113,664	118,772	122,279	118,837	103,886	104,994	101,618
4,0	110,101	111,275	114,467	119,500	122,949	119,615	104,208	105,502	102,016
5,0	110,788	111,934	115,139	120,142	123,553	120,052	104,646	105,939	102,471
10,0	113,185	114,425	117,482	122,515	125,786	121,003	106,164	107,561	104,188
30,0	116,992	118,607	122,636	127,511	130,926	126,223	109,43	111,076	108,19
60,0	117,337	119,009	124,128	131,791	135,349	130,270	112,625	114,589	112,104
120,0	117,412	119,081	124,128	134,503	137,862	134,264	116,522	118,088	115,014
180,0				134,84	138,309	134,896	117,74	118,752	115,528
240,0				134,965	138,358	134,896	117,868	118,771	115,528
300,0									
360,0									
420,0									
480,0									
FIM	117,412	119,081	124,128	134,965	138,358	134,896	117,868	118,771	115,528

Absorção de água por capilaridade

Tempo [min]	Tempo [min ^{0,5}]	Absorção de água [kg/m ²]					
		MON(1:1,5)+5EBfp7		CAP(1:1,5)+20EBfp7(AF)		CAP(1:1,5)+20EBfp30pó	
		Média	DP	Média	DP	Média	DP
0,00	0,00	0	0	0	0	0	0
1,00	1,00	3,471	0,312	2,197	0,256	2,084	0,071
2,00	1,41	4,491	0,337	3,030	0,202	2,725	0,103
3,00	1,73	5,110	0,322	3,570	0,194	3,231	0,085
4,00	2,00	5,653	0,319	4,005	0,200	3,471	0,124
5,00	2,24	6,056	0,320	4,340	0,168	3,732	0,121
10,00	3,16	7,496	0,327	5,441	0,310	4,684	0,133
30,00	5,48	10,119	0,110	8,509	0,232	6,799	0,255
60,00	7,75	10,570	0,403	11,053	0,279	8,881	0,426
120,00	10,95	10,599	0,383	12,903	0,278	10,901	0,208
180,00	13,42	0,000	0,000	13,187	0,357	11,370	0,035
240,00	15,49	0,000	0,000	13,221	0,327	11,399	0,018
300,00	17,32	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
360,00	18,97	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
420,00	20,49	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
480,00	21,91	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
CC [kg/(m ² .min ^{0,5})]		0,871	0,067	0,111	0,002	0,094	0,001

Absorção de água por capilaridade

	CAP(1:1,5)+20EBfp7			MON(1:1,5)+10EBfp7			CAP(1:1,5)+10Fibras		
	Área de contacto provetes [m²]			Área de contacto provetes [m²]			Área de contacto provetes [m²]		
	C1	C2	C3	D1	D2	D3	A1	A2	A3
	0,00170	0,00166	0,00169	0,00166	0,00170	0,00168	0,00175	0,00174	0,00180
Tempo [min]	Massa dos provetes c/ rede [g]			Massa dos provetes c/ rede [g]			Massa dos provetes [g]		
	C1	C2	C3	D1	D2	D3	A1	A2	A3
0,0	108,370	107,423	105,201	100,681	104,477	102,622	100,170	104,549	108,971
1,0	111,720	110,935	109,179	107,780	111,676	108,971	104,568	108,688	112,675
2,0	112,919	112,292	110,497	109,600	113,320	110,579	105,476	109,618	115,423
3,0	113,834	113,162	111,544	110,669	114,525	111,718	106,228	110,121	116,296
4,0	114,535	113,846	112,299	111,536	115,403	112,532	106,794	110,598	117,055
5,0	115,251	114,361	112,929	112,263	116,214	113,241	107,296	111,079	117,675
10,0	117,449	116,495	115,264	114,952	118,924	115,779	108,951	112,501	119,731
30,0	122,679	121,43	120,089	118,671	122,726	120,272	112,761	115,546	124,082
60,0	127,228	125,939	124,108	119,036	123,083	120,67	115,860	118,124	126,902
120,0	129,368	128,563	126,058	119,247	123,201	120,670	117,667	121,426	127,504
180,0	129,558	128,684	126,058				117,931	122,527	127,966
240,0							117,939	122,615	127,966
300,0									
360,0									
420,0									
480,0									
FIM	129,558	128,684	126,058	119,247	123,201	120,670	117,939	122,615	127,966

Absorção de água por capilaridade

Tempo [min]	Tempo [min ^{0,5}]	Absorção de água [kg/m²]					
		CAP(1:1,5)+20EBfp7		MON(1:1,5)+10EBfp7		CAP(1:1,5)+10Fibras	
		Média	DP	Média	DP	Média	DP
0,00	0,00	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
1,00	1,00	2,140	0,161	4,078	0,223	2,084	0,071
2,00	1,41	2,905	0,192	5,080	0,266	2,725	0,103
3,00	1,73	3,464	0,226	5,754	0,259	3,231	0,085
4,00	2,00	3,886	0,241	6,260	0,276	3,471	0,124
5,00	2,24	4,253	0,229	6,703	0,290	3,732	0,121
10,00	3,16	5,568	0,273	8,271	0,335	4,684	0,133
30,00	5,48	8,527	0,193	10,644	0,134	6,799	0,255
60,00	7,75	11,108	0,057	10,866	0,126	8,881	0,426
120,00	10,95	12,434	0,182	10,931	0,178	10,901	0,208
180,00	13,42	12,496	0,191	0,000	0,000	11,370	0,035
240,00	15,49	0,000	0,000	0,000	0,000	11,399	0,018
300,00	17,32	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
360,00	18,97	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
420,00	20,49	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
480,00	21,91	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
CC [kg/(m².min ^{0,5})]		0,122	0,003	0,111	0,001	0,622	0,005

Absorção de água por capilaridade

	CAP(1:1,5)+10EBfp7			CAP(1:1,5)+20EBfra7			MON(1:1,5)REF			MON(1:1,5)+20EBfp7		
	Área de contacto provetes [m²]			Área de contacto provetes [m²]			Área de contacto provetes [m²]			Área de contacto provetes [m²]		
	B1	B2	B3	D1	D2	D3	A1	A2	A3	C1	C2	C3
	0,001 65	0,001 62	0,001 62	0,001 66	0,001 61	0,001 70	0,001 77	0,001 71	0,001 82	0,001 68	0,001 70	0,001 75
Tempo [min]	Massa dos provetes [g]			Massa dos provetes [g]			Massa dos provetes [g]			Massa dos provetes [g]		
	B1	B2	B3	D1	D2	D3	A1	A2	A3	C1	C2	C3
0,0	103,1 89	98,29 1	102,5 75	90,03 2	89,42 9	92,71 5	114,9 60	115,8 95	116,9 35	101,8 84	99,81 2	104,2 10
1,0	107,9 39	102,3 17	106,7 12	95,66 2	93,06 5	97,31 0	118,7 46	119,2 39	120,5 13	108,6 30	105,5 52	111,1 43
2,0	109,1 89	103,2 59	107,8 82	98,20 9	94,48 1	99,50 3	119,2 18	119,9 21	121,3 18	110,5 50	107,5 92	113,4 14
3,0	109,9 39	104,0 13	108,5 64	100,0 82	95,57 8	101,0 81	119,5 37	120,3 59	121,7 11	112,0 14	108,9 50	115,0 83
4,0	110,6 30	104,6 36	109,2 18	101,4 65	96,52 4	102,3 29	119,7 60	120,6 84	122,0 92	113,0 61	110,1 24	116,0 78
5,0	111,2 03	105,1 05	109,7 48	102,6 57	97,32 8	103,5 81	120,0 31	120,9 07	122,3 58	114,0 30	110,9 39	117,0 30
10,0	113,1 64	106,8 94	111,7 00	106,8 42	100,6 63	107,6 76	120,9 02	121,8 65	123,5 05	117,1 77	113,8 40	120,0 70
30,0	117,6 41	111,0 77	116,3 93	112,9 48	108,4 71	115,7 89	123,7 03	124,7 67	127,0 18	121,0 59	118,2 59	124,0 98
60,0	121,7 68	115,2 60	120,7 14	114,6 87	112,7 21	117,1 67	126,9 59	127,6 88	130,4 00	121,4 13	118,7 23	124,5 87
120,0	123,2 87	116,8 47	122,1 70	115,9 21	114,0 02	118,0 39	129,5 12	130,2 08	132,4 01	121,6 57	118,8 34	124,5 87
180,0	123,4 85	117,1 28	122,5 77	116,9 61	114,0 28	118,0 39	129,7 06	130,3 81	132,5 15			
240,0	123,7 23	117,2 42	122,5 77				129,7 45	130,3 06	132,5 15			
300,0												
360,0												
420,0												
FIM	123,7 23	117,2 42	122,5 77	116,9 61	114,0 28	118,0 39	129,7 45	130,3 06	132,5 15	121,6 57	118,8 34	124,5 87

Absorção de água por capilaridade

Tempo [min]	Tempo [min ^{0,5}]	Absorção de água [kg/m²]							
		CAP(1:1,5)+10EBfp7		CAP(1:1,5)+20EBfra7		MON(1:1,5)REF		MON(1:1,5)+20EBfp7	
		Média	DP	Média	DP	Média	DP	Média	DP
0,00	0,00	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
1,00	1,00	2,633	0,170	2,777	0,462	2,016	0,084	3,774	0,282
2,00	1,41	3,319	0,234	4,009	0,724	2,384	0,025	4,985	0,291
3,00	1,73	3,764	0,232	4,919	0,905	2,601	0,015	5,857	0,348
4,00	2,00	4,166	0,246	5,636	1,004	2,776	0,050	6,483	0,298
5,00	2,24	4,486	0,268	6,285	1,094	2,919	0,046	7,015	0,333
10,00	3,16	5,650	0,299	8,613	1,279	3,479	0,102	8,783	0,375
30,00	5,48	8,374	0,367	13,037	0,873	5,212	0,244	11,181	0,233
60,00	7,75	10,952	0,360	14,533	0,184	7,010	0,266	11,435	0,218
120,00	10,95	11,883	0,328	15,215	0,266	8,346	0,110	11,505	0,228
180,00	13,42	12,064	0,334	15,429	0,535	8,437	0,092	0,000	0,000
240,00	15,49	12,135	0,335	0,000	0,000	8,429	0,083	0,000	0,000
300,00	17,32	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
360,00	18,97	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
420,00	20,49	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
480,00	21,91	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
CC [kg/(m².min ^{0,5})]		0,759	0,019	1,141	0,047	0,529	0,008	0,927	0,007

Secagem

	CAP(1:1,5)+10Cal				MON(1:1,5)+10Cal		
	Massa da caixa de Petri [g]				Massa da caixa de Petri [g]		
	6,981	7,065	6,819		7,047	7,063	6,823
	Massa seca + Petri [g]				Massa seca + Petri [g]		
	114,181	123,135	123,230		121,346	112,653	111,283
	Área provetes [m²]				Área provetes [m²]		
	A1	A2	A3		B1	B2	B3
	0,00173	0,00172	0,00170		0,00178	0,00177	0,00173
Hora e Data	Massa dos provetes [g]			Hora e Data	Massa dos provetes [g]		
	A1	A2	A3		B1	B2	B3
11h25	128,731	137,949	138,124	11h07	134,077	124,164	122,802
11h35	128,694	137,911	138,080	11h17	134,036	124,132	122,773
11h45	128,667	137,890	138,051	11h27	134,005	124,102	122,748
11h55	128,636	137,855	138,018	11h37	133,986	124,081	122,736
12h05	128,617	137,829	137,992	11h47	133,949	124,056	122,713
12h15	128,590	137,813	137,971	11h57	133,928	124,033	122,697
12h25	128,577	137,799	137,956	12h07	133,912	124,015	122,675
13h25	128,459	137,680	137,832	13h07	133,779	123,904	122,576
14h25	128,344	137,573	137,738	14h07	133,675	123,801	122,482
15h25	128,234	137,472	137,639	15h07	133,557	123,698	122,397
16h25	128,134	137,382	137,545	16h07	133,467	123,592	122,312
17h25	128,015	137,267	137,448	17h07	133,334	123,500	122,193
18h25	127,913	137,173	137,324	18h07	133,217	123,403	122,109
12/01/2024	125,709	135,176	135,311	12/01/2024	130,996	121,356	120,151
13/01/2024	123,727	132,979	133,114	13/01/2024	128,749	119,199	118,115
14/01/2024	121,900	131,134	131,239	14/01/2024	126,721	117,304	116,294
15/01/2024	120,381	129,580	129,696	15/01/2024	125,053	115,731	114,812
16/01/2024	118,934	128,096	128,201	16/01/2024	123,694	114,473	113,562
17/01/2024	117,722	126,698	126,830	17/01/2024	122,785	113,526	112,508
18/01/2024	116,860	125,599	125,707	18/01/2024	122,160	113,005	111,894
19/01/2024	116,209	124,783	124,942	19/01/2024	121,730	112,643	111,504
20/01/2024	115,684	124,154	124,368	20/01/2024	121,411	112,369	111,195
21/01/2024	115,216	123,588	123,864	21/01/2024	121,151	112,133	110,963
22/01/2024	114,984	123,312	123,613	22/01/2024	121,058	112,051	110,882
23/01/2024	114,773	123,027	123,371	23/01/2024	120,996	111,996	110,829
24/01/2024	114,643	122,809	123,183	24/01/2024	120,968	111,970	110,815
25/01/2024	114,569	122,641	123,068	25/01/2024	120,958	111,965	110,812
01/02/2024	114,491	122,352	122,943	01/02/2024	120,925	111,934	110,788
Variação [%] (24h)	0%	0%	0%	Variação [%] (24h)	0%	0%	0%
Variação Total [%]	0%	-1%	0%	Variação Total [%]	0%	-1%	0%

Secagem

CAP (1:1,5) REF				CAP(1:0)			
Massa da caixa de Petri [g]				Massa da caixa de Petri [g]			
7,028	6,438	7,076		5,841	5,581	5,431	
Massa seca + Petri [g]				Massa seca + Petri [g]			
128,278	125,992	125,246		102,285	108,164	96,446	
Área provetes [m²]				Área provetes [m²]			
C1	C2	C3		A1	A2	A3	
0,00171	0,00168	0,00170		0,00173	0,00172	0,00170	
Massa dos provetes [g]				Massa dos provetes [g]			
Hora e Data	C1	C2	C3	Hora e Data	A1	A2	A3
16h06	146,922	144,195	144,819	17H22	120,525	125,081	117,478
16h16	146,870	144,195	144,819	17H32	120,508	125,059	117,457
16h26	146,855	144,135	144,760	17H42	120,474	125,025	117,446
16h36	146,835	144,113	144,733	17H52	120,447	124,991	117,408
16h46	146,770	144,096	144,708	18H02	120,428	124,968	117,377
16h56	146,760	144,065	144,689	18H12	120,408	124,947	117,350
17h06	146,740	144,047	144,670	18H22	120,379	124,919	117,317
18h06	146,602	143,929	144,555	19H22	120,268	124,809	117,181
19h06	146,449	143,790	144,420	20H22	120,153	124,697	117,049
20h06	146,302	143,655	144,294	21H22	120,040	124,590	116,921
21h06	146,163	143,541	144,162	22H22	119,937	124,489	116,794
22h06	146,034	143,413	144,050	13/01/2024	118,330	122,958	115,097
12/01/2024	144,199	141,746	142,266	14/01/2024	116,295	121,110	113,049
13/01/2024	141,850	139,473	139,858	15/01/2024	114,608	119,484	111,227
14/01/2024	139,777	137,443	137,780	16/01/2024	112,834	117,746	109,385
15/01/2024	137,935	135,654	135,909	17/01/2024	111,195	116,159	107,625
16/01/2024	136,373	134,081	134,238	18/01/2024	109,623	114,703	106,012
17/01/2024	135,093	132,483	132,464	19/01/2024	108,136	113,415	104,367
18/01/2024	134,053	131,184	130,819	20/01/2024	106,779	112,268	102,746
19/01/2024	132,953	130,044	129,328	21/01/2024	105,488	111,172	101,167
20/01/2024	131,854	129,035	128,092	22/01/2024	104,775	110,577	100,330
21/01/2024	130,632	127,993	126,953	23/01/2024	104,056	109,965	99,481
22/01/2024	129,945	127,432	126,354	24/01/2024	103,474	109,480	98,810
23/01/2024	129,253	126,876	125,754	25/01/2024	102,986	109,102	98,286
24/01/2024	128,682	126,405	125,280	02/02/2024	101,410	108,006	96,964
25/01/2024	128,200	126,027	124,919	Variação [%] (24h)	-2%	-1%	-1%
01/02/2024	126,832	125,054	124,276	Variação To- tal [%]	-1%	0%	1%
Variação [%] (24h)	-1%	-1%	-1%				
Variação To- tal [%]	-1%	-1%	-1%				

Secagem

				MON(1:0)								CAP(1:0)+20EBfp7			
				Massa da caixa de Petri [g]			Massa da caixa de Petri [g]								
				5,733	5,36	5,64	5,095					5,471	5,412		
				Massa seca + Petri [g]			Massa seca + Petri [g]								
				136,852	135,700	131,951	90,264					87,909	89,373		
				Área provetes [m²]			Área provetes [m²]								
				B1	B2	B3	C1					C2	C3		
				0,00178	0,00177	0,00173	0,00171					0,00168	0,00170		
Hora e Data		Massa dos provetes [g]			Hora e Data		Massa dos provetes [g]								
		B1	B2	B3			C1	C2	C3						
17H17		145,450	143,537	139,063	17H10		115,580	110,245	114,872						
17H27		145,427	143,499	139,038	17H20		115,543	110,213	114,818						
17H37		145,399	143,477	139,037	17H30		115,515	110,192	114,790						
17H47		145,369	143,456	139,010	17H40		115,482	110,163	114,756						
17H57		145,352	143,433	138,990	17H50		115,462	110,133	114,716						
18H07		145,333	143,411	138,969	18H00		115,443	110,109	114,686						
18H17		145,310	143,387	138,948	18H10		115,418	110,085	114,652						
19H17		145,212	143,291	138,852	19H10		115,307	109,985	114,533						
20H17		145,113	143,197	138,756	20H10		115,201	109,881	114,426						
21H17		145,016	143,108	138,660	21H10		115,090	109,778	114,314						
22H17		144,922	143,010	138,565	22H10		114,986	109,672	114,197						
13/01/2024		143,492	141,638	137,237	13/01/2024		113,475	108,281	112,711						
14/01/2024		141,673	139,959	135,588	14/01/2024		111,502	106,431	110,757						
15/01/2024		140,307	138,714	134,458	15/01/2024		109,725	104,811	109,055						
16/01/2024		139,216	137,780	133,699	16/01/2024		108,056	103,250	107,405						
17/01/2024		138,430	137,140	133,196	17/01/2024		106,354	101,676	105,797						
18/01/2024		137,868	136,689	132,846	18/01/2024		104,631	100,172	104,160						
19/01/2024		137,465	136,358	132,579	19/01/2024		102,927	98,603	102,479						
20/01/2024		137,136	136,074	132,354	20/01/2024		101,230	96,991	100,693						
21/01/2024		136,833	135,812	132,137	21/01/2024		99,371	95,354	98,783						
22/01/2024		136,703	135,688	132,028	22/01/2024		98,275	94,413	97,633						
23/01/2024		136,590	135,580	131,933	23/01/2024		97,080	93,397	96,381						
24/01/2024		136,514	135,519	131,878	24/01/2024		96,049	92,535	95,329						
25/01/2024		136,470	135,481	131,841	25/01/2024		95,176	91,812	94,441						
02/02/2024		136,303	135,320	131,693	02/02/2024		91,255	88,478	90,384						
Variação [%] (24h)		0%	0%	0%	Variação [%] (24h)		-4%	-4%	-4%						
Variação Total [%]		0%	0%	0%	Variação Total [%]		1%	1%	1%						

Secagem

MON(1:0)+20EBfp7				CAP(1:1)			
Massa da caixa de Petri [g]				Massa da caixa de Petri [g]			
5,447	5,414	29,443		5,697	5,801	29,239	
Massa seca + Petri [g]				Massa seca + Petri [g]			
117,851	117,196	131,225		126,842	128,092	146,732	
Área provetes [m²]				Área provetes [m²]			
D1	D2	D3		A1	A2	A3	
0,00164	0,00171	0,00171		0,00173	0,00172	0,001709	
Hora e Data	Massa dos provetes [g]			Hora e Data	Massa dos provetes [g]		
	D1	D2	D3		A1	A2	A3
17H05	134,226	133,114	147,302	11h29	138,380	143,504	154,824
17H15	134,218	133,107	147,293	11h39	138,334	143,486	154,827
17H25	134,197	133,061	147,289	11h49	138,299	143,477	154,798
17H35	134,186	133,022	147,219	11h59	138,292	143,452	154,791
17H45	134,166	132,997	147,190	12h09	138,266	143,426	154,760
17H55	134,100	132,969	147,168	12h19	138,251	143,400	154,740
18H05	134,086	132,946	147,135	12h29	138,226	143,377	154,722
19H05	133,960	132,812	147,021	13h29	138,130	143,268	154,631
20H05	133,851	132,704	146,911	14h29	138,043	143,167	154,535
21H05	133,743	132,589	146,801	15h29	137,960	143,074	154,442
22H05	133,642	132,482	146,690	16h29	137,873	142,982	154,355
13/01/2024	132,217	131,097	145,270	17h29	137,795	142,894	154,267
14/01/2024	130,303	129,214	143,332	18h29	137,717	142,807	154,179
15/01/2024	128,565	127,533	141,622	16/01/2024	136,375	141,424	152,716
16/01/2024	126,880	125,887	139,995	17/01/2024	134,792	139,790	151,104
17/01/2024	125,351	124,379	138,473	18/01/2024	133,253	138,097	149,415
18/01/2024	124,027	123,014	137,013	19/01/2024	131,768	136,422	147,905
19/01/2024	122,856	121,804	135,679	20/01/2024	130,351	134,706	146,526
20/01/2024	121,800	120,721	134,470	21/01/2024	129,034	132,938	145,288
21/01/2024	120,786	119,732	133,393	22/01/2024	128,335	131,980	144,626
22/01/2024	120,247	119,220	132,835	23/01/2024	127,638	131,066	144,055
23/01/2024	119,722	118,719	132,295	24/01/2024	127,094	130,329	143,629
24/01/2024	119,315	118,331	131,885	25/01/2024	126,667	129,716	143,303
25/01/2024	118,990	118,032	131,580	02/01/2025	119,699	122,063	133,465
02/02/2024	117,751	117,018	130,658	Variação [%] (24h)	0%	0%	-1%
Variação [%] (24h)	-1%	-1%	-1%	Variação Total [%]	0%	-5%	0%
Variação Total [%]	0%	0%	0%				

Secagem

MON (1:1)				CAP(1:1,5)+5EBfp7			
Massa da caixa de Petri [g]				Massa da caixa de Petri [g]			
6,667	6,613	6,473		6,473	6,625	6,669	
Massa seca + Petri [g]				Massa seca + Petri [g]			
128,561	127,523	127,956		121,117	122,306	121,953	
Área provetes [m²]				Área provetes [m²]			
B1	B2	B3		A1	A2	A3	
0,00178	0,00177	0,00173		0,00169	0,00168	0,00181	
Hora e Data	Massa dos provetes [g]			Hora e Data	Massa dos provetes [g]		
	B1	B2	B3		A1	A2	A3
15h05	140,328	139,336	139,852	11h25	138,901	140,691	139,850
15h15	140,305	139,309	139,821	11h35	138,867	140,656	139,809
15h25	140,277	139,282	139,798	11h45	138,852	140,637	139,783
15h35	140,250	139,260	139,770	11h55	138,836	140,608	139,756
15h45	140,229	139,241	139,750	12h05	138,818	140,589	139,733
15h55	140,212	139,222	139,731	12h15	138,799	140,562	139,712
16h05	140,193	139,203	139,712	12h25	138,785	140,538	139,685
17h05	140,103	139,114	139,616	13h25	138,691	140,415	139,566
18h05	140,023	139,024	139,543	14h25	138,602	140,292	139,446
19h05	139,939	138,935	139,464	15h25	138,511	140,177	139,337
20h05	139,739	138,844	139,376	16h25	138,427	140,079	139,248
21h05	139,781	138,744	139,000	17h25	138,347	139,991	139,162
22h05	139,602	138,694	138,850	18h25	138,274	139,901	139,081
16/01/2024	138,569	137,554	138,113	17/01/2024	137,104	138,617	137,834
17/01/2024	136,971	135,934	136,625	18/01/2024	135,533	137,059	136,409
18/01/2024	135,393	134,371	135,156	19/01/2024	133,996	135,520	135,015
19/01/2024	133,752	132,796	133,639	20/01/2024	132,246	133,827	133,489
20/01/2024	131,942	131,162	131,970	21/01/2024	130,106	131,712	131,566
21/01/2024	130,242	129,644	130,184	22/01/2024	128,618	130,258	130,255
22/01/2024	129,367	128,886	129,209	23/01/2024	127,039	128,611	128,707
23/01/2024	128,621	128,232	128,356	24/01/2024	125,768	127,275	127,396
24/01/2024	128,151	127,788	127,807	25/01/2024	124,756	126,177	126,244
25/01/2024	127,861	127,491	127,448	06/02/2024	114,100	114,925	114,749
05/02/2024	121,005	120,234	120,239	Variação [%] (24h)	-9%	-9%	-9%
Variação [%] (24h)	0%	-6%	-6%	Variação Total [%]	-6%	-6%	-6%
Variação Total [%]	-6%	-6%	-6%				

Secagem

CAP(1:1)+20EBfp7				MON(1:1)+20EBfp7			
Massa da caixa de Petri [g]				Massa da caixa de Petri [g]			
6,615	6,473	6,663		6,505	6,682	6,505	
Massa seca + Petri [g]				Massa seca + Petri [g]			
106,760	102,683	106,034		95,889	95,359	96,312	
Área provetes [m²]				Área provetes [m²]			
B1	B2	B3		C1	C2	C3	
0,00171	0,00173	0,00166		0,00171	0,00164	0,00173	
Hora e Data	Massa dos provetes [g]			Hora e Data	Massa dos provetes [g]		
	B1	B2	B3		C1	C2	C3
13h07	128,772	123,745	127,181	10h42	112,977	111,723	113,007
13h17	128,746	123,717	127,153	10h52	112,960	111,707	112,983
13h27	128,720	123,691	127,125	11h02	112,937	111,698	112,961
13h37	128,699	123,666	127,102	11h12	112,914	111,684	112,935
13h47	128,681	123,648	127,085	11h22	112,895	111,670	112,920
13h57	128,661	123,632	127,063	11h32	112,882	111,647	112,906
14h07	128,644	123,614	127,045	11h42	112,861	111,634	112,881
15h07	128,550	123,514	126,950	12h42	112,786	111,552	112,788
16h07	128,461	123,433	126,860	13h42	112,707	111,475	112,699
17h07	128,380	123,356	126,786	14h42	112,621	111,370	112,594
18h07	128,302	123,282	126,709	15h42	112,546	111,292	112,510
19h07	127,931	122,543	126,500	16h42	112,480	111,221	112,432
20h07	127,844	122,453	126,413	17h42	112,420	111,156	112,356
17/01/2024	127,008	122,068	125,442	17/01/2024	111,183	109,881	111,024
18/01/2024	125,452	120,639	123,989	18/01/2024	109,764	108,458	109,542
19/01/2024	123,911	119,244	122,622	19/01/2024	108,354	107,049	108,123
20/01/2024	122,162	117,633	121,050	20/01/2024	106,727	105,439	106,523
21/01/2024	120,012	115,613	119,071	21/01/2024	104,792	103,484	104,589
22/01/2024	118,461	114,161	117,693	22/01/2024	103,466	102,128	103,225
23/01/2024	116,803	112,610	116,132	23/01/2024	101,988	100,705	101,814
24/01/2024	115,318	111,223	114,761	24/01/2024	100,722	99,473	100,591
25/01/2024	113,954	109,956	113,473	25/01/2024	99,530	98,390	99,498
06/02/2024	99,971	96,102	99,413	06/02/2024	88,679	88,051	89,309
Variação [%] (24h)	-12%	-13%	-12%	Variação [%] (24h)	-11%	-11%	-10%
Variação Total [%]	-6%	-6%	-6%	Variação To- tal [%]	-8%	-8%	-7%

Secagem

MON(1:1,5)+5EBfp7				CAP(1:1,5)+20EBfp7(AF)			
Massa da caixa de Petri [g]				Massa da caixa de Petri [g]			
6,666	6,62	6,657		6,614	6,467	6,665	
Massa seca + Petri [g]				Massa seca + Petri [g]			
106,741	108,157	112,507		119,034	118,887	119,085	
Área provetes [m²]				Área provetes [m²]			
D1	D2	D3		A1	A2	A3	
0,00166	0,00171	0,00164		0,00170	0,00170	0,00169	
Hora e Data	Massa dos provetes [g]			Hora e Data	Massa dos provetes [g]		
	D1	D2	D3		A1	A2	A3
11h14	122,570	124,199	129,177	11h23	139,750	142,954	139,927
11h24	122,554	124,168	129,147	11h33	139,726	142,930	139,900
11h34	122,533	124,153	129,132	11h43	139,705	142,918	139,884
11h44	122,509	124,134	129,116	11h53	139,683	142,893	139,862
11h54	122,489	124,112	129,100	12h03	139,666	142,872	139,847
12h04	122,475	124,098	129,076	12h13	139,651	142,859	139,828
12h14	122,455	124,083	129,066	12h23	139,631	142,843	139,820
13h14	122,373	123,994	128,971	13h23	139,545	142,761	139,720
14h14	122,285	123,903	128,885	14h23	139,469	142,688	139,635
15h14	122,200	123,811	128,788	15h23	139,396	142,613	139,550
16h14	122,128	123,736	128,708	16h23	139,331	142,544	139,476
17h14	122,054	123,668	128,633	17h23	139,265	142,476	139,406
18h14	121,993	123,602	128,566	18h23	139,192	142,409	139,340
17/01/2024	120,586	122,160	127,128	18/01/2024	137,882	141,083	137,979
18/01/2024	119,131	120,723	125,646	19/01/2024	136,394	139,676	136,520
19/01/2024	117,635	119,284	124,219	20/01/2024	134,851	137,241	134,995
20/01/2024	115,965	117,696	122,610	21/01/2024	132,945	136,485	133,096
21/01/2024	114,039	115,809	120,683	22/01/2024	131,629	135,252	131,780
22/01/2024	112,704	114,500	119,370	23/01/2024	130,020	133,724	130,223
23/01/2024	111,241	113,082	117,921	24/01/2024	128,571	132,308	128,682
24/01/2024	109,983	111,863	116,647	25/01/2024	127,129	130,889	127,176
25/01/2024	108,944	110,798	115,483	07/02/2024	112,744	115,947	112,740
06/02/2024	99,502	101,012	105,136	Variação [%] (24h)	-11%	-11%	-11%
Variação [%] (24h)	-9%	-9%	-9%	Variação Total [%]	-5%	-2%	-5%
Variação Total [%]	-7%	-7%	-7%				

Secagem

CAP(1:1,5)+20EBfp30pó				CAP(1:1,5)+20EBfp7			
Massa da caixa de Petri [g]				Massa da caixa de Petri [g]			
2,818	3,062	2,708		6,661	6,47	6,762	
Massa seca + Petri [g]				Massa seca + Petri [g]			
100,615	100,859	100,505		114,380	114,189	114,481	
Área provetes [m²]				Área provetes [m²]			
B1	B2	B3		C1	C2	C3	
0,00170	0,00166	0,00169		0,00166	0,00170	0,00168	
Hora e Data	Massa dos provetes [g]			Hora e Data	Massa dos provetes [g]		
	B1	B2	B3		C1	C2	C3
12h06	118,850	119,835	116,305	11h39	134,520	133,494	131,276
12h16	118,819	119,801	116,283	11h49	134,505	133,475	131,263
12h26	118,798	119,785	116,241	11h59	134,482	133,452	131,249
12h36	118,779	119,767	116,219	12h09	134,459	133,435	131,233
12h46	118,757	119,748	116,192	12h19	134,452	133,423	131,232
12h56	118,743	119,734	116,180	12h29	134,435	133,403	131,203
13h06	118,729	119,719	116,158	12h39	134,402	133,385	131,172
14h06	118,640	119,642	116,085	13h39	134,324	133,325	131,099
15h06	118,556	119,558	116,000	14h39	134,243	133,252	131,016
16h06	118,482	119,487	115,930	15h39	134,168	133,187	130,945
17h06	118,403	119,414	115,855	16h39	134,100	133,123	130,880
18h06	118,326	119,345	115,785	17h39	134,040	133,056	130,810
19h06	118,252	119,274	115,710	18h39	133,973	132,985	130,737
18/01/2024	117,034	118,070	114,566	18/01/2024	132,759	131,831	129,555
19/01/2024	115,640	116,732	113,266	19/01/2024	131,410	130,525	128,193
20/01/2024	114,125	115,311	111,882	20/01/2024	129,944	129,048	126,687
21/01/2024	112,294	113,498	110,091	21/01/2024	128,134	127,222	124,746
22/01/2024	111,016	112,236	108,860	22/01/2024	126,842	125,956	123,416
23/01/2024	109,574	110,805	107,457	23/01/2024	125,446	124,542	121,900
24/01/2024	108,357	109,529	106,142	24/01/2024	124,136	123,193	120,488
25/01/2024	107,209	108,333	104,886	25/01/2024	122,838	121,842	119,037
07/02/2024	98,195	98,825	95,897	07/02/2024	108,367	107,392	105,014
Variação [%] (24h)	-8%	-9%	-9%	Variação [%] (24h)	-12%	-12%	-12%
Variação Total [%]	-2%	-2%	-5%	Variação Total [%]	-5%	-6%	-8%

Secagem

MON(1:1,5)+10EBfp7				CAP(1:1,5)+10Fibras			
Massa da caixa de Petri [g]				Massa da caixa de Petri [g]			
6,475	6,617	2,649		2,287	2,129	2,227	
Massa seca + Petri [g]				Massa seca + Petri [g]			
106,585	106,727	102,759		101,873	101,715	101,813	
Área provetes [m ²]				Área provetes [m ²]			
D1	D2	D3		A1	A2	A3	
0,00166	0,00170	0,00168		0,00165	0,00162	0,001622	
Hora e Data	Massa dos provetes [g]			Hora e Data	Massa dos provetes [g]		
	D1	D2	D3		A1	A2	A3
11h14	124,082	128,325	121,596	11h23	118,685	123,268	128,685
11h24	124,054	128,301	121,571	11h33	118,657	123,238	128,658
11h34	124,037	128,289	121,550	11h43	118,629	123,218	128,639
11h44	124,017	128,272	121,531	11h53	118,608	123,199	128,616
11h54	123,999	128,256	121,517	12h03	118,592	123,177	128,602
12h04	123,981	128,242	121,505	12h13	118,579	123,155	128,577
12h14	123,967	128,225	121,488	12h23	118,558	123,139	128,561
13h14	123,879	128,130	121,407	13h23	118,485	123,058	128,480
14h14	123,798	128,060	121,334	14h23	118,414	122,987	128,407
15h14	123,717	127,992	121,263	15h23	118,345	122,915	128,331
16h14	123,636	127,923	121,198	16h23	118,278	122,848	128,264
17h14	123,551	127,862	121,135	17h23	118,215	122,781	128,190
18h14	123,468	127,797	121,070	18h23	118,144	122,715	128,127
18/01/2024	122,104	126,599	119,835	19/01/2024	116,932	121,527	126,884
19/01/2024	120,571	125,245	118,480	20/01/2024	115,556	120,187	125,384
20/01/2024	118,951	123,753	116,961	21/01/2024	113,661	118,502	123,498
21/01/2024	116,974	121,884	115,036	22/01/2024	112,373	117,379	122,226
22/01/2024	115,569	120,560	113,685	23/01/2024	110,891	116,079	120,756
23/01/2024	114,004	119,051	112,136	24/01/2024	109,723	114,871	119,399
24/01/2024	112,586	117,660	110,713	25/01/2024	108,518	113,613	118,070
25/01/2024	111,186	116,248	109,321	08/02/2024	99,551	104,116	108,363
07/02/2024	100,083	103,899	101,915	Variação [%] (24h)	-8%	-8%	-8%
Variação [%] (24h)	-10%	-11%	-7%	Variação To- tal [%]	-2%	2%	6%
Variação Total [%]	-6%	-3%	-1%				

Secagem

CAP(1:1,5)+10EBfp7				CAP(1:1,5)+40EBfp30pó			
Massa da caixa de Petri [g]				Massa da caixa de Petri [g]			
2,158	2,391	2,268		2,278	3,357	2,371	
Massa seca + Petri [g]				Massa seca + Petri [g]			
104,672	104,905	104,782		94,967	96,046	95,060	
Área provetes [m²]				Área provetes [m²]			
B1	B2	B3		C1	C2	C3	
0,00172	0,00166	0,00163		0,00166	0,00161	0,00170	
Hora e Data	Massa dos provetes [g]			Hora e Data	Massa dos provetes [g]		
	B1	B2	B3		C1	C2	C3
12h06	124,214	118,285	123,329	11h39	112,951	116,712	112,530
12h16	124,184	118,255	123,304	11h49	112,923	116,692	112,507
12h26	124,160	118,230	123,280	11h59	112,902	116,671	112,491
12h36	124,145	118,209	123,259	12h09	112,881	116,652	112,472
12h46	124,124	118,191	123,240	12h19	112,862	116,637	112,450
12h56	124,109	118,175	123,226	12h29	112,839	116,623	112,434
13h06	124,095	118,159	123,210	12h39	112,822	116,606	112,419
14h06	124,021	118,073	123,130	13h39	112,740	116,527	112,336
15h06	123,943	117,985	123,049	14h39	112,658	116,446	112,253
16h06	123,877	117,911	122,974	15h39	112,582	116,378	112,179
17h06	123,813	117,845	122,911	16h39	112,514	116,310	112,110
18h06	123,745	117,774	122,840	17h39	112,441	116,245	112,044
19h06	123,675	117,698	122,771	18h39	112,381	116,182	111,981
19/01/2024	122,494	116,576	121,620	19/01/2024	111,294	115,144	110,861
20/01/2024	120,950	115,297	120,158	20/01/2024	109,983	114,044	109,519
21/01/2024	118,983	113,753	118,340	21/01/2024	108,090	112,714	107,883
22/01/2024	117,686	112,690	117,106	22/01/2024	106,882	111,830	106,811
23/01/2024	116,078	111,411	115,682	23/01/2024	105,467	110,702	105,442
24/01/2024	114,826	110,181	114,306	24/01/2024	104,205	109,567	104,158
25/01/2024	113,616	108,876	112,924	25/01/2024	102,992	108,360	102,847
08/02/2024	102,808	97,922	102,209	08/02/2024	92,849	95,439	92,093
Variação [%] (24h)	-10%	-10%	-9%	Variação [%] (24h)	-10%	-12%	-10%
Variação Total [%]	-2%	-7%	-2%	Variação Total [%]	-2%	-1%	-3%

Secagem

CAP(1:1,5)+20EBfra7				MON(1:1,5)REF			
Massa da caixa de Petri [g]				Massa da caixa de Petri [g]			
2,21 2,298 2,287				5,54 5,705 5,709			
Massa seca + Petri [g]				Massa seca + Petri [g]			
91,702 91,790 91,779				120,001 120,166 120,170			
Área provetes [m ²]				Área de contacto provetes [m ²]			
D1 D2 D3				A1 A2 A3			
0,00166 0,00161 0,00170				0,00177 0,00171 0,00182			
Hora e Data	Massa dos provetes [g]			Hora e Data	Massa dos provetes [g]		
	D1	D2	D3		A1	A2	A3
12h14	116,927	114,875	118,977	11h23	133,511	134,025	136,070
12h24	116,899	114,851	118,952	11h33	133,487	134,005	136,038
12h34	116,878	114,828	118,931	11h43	133,464	133,986	136,015
12h44	116,859	114,806	118,911	11h53	133,434	133,963	135,982
12h54	116,839	114,789	118,890	12h03	133,406	133,938	135,954
13h04	116,821	114,772	118,872	12h13	133,380	133,914	135,921
13h14	116,803	114,755	118,859	12h23	133,353	133,889	135,893
14h14	116,707	114,677	118,772	13h23	133,219	133,772	135,734
15h14	116,616	114,596	118,684	14h23	133,103	133,657	135,587
16h14	116,539	114,530	118,611	15h23	132,977	133,539	135,433
17h14	116,471	114,471	118,545	16h23	132,849	133,424	135,294
18h14	116,404	114,407	118,479	17h23	132,720	133,312	135,153
19h14	116,341	114,344	118,409	18h23	132,589	133,198	135,004
19/01/2024	115,212	113,336	117,348	20/01/2024	130,974	131,740	133,441
20/01/2024	113,751	112,141	115,944	21/01/2024	128,658	129,607	131,089
21/01/2024	111,824	110,466	114,111	22/01/2024	127,082	128,144	129,427
22/01/2024	110,605	109,390	112,928	23/01/2024	125,223	126,509	127,523
23/01/2024	109,155	108,172	111,524	24/01/2024	123,564	125,048	125,832
24/01/2024	107,833	106,886	110,111	25/01/2024	122,063	123,627	124,260
25/01/2024	106,467	105,544	108,637	09/02/2024	113,397	114,140	114,259
08/02/2024	92,183	91,406	94,929	Variação [%] (24h)	-7%	-8%	-8%
Variação [%] (24h)	-13%	-13%	-13%	Variação Total [%]	-6%	-5%	-5%
Variação Total [%]	1%	0%	3%				

Secagem

MON(1:1,5)+20EBfp7			
Massa da caixa de Petri [g]			
2,313	2,346	2,117	
Massa seca + Petri [g]			
116,774	116,807	116,578	
Área de contacto provetes [m ²]			
C1	C2	C3	
0,00168	0,00170	0,00175	
Hora e Data	Massa dos provetes [g]		
	C1	C2	C3
10h39	122,357	119,428	125,023
10h49	122,331	119,404	124,997
10h59	122,310	119,382	124,977
11h09	122,287	119,365	124,960
11h19	122,272	119,349	124,941
11h29	122,252	119,333	124,925
11h39	122,237	119,315	124,912
12h39	122,126	119,205	124,788
13h39	122,018	119,089	124,673
14h39	121,912	118,985	124,554
15h39	121,809	118,877	124,439
16h39	121,708	118,775	124,328
17h39	121,621	118,684	124,238
20/01/2024	120,015	117,161	122,757
21/01/2024	117,780	115,087	120,757
22/01/2024	116,306	113,705	119,432
23/01/2024	114,533	112,069	117,840
24/01/2024	112,826	110,514	116,342
25/01/2024	111,116	108,933	114,849
09/02/2024	101,390	99,221	103,707
Variação [%] (24h)	-9%	-9%	-10%
Variação Total [%]	-13%	-15%	-11%

Secagem - Taxa de secagem

Tempo [h ^{0,5}]	Tempo [h]	$\Delta Mi/\text{área [kg/m}^2]$					
		CAP(1:1,5)+10Cal		MON(1:1,5)+10Cal		CAP(1:1,5) REF	
		Média	DP	Média	DP	Média	DP
0,0	0,0	8,671	0,328	6,983	0,276	11,617	0,341
0,4	0,2	8,649	0,327	6,964	0,274	11,607	0,338
0,6	0,3	8,634	0,329	6,948	0,272	11,581	0,340
0,7	0,5	8,615	0,328	6,938	0,271	11,567	0,339
0,8	0,7	8,601	0,326	6,922	0,268	11,546	0,335
0,9	0,8	8,589	0,328	6,911	0,267	11,535	0,339
1,0	1,0	8,581	0,328	6,901	0,269	11,524	0,339
1,4	2,0	8,511	0,327	6,837	0,261	11,452	0,338
1,7	3,0	8,450	0,330	6,781	0,259	11,369	0,339
2,0	4,0	8,390	0,333	6,723	0,252	11,289	0,340
2,2	5,0	8,336	0,335	6,671	0,253	11,214	0,335
2,4	6,0	8,272	0,337	6,607	0,247	11,143	0,339
2,6	7,0	8,210	0,338	6,551	0,239	10,115	0,309
4,1	17,0	7,013	0,390	5,388	0,180	8,749	0,277
6,4	41,0	5,785	0,335	4,186	0,140	7,548	0,265
8,1	65,0	4,717	0,328	3,113	0,100	6,479	0,246
9,4	89,0	3,828	0,320	2,231	0,077	5,545	0,223
10,6	113,0	2,975	0,310	1,509	0,061	4,641	0,219
11,7	137,0	2,208	0,264	0,966	0,061	3,866	0,262
12,7	161,0	1,614	0,207	0,637	0,040	3,141	0,303
13,6	185,0	1,184	0,169	0,416	0,024	2,491	0,311
14,5	209,0	0,851	0,145	0,248	0,018	1,830	0,280
15,3	233,0	0,555	0,122	0,112	0,012	1,471	0,254
16,0	257,0	0,409	0,111	0,064	0,009	1,112	0,227
16,8	281,0	0,267	0,094	0,032	0,007	0,817	0,202
17,5	305,0	0,164	0,074	0,020	0,004	0,580	0,173
18,1	329,0	0,095	0,052	0,016	0,002	0,000	0,000
22,4	504,0	0,000	0,000	0,000	0,000	0,080	0,005
D1 [kg/(m ² .h)]		1,017	0,008	0,061	0,005	0,080	0,005
D2 [kg/(m ² .h ^{0,5})]		0,641	0,019	0,576	0,017	0,771	0,031

Secagem - Taxa de secagem

Tempo [h ^{0.5}]	Tempo [h]	$\Delta Mi/\text{área}$ [kg/m ²]							
		CAP (1:0)		MON (1:0)		CAP(1:0)+20EBfp7		MON(1:0)+20EBfp7	
		Média	DP	Média	DP	Média	DP	Média	DP
0,0	0,0	10,988	0,854	4,675	0,354	13,805	0,644	9,702	0,242
0,4	0,2	10,976	0,855	4,659	0,355	13,781	0,640	9,698	0,242
0,5	0,3	10,961	0,860	4,649	0,349	13,766	0,638	9,684	0,247
0,7	0,5	10,942	0,859	4,634	0,348	13,747	0,637	9,660	0,254
0,8	0,7	10,928	0,857	4,623	0,349	13,729	0,637	9,646	0,255
0,9	0,8	10,914	0,856	4,611	0,350	13,715	0,637	9,623	0,245
1,0	1,0	10,897	0,855	4,598	0,349	13,699	0,635	9,609	0,247
1,4	2,0	10,828	0,848	4,544	0,349	13,634	0,631	9,535	0,248
1,7	3,0	10,758	0,843	4,489	0,349	13,572	0,631	9,471	0,247
2,0	4,0	10,691	0,838	4,436	0,350	13,508	0,629	9,405	0,247
2,2	5,0	10,627	0,832	4,381	0,351	13,444	0,628	9,342	0,248
4,6	21,0	9,690	0,790	3,600	0,337	12,586	0,604	8,508	0,225
6,7	45,0	8,541	0,738	2,627	0,309	11,456	0,580	7,378	0,200
8,3	69,0	7,546	0,689	1,919	0,263	10,459	0,556	6,366	0,172
9,6	93,0	6,508	0,662	1,394	0,193	9,504	0,535	5,389	0,151
10,8	117,0	5,542	0,619	1,029	0,132	8,549	0,522	4,490	0,135
11,9	141,0	4,643	0,579	0,772	0,086	7,597	0,485	3,672	0,126
12,8	165,0	3,786	0,492	0,583	0,057	6,628	0,458	2,941	0,123
13,7	189,0	2,987	0,380	0,425	0,035	5,631	0,425	2,281	0,127
14,6	213,0	2,218	0,272	0,277	0,016	4,574	0,361	1,674	0,119
15,4	237,0	1,802	0,219	0,209	0,012	3,951	0,313	1,357	0,112
16,2	261,0	1,380	0,173	0,149	0,009	3,274	0,258	1,048	0,106
16,9	285,0	1,043	0,140	0,113	0,005	2,698	0,212	0,811	0,100
17,6	309,0	0,774	0,112	0,090	0,003	2,212	0,171	0,627	0,091
D1 [kg/(m ² .h)]		0,082	0,006	0,044	0,038	0,029	0,016	0,028	0,009
D2 [kg/(m ² .h ^{0.5})]		0,663	0,028	0,345	0,318	0,230	0,144	0,231	0,071

Secagem - Taxa de secagem

Tempo [h ^{0.5}]	Tempo [h]	$\Delta Mi/\text{área}$ [kg/m ²]			
		CAP (1:1)		MON (1:1)	
		Média	DP	Média	DP
0,0	0,0	11,914	0,791	11,095	0,228
0,4	0,2	11,902	0,802	11,079	0,227
0,6	0,3	11,888	0,806	11,065	0,228
0,7	0,5	11,880	0,804	11,050	0,226
0,8	0,7	11,864	0,803	11,039	0,226
0,9	0,8	11,853	0,801	11,028	0,226
1,0	1,0	11,840	0,802	11,017	0,226
1,4	2,0	11,782	0,801	10,965	0,224
1,7	3,0	11,727	0,798	10,919	0,228
2,0	4,0	11,675	0,795	10,872	0,230
2,2	5,0	11,624	0,794	10,800	0,225
2,4	6,0	11,575	0,791	10,717	0,186
2,6	7,0	11,526	0,788	10,645	0,155
5,2	27,0	10,714	0,762	10,096	0,231
7,1	51,0	9,778	0,747	9,206	0,252
8,7	75,0	8,825	0,702	8,334	0,264
9,9	99,0	7,920	0,670	7,438	0,267
11,1	123,0	7,046	0,642	6,471	0,248
12,1	147,0	6,209	0,627	5,524	0,177
13,1	171,0	5,760	0,629	5,030	0,122
14,0	195,0	5,337	0,662	4,603	0,071
14,8	219,0	5,007	0,699	4,326	0,045
15,6	243,0	4,742	0,737	4,147	0,034
D1 [kg/(m ² .h)]		0,055	0,002	0,085	0,003
D2 [kg/(m ² .h ^{0.5})]		0,624	0,028	0,601	0,013

Secagem - Taxa de secagem

Tempo [h ^{0,5}]	Tempo [h]	$\Delta Mi/\text{área}$ [kg/m ²]							
		CAP(1:1,5)+5EBfp7		CAP(1:1)+20EBfp7		MON(1:1)+20EBfp7		MON(1:1,5)+5EBfp7	
		Média	DP	Média	DP	Média	DP	Média	DP
0,0	0,0	14,582	0,566	16,462	0,370	14,089	0,314	14,015	0,461
0,4	0,2	14,561	0,566	16,445	0,370	14,078	0,316	14,000	0,460
0,5	0,3	14,549	0,568	16,430	0,370	14,067	0,318	13,990	0,461
0,7	0,5	14,536	0,567	16,416	0,371	14,055	0,321	13,978	0,462
0,8	0,7	14,524	0,568	16,406	0,371	14,045	0,320	13,966	0,463
0,9	0,8	14,511	0,566	16,395	0,369	14,035	0,318	13,956	0,460
1,0	1,0	14,499	0,567	16,384	0,369	14,024	0,321	13,947	0,462
1,4	2,0	14,434	0,564	16,328	0,370	13,975	0,323	13,894	0,459
1,7	3,0	14,370	0,563	16,277	0,367	13,927	0,325	13,841	0,459
2,0	4,0	14,309	0,560	16,232	0,366	13,868	0,325	13,787	0,456
2,2	5,0	14,257	0,557	16,187	0,365	13,822	0,326	13,741	0,454
2,4	6,0	14,208	0,555	15,931	0,484	13,780	0,327	13,698	0,452
2,6	7,0	14,161	0,552	15,879	0,485	13,740	0,330	13,659	0,451
4,0	16,0	13,448	0,526	15,449	0,338	12,985	0,334	12,805	0,436
6,3	40,0	12,570	0,466	14,581	0,307	12,135	0,334	11,933	0,411
8,0	64,0	11,707	0,406	13,740	0,281	11,302	0,322	11,063	0,405
9,4	88,0	10,748	0,342	12,777	0,259	10,351	0,301	10,093	0,392
10,6	112,0	9,556	0,274	11,575	0,239	9,205	0,279	8,949	0,369
11,7	136,0	8,735	0,239	10,719	0,237	8,410	0,274	8,160	0,360
12,6	160,0	7,814	0,203	9,787	0,217	7,562	0,250	7,297	0,345
13,6	184,0	7,060	0,180	8,957	0,209	6,831	0,232	6,549	0,326
14,4	208,0	6,432	0,162	8,191	0,194	6,169	0,208	5,897	0,286
22,4	504,0	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
D1 [kg/(m².h)]		0,072	0,009	0,060	0,002	0,065	0,013	0,071	0,003
D2 [kg/(m².h^{0,5})]		0,001	0,004	0,731	0,026	0,661	0,015	0,677	0,018

Secagem - Taxa de secagem

Tempo [h ^{0,5}]	Tempo [h]	$\Delta Mi/\text{área}$ [kg/m ²]							
		CAP(1:1,5)+20EBfp7(AF)		CAP(1:1,5)+20EBfp30pó		CAP(1:1,5)+20EBfp7		MON(1:1,5)+10EBfp7	
		Média	DP	Média	DP	Média	DP	Média	DP
0,0	0,0	15,917	0,112	12,253	0,254	15,510	0,171	13,452	1,261
0,4	0,2	15,903	0,111	12,236	0,252	15,501	0,172	13,437	1,261
0,6	0,3	15,893	0,111	12,220	0,256	15,489	0,173	13,427	1,263
0,7	0,5	15,880	0,112	12,209	0,257	15,478	0,171	13,416	1,263
0,8	0,7	15,869	0,113	12,195	0,258	15,474	0,173	13,406	1,262
0,9	0,8	15,860	0,111	12,187	0,258	15,461	0,173	13,397	1,261
1,0	1,0	15,851	0,114	12,177	0,259	15,445	0,169	13,388	1,261
1,4	2,0	15,799	0,109	12,130	0,259	15,403	0,164	13,336	1,259
1,7	3,0	15,753	0,106	12,080	0,259	15,356	0,161	13,292	1,258
2,0	4,0	15,707	0,103	12,038	0,259	15,314	0,158	13,248	1,257
2,2	5,0	15,667	0,101	11,993	0,259	15,275	0,157	13,206	1,254
2,4	6,0	15,627	0,100	11,950	0,260	15,236	0,158	13,164	1,251
2,6	7,0	15,586	0,101	11,907	0,261	15,195	0,158	13,122	1,248
5,0	25,0	14,803	0,086	11,203	0,247	14,493	0,138	12,372	1,236
7,0	49,0	13,949	0,079	10,407	0,243	13,700	0,117	11,533	1,214
8,5	73,0	12,871	0,290	9,555	0,247	12,821	0,109	10,618	1,207
9,8	97,0	11,976	0,081	8,482	0,237	11,719	0,102	9,478	1,212
11,0	121,0	11,218	0,094	7,738	0,230	10,951	0,092	8,672	1,213
12,0	145,0	10,298	0,114	6,894	0,222	10,097	0,103	7,759	1,220
13,0	169,0	9,434	0,119	6,142	0,205	9,293	0,119	6,923	1,228
13,9	193,0	8,578	0,129	5,431	0,196	8,483	0,149	6,092	1,225
21,4	456,0	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
D1 [kg/(m².h)]		0,074	0,002	0,085	0,013	0,051	0,004	0,067	0,006
D2 [kg/(m².h^{0,5})]		0,609	0,017	0,587	0,012	0,601	0,013	0,627	0,027

Secagem - Taxa de secagem

Tempo [h ^{0.5}]	Tempo [h]	$\Delta Mi/\text{área}$ [kg/m ²]							
		CAP(1:1,5)+10Fi-bras		CAP(1:1,5)+10EBfp7		CAP(1:1,5)+40EBfp30pó		CAP(1:1,5)+20EBfra7	
		Média	DP	Média	DP	Média	DP	Média	DP
0,0	0,0	11,960	0,417	12,169	0,255	12,419	0,546	14,508	0,293
0,4	0,2	11,943	0,417	12,153	0,256	12,405	0,547	14,493	0,292
0,6	0,3	11,929	0,419	12,139	0,256	12,393	0,546	14,480	0,292
0,7	0,5	11,916	0,418	12,128	0,257	12,381	0,546	14,468	0,292
0,8	0,7	11,906	0,419	12,117	0,257	12,370	0,548	14,456	0,292
0,9	0,8	11,893	0,416	12,108	0,257	12,360	0,549	14,445	0,292
1,0	1,0	11,883	0,417	12,099	0,257	12,350	0,549	14,436	0,291
1,4	2,0	11,835	0,415	12,052	0,260	12,301	0,549	14,383	0,289
1,7	3,0	11,791	0,415	12,005	0,262	12,251	0,548	14,331	0,288
2,0	4,0	11,747	0,413	11,963	0,264	12,208	0,549	14,288	0,286
2,2	5,0	11,706	0,412	11,926	0,265	12,166	0,548	14,249	0,286
2,4	6,0	11,664	0,409	11,885	0,265	12,125	0,549	14,210	0,285
2,6	7,0	11,623	0,411	11,843	0,267	12,088	0,548	14,170	0,287
5,0	25,5	10,880	0,395	11,175	0,253	11,437	0,553	13,528	0,267
7,0	49,5	10,019	0,351	10,346	0,189	10,684	0,603	12,714	0,261
8,6	73,5	8,904	0,333	9,315	0,089	9,711	0,710	11,624	0,250
9,9	97,5	8,153	0,329	8,619	0,033	9,076	0,774	10,926	0,251
11,0	121,5	7,286	0,329	7,785	0,058	8,292	0,836	10,109	0,268
12,1	145,5	6,524	0,279	7,039	0,058	7,554	0,861	9,302	0,284
13,0	169,5	5,750	0,242	6,284	0,057	6,805	0,859	8,463	0,300
21,4	456,0	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
D1 [kg/(m ² .h)]		0,973	0,024	0,078	0,002	0,073	0,005	0,078	0,002
D2 [kg/(m ² .h ^{0.5})]		0,629	0,030	0,570	0,050	0,529	0,053	0,579	0,028

Secagem - Taxa de secagem

Tempo [$h^{0.5}$]	Tempo [h]	$\Delta Mi/\text{área}$ [kg/m^2]			
		MON(1:1,5)REF		MON(1:1,5)+20EBfp7	
		Média	DP	Média	DP
0,0	0,0	11,634	0,250	12,151	0,224
0,4	0,2	11,620	0,248	12,136	0,224
0,6	0,3	11,608	0,248	12,124	0,224
0,7	0,5	11,592	0,248	12,113	0,222
0,8	0,7	11,576	0,248	12,103	0,223
0,9	0,8	11,561	0,246	12,093	0,222
1,0	1,0	11,546	0,246	12,084	0,222
1,4	2,0	11,469	0,241	12,017	0,222
1,7	3,0	11,398	0,235	11,951	0,224
2,0	4,0	11,323	0,230	11,887	0,223
2,2	5,0	11,251	0,228	11,824	0,224
2,4	6,0	11,179	0,226	11,763	0,224
2,6	7,0	11,105	0,223	11,711	0,225
5,0	25,0	10,233	0,247	10,814	0,202
7,0	49,0	8,953	0,257	9,586	0,178
8,6	73,0	8,068	0,254	8,772	0,182
9,9	97,0	7,053	0,272	7,799	0,197
11,0	121,0	6,148	0,293	6,872	0,231
12,1	145,0	5,302	0,294	5,941	0,283
13,0	169,5	0,000	0,000	0,000	0,000
D1 [$kg/(m^2.h)$]		0,086	0,008	0,071	0,003
D2 [$kg/(m^2.h^{0.5})$]		0,674	0,021	0,646	0,041

Erosão por gotejamento

Tijolos rebocados	Massa seca antes (g)	Massa seca após (g)	Perda de massa (g)	Perda de massa (%)
CAP(1:1,5)REF	3129,6	3123	6,6	0,21
CAP(1:1,5)+5EBfp7	2800,2	2796,1	4,1	0,15
CAP(1:1,5)+10EBfp7	2975,3	2972,3	3,0	0,10
CAP(1:1,5)+20EBfp7	2953,5	2950,8	2,7	0,09
CAP(1:1,5)+5EBfp7(AF)	3082,9	3079,5	3,4	0,11
CAP(1:1,5)+10EBfp7(AF)	3185,7	3183,2	2,5	0,08
CAP(1:1,5)+20EBfp7(AF)	3136,1	3133,9	2,2	0,07
CAP(1:1,5)+10Fib	3094,3	3092,5	1,8	0,06
CAP(1:1,5)+10Cal	2949,6	2948,8	0,8	0,03
MON(1:1,5)REF	3212,8	3209,2	3,6	0,11
MON(1:0)	4213,7	4205,40	8,3	0,20