



Nicole Cacais Cardoso

Licenciada em Ciências da Engenharia

**CHAMINÉS INDUSTRIAIS DE ALVENARIA DE TIJOLO
CONTRIBUTO PARA A SUA CARACTERIZAÇÃO ENVOLVENDO A
CIÊNCIA CIDADÃ**

Dissertação para obtenção do Grau de Mestre em
Engenharia Civil – Perfil de Construção

Orientadora: Maria Paulina Faria Rodrigues, Professora Associada,
Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Nova de Lisboa

Coorientadora: Marlucci Menezes, Investigadora Auxiliar,
Laboratório Nacional de Engenharia Civil

Júri:

Presidente: Prof. Doutor Válter Lúcio

Arguente: Prof. Doutor Carlos Chastre Rodrigues

Vogal: Doutora Marlucci Menezes



FACULDADE DE
CIÊNCIAS E TECNOLOGIA
UNIVERSIDADE NOVA DE LISBOA

Junho de 2017

Copyright © Nicole Cacaís Cardoso, 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

Gostaria de agradecer a todos os intervenientes que direta ou indiretamente contribuíram para a realização deste trabalho e para a finalização desta importante etapa, em particular:

Quero agradecer à Professora Paulina Faria, orientadora da presente dissertação, pela sua excelente ajuda e acompanhamento ao longo desta etapa. Pelo seu apoio e motivação nos momentos mais difíceis e por todas as soluções encontradas que permitiram encaminhar o trabalho na melhor direção e ultrapassar os obstáculos que foram surgindo no decorrer do presente estudo.

Agradeço à minha coorientadora, Doutora Marluce Menezes, pela disponibilidade e acompanhamento incansável. Pela atitude positiva e encorajadora e pelo rigor e exigência estabelecidos. Agradeço a excelente ajuda na organização do tempo e do trabalho e todo o tempo disponibilizado.

Ao Engenheiro Vítor, pela ajuda e tempo disponibilizado para os ensaios laboratoriais, pelo esclarecimento de dúvidas e transmissão de conhecimentos.

Agradeço ao Laboratório Nacional de Engenharia Civil (LNEC) pelo acolhimento nos últimos meses e pela oportunidade enriquecedora de acompanhar a recolha de amostras de uma chaminé industrial de alvenaria de tijolo no Montijo, e ajudar nos ensaios laboratoriais realizados nas suas instalações.

Agradeço à Engenheira Teresa Gonçalves pela ajuda prestada e disponibilidade para o esclarecimento das minhas dúvidas, assim como pelo apoio prestado na visita à chaminé da antiga fábrica do Montijo para recolha de amostras e na realização dos ensaios.

Ao Sr. António Ferreira pela admirável simpatia e disponibilidade durante os ensaios realizados no Laboratório Nacional de Engenharia Civil.

O meu enorme agradecimento à Câmara Municipal do Montijo e ao Sr. Presidente da Câmara Nuno Canta, pela simpatia e disponibilidade prestada na visita à recolha de amostras na chaminé do Montijo e pela autorização e oportunidade para acompanhar e escrever sobre o projeto de inspeção e diagnóstico na chaminé referida.

Um especial e desmedido agradecimento à minha família por todo o apoio e incentivo dado ao longo destes anos. Em especial aos meus pais, Paulo Cardoso e Cristina Cardoso, pela transmissão de valores e educação que me deram e me permitiram chegar a este momento. Pela paciência que sempre tiveram e pelo orgulho demonstrado que tantas vezes me deu alento para continuar! Por todo o carinho que me deram e por toda ajuda psicológica e monetária que me proporcionaram, sem as quais este percurso não teria sido possível. À minha irmã, Núria Cardoso, pela amizade e carinho. Por todos os bons momentos que me proporcionou e pela paciência nos momentos menos bons.

Ao Diogo, pelo carinho e amizade incondicional. Por toda a ajuda e disponibilidade que sempre me ofereceu. Pela atitude sempre positiva e motivadora que ao longo destes anos me ajudou a ultrapassar todos os momentos difíceis da minha vida pessoal e académica e a aproveitar os melhores momentos da melhor forma.

A todos os meus colegas e amigos que me acompanharam não só ao longo da realização deste trabalho, mas em todo o percurso académico. Não sendo possível referir todos, deixo um especial agradecimento à Joana, Lorena, Laura, Miguel, Tiago e Cláudio pela amizade constante, por todos os momentos e experiências vividas e todo o apoio que me deram ao longo do meu percurso académico.

Em especial, agradeço aqueles que participaram ativamente nas iniciativas que criei para o presente trabalho.

O meu maior agradecimento a todos os cidadãos que participaram nas iniciativas que realizei para o presente trabalho, mostrando um grande interesse no projeto e permitindo a obtenção de resultados enriquecedores. A participação ativa e incansável de todos permitiu a realização de uma abordagem de forma ampla e abrangedora. Agradeço a partilha de conhecimentos e toda a ajuda prestada.

Muito obrigada a todos!

RESUMO

Existe uma preocupação crescente sobre a conservação do património industrial, sendo as chaminés industriais de alvenaria de tijolo um bom exemplo deste património. Embora na sua maioria se encontrem atualmente inativas, continuam a despertar o interesse dos cidadãos, sendo muitas vezes objeto de estima e afeição e um símbolo característico na paisagem onde se inserem. Algumas chaminés estão conservadas e inseridas em jardins, praças ou junto de edifícios, o que permite verificar que o seu valor histórico é reconhecido. Contudo, e apesar deste crescente interesse, existe um grande número de chaminés deixadas ao abandono, sofrendo uma visível degradação ao longo do tempo. Outras, em parte devido à falta de conhecimento científico acerca destas construções, são alvo de intervenções ineficientes e danosas.

Com a expansão urbana, os exemplares que se mantiveram, em muitos casos encontram-se consideravelmente próximo de edifícios, o que levanta questões relativas à segurança. Esta questão, aliada ao facto de a conceção destas chaminés não ter tido em consideração os requisitos atuais (nomeadamente no que diz respeito à sua resistência a ações dinâmicas), conduz a uma acrescida preocupação com a sua estabilidade. Assim, hoje em dia, algumas destas construções são estudadas a nível estrutural. No entanto, a caracterização material é geralmente desconhecida, pelo que, para a análise estrutural, adotam-se valores-tipo não validados. Isto pode conduzir a análises imprecisas.

A presente dissertação pretende alargar o conhecimento existente acerca destas construções, obtendo dados que contribuam para a melhoria das metodologias de intervenção. Para tal, realiza-se um levantamento e análise, tão exaustivos quanto possível, das chaminés industriais de alvenaria de tijolo existentes em Portugal, recorrendo a metodologias colaborativas. Com base neste levantamento procede-se a uma caracterização genérica das chaminés, incluindo características geométricas e materiais, fundamentadas por algumas amostras recolhidas de chaminés.

Elaborou-se uma ficha de caracterização e diagnóstico para chaminés industriais em alvenaria de tijolo. A referida ficha viabiliza um registo informativo que possibilita uma análise global de cada chaminé.

Relativamente a uma chaminé localizada no Montijo em estudo pelo LNEC a pedido da Câmara Municipal do Montijo, foi possível colaborar numa visita de inspeção, diagnóstico e recolha de amostras. Posteriormente, realizou-se outra visita a esta e a outra chaminé no Montijo na qual se procedeu a ensaios *in situ* e à recolha complementar de amostras. Avaliaram-se algumas características físicas e mecânicas, como massas volúmicas, condutibilidade térmica, resistências mecânicas, comportamento face à água e higroscopicidade, que foram comparados com resultados da literatura.

Considera-se que os resultados obtidos podem contribuir para futuras intervenções neste tipo de património construído.

Palavras-chave: Chaminé industrial, alvenaria de tijolo, levantamento colaborativo, conservação, ciência cidadã, caracterização, património construído.

ABSTRACT

The conservation of the industrial heritage is matter of growing concern. Industrial masonry brick chimneys are a good example of this heritage. Although most of them are currently inactive, they continue to arouse the interest of citizens, and are often the object of esteem and affection and a characteristic symbol in the landscape of the community. Some chimneys are conserved and maintain in gardens, squares or next to buildings, which allows to consider that its historical value is recognized. However, despite this growing interest, there are many chimneys abandoned, suffering a visible degradation over time. Others, partly due to the lack of scientific knowledge about these constructions, are object of inefficient and harmful interventions. With urban expansion, the specimens that have been maintained, in many cases, are considerably close to buildings, which raises some safety concerns. This issue combined with the fact that the conception of these chimneys did not consider the current requirements (in particular about their resistance to dynamic actions), leads to a growing concern with their stability. Thus, nowadays some of these constructions are studied at a structural level. However, the material characterization is generally unknown and, for structural analysis, are adopted standard values that are not validated . This may lead to inaccurate analyses and incorrect results.

The present dissertation intends to increase the existing knowledge about these constructions, obtaining data that contribute to the improvement of the intervention methodologies. For this, is carried out a survey and analysis, as exhaustive as possible, of the industrial brick masonry chimneys existing in Portugal, using collaborative methodologies. Based on this survey a generic characterization of the chimneys, including geometric and material characteristics, is carried out based on some samples collected from chimneys.

A characterization and diagnosis form was developed for industrial brick masonry chimneys. This sheet enables an information record that enables an overall analysis of each chimney.

Regarding a chimney located in Montijo under a study performed by LNEC requested by the City hall of Montijo, it was possible to collaborate in a visit of inspection, diagnosis and sampling. Later, another visit to this and other chimneys was carried out in Montijo, where in situ tests were carried out and additional samples were collected. It was evaluated some physical and mechanical characteristics, such as density, thermal conductivity, mechanical strength, water behaviour and hygroscopicity, which were compared with literature results.

It is considered that the results obtained may contribute to future interventions in this type of built heritage.

Keywords: Industrial chimney, brick masonry, survey, conservation, citizen science, characterization, tangible heritage

ÍNDICE

1. Introdução	1
1.1 Enquadramento geral e motivações.....	1
1.2 Objetivos e metodologia.....	2
1.3 Organização da dissertação.....	3
2. Chaminés industriais de alvenaria de tijolo	5
2.1 Enquadramento histórico.....	5
2.2 A importância da conservação do património industrial.....	6
2.3 Síntese de estudos anteriores sobre chaminés industriais de alvenaria de tijolo.....	7
2.4 Tipologias e materiais.....	10
2.5 Constituição e geometria das chaminés.....	12
2.6 Método construtivo.....	13
2.7 Principais anomalias.....	14
2.7.1 Fendas na estrutura de alvenaria.....	14
2.7.2 Perda de verticalidade do fuste.....	15
2.7.3 Perda de material resistente.....	15
2.7.4 Danos na coroa.....	16
2.8 Principais intervenções.....	16
2.8.1 Sistema de amarração com cintas.....	16
2.8.2 Encurtamento da chaminé.....	17
2.8.3 Reposição de material resistente.....	18
3. Contributo da ciência cidadã para o levantamento das chaminés em Portugal	19
3.1 Enquadramento.....	19
3.2 Iniciativas de ciência cidadã aplicada às chaminés industriais de alvenaria de tijolo.....	19
3.2.1 Iniciativas existentes.....	19
3.2.2 Iniciativas colaborativas realizadas na dissertação.....	21
3.2.2.1 Mapa colaborativo “Chaminés Industriais de Alvenaria de Tijolo”.....	21
3.2.2.2 Grupo no Facebook “Património Industrial. Chaminés de Alvenaria de Tijolo”.....	23
3.2.2.3 Página online “Chaminés Industriais de Alvenaria de Tijolo. Conservação do Património Industrial.”.....	24
3.3 Apresentação e análise de resultados.....	24
4. Chaminés industriais no Montijo e análise material comparativa	29
4.1 Considerações gerais.....	29
4.2 Inspeções e ensaios realizados in situ.....	30

4.2.1	Chaminé da antiga Fábrica Mundet & Cia Lda (chaminé 1)	31
4.2.1.1	Descrição geral da chaminé	31
4.2.1.2	Diagnóstico a partir da inspeção visual da chaminé	32
4.2.2	Chaminé da antiga Fábrica Cerâmica N ^a S ^a da Atalaia de Joaquim da Fonseca (chaminé 2)	34
4.2.2.1	Descrição geral da chaminé	34
4.2.2.2	Diagnóstico a partir da inspeção visual da chaminé	34
4.2.3	Procedimentos de ensaio	35
4.2.3.1	Resistência superficial por esclerómetro pendular	35
4.2.3.2	Ensaio de choque de esfera	36
4.2.3.3	Comportamento face à água sob baixa pressão através de tubos de Karsten	36
4.2.3.4	Coesão superficial dos tijolos, através de colagem de papel autocolante	40
4.2.3.5	Compacidade e homogeneidade e módulo de elasticidade do material através de ultrassons	41
4.3	Recolha de amostras.....	42
4.3.1	Recolha de amostras para avaliação da higroscopicidade	42
4.3.2	Recolha de amostras para avaliação física e mecânica	44
4.4	Ensaio em laboratório	45
4.4.1	Coloração dos tijolos	46
4.4.2	Determinação da massa Volúmica	46
4.4.3	Determinação da condutibilidade térmica.....	46
4.4.4	Compacidade e homogeneidade e módulo de elasticidade do material através de ultrassons... ..	47
4.4.5	Resistência à flexão	47
4.4.6	Resistência à compressão	48
4.4.7	Teor de humidade e humidade higroscópica	48
4.5	Análise de resultados.....	48
4.5.1	Ensaio in situ	49
4.5.1.1	Resistência superficial por esclerómetro pendular	49
4.5.1.2	Ensaio de choque de esfera	50
4.5.1.3	Comportamento face à água sob baixa pressão através de tubos de Karsten	51
4.5.1.4	Coesão superficial dos tijolos.....	51
4.5.1.5	Compacidade e homogeneidade e módulo de elasticidade do material através de ultrassons	53
4.5.2	Ensaio em laboratório.....	54
4.5.2.1	Coloração dos tijolos.....	54
4.5.2.2	Determinação da massa volúmica	54
4.5.2.3	Determinação da condutibilidade térmica	54
4.5.2.4	Compacidade e homogeneidade e módulo de elasticidade do material através de ultrassons	56
4.5.2.5	Resistência à tração por flexão.....	58
4.5.2.6	Resistência à compressão	58
4.5.2.7	Teor de humidade e humidade higroscópica	59
4.6	Síntese da caracterização.....	65
4.7	Fichas de caracterização e diagnóstico das chaminés	67

5. Conclusões	69
5.1 Considerações finais	69
5.2 Trabalhos Futuros	70
Referências Bibliográficas	71
ANEXO A – Levantamento de chaminés industriais de alvenaria de tijolo.....	A
ANEXO B – Fichas de caracterização e diagnóstico das chaminés industriais de alvenaria de tijolo	B
ANEXO C – Caracterização física e mecânica das chaminés industriais de alvenaria de tijolo...C	C
ANEXO D – Projeto original Mundet & Cia Lda	D

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2.1 - Chaminés inseridas numa urbanização, em Setúbal (à esquerda) e uma chaminé junto a um edifício, no Montijo (à direita).	5
Figura 2.2 - Exemplo de uma coroa ornamentada (à esquerda) e de um fuste (à direita) (imagem da direita retirada de Pallarés et al, 2011).....	7
Figura 2.3 - Chaminé com dois tipos de alvenaria, em Inglaterra [W2].	11
Figura 2.4 - Tijolo de barro vermelho (à esquerda) e tijolo refratário (à direita).	11
Figura 2.5 - Tijolo reto (à esquerda), tijolos curvos (ao centro) e tijolo com forma de cunha (à direita).	11
Figura 2.6 - Base (à esquerda), fuste (ao centro) e coroa (à direita).....	12
Figura 2.7 - Constituição das chaminés.	12
Figura 2.8 - Exemplos de secções transversais das chaminés.	13
Figura 2.9 - Método construtivo das chaminés.	13
Figura 2.10 - Fenda com direção aproximadamente vertical (à esquerda) e fenda com direção em ziguezague (à direita).	14
Figura 2.11 - Chaminés em Valência-Espanha. Perda de verticalidade no fuste das chaminés. (Ivorra, 2014).....	15
Figura 2.12 - Perda de material resistente.	16
Figura 2.13 - Exemplos de coroas danificadas (Imagem à direita de Santos et al., 2016).	16
Figura 2.14 - Chaminé com cintas metálicas (à esquerda) e chaminé com cintas de FRP (à direita-SIKA Company Catalogue citado por Pallarés et al. 2011).	17
Figura 2.15 - Chaminé em Itália antes e após encurtamento (Bertolesi et al., 2015).....	17
Figura 2.16 - Chaminé em Matosinhos com zonas de tijolos distintos [W3].....	18
Figura 3.1 - Aspeto geral e organização do mapa colaborativo.	22
Figura 3.2 - Exemplo de uma inserção no mapa colaborativo	22
Figura 3.3 - Exemplo de publicações no grupo do Facebook: fotografias de tijolos de antigas chaminés.	23
Figura 3.4 - Exemplo de publicações no grupo do Facebook: fotografias de chaminés.	24
Figura 4.1 - Localização das chaminés caracterizadas <i>in situ</i>	31
Figura 4.2 - Vista geral da chaminé (à esquerda) e vista geral da base da chaminé (ao centro e à direita).	32
Figura 4.3 - Coroa da chaminé.....	32
Figura 4.4 - Falta de material na base da chaminé.....	32
Figura 4.5 - Tijolos em avançado estado de degradação. Erosão avançada.....	33

Figura 4.6 - Diversidade do estado de conservação dos tijolos.....	33
Figura 4.7 - Vista geral da chaminé (à esquerda) e vista geral da base da chaminé (à direita).	34
Figura 4.8 - Erosão de alguns tijolos do fuste (à esquerda) e eflorescências no material (à direita). ..	35
Figura 4.9 - Tijolos com diferentes estados de conservação (à esquerda) e ensaio com esclerómetro pendular (à direita).....	35
Figura 4.10 - Ensaio de choque de esfera.	36
Figura 4.11 - Fixação dos tubos de Karsten na parede de alvenaria.	38
Figura 4.12 - Fixação dos pedaços de papel autocolante nos tijolos.	40
Figura 4.13 - Localização dos pontos de realização do ensaio de ultrassons. Pontos em diversos tijolos (à esquerda) e pontos num só tijolo (à direita).	41
Figura 4.14 - Face Este (à esquerda) e face Oeste (à direita) da chaminé da antiga Fábrica Mundet & Cia.....	42
Figura 4.15 - Pontos de recolha de amostras da face Este da base da chaminé.	43
Figura 4.16 - Pontos de recolha de amostras na face Oeste da base da chaminé.	43
Figura 4.17 - Execução do furo e recolha de amostra em saco de polietileno (à esquerda) e limpeza do furo após recolha de amostra (à direita).....	44
Figura 4.18 - Localização dos pontos de recolha de amostras (à esquerda) e zoom das localizações de Setúbal (à direita).	44
Figura 4.19 - Esquema de organização da realização dos ensaios em laboratório na FCT UNL.	45
Figura 4.20 - Ensaio de condutibilidade térmica.	47
Figura 4.21 - Tijolo em bom estado de conservação (à esquerda) e tijolo em mau estado de conservação (à direita).....	49
Figura 4.22 - Resultados obtidos para a resistência superficial por esclerómetro pendular na chaminé 1.....	49
Figura 4.23 - Resultados obtidos para a resistência superficial por esclerómetro pendular na chaminé 2.....	50
Figura 4.24 - Absorção de água em função do tempo.	51
Figura 4.25 - Perda de material em cada face das chaminés.....	52
Figura 4.26 - Velocidade de propagação de ultrassons em cada face.	53
Figura 4.27 - Módulo de Elasticidade Dinâmico em cada face.	54
Figura 4.28 - Massa Volúmica.....	56
Figura 4.29 - Condutibilidade térmica de cada conjunto de amostragem.....	56
Figura 4.30 - Velocidade de propagação de ultrassons das amostras de cada chaminé.	57
Figura 4.31 - Módulo de Elasticidade das amostras de cada chaminé.	57
Figura 4.32 - Resistência à tração por flexão de cada amostra.....	58
Figura 4.33 - Resistência à compressão de cada amostra.....	58

Figura 4.34 - Teor de humidade em altura - Face Este.	59
Figura 4.35 - Teor de humidade em profundidade - Face Este.	60
Figura 4.36 - Teor de humidade em altura - Face Oeste.	61
Figura 4.37 - Teor de humidade em profundidade - Face Oeste.	61
Figura 4.38 - Teor de humidade em profundidade - Face Norte.	62
Figura 4.39 - Teor de humidade higroscópica em altura - Face Este.	62
Figura 4.40 - Teor de humidade higroscópica em profundidade - Face Este.	63
Figura 4.41 - Teor de humidade higroscópica em altura - Face Oeste.	63
Figura 4.42 - Teor de humidade higroscópica em profundidade - Face Oeste.	64
Figura 4.43 - Teor de humidade higroscópica em profundidade - Face Norte.	64
Figura 4.44 - Ascensão de água por capilaridade a partir do solo.	65

ÍNDICE DE QUADROS

Quadro 2.1 - Propriedades adotadas na bibliografia existente.	9
Quadro 3.1 - Páginas online e blogs sobre chaminés industriais.	20
Quadro 3.2 - Número de chaminés, por distrito, localizadas no mapa colaborativo.....	25
Quadro 3.3 - Informação de como foram localizadas as chaminés do mapa colaborativo.	26
Quadro 3.4 - Informação sobre a envolvente das chaminés localizadas no mapa colaborativo.	27
Quadro 4.1 - Resumo das chaminés analisadas	30
Quadro 4.2 - Representação dos pontos onde se realizou o ensaio com esclerómetro pendular.	37
Quadro 4.3 - Representação dos pontos onde se realizou o ensaio de choque de esfera.	39
Quadro 4.4 - Representação dos pontos onde se realizou o ensaio com tubos de Karsten.....	40
Quadro 4.5 - Síntese do tipo de amostras recolhidas.	44
Quadro 4.6 - Designação das amostras ensaiadas em laboratório.....	45
Quadro 4.7 - Resultados do ensaio de choque de esfera.....	50
Quadro 4.8 - Valores do coeficiente de absorção de água.....	52
Quadro 4.9 - Velocidade de propagação de ultrassons em cada chaminé (m/s).....	53
Quadro 4.10 - Módulo de Elasticidade em cada chaminé (GPa).....	54
Quadro 4.11 - Escala de cores e descrição dos tijolos recolhidos.	55
Quadro 4.12 - Coeficiente de condutibilidade térmica (w/(m.K)).	56

1. Introdução

1.1 Enquadramento geral e motivações

O património industrial representa uma importante fração da história da sociedade, sendo um elemento representativo da atividade industrial e sobre o qual, ao longo dos tempos, se atribuíram valores e se perpetuaram memórias. A sua notória expressividade tem contribuído para uma crescente preocupação social com a conservação e preservação deste testemunho do passado industrial.

Enquadram-se no conceito de património industrial as construções e locais onde decorreram atividades relacionadas com a indústria e que possuem profundas consequências históricas (Tagil, 2003).

As chaminés industriais de alvenaria de tijolo são um exemplo de património industrial, na maioria dos casos, de fácil reconhecimento na paisagem, chamando a atenção dos mais atentos. No entanto, estas construções têm sido deixadas ao abandono, existindo ainda os casos em que são objeto de intervenções ineficientes.

As chaminés industriais de alvenaria de tijolo são um marco da antiga indústria, podendo ser encontradas por todo o território português. Representam também um valioso exemplo de arquitetura industrial e de técnicas construtivas que devem ser preservadas (Lopes et al., 2009).

Estas construções costumam ser, hoje em dia, estudadas a nível estrutural devido à sua suscetibilidade às ações dinâmicas, ainda que na altura do seu aparecimento estas questões não fossem privilegiadas como problemática de estudo. No entanto, relativamente à caracterização material observa-se que a mesma tende a ser secundarizada, o que normalmente deriva da dificuldade de caracterização *in situ* da alvenaria antiga. É de notar que, nas análises que se realizam atualmente em chaminés antigas, costuma-se adotar as propriedades *standard* dos materiais, em vez de as determinar *in situ* (Lopes et al., 2009), o que pode levar a análises imprecisas e com resultados nem sempre corretos. Por este motivo, é relevante proceder-se a caracterização dos materiais, perspetivando uma posterior comparação com valores teóricos utilizados em estudos atuais.

Saliente-se que um dos problemas associados a estas construções é o facto de serem, em várias situações, negligenciadas, e mesmo esquecidas, após a desativação da respetiva indústria. Outro problema relativamente comum respeitante às chaminés são as intervenções incorretas de que muitas vezes são alvo. São exemplo destas más intervenções a aplicação de materiais não compatíveis com os originais, ou a aplicação de impermeabilizantes no exterior da chaminé para diminuir eventuais infiltrações, sem que se tenha os devidos cuidados com a impermeabilização periférica no solo e no interior da chaminé. As más intervenções podem acabar por descaracterizar e produzir danos a estas construções em vez de contribuírem para a sua efetiva conservação. É possível realçar o aumento do número de interessados na preservação deste património, revelado pelo considerável número de petições de salvaguarda e *blogs* de defesa deste património. No entanto, a falta de conhecimento científico, assim como o desconhecimento acerca da quantidade de exemplares existentes e a sua distribuição em território português, revela-se um obstáculo para a correta análise e posterior metodologia de intervenção. Juntando a esta problemática a falta de políticas orientadas para a proteção deste património, salienta-se o interesse em incluir as comunidades em projetos que promovam iniciativas de preservação do património. Isto porque, o envolvimento social e a participação das comunidades podem enriquecer profundamente as soluções de preservação, pelo que é importante dar voz a quem estima e valoriza estas construções no conjunto de todo o património industrial.

Para uma adequada análise deste património tangível é importante a realização de um inventário que permita discriminar, não só a sua localização como as suas características geométricas, materiais e mecânicas/físicas, por forma a valorizar estas construções e contribuir para a conceção e execução de intervenções futuras eficientes.

1.2 Objetivos e metodologia

O principal objetivo da presente dissertação é contribuir para a expansão do conhecimento acerca das chaminés industriais de alvenaria de tijolo de barro vermelho e, subsequentemente obter dados que auxiliem a melhorar as metodologias de intervenção. Com vista à eficiente conservação das chaminés industriais de alvenaria de tijolo existentes em Portugal, os objetivos mais específicos são: (1) a realização de um levantamento e mapeamento, tão exaustivo quanto possível, das chaminés industriais de alvenaria de tijolo em território nacional e (2) a caracterização geral deste tipo de chaminés, relativamente a principais anomalias e intervenções realizadas nestas construções, à sua geometria e materiais utilizados.

Para a realização do levantamento de chaminés em território português, e tendo por base uma perspetiva de ciência e cidadania, recorreu-se às metodologias colaborativas. Assim, foram criadas plataformas *online* de recolha de contributos e divulgação de informação. Foi também elaborado um mapa colaborativo que permitiu incorporar localizações, fotografias e dados gerais acerca das chaminés industriais identificadas em Portugal.

Procedeu-se ainda a uma caracterização geral das chaminés industriais de alvenaria de tijolo com base na bibliografia consultada.

Numa tentativa de auxiliar trabalhos futuros, foi elaborada uma ficha de caracterização e diagnóstico das chaminés industriais de alvenaria de tijolo. A ficha possui um registo informativo que possibilita uma análise integrada que poderá ser vantajoso para intervenções futuras. Esta ficha foi aplicada a alguns exemplares localizados em Lisboa e no Montijo.

Ainda respeitante à caracterização das chaminés, foi acompanhado um trabalho solicitado ao Laboratório Nacional de Engenharia Civil (LNEC) pela Câmara Municipal do Montijo. Este trabalho visa a realização de inspeção e diagnóstico de uma chaminé no Montijo e averiguação do seu estado de conservação. Em função do referido estudo, no qual a autora colaborou nas fases de recolha de amostras e ensaios laboratoriais, são apresentados os resultados de uma análise do teor de humidade e da higroscopicidade do material recolhido.

Complementando os trabalhos realizados pelo Laboratório Nacional de Engenharia Civil, foi realizada uma campanha experimental para averiguação de características físicas e mecânicas do material da chaminé estudada e de outras chaminés similares. Os resultados obtidos foram posteriormente analisados e comparados com valores encontrados na bibliografia existente.

A presente dissertação estuda as características destas chaminés focando-se numa perspetiva de durabilidade dos materiais.

A presente dissertação está integrada no projeto DB-HERITAGE - Database of building materials with historical and heritage interest (PTDC/EPH-PAT/4684/2014), coordenado pelo LNEC e financiado pela Fundação para a Ciência e a Tecnologia. Amostras recolhidas de chaminés consideradas mais significativas serão disponibilizadas para musealização no âmbito do projeto. As iniciativas desenvolvidas na dissertação foram divulgadas na página do projeto que tem como objetivo criar uma base de dados documental e de materiais de construção com interesse histórico e patrimonial.

No âmbito da pesquisa inicial e das iniciativas colaborativas elaboradas no presente estudo, os dados obtidos foram disseminados através da apresentação de um poster e resumo alargado apresentado no

congresso PATRIMA 2016 (Cardoso et al. 2016) e da apresentação oral e publicação de um artigo no congresso internacional IMArTe 2017 (Cardoso et al. 2017).

1.3 Organização da dissertação

A presente dissertação está organizada em cinco capítulos. No primeiro capítulo apresenta-se o tema, é realizado um breve enquadramento e expostas as motivações de desenvolvimento do presente estudo. Neste capítulo, apresenta-se ainda os objetivos e a metodologia de trabalho.

No segundo capítulo, é realizada uma introdução ao tema das chaminés industriais de alvenaria de tijolo. Para efeito, faz-se um enquadramento histórico destas construções, sendo ainda apresentados alguns estudos realizados anteriormente sobre as chaminés. Por fim, é realizada uma caracterização geral destas construções.

No terceiro capítulo, são apresentadas as iniciativas concretizadas baseadas na ciência cidadã e os resultados obtidos. É, neste sentido, apresentado o levantamento colaborativo realizado sobre as chaminés industriais de alvenaria de tijolo em Portugal.

O quarto capítulo consiste na apresentação da campanha experimental realizada *in situ* e em laboratório. A campanha experimental *in situ* foi realizada em dois exemplares no montijo, em diferentes estados de conservação. Já em laboratório foram analisadas amostras recolhidas de seis chaminés, nos distritos de Lisboa e Setúbal. As amostras foram recolhidas do chão, junto de cada exemplar.. São apresentados e analisados os resultados da campanha experimental e comparados os valores obtidos com os valores estudados na bibliografia consultada-

Por fim é feita uma breve introdução às fichas de caracterização e diagnóstico preenchidas com os resultados obtidos na campanha experimental.

Por fim, o quinto e último capítulo apresenta as conclusões do trabalho realizado e algumas propostas para desenvolvimento futuro.

As referências bibliográficas mencionadas ao longo do presente texto são apresentadas no seguimento das conclusões. O documento contém ainda um corpo de quatro anexos, compostos pelos resultados obtidos através das iniciativas de ciência cidadã (Anexo A), as fichas de caracterização preenchidas para cada caso estudado, tanto *in situ* como em laboratório (ANEXO B) os resultados da campanha experimental (Anexo C) e um desenho do projeto original da chaminé Mundet & Cia Lda (ANEXO D)

2. Chaminés industriais de alvenaria de tijolo

2.1 Enquadramento histórico

A revolução industrial, iniciada em meados do século XVIII, em Inglaterra, foi um impulsionador do desenvolvimento económico e social. Foi responsável por um grande progresso tecnológico e por importantes mudanças no modo como a sociedade se organizava. Um dos principais impulsionadores da revolução industrial foi a descoberta do motor a vapor. Esta descoberta aumentou as taxas de produção e os lucros, o que levou a um aumento do investimento na indústria. As caldeiras a vapor e os fornos, que faziam parte de muitos processos industriais, precisavam de chaminés de grande altura que, por um lado, permitissem expelir os fumos e gases nocivos a um nível que não afetasse a população e, por outro lado, que auxiliasse no processo de combustão (Pallarés et al., 2009). Para tal construíram-se chaminés de tijolo cerâmico e argamassa de cal (ou cimento, já no século XX).

As chaminés industriais de alvenaria de tijolo, primeiramente construídas em Inglaterra, aquando da substituição dos fornos artesanais pelos fornos Hoffman¹, rapidamente proliferaram por toda a Europa e, posteriormente, pelo mundo. Inicialmente eram construídas com dimensões modestas, mas a expansão da atividade industrial levou a um maior cuidado na tomada de decisão acerca das suas características. A sua conceção começou a ter em consideração o volume de fumo produzido, o tipo de fumo expelido, por exemplo se seriam fumos tóxicos ou não, a proximidade com as cidades e as condições do meio envolvente (Pallarés, 2011).

Em Portugal, as chaminés começaram a surgir no final do século XIX, incorporadas em espaços industriais erguidos, pouco a pouco, por todo o país. Estes complexos industriais eram geralmente construídos nas proximidades de linhas ferroviárias ou portos, de modo a facilitar o transporte e escoamento dos produtos fabricados. Com o desenvolvimento da tecnologia, aliado à mudança de produtos consumidos, muitas das indústrias foram desaparecendo e muitas fábricas encerradas ou utilizadas para outros fins. Este facto, juntamente com a progressiva generalização do betão armado, levou ao crescente desuso das chaminés de alvenaria de tijolo. No entanto, muitos exemplares foram mantidos pelo seu valor histórico, representando uma lembrança do passado. Hoje em dia é possível observar várias chaminés por todo o país, muitas vezes, já sem a respetiva fábrica, estando inseridas junto de edifícios, praças ou jardins. (Figura 2.1).

Embora estas estruturas possam, em certos casos, ser socialmente apreciadas, em outros casos, não têm a atenção devida e são deixadas ao abandono, o que contribui para a sua degradação global.



Figura 2.1 - Chaminés inseridas numa urbanização, em Setúbal (à esquerda) e uma chaminé junto a um edifício, no Montijo (à direita).

¹ Forno Hoffman – Forno de funcionamento contínuo, constituído por vários compartimentos onde o material cerâmico é cozido de forma contínua.

2.2 A importância da conservação do património industrial

O património industrial está geralmente associado à época histórica da Revolução Industrial. No entanto, esta época terá sido apenas o momento de mudança e transformação que levou ao desenvolvimento da indústria (IHRU, 2008), sendo integrados neste conceito os vestígios técnico-industriais, os equipamentos técnicos, os edifícios, os produtos, os documentos de arquivo e a própria organização industrial [W1]², que pela sua atividade no passado, levaram ao desenvolvimento das comunidades. Diz, então, respeito aos vestígios deixados pela indústria que outrora teriam um papel ativo e fundamental na vida de uma da sociedade.

O património industrial representa uma importante ligação do presente ao passado, preservando para as gerações futuras as transformações científicas e a evolução económica, social, cultural e técnica que se foi processando ao longo dos tempos (IHRU, 2008), permitindo conhecer o passado, enriquecer o presente e construir o futuro. Por este motivo, pode ter um importante valor social e torna-se fundamental a sua salvaguarda.

“O património industrial representa o testemunho de atividades que tiveram e que ainda têm profundas consequências históricas. As razões que justificam a proteção do património industrial decorrem essencialmente do valor universal daquela característica, e não da singularidade de quaisquer sítios excecionais” (Tagil, 2003).

A preocupação com a proteção do património industrial tem vindo a ganhar importância ao longo dos tempos. Existe também uma crescente consciencialização de que o património material e imaterial tem um grande valor para a sociedade, seja em termos históricos, tecnológicos, sociais, culturais, arquitetónicos ou científicos (Tagil, 2003). Esta preocupação tem a sua génese em Inglaterra, após a destruição de inúmeras fábricas durante a Segunda Guerra Mundial [W1].

Em Portugal, o interesse pela preservação do património industrial tem vindo a ganhar expressão não só junto de associações relacionadas como o património, como a Associação Portuguesa de Arqueologia Industrial (APAI) e a Associação Portuguesa para o Património Industrial (APPI), como entre as pessoas em geral.

A conservação do património está profundamente ligada ao seu significado e aos valores que lhe são atribuídos, pois à partida, o que não tem valor não tem interesse em ser preservado (Mason, 2000). É, então, necessário entender que valores são atribuídos ao património. Esta avaliação é um fator decisivo na forma de atuar perante o património e para que as ações de conservação sejam as mais apropriadas. (Mason, 2000).

Algumas perguntas podem ser feitas acerca da preservação das chaminés aqui tidas como objeto de estudo, nomeadamente as seguintes: porque é que tantas fábricas são destruídas aquando a cessão da sua atividade industrial, e não reutilizadas para outros fins, sendo em muitas situações apenas mantidas as chaminés? O património industrial não deveria ser preservado na sua integridade? Estas questões podem insinuar um conflito entre a crescente urbanização dos espaços e a evolução da sociedade com a vontade de preservar o património industrial. Com a presença da chaminé é possível imaginar o que uma vez, nesse local, terá sido um ambiente de trabalho, observando as transformações entretanto ocorridas. As chaminés são também um marco na paisagem, dando caráter e identidade aos espaços. E, eventualmente, sensibilizando algumas pessoas e organizações de defesa do património, ou mesmo aquelas que de algum modo estiveram ligadas a um dado passado industrial.

² A bibliografia consultada *online* será referenciada com o indicativo W e apresentada nas referências bibliográficas com a respetiva numeração.

O valor artístico atribuído às chaminés é evidente. Além de ser um elemento esbelto e imponente, a maioria das chaminés, quando construídas, eram ornamentadas na coroa, como uma "marca de autor", como é mostrado na Figura 2.2 (à esquerda). Por vezes, também o fuste era construído por forma a destacar-se entre os demais e tornar-se um elemento muito interessante. A Figura 2.2 (à direita) mostra um exemplo.



Figura 2.2 - Exemplo de uma coroa ornamentada (à esquerda) e de um fuste (à direita) (imagem da direita retirada de Pallarés et al, 2011).

Com a crescente preocupação com a preservação do património surge a necessidade de novas ideias e estratégias que promovam intervenções de conservação corretas e bem fundamentadas. Uma das estratégias fundamentais é um inventário que enumere todas as informações pertinentes sobre o objeto em estudo.

“O inventário constitui uma componente fundamental do estudo do património industrial. O inventário completo das características físicas e das condições de um sítio deve ser realizado e conservado num arquivo público, antes de ser realizar qualquer intervenção (...). Os inventários devem incluir descrições, desenhos, fotografias, e um registo em vídeo do referido sítio industrial ainda em funcionamento, com as referências das fontes documentais existentes. As memórias das pessoas que aí trabalharam constituem uma fonte única e insubstituível e devem ser também registadas e conservadas, sempre que possível.” (Tagil, 2003).

2.3 Síntese de estudos anteriores sobre chaminés industriais de alvenaria de tijolo

As chaminés industriais de alvenaria de tijolo, aquando o seu aparecimento, eram construídas tendo em conta apenas a principal função para a qual seriam utilizadas: a remoção dos fumos das fábricas. Assim, é provável que não resultassem de grandes estudos e dimensionamento minucioso.

Contudo, com a grande expansão da indústria começam a surgir, no fim do século XIX, as primeiras publicações técnicas de apoio à construção de chaminés (Pallarés et al. 2011)

Alexandre Gouilly escreve, em 1876, a “Théorie sur la stabilité des hautes cheminés en maçonnerie” numa tentativa de melhoria das suas características e funcionamento (Pallarés et al., 2011). Contudo, esta publicação só tem em consideração o peso próprio da estrutura e a ação do vento. Nessa altura, a ação dos sismos não era uma preocupação, pelo que não era tida em conta no dimensionamento destas estruturas.

O manual de Antonio Álvarez, “Manual del Ingeniero”, de 1904, apresenta novas instruções e recomendações, relativamente à geometria das chaminés, que têm em conta o volume de fumo a ser

expelido e as suas características, o tipo de indústria que a chaminé serve e a sua proximidade com as cidades (Pallarés et al., 2011).

Mais tarde, devido à evolução da tecnologia e ao abandono de várias indústrias, muitas fábricas encerraram e embora muitas chaminés tenham sido mantidas por motivos históricos, sociais ou artísticos, muitas destas construções têm sido negligenciadas e, cada vez mais, se encontram exemplos em estado de degradação muito avançado. A falta de conhecimento e estudos científicos acerca destas construções, despertou uma nova preocupação acerca da sua salvaguarda. Isto levou a que investigadores e especialistas se dedicassem ao estudo das chaminés de alvenaria. Consequentemente, observa-se o surgimento de publicações científicas e de estudos mais aprofundados acerca do estado de conservação das chaminés, principalmente na Europa, em países como Portugal, Espanha e Itália.

Em 1955, G. Riva e A. Zorgno publicaram uma comunicação sobre as características estruturais e problemas de reparação das chaminés (Riva et al., 1955), onde são explicadas as suas principais características geométricas e métodos construtivos, assim como os principais problemas encontrados e os critérios para a sua resolução.

Em 2003 é publicado um livro com diretrizes para a inspeção de chaminés industriais (Hertlein, 2003), no qual são abordados vários tipos de chaminés existentes e são fornecidas indicações para a correta inspeção e diagnóstico destas construções.

Após a cessão das fábricas e abandono da respetiva indústria, *“muitas fábricas começaram a ficar rodeadas de habitações, o que por vezes levou à sua demolição para permitir mais crescimento urbano”* (Pallarés et al. 2009), sendo que muitas destas construções foram perdidas desta maneira. No entanto, algumas autoridades locais, preservaram as chaminés das fábricas demolidas devido ao seu interesse histórico. De modo que, atualmente é possível ver exemplares próximos de edifícios residenciais. O desejo de preservar essas construções históricas e o fato de frequentemente estarem localizados muito perto de edifícios residenciais, levantou algumas questões de segurança e consequentemente ao estudo de sua resistência (Pallarés et al., 2009).

Mais tarde, começa então a surgir a preocupação com a resistência das chaminés a ações dinâmicas. Esta questão comporta algumas dificuldades principalmente relacionadas com a definição precisa da geometria da estrutura ou das características dos materiais. Este problema, bastante comum em trabalhos relacionados com alvenaria, pode levar a resultados imprecisos. Os estudos relacionados com resistência estrutural são efetuados com recurso a modelos numéricos. Para a calibração destes modelos são realizados ensaios *in situ* para determinação das características mecânicas da estrutura ou, quando tal não é possível, são usados valores teóricos obtidos por outros autores para materiais similares. Na realidade, a maioria da bibliografia encontrada, apresentada no Quadro 2.1, usa valores teóricos para a modelação das chaminés, em vez de realizar ensaios que permitam determinar com clareza as propriedades do material.

A bibliografia consultada aborda as características gerais das chaminés, a sua história em termos gerais e superficiais, os principais problemas relacionados com estas construções, as intervenções habituais e a modelação das chaminés em programas informáticos para análise dinâmica. Em Portugal, foram encontrados estudos sobre chaminés em Ermesinde, Guimarães, Bragança e Arouca.

Quadro 2.1 - Propriedades adotadas na bibliografia existente.

Referência bibliográfica	Localização	Material	d (kg/m ³)	E (Gpa)	fc (Mpa)	ft (Mpa)	v	Método	Referência utilizada
Lopes et al. 2010	Ermesinde e Ribeira Grande			1,43				Ensaio de identificação dinâmica	
Lopes et al. 2009	Ermesinde			1,43				Ensaio de identificação dinâmica	
Lopes et al. 2009	Ermesinde			1,43				Ensaio de identificação dinâmica	
Ramos et al. 2013	Guimarães	Alvenaria	1600	1			0,2	Teórico. Sem referência	
Lourenço et al. 2002	Bragança	Alvenaria		0,5	2			Teórico. Sem referência	
Lourenço 2006	Arouca	Alvenaria	1800	1	1	0,2	0,2	Teórico. Com referência	Roque, J., (2002)
Ivorra 2014	Alicante (Fábrica La Paz)	Tijolo		5,3	17,7			Teórico. Com referência	EN 1996-01 (2005)
		Argamassa		0,545	3,1				
Ivorra et al. 2015	Alicante (Fábrica La Paz)	Tijolo		5,3	17,7			Teórico. Com referência	EN 1996-01 (2005)
		Argamassa		0,545	3,1				
Bru et al. 2015	Alicante (Fábrica La Paz)	Alvenaria fraca		0,641	0,6			Teórico. Com referência	EN 1996-01 (2005)
		Alvenaria média		2,248	2,2				
		Alvenaria forte		4,27	4,3				
Pallarés et al. 2009	Valência	Alvenaria	1600	0,68	6,5	0,2	0,2	Teórico. Com referência	Gouilly, A (1876); Álvarez, A. (1904); Mazzocchi, L. (1965)

Continuação na página seguinte.

Continuação do Quadro 2.1

Referência bibliográfica	Localização	Material	d (kg/m ³)	E (Gpa)	fc (Mpa)	ft (Mpa)	v	Método	Referência utilizada
Pallaré et al. 2010	Valência	Alvenaria	1600	5,886	0,6375	0,1962	0,2	Teórico. Com referência	Esselborn, C. (1952)
Bru et al. 2015	Alicante	Alvenaria	1600	1,1	6,3	0,48		Teórico. Com referência	Não apresenta a referência do texto
Pallarés et al. 2011	Chaminés em Espanha	Alvenaria	1600	6	6,5	0,2	0,2	Teórico. Sem referência	
Pallarés et al. 2009	Espanha	Alvenaria	1600	0,65	6,5	0,2	0,2	Teórico. Com referência	Esselborn, C (1952); Álvarez, A. (1904)
Minghini et al. 2014	Ferrara	Alvenaria	1800	1,5	0,9			Ensaio em laboratório	
Minghini et al. 2016	Ferrara	Alvenaria		1,5	3,5	0,1	0,15	Teórico. Sem referência	
Bertolesi et al. 2015	Ferrara	Alvenaria		1,5	3,5	0,1	0,15	Teórico. Com referência	Italian Ministry of Infrastructure and Transport (2008); Minghini et al. (2004)
Longarini et al. 2014	Itália	Alvenaria		0,1219	4,96			Ensaio com flat jacks	
Alpaslan et al. 2014	Turquia	Alvenaria	1600	5,886			0,2	Teórico. Sem referência	
Pallarés et al. 2006	Chaminé genérica		1600	5,886	6,3765	0,1962	0,2	Teórico. Com referência	Gouilly, A., 1876

2.4 Tipologias e materiais

As chaminés industriais são construções que têm como função expelir os gases provenientes da laboração das fábricas onde se inserem. Relativamente à sua tipologia, podiam ser chaminés que expeliam gases perigosos provenientes de indústrias com produtos tóxicos, o que obrigava a uma lei específica para a sua implantação. Estas chaminés não podiam ser implantadas próximo de edificações. Outro tipo de chaminés seriam as chaminés associadas aos fornos, contínuos ou descontínuos, e que não necessitavam de lei para a sua construção, devido à natureza não tóxica dos gases expelidos. Existiam ainda as chaminés responsáveis por expelir os gases tóxicos provenientes de minas. Estas chaminés eram construídas em pedra e tinham de ser construídas afastadas das minas devido à toxicidade dos gases associados à exploração destas, como enxofre, cobre ou chumbo.

Os materiais utilizados na sua construção, assim como a sua geometria, podem ter uma grande diversidade. Inicialmente eram construídas em alvenaria de tijolo ou pedra, embora em Portugal tenha sido amplamente utilizada a alvenaria de tijolo para estas construções, e raramente utilizada a alvenaria de pedra. Mais tarde, com o surgimento de novos métodos construtivos e materiais, começam a surgir chaminés em betão armado. É ainda possível encontrar chaminés em estrutura metálica e até mesmo com

a utilização de dois tipos de materiais. A Figura 2.3 mostra uma chaminé com alvenaria de pedra na parte inferior e alvenaria de tijolo cerâmico na parte superior. Estas chaminés eram comuns em Inglaterra.



Figura 2.3 - Chaminé com dois tipos de alvenaria, em Inglaterra [W2].

A presente dissertação refere-se às chaminés de alvenaria de tijolo. Os tijolos usados nestas construções são tijolos maciços e podem ser de argila vermelha (Figura 2.4 – à esquerda) ou, para resistência a temperaturas muito elevadas, tijolos refratários (Figura 2.4 – à direita). Estes últimos são muitas vezes utilizados para a realização de uma camada interna. Em relação à sua forma, os tijolos podem ser retos (Figura 2.5 – à esquerda), curvos (Figura 2.5 – ao centro) ou com forma de cunha (Figura 2.5 – à direita). Estas chaminés eram inicialmente construídas em alvenarias com argamassas de assentamento de cal, inicialmente aérea e posteriormente com propriedades hidráulicas. Quando o cimento de Portland apareceu (em Portugal, durante a primeira metade século XX) as juntas das chaminés começaram a ser feitas com este material.



Figura 2.4 - Tijolo de barro vermelho (à esquerda) e tijolo refratário (à direita).



Figura 2.5 - Tijolo reto (à esquerda), tijolos curvos (ao centro) e tijolo com forma de cunha (à direita).

2.5 Constituição e geometria das chaminés

A estrutura das chaminés é dividida em três partes distintas, geralmente de fácil distinção. Fazem parte da sua constituição a base, o fuste e a coroa. A base (Figura 2.6 - à esquerda) é a parte inferior da chaminé, onde normalmente se localiza a entrada para o interior para operações de limpeza e manutenção. A base garante ainda a transmissão das cargas para as fundações. O fuste (Figura 2.6 - ao centro) é o componente mais importante da chaminé, e garante a condução dos gases para o exterior. A sua altura é variável e normalmente tem forma cónica. Finalmente a coroa (Figura 2.6 - à direita) é o elemento do topo da chaminé. A função deste elemento é puramente ornamental. Muitos construtores usavam a coroa como a sua marca de distinção (Pallarés et al., 2011). A Figura 2.7 ilustra a constituição das chaminés.

Importa ainda referir que a estes constituintes se junta a fundação. Em Portugal, as fundações eram geralmente blocos de granito em planta quadrangular ou circular. As suas dimensões dependiam da altura da chaminé, das cargas a que estaria sujeita e das características do terreno onde seria construída (Lopes, 2009).



Figura 2.6 - Base (à esquerda), fuste (ao centro) e coroa (à direita).

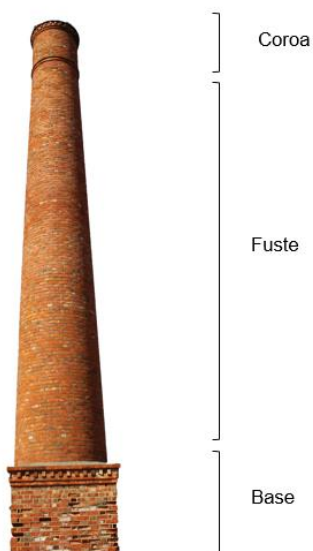


Figura 2.7 - Constituição das chaminés.

A secção transversal do fuste pode assumir várias formas, tal como circular (a mais comum), quadrada ou mesmo octogonal. A base da chaminé pode ter a mesma secção transversal do fuste ou uma secção diferente. Exemplos de diferentes tipos de secções transversais e de aparelhos da alvenaria são

apresentados na Figura 2.8. Pode ser observado que a disposição dos blocos na alvenaria pode variar, assim como a espessura da parede da chaminé, dada pelo número de tijolos e pela sua distribuição. Os tijolos curvos ou tijolos com forma de cunha são específicos para chaminés circulares.

A altura mínima permitida para as chaminés industriais é de 10 m e normalmente varia entre 20m e 50m. Contudo, é possível encontrar exemplares com alturas muito maiores, chegando a 100m. A altura das chaminés dependia de diversos fatores, como o vento predominante, o tipo de indústria, a topografia e a proximidade de cidades próximas (Pallarés et al, 2011).

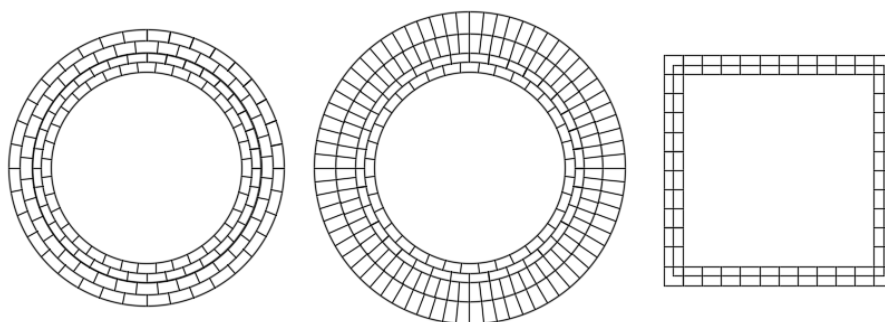


Figura 2.8 - Exemplos de seções transversais das chaminés.

2.6 Método construtivo

As chaminés industriais de alvenaria de tijolo eram construídas sem grandes estudos preliminares. Eram construídas pelo seu interior em patamares sucessivos de altura constante. Em cada patamar eram colocados suportes de madeira para subida dos trabalhadores em altura (Figura 2.9). No interior das chaminés colocavam-se degraus metálicos para permitir, não só a descida dos operários após a construção da chaminé, mas também para posteriores intervenções de manutenção e limpeza em altura. As paredes exteriores das chaminés podiam ter espessura variada, assim como a sua composição geométrica. Podiam ainda ser providas de caixa de ar entre camadas, prevenindo posteriores danos devidos aos gradientes térmicos.

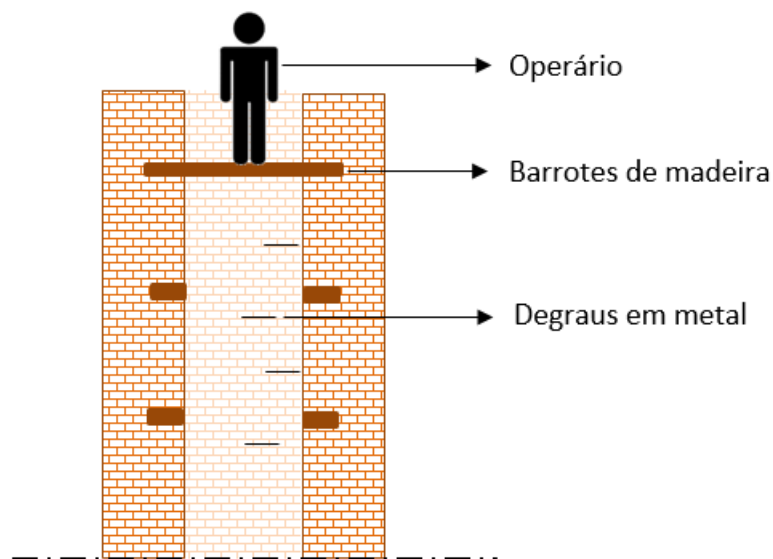


Figura 2.9 - Método construtivo das chaminés.

2.7 Principais anomalias

As principais anomalias encontradas em muitos exemplares de chaminé, são uma das provas da falta de manutenção e cuidados de que estas construções têm sido alvo. Os principais problemas, visíveis à primeira vista em muitos exemplares são as **fendas** ao longo da estrutura de alvenaria, a **perda de verticalidade** do fuste, a **perda de material resistente** na estrutura, **eflorescências** e **danos acentuados na coroa**. (Pallarés, 2011). De seguida são descritas estas anomalias e as suas possíveis causas.

2.7.1 Fendas na estrutura de alvenaria

É possível a ocorrência de fendas nos três componentes das chaminés, normalmente com padrões de fendilhação distintos (Ivorra, 2014).

Ao longo do fuste, normalmente ocorrem fendas na direção vertical, podendo por vezes ter direção em ziguezague. Este tipo de fendas é mais comum na parte superior do fuste e a sua dimensão é normalmente homogénea (Ivorra, 2014). A Figura 2.9 mostra este tipo de fendas ao longo do fuste, em duas chaminés distintas. É possível observar na Figura 2.9 (à esquerda) uma direção da fenda aproximadamente vertical, enquanto na Figura 2.9 (à direita) a fenda propaga-se numa direção menos regular, apresentando um padrão em ziguezague.

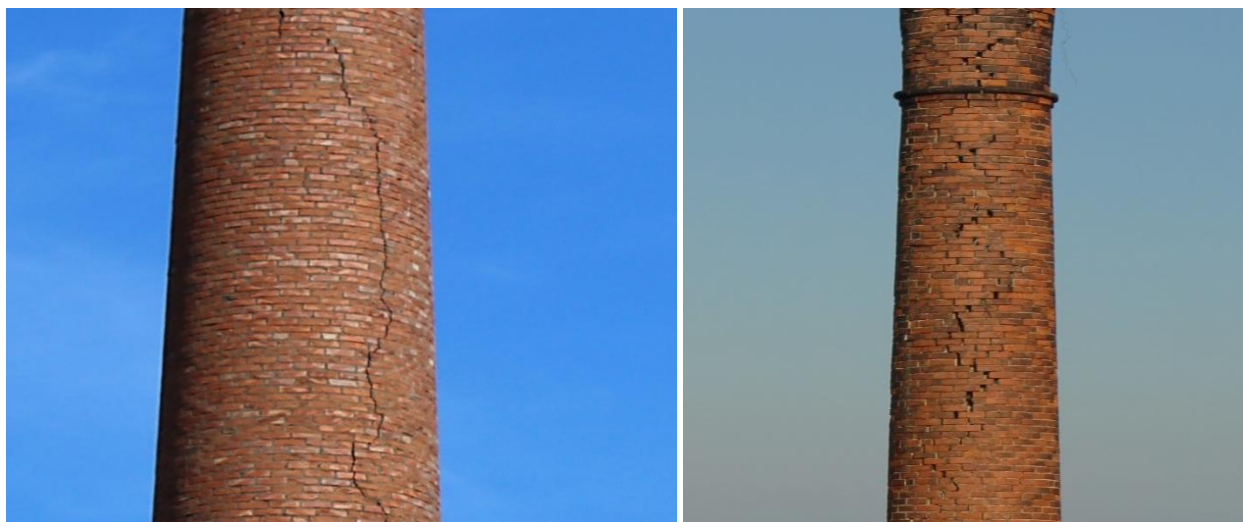


Figura 2.10 - Fenda com direção aproximadamente vertical (à esquerda) e fenda com direção em ziguezague (à direita).

Na base da chaminé é possível observar fendas semelhantes às do fuste, e normalmente ocorrem em zonas frágeis, como nos cantos da entrada para o interior da chaminé.

O aparecimento de fendas na alvenaria pode ser devido aos gradientes térmicos a que a chaminé estaria sujeita aquando a sua utilização, devido à combustão e exaustão de gases a altas temperaturas. Estes processos sujeitavam a alvenaria a altas temperaturas. Quando se concluía a combustão, a temperatura diminuía rapidamente. Este processo gerava tensões capazes de originar fendas de diversas magnitudes (Patinõ et al., 2017).

Naturalmente, o aparecimento de fendas na estrutura pode estar também relacionado com outros problemas estruturais, como problemas nas fundações, a perda de verticalidade do fuste ou perda parcial de material.

2.7.2 Perda de verticalidade do fuste

Em muitos casos, o fuste da chaminé sofre perda de verticalidade, sendo por vezes bastante visível a inclinação para um lado, como mostra a Figura 2.10. Este problema pode ser devido a problemas nas fundações, a efeitos térmicos ou higrótérmicos (Pallarés, 2011), ou diferença nos tempos de secagem da argamassa devido à direção predominante do vento, sendo esta causa a mais frequente. É ainda possível que esta anomalia seja resultado de métodos construtivos defeituosos.



Figura 2.11 - Chaminés em Valência-Espanha. Perda de verticalidade no fuste das chaminés. (Ivorra, 2014).

2.7.3 Perda de material resistente

Outro problema bastante comum nas chaminés industriais de alvenaria de tijolo desprovidas de ações de manutenção é a perda geral de material resistente, ou seja, tijolo e argamassa. Um exemplo desta anomalia é apresentado na Figura 2.11.

Um fator importante para este problema são as ações químicas e físicas a que as chaminés são sujeitas. Estas ações podem ocorrer durante o tempo de vida útil da chaminé ou quando já se encontram inativas.

A argamassa utilizada neste tipo de construções era concebida com fraca resistência aos ácidos, o que torna estas estruturas bastante suscetíveis à corrosão associada à condensação de ácidos quando existiam mudanças nas condições de operação, por exemplo mudança do combustível utilizado para a combustão. Assim, a degradação da argamassa na alvenaria pode ser devida a reações químicas com o fumo ou contaminação de agentes externos (Ivorra, 2014). Ou seja, as reações químicas dos fumos expelidos com a argamassa podem causar danos na parede interior da chaminé, enquanto na parede exterior podem ocorrer problemas devidos a reações químicas das chuvas ácidas com a cal presente na argamassa.

As reações químicas, assim como a presença de sais nos materiais, pode originar eflorescências e consequentemente causar danos no material, levando à sua deterioração. Quando a chaminé se encontra inativa, a ocorrência de ciclos gelo degelo pode ser bastante prejudicial, levando a danos nos no material, sendo que neste caso, a face norte será a mais (Riva et al., 1995).

Importa referir que a perda de material resistente pode levar ao aparecimento de fendas, ou à inclinação do fuste.

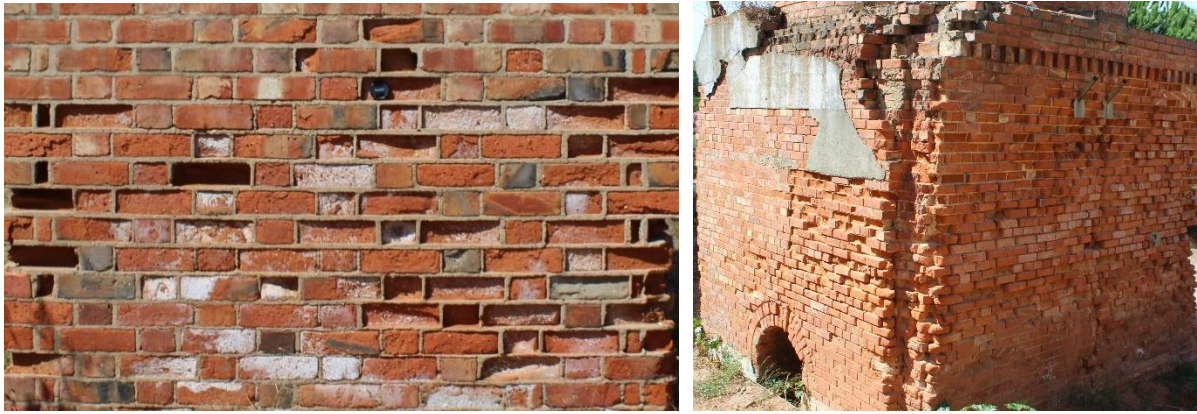


Figura 2.12 - Perda de material resistente.

2.7.4 Danos na coroa

A coroa é normalmente o primeiro elemento da chaminé a sofrer danos, sendo o elemento mais suscetível às ações dinâmicas como o vento ou sismos. Em alguns casos, a destruição da coroa é originada por relâmpagos que atingem a estrutura. Os gradientes térmicos a que a estrutura estaria sujeita aquando a sua utilização são também um fator a ter em conta, pois poderiam provocar expansões no material e por conseguinte levar à sua decadência. A Figura 2.12 ilustra alguns exemplos desta problemática.



Figura 2.13 - Exemplos de coroas danificadas (Imagem à direita de Santos et al., 2016).

Importa referir que, muitas vezes uma das anomalias apresentadas acima leva ao aparecimento de outras, sendo muitas vezes dependentes umas das outras.

2.8 Principais intervenções

Como referido anteriormente, muitas das intervenções realizadas nestas construções revelam-se bastante danosas ao invés de benéficas. As principais ações de reparação realizadas nas chaminés são apresentadas de seguida e analisadas as suas utilizações.

2.8.1 Sistema de amarração com cintas

Esta solução consiste na colocação de cintas metálicas ou de polímeros reforçados com fibra ao longo da altura do fuste e é normalmente utilizada quando existem fendas verticais na estrutura devidas aos gradientes térmicos. Esta solução não tem como principal função atribuir estabilidade à estrutura pelo que não é indicada quando existe perda de verticalidade, assim como não é apropriada quando existe assentamento diferencial das fundações (Ivorra, 2014). A Figura 2.14 mostra dois tipos de cintas utilizadas neste tipo de intervenções.



Figura 2.14 - Chaminé com cintas metálicas (à esquerda) e chaminé com cintas de FRP (à direita-SIKA Company Catalogue citado por Pallarés et al. 2011).

2.8.2 Encurtamento da chaminé

O encurtamento da chaminé é uma solução adotada em casos em que a estabilidade geral da estrutura não esta assegurada. É aplicada quando existem fendas verticais na estrutura devido aos gradientes térmicos, quando o estado de degradação é bastante elevado. Quando a estrutura se encontra inclinada, esta solução nem sempre é adequada, sendo necessária uma análise da área afetada (Ivorra, 2014).

Quando existe assentamento progressivo da fundação da chaminé, esta intervenção é a única solução apropriada (Ivorra, 2014).

Um exemplo desta intervenção é apresentada na Figura 2.15, onde se procedeu ao encurtamento de uma chaminé com graves danos na sua parte superior, após um sismo em Itália (Bertolesi et al., 2015).



Figura 2.15 - Chaminé em Itália antes e após encurtamento (Bertolesi et al., 2015).

2.8.3 Reposição de material resistente

Quando existe zonas da estrutura com falhas de material, normalmente após inspeção e diagnóstico dos problemas existentes é reposto o material em falta. Quando possível é reposto o material original, em situações em que existam tijolos disponíveis junto da chaminé em boas condições. Quando tal não é exequível, é utilizado material semelhante. Importa referir, que a compatibilidade dos materiais é um fator de primordial importância e por vezes não é tido em conta, sendo possível observar que as intervenções efetuadas são ineficientes.

Muitas vezes é possível observar os diferentes tipos de materiais utilizados nas intervenções de reparação, como mostra a Figura 2.16. É de referir que a zona intervencionada, com os tijolos de coloração diferentes, possui já fendas, o que pode significar que nem todas as anomalias foram resolvidas aquando da intervenção realizada, ou mesmo incompatibilidade dos materiais antigos com os colocados posteriormente.



Figura 2.16 - Chaminé em Matosinhos com zonas de tijolos distintos [W3].

3. Contributo da ciência cidadã para o levantamento das chaminés em Portugal

3.1 Enquadramento

O conceito de ciência cidadã é multidisciplinar, podendo ser aplicado a diversas matérias, e consiste numa abordagem de investigação que inclui os cidadãos nos projetos científicos, nomeadamente no apoio à recolha de dados. Os cidadãos participam de forma ativa, consciente e voluntária, em iniciativas colaborativas, que são por definição uma técnica que une vários grupos de indivíduos e promove a partilha de conhecimento e ideias entre eles sobre uma matéria específica para uma abordagem mais esclarecedora e enriquecedora [W4]. Os participantes fornecem contributos a partir dos quais são produzidos resultados científicos. O principal objetivo desta perspetiva é beneficiar tanto os cidadãos como os projetos científicos. É, portanto, uma abordagem que conta com o envolvimento dos cidadãos em um projeto.

Os projetos de ciência cidadã contam com a participação dos cidadãos sob a forma de contribuidores, colaboradores ou líderes de projetos, por forma a que tanto os cientistas como os cidadãos possam beneficiar de uma metodologia colaborativa que gera um novo conhecimento e possibilidade de compreensão de um dado fenómeno [W5].

“A ciência cidadã é considerada como uma abordagem de investigação como qualquer outra, com limitações e enviesamentos que devem ser considerados e controlados. Contudo, ao contrário das outras abordagens científicas tradicionais, a ciência cidadã providencia oportunidades para um maior envolvimento do público e uma democratização da ciência” [W5].

Este conceito é relativamente recente e, embora possa ser aplicado a diversas matérias, são os projetos relacionados com a biodiversidade, ambiente e saúde que mais têm utilizado esta abordagem.

Um dos objetivos da presente dissertação foi realizar uma iniciativa de ciência cidadã procurando envolver as pessoas interessadas no tema do património industrial e, mais especificamente, no das chaminés de alvenaria de tijolo. Visou-se a contribuição de indivíduos interessados no tema, através da colaboração no levantamento e fornecimento de informações sobre as chaminés industriais em alvenaria de tijolo distribuídas em território nacional.

3.2 Iniciativas de ciência cidadã aplicada às chaminés industriais de alvenaria de tijolo

O presente capítulo apresenta as iniciativas já existentes, bem como aquelas que foram desenvolvidas ao longo do presente estudo e que tiveram como objetivo mais amplo recolher informação e contribuir para a preservação das chaminés industriais de barro vermelho.

As iniciativas concebidas tiveram por base uma perspetiva de ciência cidadã e tiraram partido de metodologias colaborativas. Assim, o ponto 3.2.1 apresenta as plataformas *online* existentes que abordam o tema das chaminés industriais de alvenaria de tijolo e a sua conservação. O ponto 3.2.2 expõe as iniciativas criadas no âmbito da presente dissertação e seguidamente, no ponto 3.2.3 são apresentados e analisados os resultados obtidos.

3.2.1 Iniciativas existentes

A crescente preocupação com a preservação das chaminés industriais é bem evidente e possível de comprovar pelos diversos sítios *online* que divulgam o valor histórico, social e artístico atribuído a estas

construções. Entre muitos destes *sites*, é possível encontrar um *blog* sobre as chaminés no Montijo [W6], onde são apresentadas as várias chaminés ainda existentes e indicadas as antigas fábricas a que pertenciam. Neste *blog* é enfatizado que "as chaminés das antigas fábricas integradas no urbanismo da cidade de Montijo, são um elemento decorativo e um património histórico" [W6]. Outro *blog* foi publicado pela Divagares em 2014 [W7] sobre a história da indústria de conservas em Setúbal, mencionando as chaminés que agora apenas são a memória das 116 fábricas que antigamente estiveram ativas. Há também uma petição para a preservação das chaminés industriais da zona metalúrgica de Castelo Branco [W8]. Nos comentários desta petição, Maria D. disse:

"Considero que as chaminés da Metalúrgica são património industrial da nossa cidade, pelo que não devem ser destruídas, fazem parte das nossas memórias caracterizam uma época de grande importância do desenvolvimento industrial em Castelo Branco, foi pena o edifício ter sido praticamente destruído, teria dado um belo museu" [W8].

Num outro comentário do mesmo *site*, João C. disse: *"As chaminés em causa são um património da cidade cuja destruição também destrói parte da memória desta cidade. As chaminés são como que um contador de histórias desde a chamada revolução industrial até aos nossos dias"* [W8].

Existe ainda um *blog* com uma breve introdução sobre as chaminés e a sua história [W9], entre outras páginas disponíveis *online*, apresentas no Quadro 3.1.

Quadro 3.1 - Páginas *online* e *blogs* sobre chaminés industriais.

Título	Tipo de página	Conteúdo	Referência
Chaminé industrial, Matosinhos (NCREP)	Página <i>Online</i>	Breve descrição sobre intervenção feita na chaminé	W3
As chaminés das antigas fábricas do montijo estão a desaparecer totalmente, de José Bastos	<i>Blog</i>	Listagem das chaminés existentes no Montijo e indicação das fábricas a que pertenciam	W6
Chaminés de antigas fábricas de conservas de peixe	<i>Blog</i>	Breve história da indústria conserveira em Setúbal	W7
Pela preservação das chaminés industriais da zona da Metalúrgica	Petição	Petição para preservação das chaminés em Castelo Branco	W8
Sobre as chaminés industriais em tijolo, e a presença na indústria portuguesa	<i>Blog</i>	Breve história sobre as chaminés	W9
Nuno D'Almeida - Photography (Chaminés de Setúbal)	Página no <i>Facebook</i>	Álbum dedicado a fotos das chaminés em Setúbal	W10
Chaminé Industrial do Centro Hospitalar Conde Ferreira, Porto (NCREP)	Página <i>Online</i>	Breve descrição sobre intervenção feita na chaminé	W11
Monumentos desaparecidos	<i>Blog</i>	História de várias fábricas em Portugal	W12
Progresso urbano, retrocesso cultural	<i>Blog</i>	Texto sobre o conflito entre o progresso urbano com a preservação do património	W13
Como construir uma chaminé industrial	Página <i>Online</i>	Informação sobre a construção das chaminés	W14
Fábrica de Cerâmica de Santa Maria	Página <i>Online</i>	Descrição da fábrica e dos seus constituintes	W15

3.2.2 Iniciativas colaborativas realizadas na dissertação

Como referido anteriormente, um dos objetivos da presente dissertação foi a realização de um levantamento das chaminés industriais de alvenaria de tijolo em Portugal. Para que este objetivo fosse cumprido da melhor forma, e para que fosse o mais abrangente e completo possível, foram criadas e utilizadas algumas iniciativas de ciência cidadã por forma a integrar pessoas interessadas e promover a sua participação num projeto que é também do seu interesse.

Nesta ótica, foi criado um mapa colaborativo [W16], entretanto divulgado através da rede social Facebook, encorajando e permitindo aos interessados indicar a localização de antigas chaminés industriais em território português, fotografias e informações sobre essas chaminés, tais como sobre a indústria e a fábrica a que pertenciam. Foi criado um grupo no Facebook [W17], a 16 de novembro de 2016, tendo por designação: Património Industrial. Chaminés de alvenaria de Tijolo. O objetivo deste grupo do Facebook, ainda ativo, é a recolha de contributos e divulgação de informação ligada às chaminés, bem como às atividades relacionadas com a pesquisa que sustentou esta dissertação. O grupo contou com a colaboração dos interessados no valor patrimonial das chaminés, participando os mesmos através do envio de fotos, comentários e histórias sobre as chaminés. As informações adquiridas, após análise e sistematização, foram sendo publicadas no grupo e na página *online* [W18], também criada no âmbito desta dissertação.

De seguida serão apresentadas todas as iniciativas detalhadamente e os resultados obtidos.

3.2.2.1 Mapa colaborativo “Chaminés Industriais de Alvenaria de Tijolo”

Entende-se por mapa colaborativo uma base de dados virtual e pública cujo conteúdo é criado pelo próprio utilizador. Ou seja, é uma plataforma *online* que permite ao utilizador criar, editar e/ou alterar informações de acordo com o tema a que se propõe o mapa, daí o mesmo ser designado como ‘mapa colaborativo’. Ou seja, consiste na elaboração de um mapa geográfico de uma região ou uma cidade a partir de informação compartilhada, em modo continuado, por diferentes utilizadores da plataforma (Edelkamp et al., 2013).

Os mapas colaborativos funcionam com base numa colaboração direta entre todos os intervenientes, reconhecendo e registando, de modo específico e simples, as informações fornecidas pelas pessoas, entretanto utilizadores da plataforma [W19]. Nestes mapas, identificam-se, à partida, um problema ou um tema e, seguidamente, convida-se a comunidade *online* a participar da construção do mapa. Para tal recorre-se a uma divulgação do mapa em *sítes* específicos relacionados com o tema. Neste caso, *sítes* relacionados com o património. O objetivo é criar um produto de interesse científico, que ao recorrer a um levantamento colaborativo de informação, se enquadra devidamente numa iniciativa de ciência cidadã.

O mapa colaborativo criado tem como principal objetivo recolher pontos de localização de chaminés, bem como fotos e comentários, para responder ao objetivo de fazer um levantamento das chaminés em Portugal e obter o maior número possível de informações sobre essas chaminés. O mapa permite a partilha de conhecimento entre os participantes. Reúne, portanto, informações de fontes distintas que podem complementar-se. O mapa permite a identificação de localizações de chaminés, de forma simples. Permite também a colocação de fotografias e em cada ponto inserido é possível introduzir comentário e informações pertinentes sobre essa chaminé. Esta plataforma é pública e possibilita adição contínua e dinâmica de informação em todos os pontos localizados, incluindo esclarecimentos às informações existentes, conforme inseridas por um dado utilizador.

A organização do mapa foi realizada tendo em consideração que as localizações obtidas podem ser provenientes de três fontes distintas: (1) podem ser inseridas no mapa pelos utilizadores, indicadas no mapa como “inseridas diretamente no mapa”; (2) ser inseridas no grupo do Facebook e posteriormente colocadas no mapa pelo autor desta dissertação, sendo indicadas como “chaminés encontradas através

do Facebook” ou (3) podem ser localizadas através da pesquisa bibliográfica realizada para a presente dissertação ou levantamento *in situ*, assinaladas como “chaminés encontradas através de pesquisa”. A Figura 3.1 mostra a aparência geral do mapa, com a organização por cores.



Figura 3.1 - Aspeto geral e organização do mapa colaborativo.

O mapa colaborativo, criado a 2 de dezembro de 2016, teve uma grande adesão, sendo a maior parte das chaminés inseridas, resultado de contribuições de cidadãos utilizadores da plataforma. A Figura 3.2 mostra a inserção de uma chaminé, com a sua foto, localização e indicação da fábrica a que pertencia.

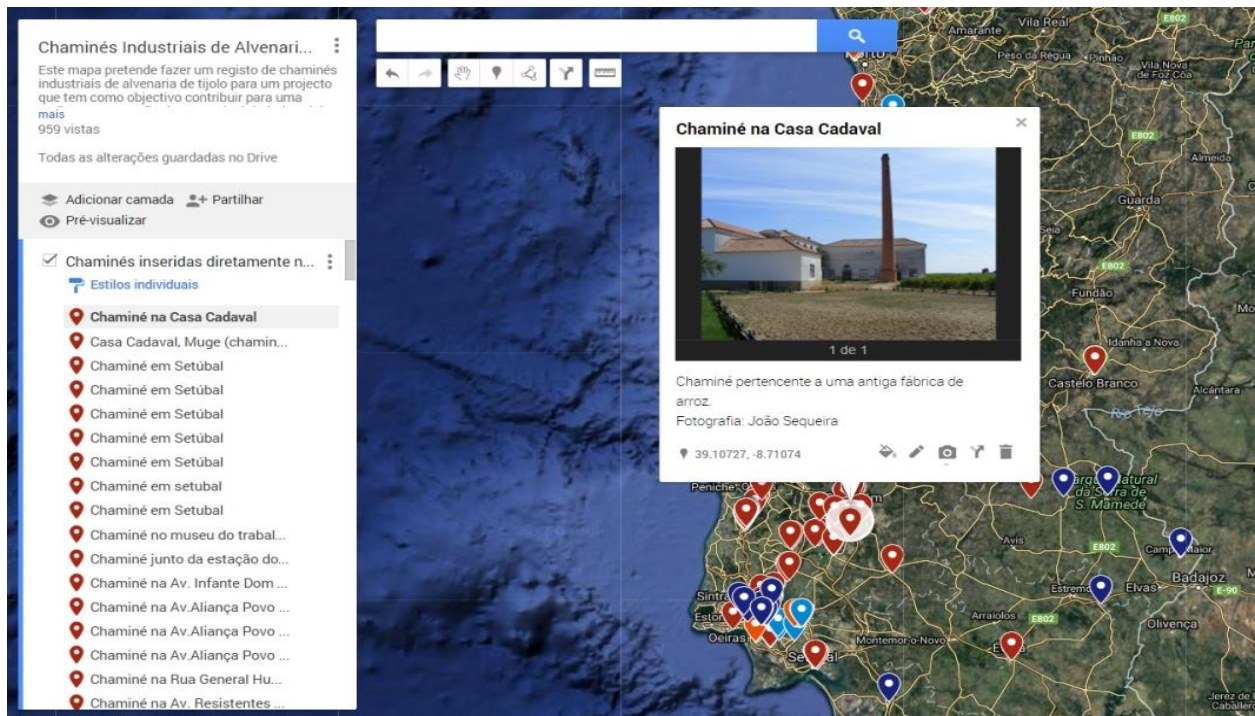


Figura 3.2 - Exemplo de uma inserção no mapa colaborativo.

3.2.2.2 Grupo no Facebook “Património Industrial. Chaminés de Alvenaria de Tijolo”

Numa era em que as novas tecnologias são um meio de comunicação tão ativo e presente na vida de muitas pessoas, uma das iniciativas deste trabalho foi a utilização deste meio tecnológico através da criação de um grupo público no Facebook. Por forma não só a divulgar o projeto, visou-se também atrair a atenção dos mais interessados e preocupados com a preservação do património industrial, mas também recolher contributos e informação que, de outra forma, poderia ser um processo moroso e custoso. O grupo foi criado no dia 16 de novembro de 2016 e teve uma forte adesão por parte da comunidade virtual.

Entende-se por comunidade virtual os grupos que surgem da união e colaboração ativa de utilizadores intervenientes nas plataformas *online*, dando reposta a interesses comuns (Máximo, 2010).

O grupo público no Facebook [W17], criado com intuito de recolher testemunhos e acima de tudo ajudar na realização do inventário das chaminés, teve uma grande adesão desde início. O referido grupo do Facebook conta, até à data de junho de 2017, com a participação de 432 membros, muitos dos quais bastante participativos.

Os resultados obtidos foram muito positivos e encorajadores. Os membros do grupo juntaram-se à iniciativa e foram publicadas fotos de material (Figura 3.3) e de inúmeras chaminés (Figura 3.4), o que viabilizou a sua colocação no mapa colaborativo. Em geral, a reação dos membros foi muito favorável, mostrando muito interesse no projeto colaborativo. Um dos membros do grupo de Facebook afirmou: “*Ora aqui está um tema interessante e muitas vezes esquecido. Vou seguir certamente e participar dentro do possível.*” Outro membro publicou:

“Meus amigos, eu tenho uma bruta chaminé de tijolo, antigo escoamento de fumo da padaria que existiu no meu prédio, em tempos idos e muito semelhante a estas. Convido o ilustre grupo a entrar no meu palácio e fotografar, ver, desenhar, ver com iluminação se os vizinhos de baixo estiverem.”



Figura 3.3 - Exemplo de publicações no grupo do Facebook: fotografias de tijolos de antigas chaminés.

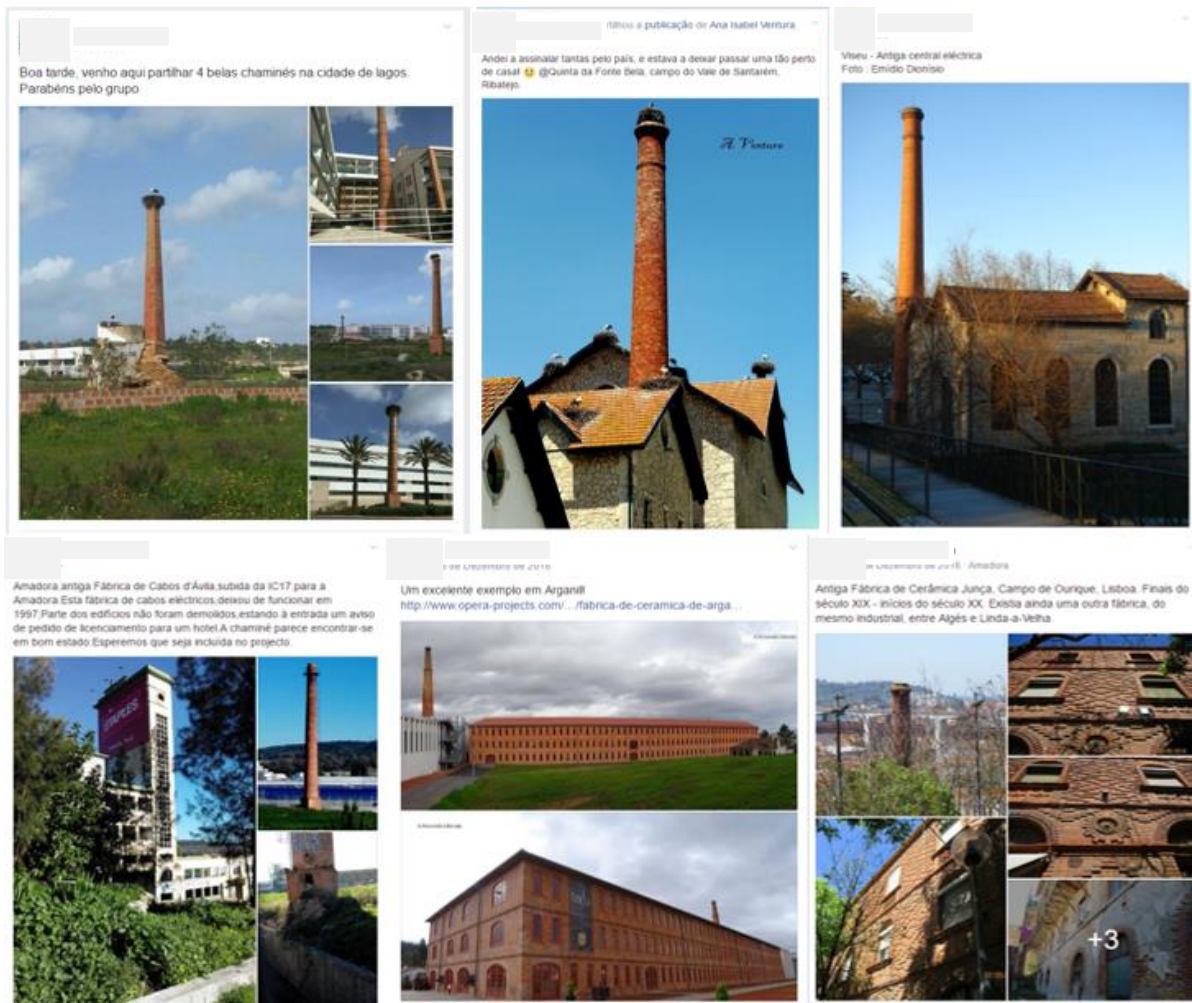


Figura 3.4 - Exemplo de publicações no grupo do Facebook: fotografias de chaminés.

3.2.2.3 Página *online* “Chaminés Industriais de Alvenaria de Tijolo. Conservação do Património Industrial.”

Para um maior alcance do estudo colaborativo foi ainda criada uma página *online* [W18] para divulgação de informação sobre as chaminés, as suas principais características, materiais, métodos construtivos e fotos.

A página *online* [W18] inicia com um ponto introdutório ao projeto e convida todos os leitores a participar, fazendo menção ao grupo do Facebook e ao mapa colaborativo. Na referida página, é ainda possível consultar páginas secundárias, onde é disponibilizada informação sobre os materiais utilizados, métodos construtivos, principais anomalias e principais intervenções.

Importa ainda referir que foi criado também um grupo no LinkedIn [W20], mas visto não ter tido grande adesão e participação, não será mencionado nos resultados das iniciativas realizadas.

3.3 Apresentação e análise de resultados

Os dados recolhidos através das plataformas criadas e acima explicitadas, permitiu a realização de um inventário, em constante atualização, das chaminés industriais de alvenaria de tijolo em Portugal. De seguida são apresentados os resultados obtidos através destas iniciativas colaborativas. Importa mencionar que as iniciativas com maior adesão, foram o mapa colaborativo e o grupo no Facebook.

Portanto, o Quadro 3.2 mostra o número de chaminés localizadas no mapa colaborativo, organizadas pela sua distribuição nos distritos portugueses, conforme recolha efetuada até junho de 2017.

Quadro 3.2 - Número de chaminés, por distrito, localizadas no mapa colaborativo.

Aveiro	Évora	Porto
18	3	23
Beja	Faro	Santarém
1	14	28
Braga	Guarda	Setúbal
8	1	45
Bragança	Leiria	Viana do Castelo
1	36	0
Castelo Branco	Lisboa	Vila Real
4	79	6
Coimbra	Portalegre	Viseu
7	6	1
		Total
		281

A análise dos resultados é feita do geral para o particular. O inventário realizado para as chaminés em Portugal é apresentado no Anexo A. Este quadro lista o máximo de chaminés encontradas através das iniciativas acima descritas, identificando:

- a localização e as coordenadas das chaminés;
- informações acerca das chaminés, como por exemplo, a fábrica a que pertenciam e o tipo de indústria;
- a situação de enquadramento em que presentemente se encontram, ou seja, se estão inseridas em espaços reabilitados ou abandonados, ou se permanecem nos espaços urbanos mesmo que a fábrica a que outrora pertenciam tenha desaparecido o estado de conservação;
- a situação de acessibilidade às chaminés. Entende-se por acessível qualquer chaminé onde seja possível chegar sem qualquer obstrução, seja ela vedação, vegetação ou edifícios.

Importa referir que a informação acerca da fábrica a que pertenciam as chaminés nem sempre foi possível de obter, pelo que muitas chaminés na tabela não têm esta informação disponível. Este quadro foi posteriormente desmembrado em outros dois (Quadro 3.3 e 3.4) para permitir uma análise mais detalhada.

Até a data de junho de 2017 estavam disponíveis no mapa 281 localizações de chaminés, sendo que 32 delas foram localizadas através de publicações no Facebook, 227 inseridas diretamente no mapa pelos cidadãos/utilizadores e 22 encontradas através de pesquisa bibliográfica e levantamento *in situ* por parte da autora, como indicado no Quadro 3.3.

O Quadro 3.4 esclarece acerca da envolvente da chaminé. As chaminés identificadas como “inseridas em meio urbano” são aquelas que foram preservadas no seu local e enquadradas no meio urbano, mesmo que as fábricas que as enquadravam tenham sido destruídas, ou seja, todas as chaminés que se encontrem nas ruas, praças ou logradouros que façam agora parte de uma dada paisagem urbana. As chaminés indicadas como estando em “espaço abandonado” são as que se encontrem em fábricas deixadas ao abandono, podendo estar parcialmente destruídas, vítimas da negligência e do envelhecimento natural, ou em locais onde a fábrica já não existe, permanecendo a chaminé, mas também deixada ao abandono, por vezes, já envolta em vegetação abundante. São também indicadas as chaminés que se encontram “inseridas em edifício”, sendo que nestes casos os edifícios são de habitação. São ainda indicadas as

chaminés que permanecem em fábricas, podendo estar ou não em funcionamento, informação que também se evidenciou de difícil obtenção, e todas as chaminés que foram reaproveitadas na reabilitação dos espaços, dando lugar a edifícios de grande beleza arquitetónica.

O Quadro 3.4 foi realizado com informações provenientes de colaboradores nas redes sociais e de pesquisa através da plataforma *online* Google Earth.

Quadro 3.3 - Informação de como foram localizadas as chaminés do mapa colaborativo.

Pesquisa		
Distrito	Quantidade	Total
Braga	1	22
Porto	11	
Setúbal	10	
Facebook		
Distrito	Quantidade	Total
Coimbra	2	32
Évora	1	
Faro	1	
Leiria	5	
Lisboa	16	
Portalegre	5	
Setúbal	2	
Mapa		
Distrito	Quantidade	Total
Aveiro	18	227
Beja	1	
Braga	7	
Bragança	1	
Castelo Branco	4	
Coimbra	5	
Évora	2	
Faro	13	
Guarda	1	
Leiria	31	
Lisboa	63	
Portalegre	1	
Porto	12	
Santarém	28	
Setúbal	33	
Vila Real	6	
Viseu	1	

Embora não estejam localizadas no mapa todas as chaminés ainda existentes em Portugal, é possível elaborar algumas observações. Uma primeira é que, de todas as chaminés mapeadas, o maior número delas é representado por exemplares que permanecem em espaços industriais, alguns reaproveitados para diferentes usos do original. O distrito de Setúbal, até à presente data, é aquele que se destaca com um maior número de chaminés na paisagem urbana e identificados no mapa. Por outro lado, relativamente às chaminés registadas no mapa, observa-se que o distrito de Lisboa é o que identifica mais exemplares inseridos em construções habitacionais ou comércio local e também em espaços industriais.

Quadro 3.4 - Informação sobre a envolvente das chaminés localizadas no mapa colaborativo.

Chaminés em espaço abandonado		
Distrito	Quantidade	Total
Aveiro	2	73
Braga	1	
Castelo Branco	4	
Coimbra	3	
Faro	6	
Leiria	8	
Lisboa	11	
Portalegre	2	
Porto	4	
Santarém	12	
Setúbal	16	
Vila Real	4	
Chaminés em meio urbano		
Distrito	Quantidade	Total
Aveiro	4	35
Faro	5	
Leiria	4	
Lisboa	7	
Porto	4	
Setúbal	10	
Viseu	1	
Chaminés inserida em edifícios		
Distrito	Quantidade	Total
Aveiro	3	46
Beja	1	
Braga	1	
Évora	1	
Lisboa	27	
Portalegre	2	
Porto	5	
Santarém	2	
Setúbal	4	
Chaminés em espaços reabilitados / fábricas / complexos industriais		
Distrito	Quantidade	Total
Aveiro	9	127
Braga	6	
Bragança	1	
Coimbra	4	
Évora	2	
Faro	3	
Guarda	1	
Leiria	24	
Lisboa	34	
Portalegre	2	
Porto	10	
Santarém	14	
Setúbal	15	
Vila Real	2	

É ainda possível constatar que grande número de exemplares se encontra junto ao litoral do país, em parte para facilitar o escoamento de produtos fabris, estando localizadas junto de infraestruturas ferroviários ou portuárias. Este factor é importante para uma análise do processo de degradação das chaminés, visto que os exemplares que se encontram junto do litoral estão sujeitos a agentes que aceleram a sua degradação. Será por isso importante uma análise de futuras medidas de prevenção e preservação dos exemplares mais expostos a estes fatores.

Esta análise será tão mais aprofundada quantos mais dados forem obtidos através do mapa colaborativo e das redes sociais. Pelo que é uma análise em constante atualização.

4. Chaminés industriais no Montijo e análise material comparativa

4.1 Considerações gerais

No âmbito da presente dissertação, colaborou-se num estudo solicitado ao LNEC pela Câmara Municipal do Montijo sobre uma chaminé industrial em alvenaria de tijolo. Trata-se da chaminé da antiga Fábrica Mundet & Cia Lda, dedicada à transformação de cortiça, atualmente localizada junto às instalações do supermercado E. Leclerc, no Montijo.

O estudo consistiu na realização de inspeção e diagnóstico visual da estrutura, recolha de amostras para análise laboratorial do teor de humidade presente nos tijolos da chaminé, assim como da sua higroscopicidade. As fases acompanhadas foram as de recolha de amostras e tratamento de dados. Não se esteve presente na primeira visita, realizada a 14 de Julho de 2016, por engenheiros do LNEC à estrutura para inspeção visual. Realizou-se uma visita autónoma no mês de agosto de 2016, outra à data da recolha de amostras, a 8 de Março de 2017, e uma terceira visita, realizada a 10 de Abril de 2017, para caracterização complementar. A fase de inspeção e diagnóstico visual será apresentada tendo por base o relatório preliminar realizado pelo LNEC e as observações registadas nas visitas efetuadas.

À data de 10 de abril de 2017 foi realizada a caracterização *in situ* da chaminé da antiga Fábrica Mundet & Cia Lda e da chaminé da antiga Fábrica Cerâmica N^a S^a da Atalaia de Joaquim da Fonseca, situada na Praça da Concórdia, fábrica vocacionada para a cozedura de produtos cerâmicos para a construção. A referida visita contou com o apoio do Engenheiro Vitor da FCT NOVA para a realização dos ensaios de caracterização *in situ*.

Complementando os ensaios *in situ*, foram realizados alguns ensaios de caracterização em laboratório.

Para a realização dos ensaios em laboratório recolheram-se amostras de tijolos de seis chaminés industriais nos distritos de Lisboa e Setúbal que foram caracterizados de forma não destrutiva e destrutiva, nos laboratórios da FCT NOVA. Alguns tijolos foram selecionados como mais representativos e foram disponibilizados ao LNEC para musealização no âmbito do projeto DB-Heritage.

No presente capítulo são apresentados os vários trabalhos de caracterização material das chaminés, realizados *in situ* e em laboratório. Primeiramente são apresentados os ensaios realizados *in situ*. Faz-se uma descrição geral das chaminés onde se realizaram os ensaios, e são discriminados todos os procedimentos. Seguidamente são apresentados os procedimentos de recolha de amostras de material e pontos de recolha para análise em laboratório. Posteriormente são apresentados os procedimentos de ensaios em laboratório e realiza-se uma análise e discussão de resultados obtidos. Por fim, é feita uma breve introdução às fichas de caracterização e diagnóstico realizados no âmbito da presente dissertação.

Importa referir que foram realizadas duas fichas de caracterização e diagnóstico distintas. As fichas designadas de “Ficha de Caracterização. Chaminés Industriais de Alvenaria de Tijolo” foram concebidas no âmbito da presente dissertação por forma a sintetizar todos os resultados obtidos na campanha experimental *in situ* e em laboratório e por forma a contribuir para futuras intervenções neste tipo de estruturas. A ficha designada de “Ficha de diagnóstico e análise de anomalias” foi concebida tendo por base a ficha “DAMAGE ASSESSMENT AND DIAGNOSIS FORM”, Inec2004c17-v1 WP3 – Salvat Chapel de Fevereiro de 2004, e é apenas referente à chaminé da antiga Fábrica Mundet & Cia Lda. Esta ficha foi concebida no âmbito do trabalho de diagnóstico realizado pelo LNEC na referida chaminé e no qual foi possível colaborar.

Para melhor compreensão da análise apresentada adiante no texto, o Quadro 4.1 identifica todas as chaminés avaliadas e o tipo de caracterização efetuada em cada caso.

Quadro 4.1 - Resumo das chaminés analisadas

Localização da chaminé		Designação		Caracterização <i>in situ</i>	Caracterização em lab
Montijo	Estrada Nacional 5 Alto Estanqueiro	Chaminé 1	M1	X	X
	Praça Concórdia	Chaminé 2	M2	X	
Setúbal	Rua Camilo Castelo Branco	Setúbal 1	S1		X
	Rua Camilo Castelo Branco	Setúbal 2	S2		X
	Estrada da Graça	Setúbal 3	S3		X
Arrentela	Av. Resistentes Antifascistas	Arrentela	Arr		X
Alfragide	Av. Cesária Évora	Alfragide	Af		X

4.2 Inspeções e ensaios realizados *in situ*

A campanha experimental de caracterização material das chaminés incluiu a realização de inspeção visual e de ensaios *in situ* em duas chaminés localizadas no Montijo. As duas chaminés escolhidas apresentam diferentes estados de conservação, o que permite a análise comparativa dos resultados obtidos.

Os ensaios englobaram a análise de: (1) resistência superficial dos tijolos, com a utilização de esclerómetro pendular; (2) avaliação indireta da deformabilidade dos tijolos através de ensaio de choque de esfera; (3) comportamento face à água sob baixa pressão, recorrendo a ensaio com tubos de Karsten; (4) coesão superficial dos tijolos, através do ensaio com papel autocolante e (5) avaliação da compacidade e homogeneidade do material através de ultrassons.

Os ensaios foram realizados na chaminé da Mundet & Cia (Chaminé 1), de transformação de aglomerados de cortiça, sita na Estrada Nacional 5 Alto Estanqueiro, junto ao supermercado E. Leclerc, e na chaminé da antiga Fábrica Cerâmica N^a S^a da Atalaia de Joaquim da Fonseca (Chaminé 2), de cozedura de produtos cerâmicos para a construção, como tijolos e telhas, situada na praça da Concórdia. A localização das duas chaminés é apresentada na Figura 4.1.

A chaminé da Fábrica Mundet & Cia encontra-se em estado de degradação mais avançado do que a chaminé da Cerâmica N^a S^a da Atalaia de Joaquim da Fonseca.

Os ensaios foram realizados no dia 10 de abril de 2017. Os ensaios na chaminé 1 foram realizados de manhã, a uma temperatura de 21°C e humidade relativa de 50%. Os ensaios na chaminé 2 realizaram-se na parte da tarde, a uma temperatura de 23°C e humidade relativa de 48%.

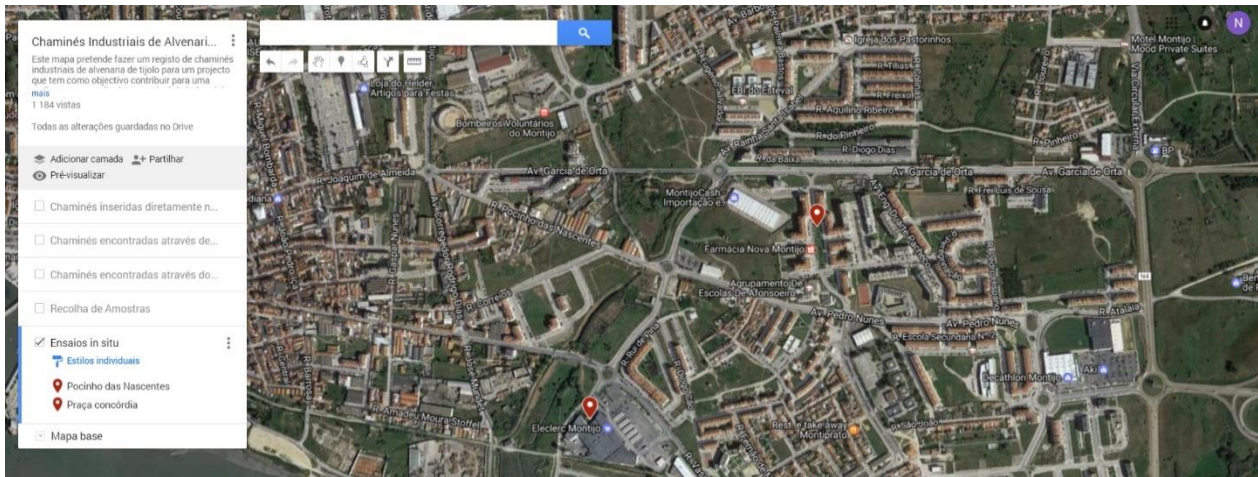


Figura 4.1 - Localização das chaminés caracterizadas *in situ*.

4.2.1 Chaminé da antiga Fábrica Mundet & Cia Lda (chaminé 1)

4.2.1.1 Descrição geral da chaminé

A chaminé foi construída no século XX, em alvenaria de tijolo maciço e argamassa de cal aérea nas juntas, com 10mm de espessura. A fundação é de betão armado assente numa camada de betonilha (Santos et al., 2016). A vista geral da chaminé é apresentada na Figura 4.2 (à esquerda).

A base da chaminé tem secção quadrada com 4,30m de lado e 5,8m de altura (Santos et al., 2016) e está enterrada até uma altura de 2,0m. A base possui uma entrada para o interior da chaminé, que serviria para intervenções de limpeza e manutenção. A espessura mínima da base na zona inferior é de 1,01m e na zona superior é de 0,90m (Santos et al., 2016). A vista geral da base da chaminé é apresentada na Figura 4.2 (ao centro e à direita).

O fuste, tem secção transversal circular e altura de 39,2m, sendo que os 0,95m do topo correspondem à coroa da chaminé. O fuste tem forma cónica com jorramento de 5% (Santos et al., 2016). A sua espessura diminui em altura, sendo esta diminuição de 0,12m entre troços de altura constante de 6,5m. A espessura do fuste na zona inferior é de 0,84m e na zona superior é de 0,24m (Santos et al., 2016). No interior da chaminé e ao longo da sua altura existem degraus em varões metálicos para permitir o acesso em toda a altura da chaminé.

A coroa, bastante danificada, tem uma altura de 0,95m. A abertura no topo da chaminé tem diâmetro de 1,75m (Santos et al., 2016). A vista geral da coroa da chaminé é apresentada na Figura 4.3.

As características geométricas da chaminé são apresentadas na Figura 1.D do Anexo D. A Figura, 1.D assim como as informações sobre as características geométricas da chaminé foram retiradas do relatório preliminar realizado pelo LNEC, que contou com a consulta aos desenhos originais do projeto da chaminé.



Figura 4.2 - Vista geral da chaminé (à esquerda) e vista geral da base da chaminé (ao centro e à direita).



Figura 4.3 - Coroa da chaminé.

4.2.1.2 Diagnóstico a partir da inspeção visual da chaminé

Pela observação geral da chaminé é possível afirmar que esta se encontra em avançado estado de degradação.

Na base, a falta de material é evidente, principalmente nas faces norte e este, onde a primeira camada de tijolo muitas vezes já não existe, como é possível observar na Figura 4.4.



Figura 4.4 - Falta de material na base da chaminé.

É possível observar uma grande heterogeneidade na qualidade dos tijolos aplicados na base. Muitos encontram-se bastante erodidos (Figura 4.5), enquanto outros se destacam pelo seu bom estado de conservação (Figura 4.6), o que poderá indicar que os tijolos não terão tido o mesmo tipo de cozedura.



Figura 4.5 - Tijolos em avançado estado de degradação. Erosão avançada.

É também comum a existência de eflorescências e existe uma fenda vertical na face sul junto da entrada para interior da chaminé e uma fenda vertical na face este. Através da observação do interior da chaminé, verificou-se que estas fendas não se propagaram para o interior (Santos et al., 2016).

No fuste, a principal anomalia visível pelo exterior é a erosão da argamassa das juntas, crescente em altura (Santos et al., 2016). No interior, a degradação da alvenaria é significativa, não sendo possível verificar como esta degradação se desenvolve em altura (Santos et al, 2016).



Figura 4.6 - Diversidade do estado de conservação dos tijolos.

Na zona inferior do fuste existe uma abertura quadrangular, efetuada posterior à construção da chaminé. Esta abertura não consta do projeto original da chaminé (Santos et al., 2016), não sendo possível apurar com certeza a sua origem. Mas, através de informação disponibilizada por um ex-trabalhador de uma fábrica, por vezes, eram efetuadas estas aberturas para facilitar a iniciação da expulsão dos fumos. As alturas das chaminés eram por vezes bastante elevadas, o que dificultava o início do sistema de tiragem dos gases. Para colmatar esta dificuldade colocava-se material ardente na zona de abertura por forma a originar variações térmicas e assim iniciar a tiragem dos fumos para o exterior. Após este procedimento, a abertura era novamente fechada e a chaminé funcionava sem ser necessária qualquer intervenção.

Relativamente à coroa da chaminé, esta zona encontra-se gravemente danificada. Cerca de metade da coroa já ruiu, e a outra metade está em risco iminente de ruir. A argamassa nas juntas é praticamente inexistente, o que deixa os tijolos em sério risco que queda. (Santos et al., 2016).

4.2.2 Chaminé da antiga Fábrica Cerâmica Nº Sª da Atalaia de Joaquim da Fonseca (chaminé 2)

4.2.2.1 Descrição geral da chaminé

Esta chaminé foi também construída no séc. XX em alvenaria de tijolo maciço de secção e argamassa de cal aérea nas juntas, com 15mm de espessura. A vista geral da chaminé é apresentada na Figura 4.7 (à esquerda).

A base da chaminé tem secção quadrada com 2,56 m de lado e 1,38m de altura. A base possui uma entrada na face este para o interior da chaminé, que serviria para intervenções de limpeza e manutenção. Esta entrada encontra-se agora tapada. A vista geral da base da chaminé é apresentada na Figura 4.7 (à direita).

O fuste tem secção transversal circular com diâmetro inferior de 2,58m. Possui forma cônica com diminuição de diâmetro em altura.

A coroa, neste caso, não possui qualquer ornamento, e através de visualização no Google Maps é possível verificar que se encontra tapada, o que indica que houve intervenções anteriores com vista a conservação da chaminé. Neste caso o fuste tem acabamento abrupto.

4.2.2.2 Diagnóstico a partir da inspeção visual da chaminé

Através de observação geral da chaminé, é possível encontrar alguma erosão em alguns tijolos, maioritariamente localizados na base e na zona inferior do fuste (Figura 4.8 à esquerda). Embora de pequena ocorrência, é também visível a existência de eflorescências na base e na zona inferior do fuste. (Figura 4.8 à direita).

Não existem quaisquer fendas na zona exterior da chaminé, aparentando estar em bom estado estrutural, não sendo, no entanto, possível observar o estado da chaminé no interior.



Figura 4.7 - Vista geral da chaminé (à esquerda) e vista geral da base da chaminé (à direita).



Figura 4.8 - Erosão de alguns tijolos do fuste (à esquerda) e eflorescências no material (à direita).

4.2.3 Procedimentos de ensaio

4.2.3.1 Resistência superficial por esclerómetro pendular

A avaliação deste parâmetro foi realizada em todas as faces da base das duas chaminés. O ensaio teve por base a ficha FE Pa 48.1. (LNEC, 2015).

A escolha dos pontos onde se realizou o ensaio teve por base o estado de degradação dos tijolos (Figura 4.9 à esquerda). Foram realizadas medições a três alturas, e a uma mesma altura em tijolos com diferentes estados de degradação. De referir que a distância entre medições nunca foi inferior a 20mm.

Após a escolha dos pontos a ensaiar, o esclerómetro, modelo Schmidt PM, foi encostado à superfície e firmemente seguro. Seguidamente o pêndulo é solto e quando entra em contacto com a superfície, ressalta (Figura 4.9 à direita). O valor do ressalto é registado na escala do aparelho.

As localizações dos pontos onde se realizou o ensaio são representadas no Quadro 4.2.



Figura 4.9 - Tijolos com diferentes estados de conservação (à esquerda) e ensaio com esclerómetro pendular (à direita).

4.2.3.2 Ensaio de choque de esfera

O ensaio de choque de esfera permite a avaliação da deformabilidade dos materiais, através da sua resistência ao impacto de uma esfera. Para a realização deste ensaio foi utilizado o aparelho Martinet-Baronnie e foi seguida a ficha de ensaio Fe Pa 25 (LNEC, 1980).

Foram escolhidos previamente cinco pontos a duas cotas de cada face. Após a escolha dos pontos a analisar, colocou-se o corpo do “Martinet-Baronnie” na posição horizontal, e manteve-se o braço ao longo do corpo do aparelho, encostando a esfera ao rolo existente no pé do “martinet”. Após assegurar a horizontalidade do aparelho a fim de garantir que a trajetória descrita pelo braço se encontra num plano vertical, libertou-se o braço, deixando-o tombar livremente produzindo um impacto da esfera na parede (Figura 4.10). De referir que em cada ponto é apenas transmitido um único impacto da esfera na parede. Seguidamente, mediu-se o diâmetro da mocha provocada pelo impacto da esfera nos tijolos, com uma craveira digital.

As localizações dos pontos onde se realizou este ensaio são representadas no Quadro 4.3.



Figura 4.10 - Ensaio de choque de esfera.

4.2.3.3 Comportamento face à água sob baixa pressão através de tubos de Karsten

O comportamento face à água sob baixa pressão foi avaliado através do ensaio de absorção de água com tubos de Karsten. O ensaio foi realizado com base na ficha de ensaio FE Pa 39 (LNEC, 2015).

O ensaio consiste na determinação da absorção de água através de uma determinada área num determinado período de tempo. Inicialmente foram escolhidos os pontos de colocação dos tubos, que neste caso foram colocados nas juntas da argamassa de cal.

Após a escolha dos pontos, fixaram-se os tubos com auxílio de plasticina aplicada ao redor da sua abertura, por forma a garantir a estanquidade do sistema. Pressionou-se os tubos contra a parede para que ficassem fixos. Importa referir que foi tido o devido cuidado para que a plasticina não obstruísse a abertura dos tubos, para que a área de contacto não fosse alterada. Seguidamente, encheram-se os tudo até à marca de 0ml, equivalendo a 4ml de água no interior do tubo. Por fim, registou-se o tempo decorrido para que o nível da água baixasse 1ml até alcançar a marca dos 4ml. O ensaio foi realizado em época seca.

De referir que na chaminé 1 apenas se realizou o ensaio na face Oeste por ser a face onde as juntas se encontravam em melhor estado de conservação e onde era possível uma boa fixação dos tubos.

A fixação dos tubos é representada na Figura 4.11.

A localização dos pontos onde foram colocados os tubos é apresentada no Quadro 4.4.

Quadro 4.2 - Representação dos pontos onde se realizou o ensaio com esclerômetro pendular.

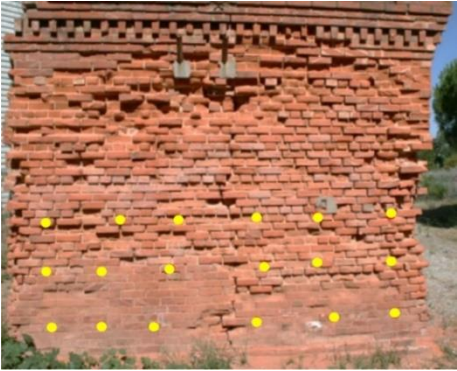
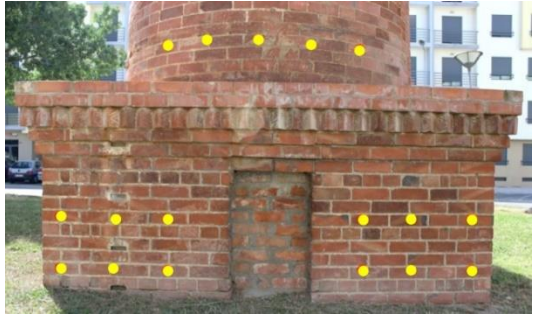



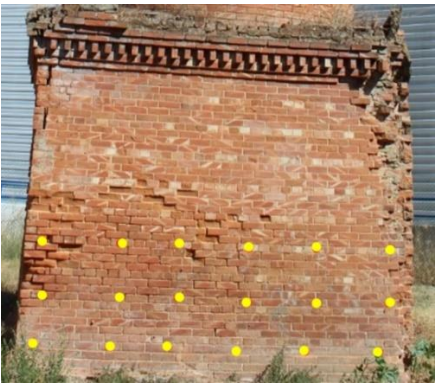
Face	Chaminé 1	Chaminé 2
Este		
Sul		
Norte		
Oeste		



Figura 4.11 - Fixação dos tubos de Karsten na parede de alvenaria.

O resultado do ensaio exprime-se pelos valores de água absorvida em ml/cm², em cada ponto de medição. O cálculo da quantidade de água absorvida por unidade de área num determinado período de tempo é realizado através da equação 4.1.

$$Wi = \frac{Qi}{A} \quad (4.1)$$

Nesta equação:

- Wi representa a quantidade de água absorvida por unidade de área, expressa em ml/cm²;
- Qi representa a quantidade de água absorvida num determinado intervalo de tempo, expressa em ml;
- A representa a área de ensaio, em cm².





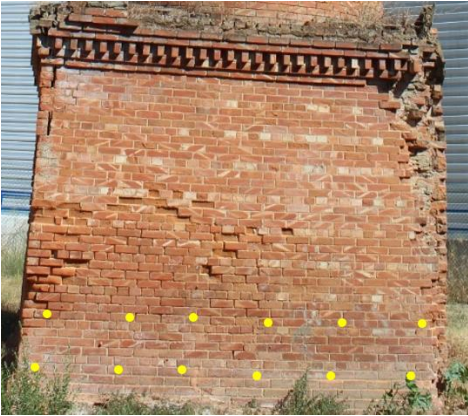
Através deste ensaio é ainda possível determinar o coeficiente de absorção de água através da equação 4.2. (PROCEQ, 2001 citado por FLORES-COLEN, 2009 e por APPS, 2009).

$$C_{\text{absorção}} = \frac{X \cdot 10^{-3}}{d^2 \cdot \left(\frac{\pi}{4} \cdot 10^{-6} \cdot \sqrt{t} \right)} \quad (4.2)$$

Nesta equação:

- C_{absorção} representa o coeficiente de absorção de água da camada superficial, expresso em kg/(m²·√h);
- X representa a quantidade de água absorvida, em ml;
- d representa o diâmetro da superfície de contacto entre a água e a parede, em mm;
- t representa o tempo de leitura, em min.

Quadro 4.3 - Representação dos pontos onde se realizou o ensaio de choque de esfera.

Face	Chaminé 1	Chaminé 2
Este	<p>Devido ao estado excessivamente degradado o ensaio de choque de esfera não foi realizado na face Este. Os tijolos encontravam-se demasiado erodidos e friáveis.</p>	
Sul		
Norte		
Oeste		

Quadro 4.4 - Representação dos pontos onde se realizou o ensaio com tubos de Karsten.

Chaminé 1	Chaminé 2
Face Oeste 	Face Este 

4.2.3.4 Coesão superficial dos tijolos, através de colagem de papel autocolante

Por forma a avaliar a coesão superficial dos tijolos em ambas as chaminés, colou-se vários pedaços de papel autocolante em diversos pontos, mais e menos friáveis.

Foram aplicados pedaços de papel autocolante com 5x5cm, devidamente identificados e pressionados contra os tijolos, (Figura 4.12) tentando sempre aplicar a mesma forma em todos os pontos. Os pedaços de papel autocolante foram pesados antes e após o ensaio numa balança Precisa 310M.

Em cada chaminé foram colocados pedaços de papel autocolante em dez pontos, sendo que se escolheram cinco tijolos em bom estado de conservação e cinco tijolos em mau estado de conservação.



Figura 4.12 - Fixação dos pedaços de papel autocolante nos tijolos.

4.2.3.5 Compacidade e homogeneidade e módulo de elasticidade do material através de ultrassons

O ensaio de velocidade de propagação de ultrassons foi realizado por forma a avaliar a compacidade e homogeneidade da alvenaria. Este ensaio permite averiguar a existência de anomalias, como fendas, heterogeneidade do material e pouca compacidade, que se traduz pela diminuição da velocidade de propagação das ondas emitidas. Permite também estimar características como o módulo de elasticidade dinâmico.

O ensaio foi realizado com base na ficha de ensaio FE Pa 43 (LNEC, 2010) baseada na norma NP EN 12504-4. Para a sua realização utilizou-se um aparelho Pundit Lab da MARCA Proceq com dois transdutores de 54 kHz.

O ensaio é não destrutivo e consiste na emissão de um impulso através de um transdutor emissor. O impulso emitido é recebido pelo segundo transdutor, neste caso recetor, que é colocado a uma distância pré-definida. O aparelho regista o tempo, em microssegundos, que a onda demorou a percorrer a distância estabelecida. Conhecendo o tempo de propagação das ondas e a distância entre os pontos onde foram colocados os transdutores, é possível determinar a velocidade de propagação das ondas.

Importa reter que quanto maior a velocidade obtida no ensaio mais compacto e homogéneo é o material. Material com elevada porosidade, pouca compacidade e homogeneidade apresentará valores de velocidade de propagação de ultrassons inferiores. A existência de fendilhações também influencia a velocidade de propagação das ondas.

O ensaio *in situ* foi realizado através de transmissão indireta, ou seja, os dois transdutores foram colocados na mesma face da parede de alvenaria.

Para cada face da chaminé foram realizadas medições em duas cotas. Para cada cota foram realizadas três medições, com uma distância entre transdutores de aproximadamente 100mm.

Fixou-se um transdutor num ponto de junta de argamassa e o segundo transdutor foi colocado sucessivamente a meio tijolo e na junta de argamassa seguinte (Figura 4.13 à esquerda).

Foi ainda feita uma medição em que os dois transdutores foram colocados num mesmo tijolo, distados de 140mm (Figura 4.13 à direita). Esta leitura foi feita em tijolos com diferentes estados de degradação. De referir que cada medição foi realizada três vezes.

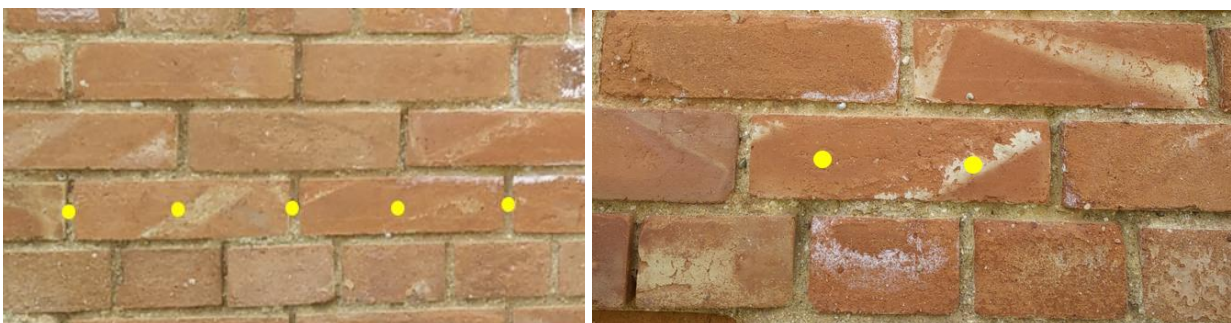


Figura 4.13 - Localização dos pontos de realização do ensaio de ultrassons. Pontos em diversos tijolos (à esquerda) e pontos num só tijolo (à direita).

A determinação do módulo de elasticidade é realizada recorrendo à equação 4.3.

$$E = \frac{(1+\nu)*(1-2\nu)}{(1-\nu)} * \nu^2 * \rho * 10^9 \quad (4.3)$$

Nesta equação:

- E representa o módulo de elasticidade dinâmico, em GPa;
- ν representa o coeficiente de Poisson, que neste caso foi considerado com valor igual a 0.2;
- v representa a velocidade de propagação dos ultrassons;
- ρ representa a massa volúmica da amostra.

4.3 Recolha de amostras

4.3.1 Recolha de amostras para avaliação da higroscopicidade

Para posterior análise laboratorial foi efetuada uma visita à chaminé da antiga Fábrica Mundet & Cia para recolha de amostras de pó de tijolo. As amostras foram recolhidas por perfuração com broca de 16mm nos tijolos a diversas alturas e profundidades em duas faces da base da chaminé, a face Este e a face Oeste, respetivamente a mais degradada e a menos degradada. (Figura 4.14), para possíveis comparações entre o estado de degradação das duas faces.

Foram recolhidas amostras em pó de 6 alturas de cada face, distadas de cerca de 0,5m cada e a cada altura foram recolhidas amostras de 8 profundidades, por forma a serem realizados perfis de humidade e humidade higroscópica em altura e em profundidade na base da chaminé.

Os pontos de onde foram retiradas as amostras da face Este e da face Oeste são apresentados nas Figuras 4.15 e 4.16 respetivamente.

O primeiro furo foi efetuado com profundidade de 2cm, e o segundo com profundidade dos 2cm aos 5cm. Os seguintes furos são efetuados com profundidade sucessiva de 5cm até aos 35cm de profundidade.

Para além das amostras recolhidas nas faces oeste e este, foi ainda efetuado um furo na face norte, a uma altura designada como "BASE" e recolhidas amostras de 8 profundidades diferentes.



Figura 4.14 - Face Este (à esquerda) e face Oeste (à direita) da chaminé da antiga Fábrica Mundet & Cia.

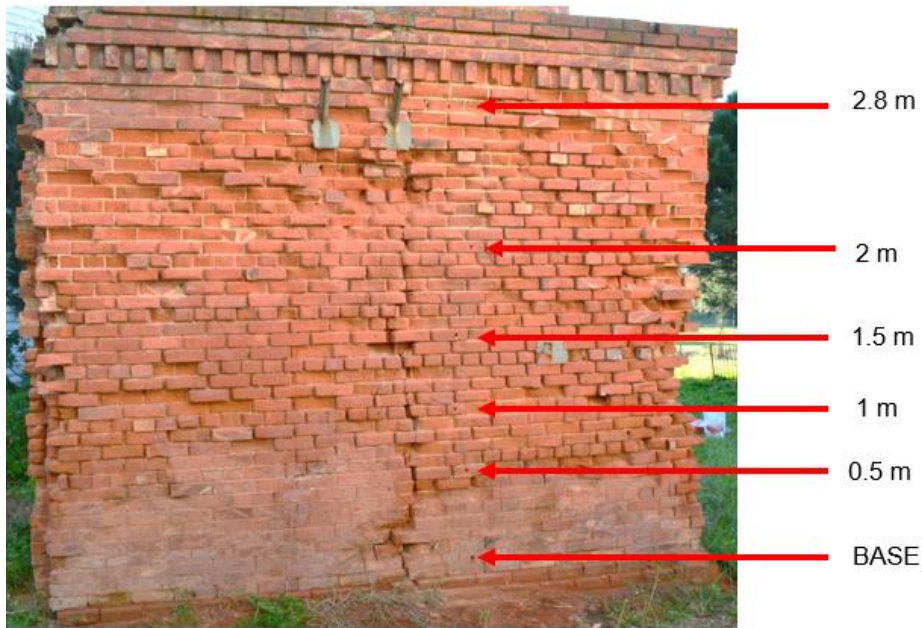


Figura 4.15 - Pontos de recolha de amostras da face Este da base da chaminé.

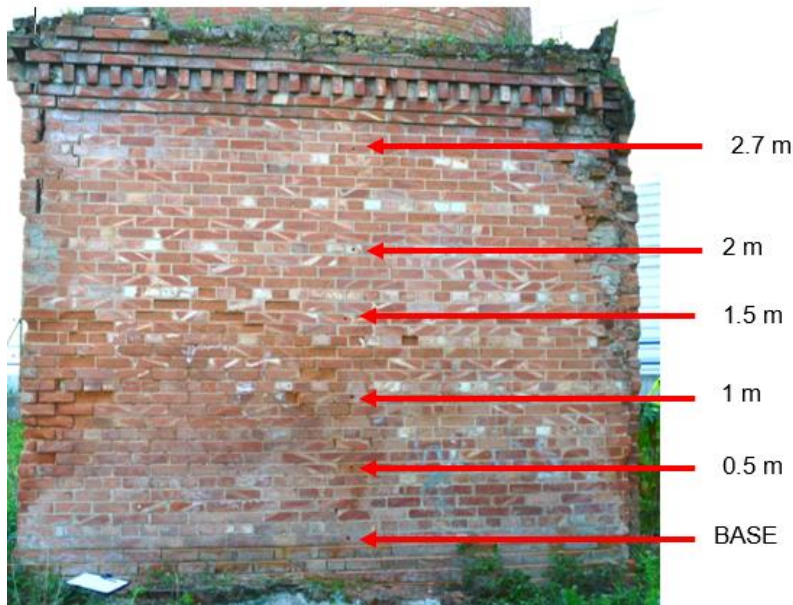


Figura 4.16 - Pontos de recolha de amostras na face Oeste da base da chaminé.

Após a escolha dos pontos onde seriam recolhidas as amostras, foi montado um andaime para proteção de eventual queda de tijolos da coroa e iniciou-se a recolha. Começou-se nos pontos de menor altura, assinalados como “BASE”. Foi colocado um saco de polietileno à saída do furo para que o pó seja recolhido à medida que o furo foi sendo efetuado (Figura 4.17 – à esquerda), tendo este logo de seguida sido fechado de forma estanque para evitar a evaporação de humidade existente na amostra. Após a realização de cada furo à profundidade estipulada, retirou-se a broca, e procedeu-se à limpeza do furo (Figura 4.17 – à direita) e da broca por forma a eliminar material que possa contaminar a amostra seguinte.

Ao todo foram recolhidas 104 amostras por perfuração dos tijolos, que foram transportadas para o LNEC e cinco tijolos que foram transportados para o laboratório da FCT UNL.



Figura 4.17 - Execução do furo e recolha de amostra em saco de polietileno (à esquerda) e limpeza do furo após recolha de amostra (à direita).

4.3.2 Recolha de amostras para avaliação física e mecânica

Foram recolhidos tijolos e pedaços de tijolos de diferentes chaminés e transportadas para o laboratório da FCT NOVA.

Foi possível recolher amostras de 6 chaminés, localizadas nos Distritos de Lisboa e de Setúbal. A chaminé do Montijo trata-se da chaminé 1 apresentada anteriormente, na qual se recolheram também as amostras para ensaio higroscopicidade. A Figura 4.18 (à esquerda) mostra a localização das referidas chaminés. Duas das chaminés localizadas em Setúbal encontram-se muito próximas uma da outra, pelo que não é possível distinguir com clareza a localização destas duas chaminés na Figura à esquerda, ainda que seja apresentado uma ampliação desta zona (Figura 4.18 – à direita).

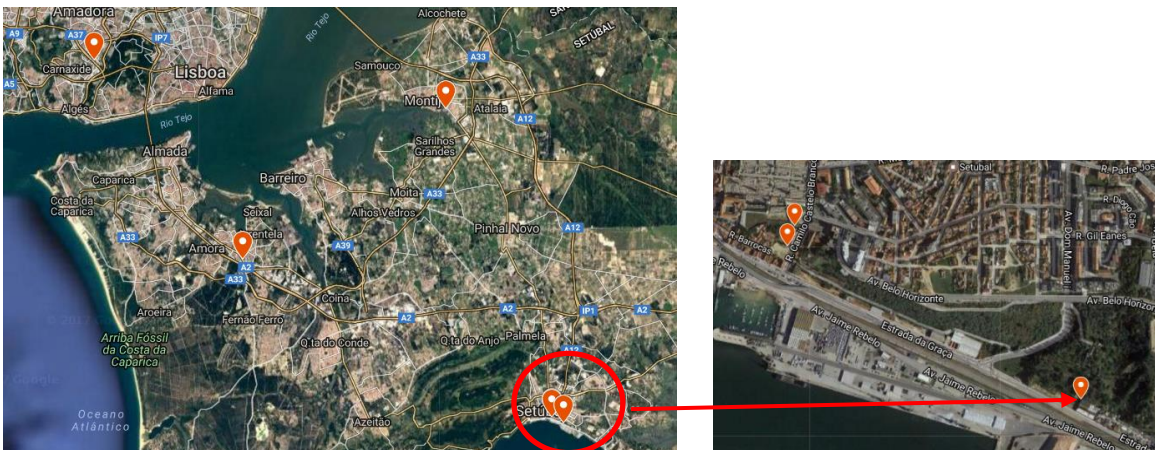


Figura 4.18 - Localização dos pontos de recolha de amostras (à esquerda) e zoom das localizações de Setúbal (à direita).

As chaminés de onde foi possível recolher amostras estão indicadas no Quadro 4.1, sendo todas aquelas indicadas como caracterizadas em laboratório.

O Quadro 4.5 sintetiza a informação acerca do tipo de amostra que foi possível recolher em cada chaminé.

Quadro 4.5 - Síntese do tipo de amostras recolhidas.

		Chaminé					
		Montijo	Setúbal 1	Setúbal 2	Setúbal 3	Arrentela	Alfragide
Tipo de amostra recolhida	Tijolos de barro vermelho inteiros	5					1
	Tijolos de barro vermelho irregulares		6	2	2	3	
	Tijolo de barro vermelho com alvenaria					4	
	Tijolos refratários						5

4.4 Ensaio em laboratório

Os tijolos recolhidos no decorrer das visitas às chaminés, foram transportados para o laboratório da Faculdade de Ciências e Tecnologia da UNL para realização de ensaios e análise das seguintes propriedades: (1) análise da coloração dos tijolos, (2) massa volúmica, (3) condutibilidade térmica (4) compactidade e homogeneidade através de ultrassons, (5) resistência à flexão e (6) resistência à compressão.

A realização dos ensaios seguiu o esquema apresentado na Figura 4.19.

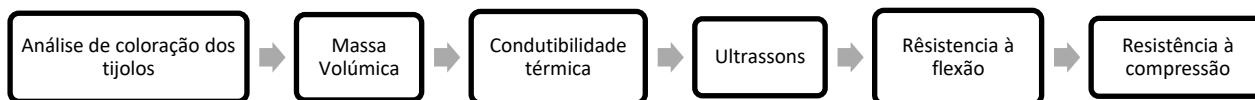


Figura 4.19 - Esquema de organização da realização dos ensaios em laboratório na FCT UNL.

A designação das amostras recolhidas foi dada de acordo com o Quadro 4.6.

Paralelamente aos ensaios no laboratório da FCT - UNL, foram realizados ensaios no Laboratório Nacional de Engenharia Civil para análise do teor de humidade e humidade higroscópica presentes nas amostras recolhidas por perfuração na chaminé da antiga Fábrica Mundet & Cia.

Quadro 4.6 - Designação das amostras ensaiadas em laboratório.

Designação da chaminé	Designação das amostras	Tipo de amostra
Montijo	M1_1	Tijolo inteiro
	M1_2	
	M1_3	
	M1_4	
	M1_5	
Setúbal 1	S1_1	Tijolo irregular
	S1_2	
	S1_3	
	S1_4	
	S1_5	
Setúbal 2	S2_1	Tijolo irregular
	S2_2	
Setúbal 3	S3_1	Tijolo irregular
	S3_2	
Arrentela	Arr_1	Tijolo irregular
	Arr_2	
	Arr_3	
	Arr_4	Tijolo irregular com argamassa
	Arr_5	
	Arr_6	
	Arr_7	

Alfragide	Af_1	Tijolo refratário inteiro
	Af_2	
	Af_3	
	Af_4	
	Af_5	

4.4.1 Coloração dos tijolos

Foi realizada uma análise comparativa da cor dos tijolos recolhidos e transportados para o laboratório, uma vez que a cor dos tijolos pode indicar algumas características do próprio material. Para tal, foi utilizada uma escala de cores e foram analisados os tijolos das várias chaminés.

4.4.2 Determinação da massa Volúmica

A massa volúmica das amostras recolhidas foi calculada através da equação 4.4.

$$Mv = \frac{M}{V} \quad (4.4)$$

Nesta equação:

- Mv representa a massa volúmica das amostras, em kg/m³;
- M representa a massa dos provetes, em kg;
- V representa o Volume dos provetes em m³.

Devido à irregularidade das amostras, o seu volume foi calculado com o auxílio de um recipiente e areia muito fina.

Primeiramente, pesou-se todos os provetes. Posteriormente, encheu-se um recipiente de volume conhecido, ou seja, pré-definido, com areia de granulometria muito fina. Pesou-se o recipiente cheio e devidamente rasado e calculou-se a massa volúmica da areia. Seguidamente, retirou-se parte da areia e introduziu-se o provete dentro do recipiente. Encheu-se novamente o recipiente com areia e rasou-se. De seguida, pesou-se o recipiente com a areia e o provete.

Subtraindo a massa do provete à massa inicial de areia, obteve-se a massa de areia presente no recipiente. Conhecendo a massa de areia existente e a sua massa volúmica, calculou-se o volume de areia dentro do recipiente. Subtraiu-se o volume de areia ao volume inicial e obteve-se o volume do provete.

4.4.3 Determinação da condutibilidade térmica

Entende-se por condutibilidade térmica a resistência que os materiais oferecem à transferência de energia sobre a forma de calor.

As chaminés industriais são construções normalmente sujeitas a elevadas temperaturas ao longo do seu período de vida útil. É interessante averiguar se, para além da utilização de tijolo refratário em algumas chaminés, eram tidos mais alguns cuidados na escolha dos tijolos de barro vermelho a implementar nas chaminés, ou se por outro lado eram utilizados tijolos com características similares aos tijolos utilizados em construções que não teriam de resistir a elevadas temperaturas.

O ensaio de condutibilidade térmica é um ensaio não destrutivo e foi realizado com o equipamento *Heat Transfer Analyzer*, model 2104 da ISOMET, com uma sonda plana de contacto API com 60 mm de diâmetro. O ensaio consiste na medição da diferença entre o calor emitido pela sonda para o tijolo e o calor

recebido de volta. Quanto maior for esta diferença, maior será a energia transmitida para tijolo e consequentemente maior o valor do coeficiente de condutibilidade térmica.

Em cada amostra foram efetuadas 3 medições em 3 faces diferentes, identificadas como face “a”, “b” e “c”.

Importa referir que foram ensaiados os tijolos em que a superfície de contacto com a sonda fosse plana e com dimensões suficientes para que a sonda ficasse totalmente em contacto com a superfície do tijolo.

As amostras foram colocadas sobre uma placa de XPS, para evitar a transferência de energia para a superfície de apoio. De seguida, colocou-se a sonda sobre o tijolo, ligou-se o aparelho e registou-se os valores fornecidos (Figura 4.20).



Figura 4.20 - Ensaio de condutibilidade térmica.

4.4.4 Compacidade e homogeneidade e módulo de elasticidade do material através de ultrassons

O ensaio de velocidade de propagação de ultrassons em laboratório foi realizado com o objetivo de averiguar as mesmas características avaliadas *in situ*, com a diferença de que em laboratório foram ensaiadas amostras isoladas.

O equipamento utilizado foi o mesmo descrito no ponto 4.2.5.5. Neste caso o ensaio foi realizado através do método direto, aplicando cada transdutor em cada lado da amostra a ensaiar.

O procedimento de ensaio é similar ao apresentado no ponto 4.2.5.5.

Foram realizadas três medições em cada amostra ensaiada.

Também foi calculado o módulo de elasticidade das amostras ensaiadas em laboratório, recorrendo à equação 4.5.

$$E = \frac{(1+\nu)*(1-2\nu)}{(1-\nu)} * v^2 * \rho * 10^9 \quad (4.5)$$

Nesta equação:

- E representa o módulo de elasticidade dinâmico, em GPa;
- ν representa o coeficiente de Poisson, que neste caso foi considerado com valor igual a 0.2;
- v representa a velocidade de propagação dos ultrassons;
- ρ representa a massa volúmica da amostra.

4.4.5 Resistência à flexão

Na campanha experimental realizada em laboratório foi também avaliada a resistência à flexão de tijolos de barro vermelho e de tijolos refratários.

O ensaio de resistência à tração por flexão foi realizado com base na norma EN 1015-11 (CEN, 1999b). com uma máquina de tração Zwick-Rowell Z050.

O ensaio consistiu na aplicação de uma carga com velocidade de 0,02 mm/s a meio vão dos tijolos. Os tijolos, apoiados em dois pontos distanciados de 150 mm, foram posicionados na direção real de aplicação das cargas.

O ensaio deu-se por terminado aquando da rotura de cada tijolo. Registou-se a força máxima de tração F_t [N] obtida no gráfico força-deslocamento delineado pelo software do equipamento.

A resistência à tração por flexão, é determinada através da equação 4.6.

$$R_t = \frac{1.5 \cdot F_t \cdot L}{b \cdot d^2} \quad (4.6)$$

Nesta equação:

- R_t representa a resistência à flexão, expressa em N/mm²;
- F_t representa a força máxima de tração, expressa em N;
- L representa a distância entre apoios. O L utilizado neste ensaio foi de 147,5mm
- b e d representam as dimensões das amostras, em mm. Neste ensaio, os tijolos tinham dimensões de 70mm e 110mm para b e d , respetivamente.

4.4.6 Resistência à compressão

A resistência à compressão foi determinada utilizando a máquina FORM+TEST prüfsysteme. Para a realização deste ensaio foram utilizadas as metades dos tijolos previamente ensaiados à flexão e retificadas para que houvesse o mínimo de irregularidades possíveis nas superfícies dos tijolos.

O ensaio foi realizado a aplicando uma carga de 4 kN/s aos tijolos até estes atingirem a rotura.

O procedimento consistiu em definir previamente a carga a ser aplicada pelo equipamento e em colocar os tijolos dentro do equipamento, devidamente centrados. Iniciou-se o ensaio ligando o equipamento. Quando atingida a rotura, parou-se a máquina e registou-se o valor da carga máxima obtida, em kN.

A resistência à compressão, é determinada através do quociente entre a força máxima de compressão e a área da secção comprimida. A área de secção comprimida toma valores entre 0.01m² e 0.015m².

4.4.7 Teor de humidade e humidade higroscópica

As amostras foram retiradas dos sacos e colocadas em *petris* devidamente e individualmente identificados em locais apropriados no LNEC. Em seguida, procedeu-se à pesagem das amostras. Refira-se que os *petris* foram pesados previamente sem o pó de tijolo, para que a determinação das massas seca e húmida das amostras fosse rigorosa e precisa. De seguida, as amostras foram colocadas em estufa a 105°C durante dois dias para uma posterior determinação da massa seca.

Após determinação da massa seca, as amostras foram colocadas em câmara climática a 20 °C e 96% de humidade durante duas semanas, após as quais foram efetuadas pesagens até se verificar massa constante. Após esta verificação, procedeu-se à pesagem das amostras húmidas de modo a analisar o a sua higroscopicidade.

4.5 Análise de resultados

Neste capítulo são apresentados os resultados obtidos na campanha experimental realizada *in situ* e em laboratório para caracterização do material das chaminés de alvenaria de tijolo.

4.5.1 Ensaios *in situ*

4.5.1.1 Resistência superficial por esclerómetro pendular

Os resultados obtidos mostram que a resistência dos tijolos em ambas as chaminés é independente da face ou da altura do ponto analisado, mas varia consoante o estado de conservação do tijolo, como seria espectável. Os tijolos em bom estado de conservação, em geral com a aparência apresentada na Figura 4.21 (à esquerda) apresentam valores de resistência superficial em média de 120 Vickers, enquanto que os tijolos com alguma erosão, em geral com a aparência apresentada na Figura 4.21 (à direita) apresentaram valores em média de 80 Vickers.

As Figuras 4.22 e 4.23 apresentam os valores da resistência superficial dos dois tipos de tijolos nas quatro faces das chaminés, nas três alturas avaliadas, na chaminé 1 e na chaminé 2 respetivamente.



Figura 4.21 - Tijolo em bom estado de conservação (à esquerda) e tijolo em mau estado de conservação (à direita).

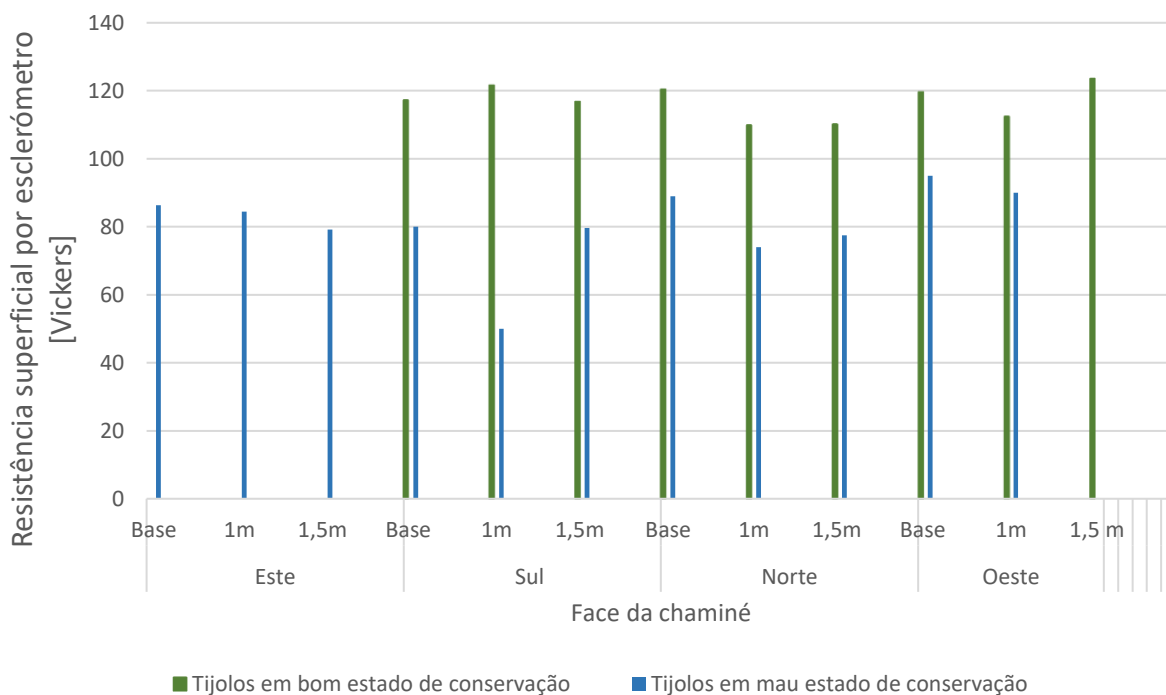


Figura 4.22 - Resultados obtidos para a resistência superficial por esclerómetro pendular na chaminé 1.

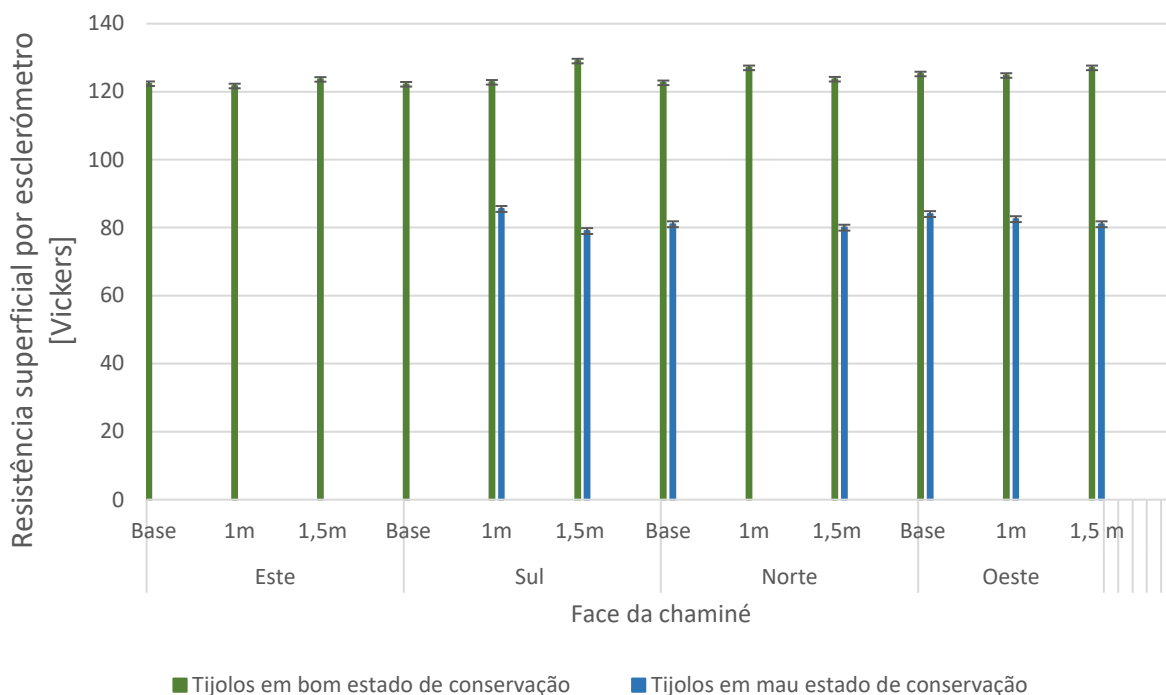


Figura 4.23 - Resultados obtidos para a resistência superficial por esclerómetro pendular na chaminé 2.

4.5.1.2 Ensaio de choque de esfera

Os resultados obtidos no ensaio de choque de esfera mostram que a deformabilidade dos tijolos, na chaminé 1 provém da sua degradação.

Como referido anteriormente, o ensaio não foi realizado na face Este devido à friabilidade dos tijolos. Contudo, nas outras faces, nos tijolos com alguma degradação foi possível observar a deformação provocada pela esfera, com média resultante de 11,58mm. Já nos tijolos em relativamente bom estado, a esfera não provocou qualquer deformação. A partir destes resultados pode concluir-se que os tijolos não são deformáveis, apresentando rigidez elevada, mas que com a degradação crescente ao longo do tempo, a sua camada exterior torna-se mais deformável.

Na chaminé 2, a esfera não causou qualquer perda em nenhum dos pontos analisados.

Os resultados, apresentados no Quadro 4.7 mostram que a deformabilidade dos tijolos é também independente da face e da altura a que se encontram, sendo o estado de degradação dos tijolos o único fator de influência para os resultados.

Quadro 4.7 - Resultados do ensaio de choque de esfera.

Face	Este		Sul		Norte		Oeste	
Altura	Base	1m	Base	1m	Base	1m	Base	1m
Deformação (mm)	-	-	12,29	10,26	12,7	12,16	10,51	11,21
			12,32	11,58	11,5	13,16		
			14,74			12,92		
			10,07					
			9,45					
			10,56					

4.5.1.3 Comportamento face à água sob baixa pressão através de tubos de Karsten

No Quadro 4.8 são apresentados os valores médios e o desvio padrão do coeficiente de absorção de água para os seis tubos fixados na chaminé 1.

Na Figura 4.24 é apresentada a absorção de água em função do tempo nos seis tubos fixados na chaminé 1.

Analisando os resultados obtidos para a chaminé 1 verifica-se que a absorção de água é similar em todos os pontos exceto no tubo 3, onde a absorção de água apresenta valores superiores, podendo indicar algum tipo de fissuração nesse ponto.

A absorção de água segue um desenvolvimento linear ao longo do tempo em todos os tubos colocados na chaminé.

Na chaminé 2, constatou-se que as juntas de argamassa eram completamente estanques. Após a fixação dos tubos e enchimento com água até à marca dos 0ml, a água dentro do tubo não baixou de nível durante aproximadamente 60min, pelo que não são apresentados valores relativos à chaminé 2. Estes resultados podem dever-se a alguma intervenção anterior que tenha sido efetuada na chaminé, onde poderá ter sido aplicado algum impermeabilizante no material.

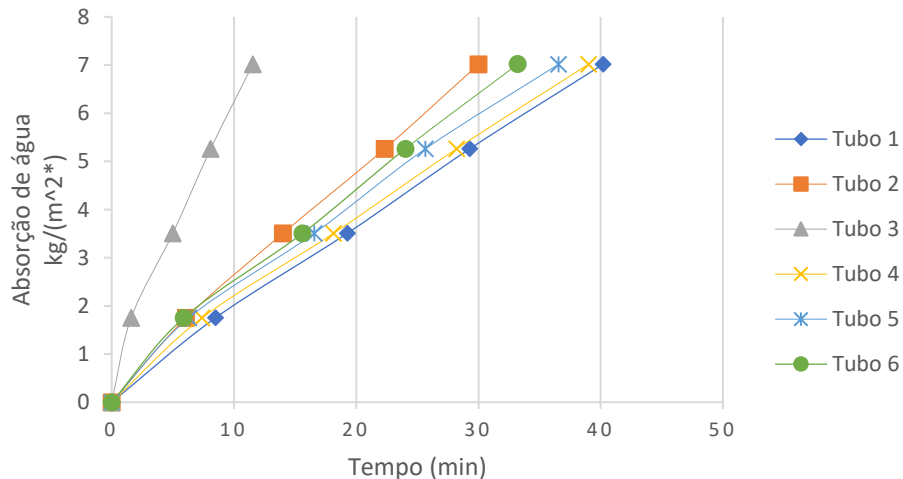


Figura 4.24 - Absorção de água em função do tempo.

4.5.1.4 Coesão superficial dos tijolos

Os resultados obtidos mostram que em ambas as chaminés, os tijolos em bom estado de conservação apresentam boa coesão superficial, não havendo qualquer perda de material para o papel autocolante. Nos tijolos em mau estado de conservação, com superfície friável, houve bastante perda de material para o papel autocolante.

A Figura 4.25 apresenta o resultado do ensaio de coesão superficial dos tijolos nas duas chaminés. Nesta figura, apenas são apresentados os valores dos tijolos friáveis, visto que nos tijolos em bom estado não houve recolha de material.

É possível observar que na chaminé 1, a face Sul é a que apresenta melhor coesão superficial no geral, com pouca perda de material. Nas outras faces, os tijolos apresentam no geral pouca coesão superficial, sendo a face Este a que apresenta piores resultados.

É ainda possível observar que, na chaminé 2, os tijolos apresentam maior coesão superficial.

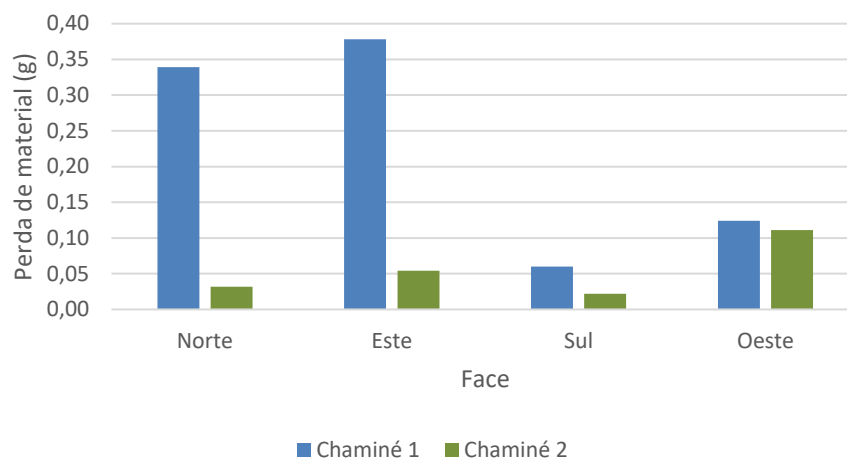


Figura 4.25 - Perda de material em cada face das chaminés.

Quadro 4.8 - Valores do coeficiente de absorção de água.

Tubo	Cota (m)	ml	min	min ^{0,5}	Água absorvida (ml/cm ²)	Água absorvida (kg/m ²)
1		1	8,50	2,92	0,18	1,75
	1,0	2	19,28	4,39	0,35	3,51
		3	29,30	5,41	0,53	5,26
		4	40,21	6,34	0,70	7,02
2		1	6,09	2,47	0,18	1,75
	1,25	2	14,02	3,74	0,35	3,51
		3	22,34	4,73	0,53	5,26
		4	30,02	5,48	0,70	7,02
3		1	1,59	1,26	0,18	1,75
	1,50	2	5,00	2,24	0,35	3,51
		3	8,10	2,85	0,53	5,26
		4	11,55	3,40	0,70	7,02
4		1	7,40	2,72	0,18	1,75
	1,0	2	18,16	4,26	0,35	3,51
		3	28,22	5,31	0,53	5,26
		4	39,01	6,25	0,70	7,02
5		1	6,32	2,51	0,18	1,75
	1,25	2	16,58	4,07	0,35	3,51
		3	25,67	5,07	0,53	5,26
		4	36,56	6,05	0,70	7,02
6		1	5,90	2,43	0,18	1,75
	1,50	2	15,62	3,95	0,35	3,51
		3	24,03	4,90	0,53	5,26
		4	33,21	5,76	0,70	7,02

4.5.1.5 Compacidade e homogeneidade e módulo de elasticidade do material através de ultrassons

A velocidade de propagação de ultrassons foi determinada para cada face das duas chaminés (Figura 4.26) e para cada chaminé (Quadro 4.9). Através deste ensaio foram ainda calculados os valores para o módulo de elasticidade, apresentados na Figura 4.27 para cada face de cada chaminé e no Quadro 4.10 para cada chaminé.

Analisando os resultados apresentados na Figura 4.26 e do Quadro 4.9 verifica-se que a velocidade de propagação na chaminé 1 apresentam em geral valores inferiores, devido à degradação do material. É ainda possível comprovar que a face Este na chaminé 1 é a que apresenta menores valores de velocidade de propagação das ondas, o que comprova o diagnóstico visual de que a esta face será a que se encontra em piores condições.

Ao analisar os resultados apresentados na Figura 4.27 e no Quadro 4.10, verifica-se que a variação do módulo de elasticidade depende muito das condições do material. A chaminé 2 apresenta valores superiores para o módulo de elasticidade.

Comparando com os valores apresentados no ponto 2.3, no Quadro 2.1, constata-se que os valores utilizados apresentam grande variedade. Na bibliografia encontrada são utilizados valores que varia desde 0.65 GPa e 6 GPa. Esta variedade substancial dos valores utilizados realça a necessidade de uma análise aprofundada de cada caso. A chaminé 1 apresenta valores em média para o módulo de elasticidade de 1.7GPa enquanto a chaminé 2 apresenta uma média de valores de 2.6 GPa.

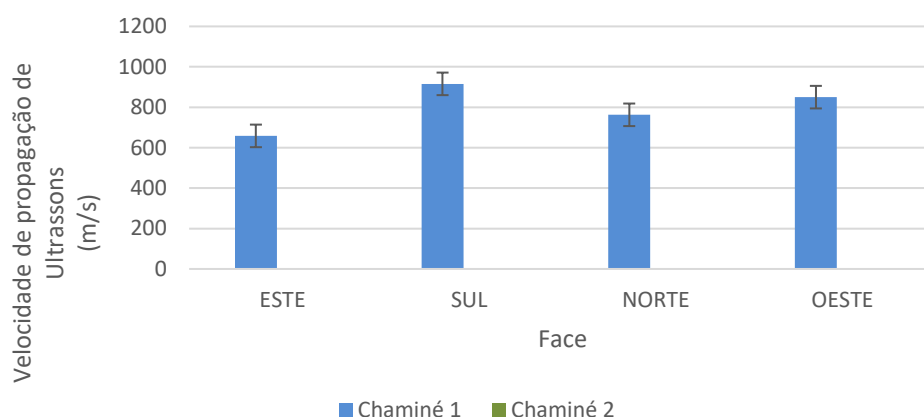


Figura 4.26 - Velocidade de propagação de ultrassons em cada face.

Quadro 4.9 - Velocidade de propagação de ultrassons em cada chaminé (m/s).

Chaminé 1	Chaminé 2
796,68	999,77

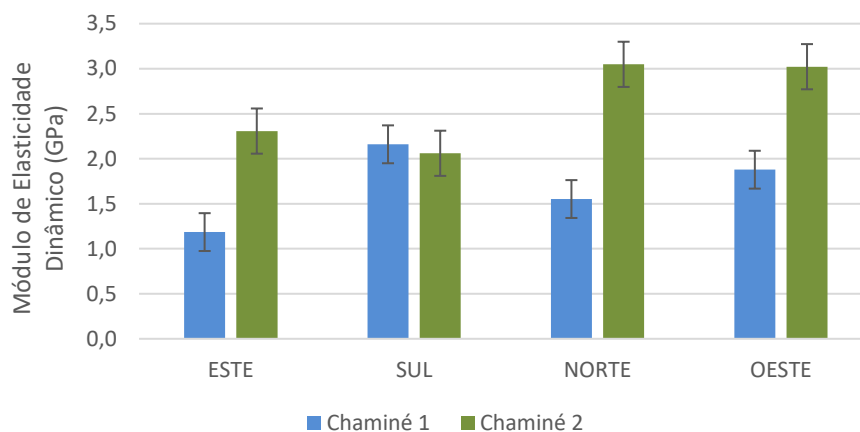


Figura 4.27 - Módulo de Elasticidade Dinâmico em cada face.

Quadro 4.10 - Módulo de Elasticidade em cada chaminé (GPa).

Chaminé 1	Chaminé 2
1,694	2,610

4.5.2 Ensaio em laboratório

4.5.2.1 Coloração dos tijolos

O Quadro 4.11 apresenta um tijolo representativo das amostras recolhidas de cada chaminé.

De referir que os tijolos recolhidos em cada chaminé tinham a mesma coloração, pelo que neste capítulo é apresentado um tijolo representativo de cada chaminé.

4.5.2.2 Determinação da massa volúmica

A Figura 4.28 apresenta os valores obtidos para a massa volúmica das amostras de cada chaminé. A massa volúmica foi obtida através da média aritmética dos valores das amostras de cada chaminé.

Os valores obtidos variam entre 1262,35 kg/m³ e 1914,04 kg/m³.

Os valores adotados na bibliografia existente, apresentados no Quadro 2.1, tomam valores de 1600 kg/m³ e 1800 kg/m³. É possível concluir que os valores obtidos para a massa volúmica dos tijolos, em média 1638,7 kg/m³, são relativamente aproximados dos valores apresentados, contudo que os valores aí apresentados são referentes a alvenaria e importa reter que variações podem levar a erros nas análises que adotam valores estimados.

4.5.2.3 Determinação da condutibilidade térmica

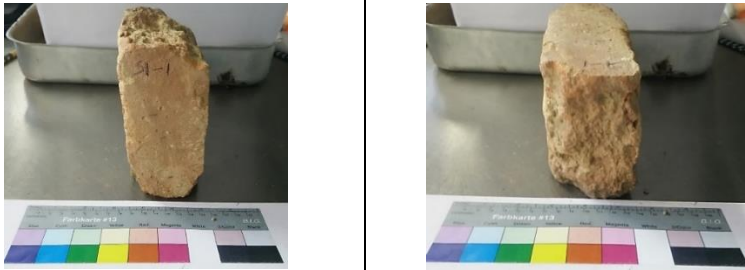
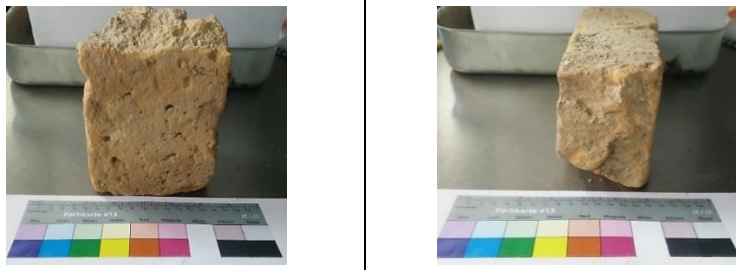
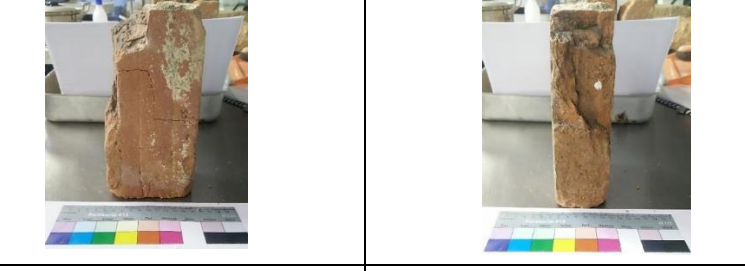
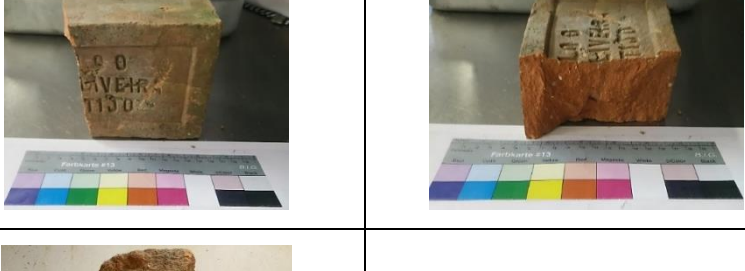

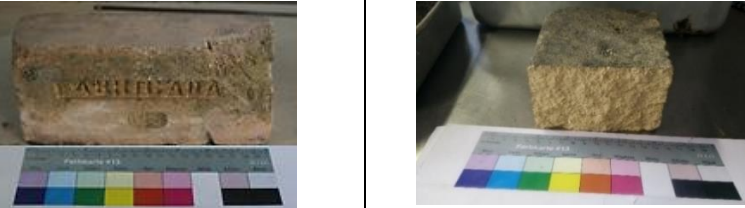
O Quadro 4.12 e a Figura 4.29 apresentam os resultados obtidos para a condutibilidade térmica para cada conjunto de amostras recolhidas de cada chaminé.

Através da análise da Figura 4.29 conclui-se que os tijolos recolhidos na chaminé de Alfragide apresentam maiores valores de condutibilidade térmica, enquanto os tijolos recolhidos na chaminé S2 apresentam os menores valores. Os resultados obtidos para os tijolos refratários não estão de acordo com o esperado. Seria de esperar que os valores obtidos para a condutibilidade térmica destes tijolos apresentassem valores

inferiores aos tijolos de barro vermelho, pela sua capacidade de resistir a altas temperaturas. De facto, foram as amostras com maiores valores de coeficiente de condutibilidade térmica, sendo mais condutores e menos isolantes do que as outras amostras recolhidas.

Comparando com os valores do coeficiente de condutibilidade térmica para tijolo maciço corrente, cerca de 0.7 w/(m.K) (Santos, 2006) é possível constatar que os valores são semelhantes.

Quadro 4.11 - Escala de cores e descrição dos tijolos recolhidos.

S1		Os tijolos estão degradados e com porosidade evidente a olho nu. A cor é muito clara, em tons salmão.
S2		Tijolos muito semelhantes aos da chaminé S1. Com a mesma coloração.
S3		Tijolos com tons avermelhados
M		Tijolos em tons avermelhados e em bom estado de conservação, aparentemente com boa compactidade.
Arr		Tijolos em tons avermelhados e aparentavam boa compactidade.
Af		Tijolos em tons de amarelo. Em bom estado de conservação.

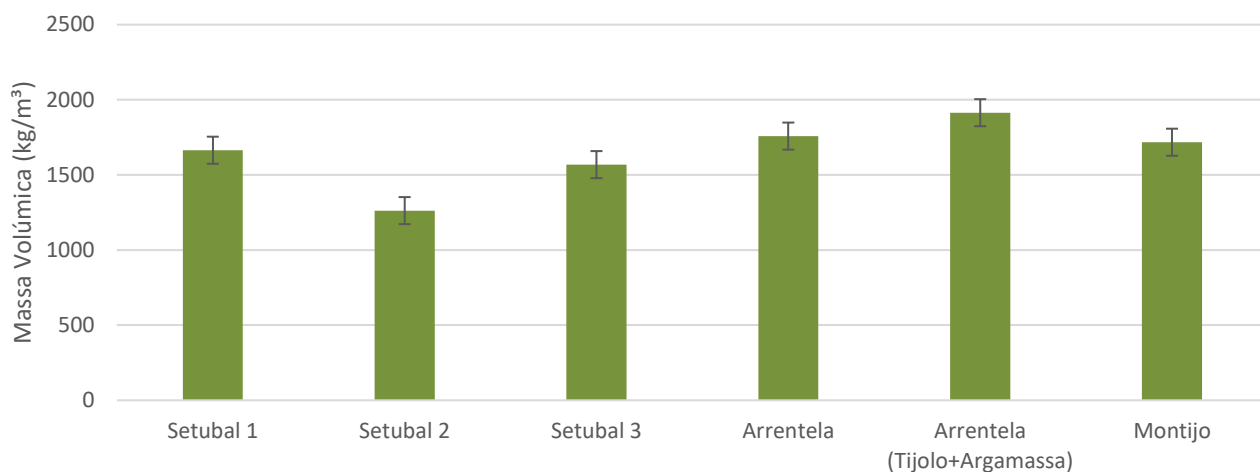


Figura 4.28 - Massa Volúmica.

Quadro 4.12 - Coeficiente de condutibilidade térmica (w/(m.K)).

Chaminé	Coef. de condutibilidade térmica (w/(m.K))
Setúbal 1	0,39
Setúbal 2	0,37
Setúbal 3	0,61
Arrentela	0,55
Montijo	0,62
Alfragide	0,98

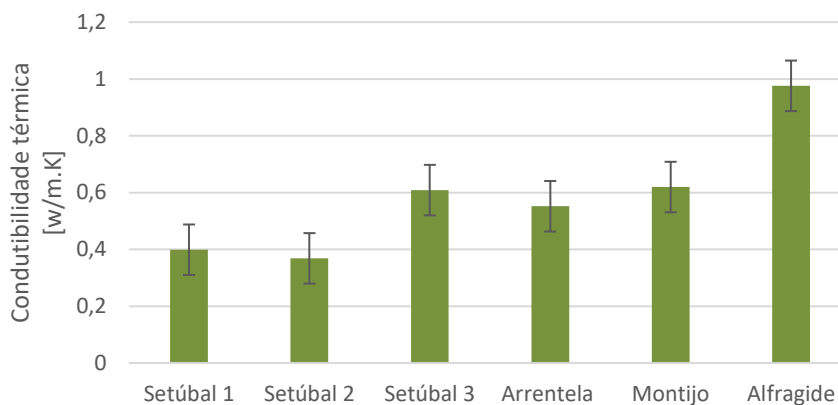


Figura 4.29 - Condutibilidade térmica de cada conjunto de amostragem.

4.5.2.4 Compacidade e homogeneidade e módulo de elasticidade do material através de ultrassons

A Figura 4.30 apresenta os resultados obtidos para cada conjunto de amostras de cada chaminé. As colunas a azul indicam os valores de cada amostra, enquanto as colunas a verde indicam os valores da média aritmética para cada chaminé.

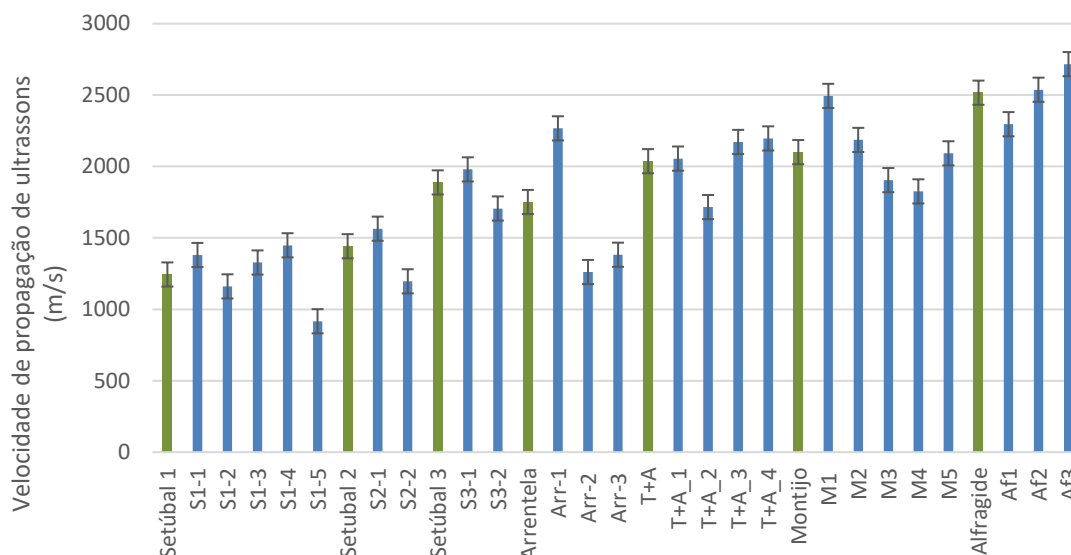


Figura 4.30 - Velocidade de propagação de ultrassons das amostras de cada chaminé.

Analisados os resultados obtidos conclui-se que os tijolos da chaminé de Alfragide apresentam maiores velocidades de propagação de ultrassons, o que pode indicar melhor índice de vazios e maior compacidade do material. Os tijolos das chaminés S1 e S2 apresentam os valores mais baixos, o que seria de esperar devido ao grande índice de vazios visíveis a olho nu. Os tijolos de barro vermelho das chaminés S3, M e Arr apresentam valores em média relativamente aproximados.

Relativamente ao módulo de Elasticidade, a Figura 4.31 mostra os resultados obtidos para cada amostra.

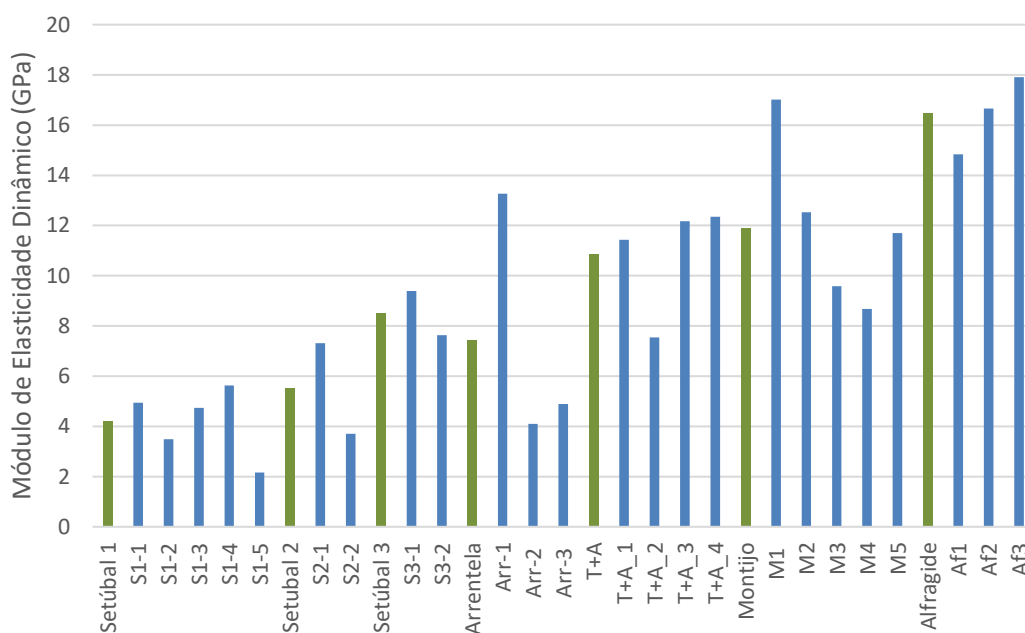


Figura 4.31 - Módulo de Elasticidade das amostras de cada chaminé.

Da análise da Figura 4.31 conclui-se que os resultados exibem alguma dispersão, sendo que os tijolos da chaminé Af possuem maior módulo de elasticidade. Mais uma vez, os tijolos das chaminés S1 e S2 são os que obtiveram piores resultados.

4.5.2.5 Resistência à tração por flexão

Os resultados obtidos no ensaio de resistência à tração por flexão de cada amostra ensaiada são apresentados na Figura 4.32. Os tijolos recolhidos junto da chaminé Arr não foram ensaiados à flexão por não terem dimensões adequadas ao procedimento do ensaio.

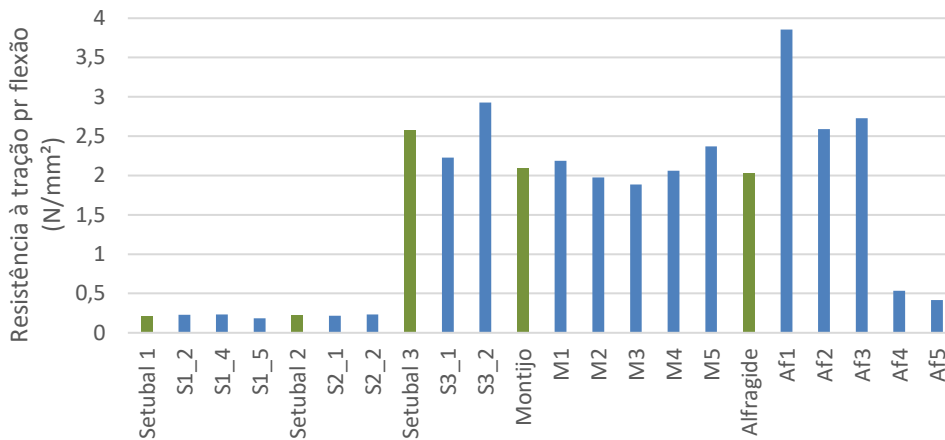


Figura 4.32 - Resistência à tração por flexão de cada amostra.

Através da análise dos resultados conclui-se mais uma vez que a dispersão de valores é substancial e depende sobretudo do estado de conservação do material.

4.5.2.6 Resistência à compressão

Os resultados obtidos no ensaio de resistência à compressão de cada amostra ensaiada são apresentados na Figura 4.33.

A Figura 4.33 mostra que o conjunto de tijolos da chaminé M obteve os maiores valores de resistência à compressão. Mais uma vez, o mau estado do material dos tijolos das chaminés S1 e S2 influenciou os resultados, sendo que o ensaio resultou em valores baixos de resistência à compressão.

Através da observação do interior dos tijolos após rotura do ensaio de compressão constatou-se que a cor no interior era igual ao exterior, o que indica que a sua cozedura terá sido homogénea.

Apesar dos tijolos da chaminé Af, refratários, apresentarem valores elevados de resistência à compressão, constatou-se que após a rotura estes tijolos se desfaziam muito mais do que os tijolos de barro vermelhos, sendo mais friáveis no interior.

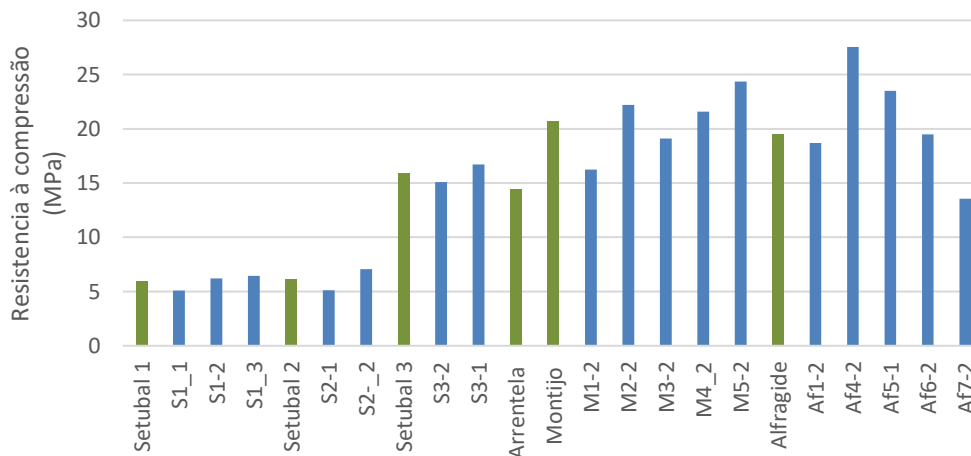


Figura 4.33 - Resistência à compressão de cada amostra.

4.5.2.7 Teor de humidade e humidade higroscópica

Com a determinação das massas húmida e seca, foi determinado o teor de humidade presente nas amostras e efetuados os gráficos de teor de humidade em altura e em profundidade.

Realizaram-se perfis de teor de humidade, para as três faces. Os perfis obtidos para a face Este, em altura e em profundidade são apresentados nas Figuras 4.34 e 4.35 respetivamente. Para a face Oeste, os perfis de teor de humidade, também em altura e profundidade são apresentados nas Figuras 4.36 e 4.37 respetivamente. Para a face Norte, apenas foram recolhidas amostras a uma altura, pelo que o perfil em profundidade é apresentado na Figura 4.38.

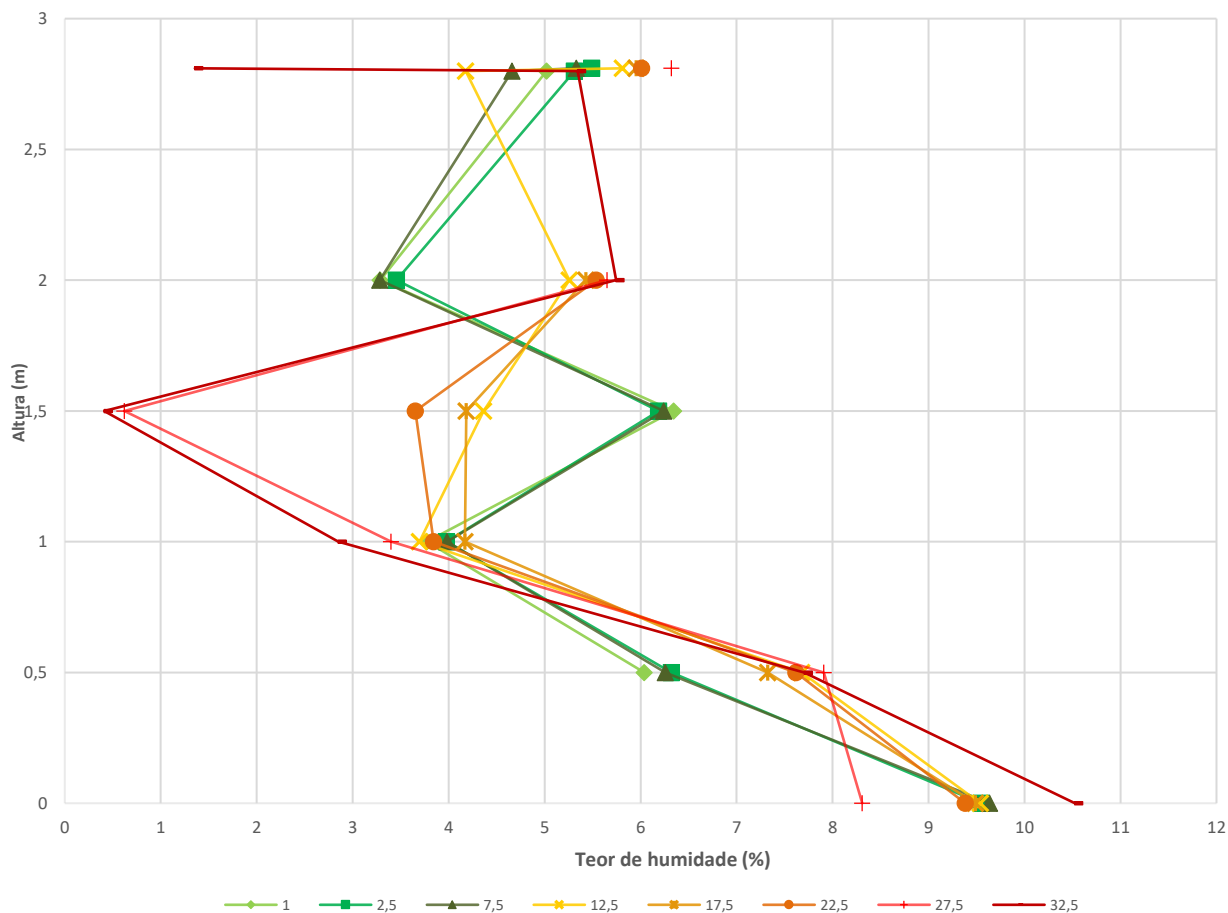


Figura 4.34 - Teor de humidade em altura - Face Este.

A Figura 4.34 mostra que o teor de humidade diminui em altura na face este, apresentando valores de cerca de 10% junto da base. Esta percentagem vai diminuindo à medida que a altura vai aumentando. A uma altura de 1,5m existe uma grande variedade de valores dependendo da profundidade do furo, sendo que os furos mais à superfície apresentam valores superiores de teor de humidade. Este facto pode significar que o teor de água existente nos tijolos da chaminé provem tanto de ascensão por capilaridade como também de absorção das águas das chuvas.

A Figura 4.35 mostra que o teor de humidade é sensivelmente constante em profundidade, o que comprova que a maioria da água existente no material provem de ascensão capilar através do solo.

Através da análise das Figuras 4.34 e 4.35 constata-se ainda que para os pontos mais elevados, sensivelmente a partir dos 2m, o teor de humidade é superior para os pontos mais interiores, com maior

profundidade. Isto pode dever-se à maior facilidade de evaporação de água pela face exterior do que pela face interior.

Na face oeste pode-se observar que o teor de humidade também diminui em altura (Figura 4.36). É ainda possível constatar que os menores valores são os que se encontram a uma altura de 1,5m e 2,0m, voltando a aumentar de valores para alturas superiores. Este facto pode indicar a existência de infiltrações da água da chuva pela parte superior da base, devido, por exemplo, a mau capeamento.

A Figura 4.37 mostra novamente que o teor de humidade é sensivelmente constante em profundidade.

Para a face Norte foi apenas possível efetuar o perfil de teor de humidade em profundidade. Contudo é possível observar que no furo realizado o teor de humidade aumenta com o aumento da profundidade do furo (Figura 4.38).

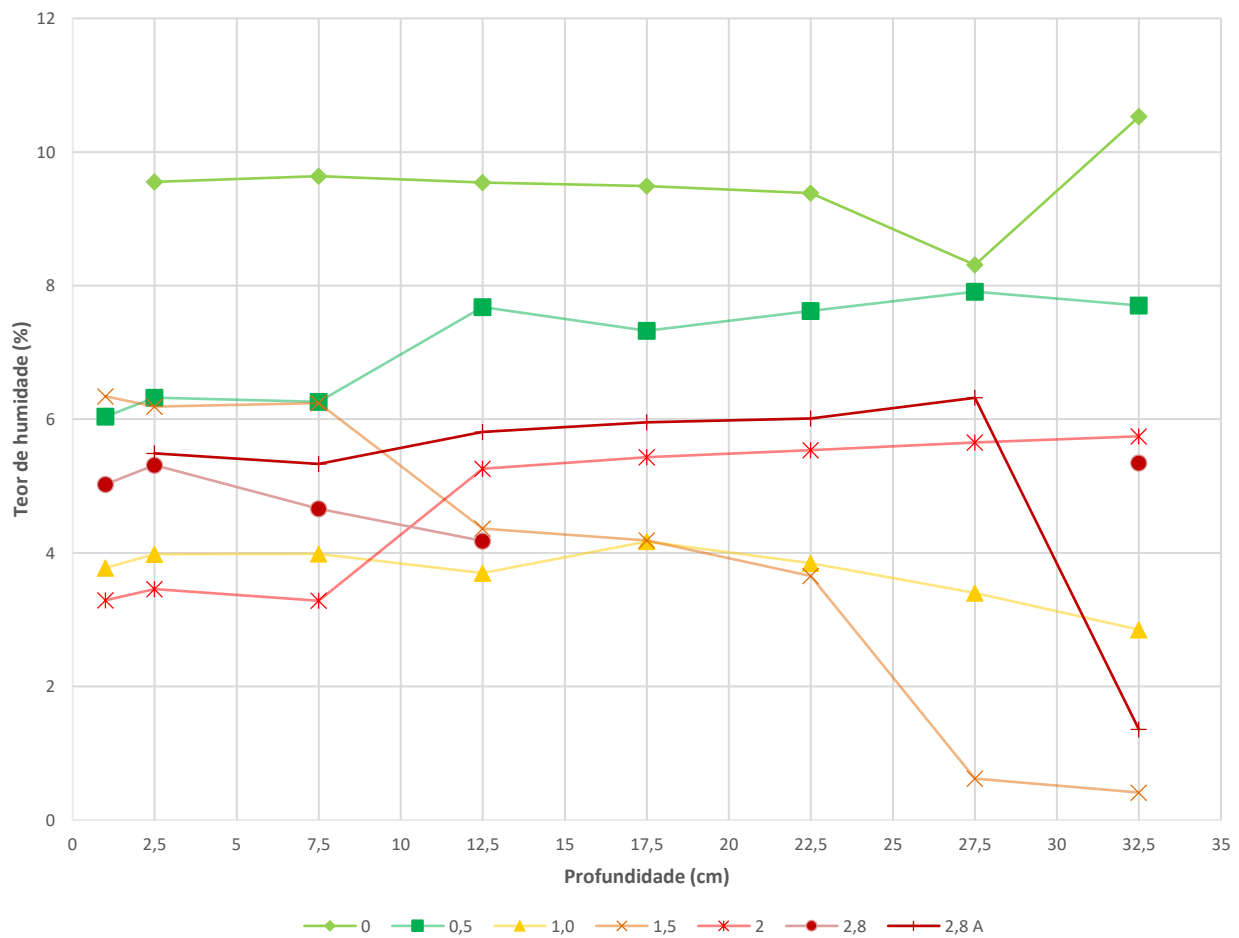


Figura 4.35 - Teor de humidade em profundidade - Face Este.

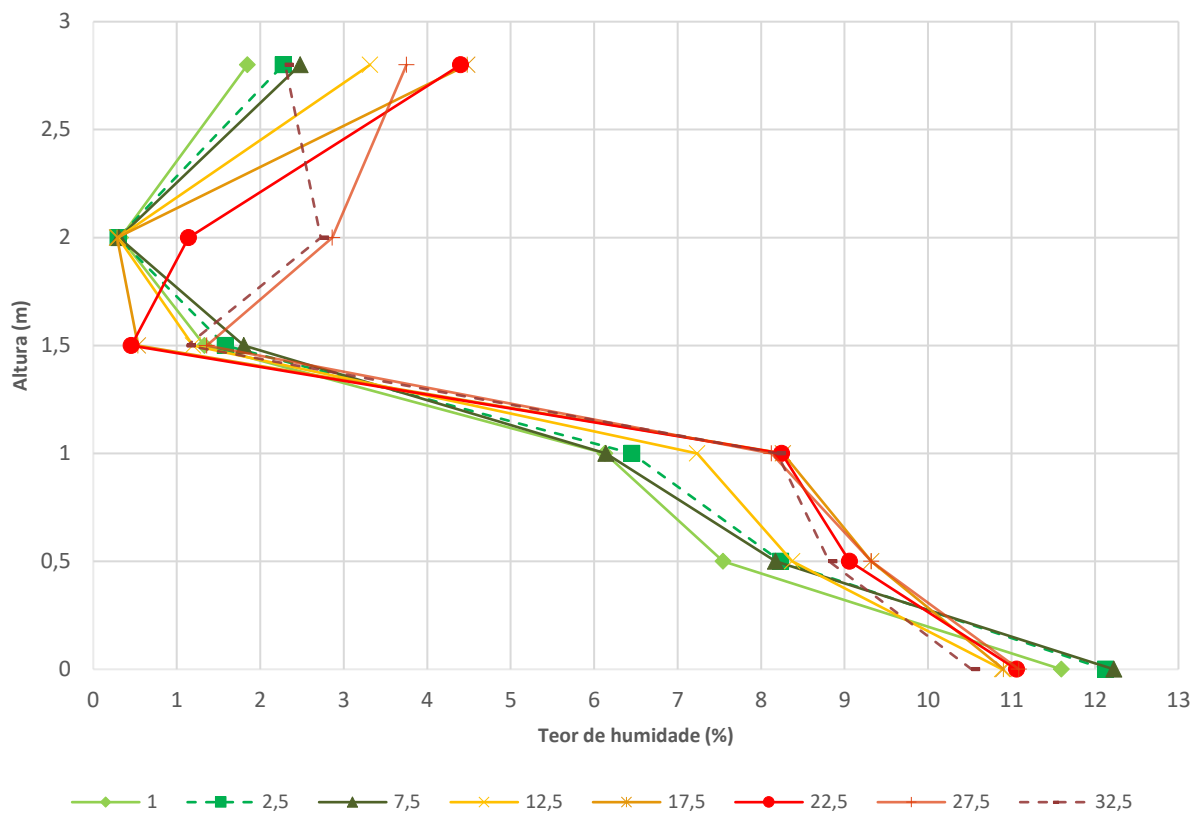


Figura 4.36 - Teor de humidade em altura - Face Oeste.

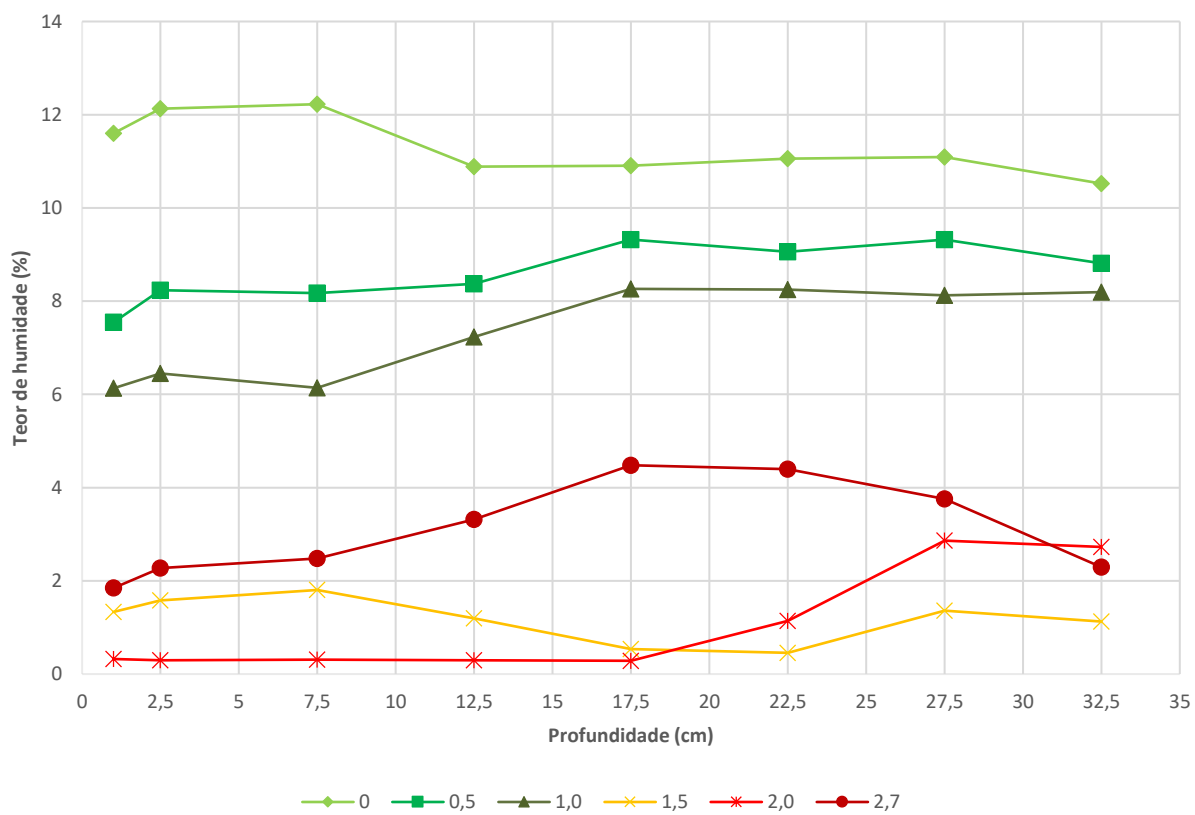


Figura 4.37 - Teor de humidade em profundidade - Face Oeste.

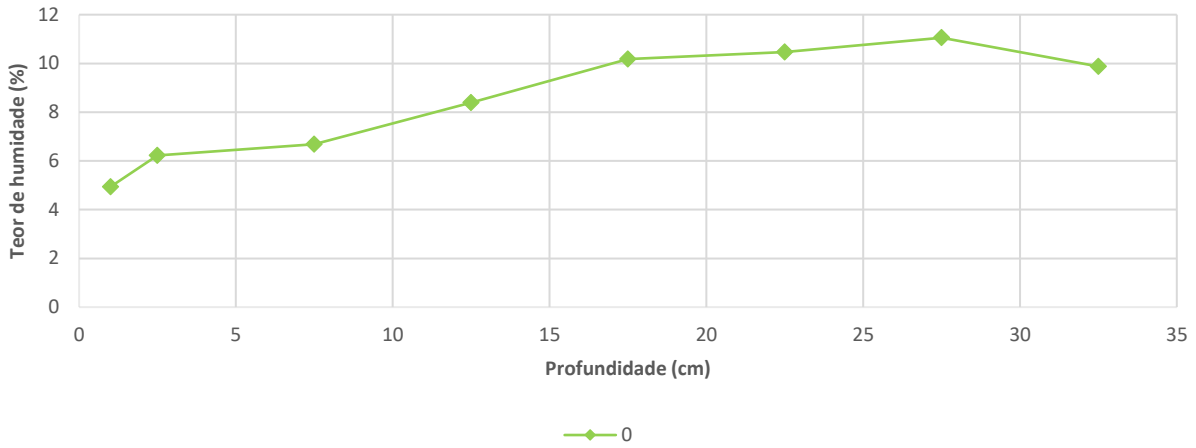


Figura 4.38 - Teor de umidade em profundidade - Face Norte.

Realizaram-se também os perfis de umidade higroscópica, em altura e em profundidade para as três faces. Os perfis obtidos para a face Este, em altura e em profundidade são apresentados nas Figuras 4.39 e 4.40 respectivamente. Para a face Oeste, os perfis de teor de umidade, também em altura e profundidade são apresentados nas figuras 4.41 e 4.42 respectivamente. Para a face Norte, apenas foram recolhidas amostras a uma altura, pelo que o perfil em profundidade é apresentado na Figura 4.43.

Os resultados obtidos mostram que, em geral, na face Este o teor de umidade higroscópica aumenta com a altura (Figura 4.39) e diminui com a profundidade (Figura 4.40). Ou seja, para os furos interiores, o teor de sais não será tão elevado como nos furos mais superficiais. Isto pode ser consequência da migração de sais juntamente com a ascensão de água por capilaridade a partir do solo. Ou seja, o transporte de sais seguirá aproximadamente o caminho que a água leva desde que é absorvida a partir do solo até que é evaporada. Por este motivo, os valores são superiores junto da superfície do que no interior da parede. Não obstante, a ascensão de água através do material leva ao transporte de sais em altura, o que leva ao aumento do teor de umidade higroscópica em altura. Esta análise não invalida que os sais existentes não provenham também de outras origens.

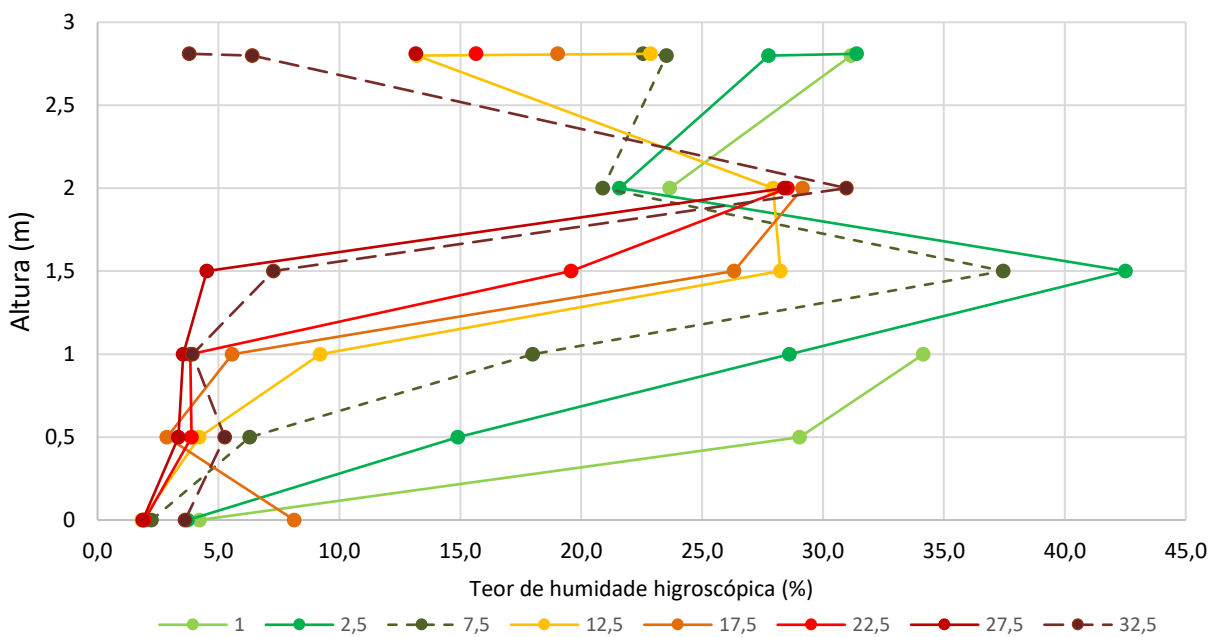


Figura 4.39 - Teor de umidade higroscópica em altura - Face Este.

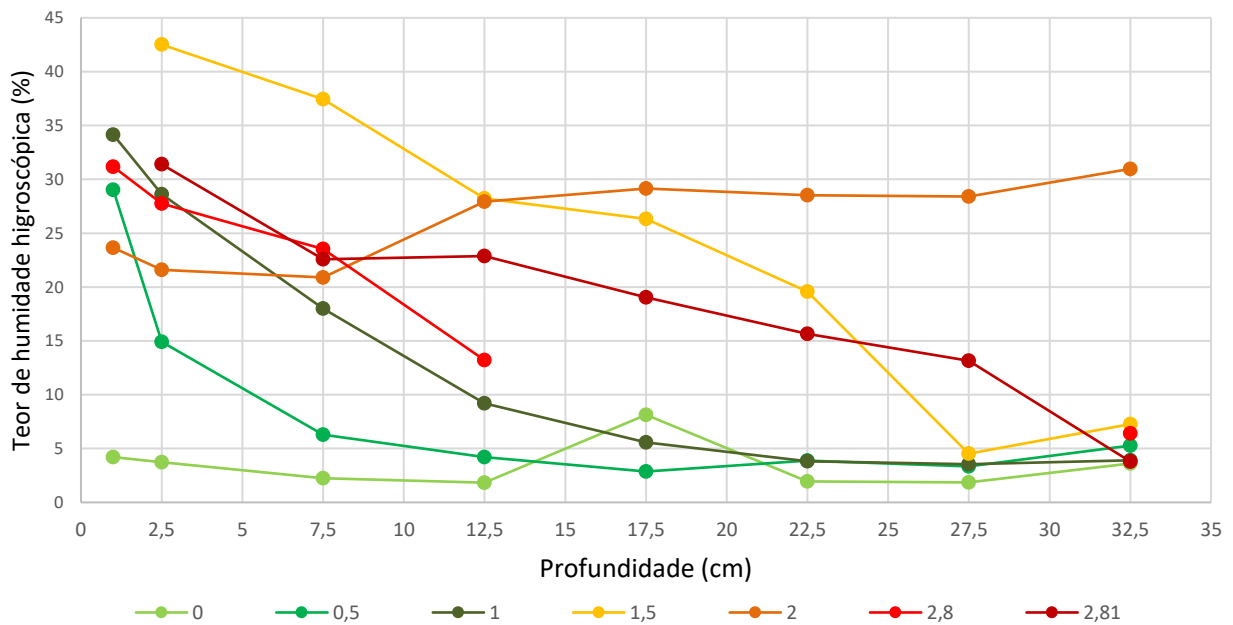


Figura 4.40 - Teor de humidade higroscópica em profundidade - Face Este.

Os resultados obtidos para a face Oeste, embora apresentem valores inferiores aos apresentados para a face Este, qualitativamente, são bastante semelhantes, pelo que a análise realizada para a face Este pode ser aplicada à face Oeste. Para os furos realizados à superfície a 0,5m e 1m de altura os valores obtidos foram substancialmente elevados, o que revela uma grande concentração de sais nesses pontos.

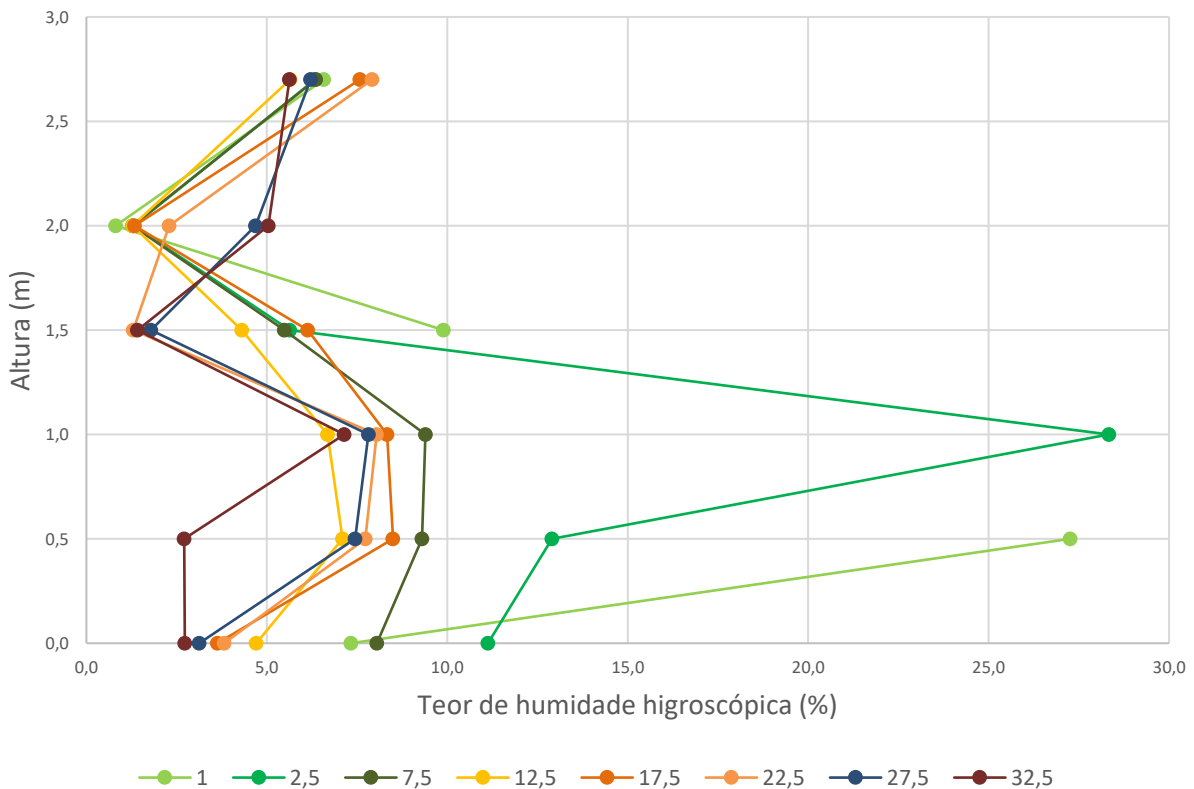


Figura 4.41 - Teor de humidade higroscópica em altura - Face Oeste.

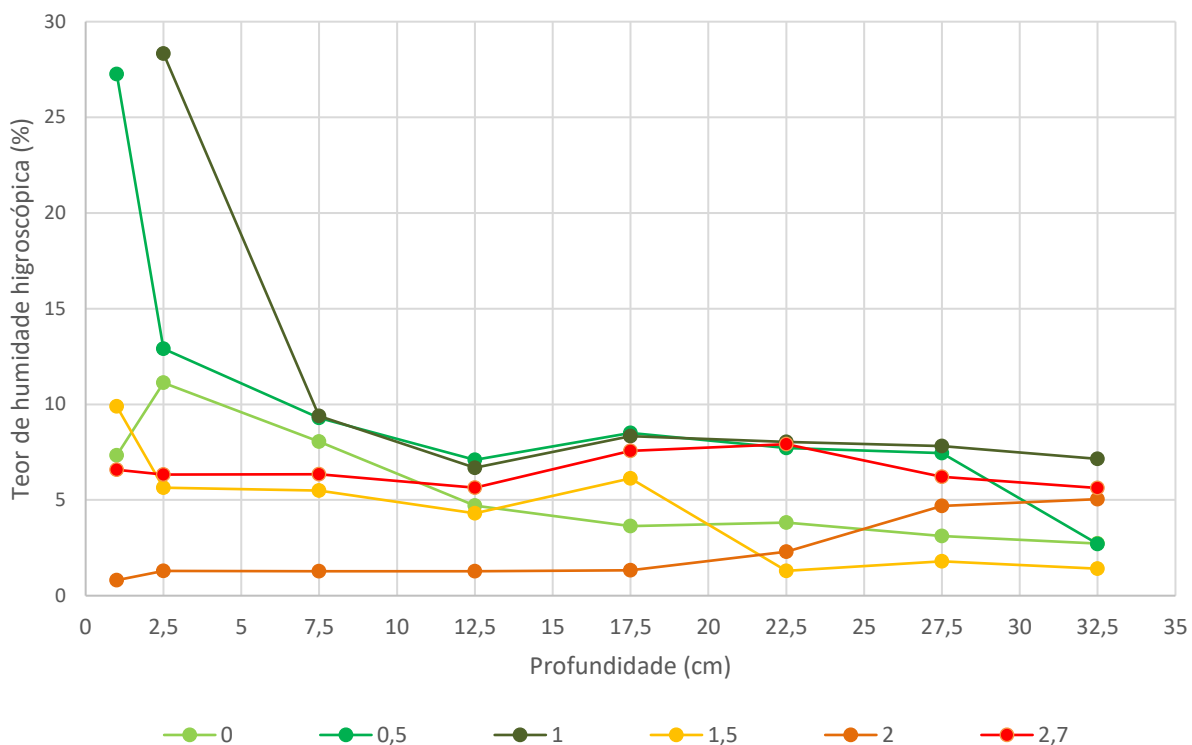


Figura 4.42 - Teor de humidade higroscópica em profundidade - Face Oeste.

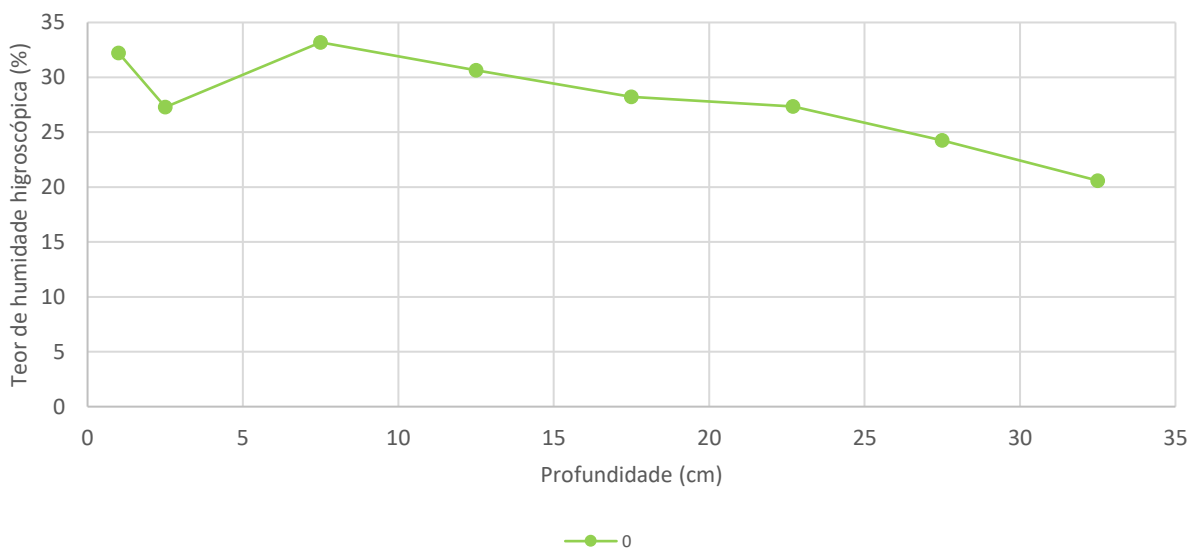


Figura 4.43 - Teor de humidade higroscópica em profundidade - Face Norte.

Os perfis obtidos permitem concluir que, efetivamente, existe grande ascensão de água por capilaridade. Na face Este (mais degradada), a diminuição do teor de humidade em altura (Figura 4.34) não é tão significativa como na face Oeste (Figura 4.36). O avançado estado de degradação da face Este leva a uma maior absorção das águas da chuva, o que justifica que nas alturas superiores o teor de humidade seja superior na face Este do que na face Oeste. Esta observação pode ainda ser justificada pela diminuição do teor de humidade em profundidade

Salienta-se que na face Este, a uma altura igual a 2.8 m, os furos à profundidade de 20cm, 25cm e 30cm, resultaram em amostras nulas, o que pode dever-se a uma fenda existente no interior da parede de tijolo.

Os resultados obtidos para o teor de humidade higroscópica (Figura 4.39 a 4.43) apresentam valores elevados e bastante dispersos, provando uma existência significativa e generalizada de sais no material da base da chaminé.

4.6 Síntese da caracterização

Os resultados obtidos nos ensaios *in situ* e em laboratório revelam a importância da análise específica e dedicada a cada caso de estudo. Os resultados dependem de diversos fatores que deverão ser tidos em conta em análises aprofundadas. Fatores como a qualidade do material, temperaturas de cozedura dos tijolos, compatibilidade de materiais em intervenções de reparação e o estado de conservação da alvenaria influenciam bastante os resultados e as características dos materiais.

Através dos ensaios *in situ* conclui-se que na chaminé 1 existe ascensão de água por capilaridade. Isto é comprovado pelos perfis obtidos e pela evolução da degradação da alvenaria em altura. Em geral, a água é absorvida pelo material até uma altura em que se dá um equilíbrio entre a água absorvida e a água evaporada (Figura 4.44). Este esquema leva a que nos tijolos junto ao solo a absorção de sais cause danos mais no interior do material, enquanto nos tijolos a alturas superiores a degradação superficial é muito superior. Este facto deve-se à migração dos sais junto com a água para a superfície do material, causando eflorescências e erosão.

Na chaminé 2, não foram detetadas anomalias de grande importância, sendo que todos os resultados obtidos foram mais favoráveis.

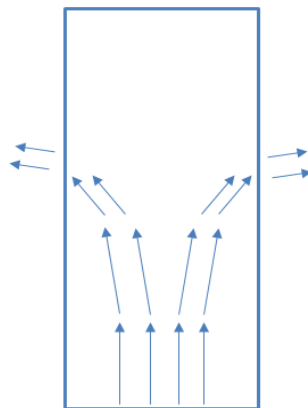


Figura 4.44 - Ascensão de água por capilaridade a partir do solo.

Nos ensaios em laboratório mais uma vez constatou-se que os resultados podem variar muito.

Os tijolos das chaminés S1 e S2, que eram os mais degradados, obtiveram os piores resultados entre os vários conjuntos. Já os tijolos da chaminé Af apresentaram valores bastante positivos, o que não era espetável. Estes tijolos, tendo como principal função resistir a altas temperaturas não teriam de resistir às cargas existentes na estrutura, pelo que seria de esperar valores inferiores de resistências mecânicas. Isto não se verificou. Os resultados obtidos levam a concluir que estes tijolos possuem maior compacidade do que os restantes. Isto pode dever-se a diferentes métodos de cozedura dos materiais dependendo da época de construção, ou até mesmo o estado atual de conservação dos tijolos.

Numa análise às características dos materiais cerâmicos, importa ter em consideração que essas características são afetadas por uma diversidade de fatores, como a composição química dos materiais, a sua microestrutura e temperatura de cozedura. De referir que também o método como o material é aplicada influencia a sua resistência (Bogas, 2013).

Comparando os resultados obtidos na campanha experimental com os valores apresentados no Quadro 2.1, é possível observar que para o módulo de elasticidade da alvenaria nos ensaios *in situ* se obteve valores em média de 1,69GPa para a chaminé 1 e 2,61GPa para a chaminé 2. No Quadro 2.1, observa-se que os valores adotados na bibliografia existente variam desde 0,1219GPa (Longarini et al., 2014) e 6GPa (Pallarés et al., 2011). David Bru et al. (2015) diferencia os valores para alvenaria fraca, alvenaria média e alvenaria forte, sendo os valores 0,641GPa, 2,248GPa e 4,27GPa, respetivamente, usando como referência a norma EN 1996-01 (2005). É possível constatar que os valores obtidos para a chaminé 1 se encontram dentro do intervalo entre alvenaria fraca e média, enquanto para a chaminé 2 já se encontram entre os valores da alvenaria média e alta.

Os resultados obtidos para os tijolos analisados em laboratório variam entre valores de 4GPa, para os tijolos mais degradados e 16GPa para os tijolos em melhor estado de conservação. O Quadro 2.1 apresenta um valor para o módulo de elasticidade de tijolos de 5,3GPa (Ivorra et al. 2015), apresentando também como referencia a norma EN 1996-01 (2005).

Marques et al. (2016) apresentam valores para o módulo de elasticidade de tijolos maciços de 14,13GPa e 12GPa, sendo que foi usada a mesma expressão dependente da velocidade de propagação de ultrassons aqui apresentada. Pode concluir-se que os valores obtidos na presente dissertação estão dentro dos valores utilizados na teoria e os obtidos através de ensaios.

Relativamente à resistência à tração, apesar desta característica não ser condicionante devido aos baixos valores que apresenta, os valores divergem consideravelmente em função do tipo de material cerâmico (Bogas, 2013). O valor normalmente adotado para alvenaria, na bibliografia consultada, é de 0,20MPa, optando-se sempre por uma abordagem conservativa, do lado da segurança.

Normalmente a resistência à compressão é cerca de 5 a 10 vezes superior à resistência à tração (Bogas, 2013)

Para a resistência à compressão, os valores obtidos variam também muito consoante o estado de conservação dos tijolos, sendo que os tijolos em mau estado obtiveram valores em média de 5MPa e os tijolos em bom estado obtiveram valores em média de 20MPa.

Marques et al. obtiveram valores de resistência à compressão de tijolos maciços de 35,43MPa e 45,86MPa. Os valores presentes na ficha CE da Cerâmica Torrence apresentam valores de 42,2 MPa para tijolos maciços de dimensões 23X11X7cm. Ivorra et al. Assume para o valor da resistência à compressão dos tijolos 17,7MPa, referenciando a norma EN 1996-01 (2005). Através da análise dos resultados conclui-se que os melhores tijolos ensaiados neste trabalho obtiveram valores de 20MPa, o que é substancialmente inferior aos valores apresentados por Marques et al. e na ficha CE da Cerâmica Torrence, contudo enquadra-se bem no valor apresentado por Ivorra et al.

Para a condutibilidade térmica foram obtidos valores em média de 0,51w/(m.K) para os tijolos de barro vermelho. Na ficha CE da cerâmica Torrence o valor apresentado é de 0,66w/(m.K).

Os valores obtidos para a massa volúmica dos tijolos, em média 1638,7 kg/m³, são relativamente aproximados dos valores apresentados no Quadro 2.1, não esquecendo, contudo que os valores aí apresentados são referentes a alvenaria.

Através da análise comparativa dos valores obtidos e dos valores adotados na bibliografia reforça-se a ideia de diversidade de resultados consoante vários fatores, e conseqüentemente evoca-se a necessidade de análise aprofundada e especifica para cada caso de estudo, fase que normalmente é negligenciada nos estudos atuais.

4.7 Fichas de caracterização e diagnóstico das chaminés

A ficha de caracterização e diagnóstico realizada no âmbito desta dissertação é apresentada no Anexo B.

Com o objetivo de criar um inventário tão discriminativo quanto possível e contribuir para futuros métodos de intervenção nestas estruturas, a ficha está dividida em seis pontos. No primeiro ponto é apresentada a localização da chaminé em estudo e discriminado o tipo de envolvente e a acessibilidade. Isto é importante para avaliar questões relacionadas com segurança e proximidade a edificações. Também é interessante analisar como as autarquias estão a manter e preservar este património, se de maneira cuidada ou pelo contrário, estão a deixa-las ao abandono.

O segundo tópico refere-se à identificação das chaminés. Ou seja, é apresentada a fábrica a que a chaminé pertencia, assim como a indústria e a época de construção. É ainda indicado se a chaminé possui algum tipo de estatuto de proteção. Esta informação, embora não seja sempre possível de obter, é bastante importante. É necessário avaliar a época de construção de cada exemplar e ao tipo de utilização ao longo dos tempos para avaliar corretamente a origem e evolução dos danos, caso estes existam.

O ponto 3 destina-se à descrição geral dos constituintes da chaminé, base, fuste e coroa. Neste ponto são apresentadas as características geométricas de cada constituinte.

No tópico 4 é feita uma abordagem ao estado de conservação da chaminé. São avaliadas questões como a condição geral da chaminé, se está em risco de ruir e as anomalias visíveis na estrutura. Este ponto ainda tem um espaço para descrição de intervenções anteriores, casos existam.

As propriedades mecânicas dos materiais constituintes da chaminé são apresentadas no ponto 5, com discriminação dos ensaios realizados e dos resultados obtidos.

Por fim, o ponto 6 destina-se às observações adicionais e à indicação de bibliografia existente acerca da chaminé.

Importa referir que esta ficha foi preenchida com os dados obtidos para as chaminés analisadas *in situ* e em laboratório. As fichas referentes a todos os casos de estudo são apresentadas no Anexo B.

A ficha permitiu realizar um registo informativo dos ensaios realizados no material de cada chaminé e dos resultados obtidos.

No âmbito do trabalho realizado pelo LNEC foi ainda realizada uma ficha de diagnóstico e análise de anomalias para apresentação à Câmara Municipal do Montijo, referente à chaminé da antiga fábrica Mundet & Cia, também apresentada no Anexo B.

5. Conclusões

5.1 Considerações finais

Com a crescente preocupação com a preservação do património, verifica-se uma progressiva necessidade de desenvolvimento de novas ideias e estratégias para que as intervenções concretizadas nas chaminés antigas industriais sejam mais corretas e fundamentadas. Por vezes, as intervenções levadas a cabo são pouco eficientes, danificando ainda mais as estruturas. Torna-se então importante o registo informativo do tipo de estrutura e do tipo de anomalias encontradas em cada caso, assim como das intervenções levadas a cabo e sua monitorização. Será também importante, futuramente, analisar o tipo de anomalias encontradas consoante a localização de cada chaminé, por forma a averiguar a existência de alguma tendência relacionada com as suas localizações.

As iniciativas apresentadas nesta dissertação envolveram ciência cidadã, que visou dar aos cidadãos a oportunidade de se expressar, manifestar o seu interesse e, acima de tudo, contribuir ativamente para um tema que é de seu interesse. Mostrou-se que, através um processo colaborativo, é possível alcançar um contributo para a preservação e salvaguarda do património histórico constituído pelas chaminés industriais. Com este trabalho foi possível abordar um tema que não era muito discutido junto da população, mas que através de iniciativas colaborativas se mostrou bastante acarinhado e interessante para os cidadãos, realçando a importância deste património tangível na vida das comunidades.

A participação ativa e interessada de tantos cidadãos mostra o valor atribuído às chaminés. Estas construções não são apenas uma lembrança de tempos passados, mas uma prova da evolução ao longo dos tempos. São construções que dão identidade e personalidade aos espaços, fazendo com que as pessoas se identifiquem com a sua terra e o seu passado.

O objetivo de realização de um inventário, tão completo quanto possível, tornou-se exequível devido à participação bastante ativa da comunidade virtual. Esta estratégia mostrou-se fundamental para a obtenção de resultados na inventariação das chaminés.

O levantamento realizado possibilitou uma análise mais detalhada deste património. É possível constatar que são muitos os exemplares que, numa tentativa de preservação, são mantidos mesmo sem a antiga fábrica. No entanto, trata-se de estruturas muito expostas e que são sempre, no mínimo, alvo de envelhecimento natural e degradação natural ao longo do tempo. Algumas chaminés foram, ao longo do tempo, eficientemente preservadas e a sua permanência nos espaços valoriza bastante a paisagem urbana. Outras, devido a falta de conhecimento científico sobre as suas características, sobre as anomalias e possíveis causas, vão sendo negligenciadas e chegam a colocar em risco a segurança nas proximidades,

Foi possível constatar a significativa degradação de um exemplar destas chaminés, localizado no Montijo, e para o qual a respetiva Câmara Municipal solicitou um estudo ao LNEC. Foi possível avaliar o teor de humidade presente na base da chaminé e a humidade higroscópica devido à presença de sais, permitindo uma avaliação acerca das possíveis causas para o avançado estado de degradação em que se encontra a chaminé. Foi ainda possível avaliar características das tecnologias construtivas e dos materiais utilizados nessa chaminé, *in situ* e laboratorialmente, e compará-los com outras chaminés do mesmo tipo e com os dados geralmente assumidos em estudos estruturais sobre chaminés industriais.

Com a análise dos referidos ensaios *in situ* e em laboratório torna-se evidente a dificuldade de caracterização de alvenaria antiga em edificações construídas, neste caso das chaminés industriais de alvenaria. Para além da dificuldade associada a caracterização de tijolos juntamente com argamassa, é evidente que muitos fatores influenciam os resultados obtidos, que podem variar amplamente de caso para

caso, como se constatou com a análise dos resultados obtidos e comparação com valores normalmente adotados.

Considera-se que os objetivos definidos foram atingidos. Contribuiu-se para um mais amplo mapeamento das chaminés industriais no território nacional, sua tipologias e estado de conservação, com o apoio da ciência cidadã. Conseguiram obter-se alguns dados de caracterização dos materiais constituintes das alvenarias das chaminés que, embora resultantes apenas de uma amostragem reduzida, podem vir a ser utilizados como base para futuras intervenções em chaminés deste tipo.

5.2 Trabalhos Futuros

Por forma a dar continuidade ao trabalho realizado no âmbito desta dissertação, propõe-se dar continuidade à atualização do mapa colaborativo, ambicionando-se que o inventário das chaminés inclua o maior número possível de exemplares em território português. Com base nos bons resultados que as iniciativas de ciência cidadã mostraram ter, propõe-se ainda a inclusão destas iniciativas em mais projetos do género, de modo a contribuir para a sensibilização e consciencialização das populações para a conservação do património construído, nomeadamente o industrial.

Relativamente à caracterização das chaminés industriais de alvenaria de tijolo, a ficha realizada nesta dissertação poderá ser utilizada pelos interessados e vir a ser útil em futuras intervenções. O objetivo principal é que as análises efetuadas sejam mais específicas para cada caso e não generalizadas para todos os exemplares. Consequentemente, isto pode levar à realização de um inventário completo e bem fundamentado acerca das chaminés industriais de alvenaria de tijolo em Portugal. A disponibilização *online* da ficha permite considerar que a informação obtida e divulgada constituirá, assim, um contributo para a continuidade do trabalho colaborativo aqui iniciado.

Propõe-se ainda a elaboração de estudos complementares de caracterização material deste tipo de chaminés, de forma a alargar o conhecimento e diversidade dos obtidos até à data.

Será importante analisar todas as características estudadas na presente dissertação e cruzar com dados como a data de construção de cada chaminé e os métodos construtivos utilizados na época. Será ainda interessante fazer um estudo destas características em altura, fazendo uma análise comparativa de valores.

Como referido anteriormente será também importante realizar uma análise relativamente às características consoante a localização das chaminés.

Para além da disseminação de resultados iniciais desta dissertação, apresentada no ponto 1.2, pretende-se ainda publicar um artigo com os resultados da caracterização material efetuada neste estudo.

Referências Bibliográficas

- Alpaslan, E.; Haciefendioglu, K. (2014). Stochastically simulated blast-induced ground motion effects on nonlinear response of an industrial masonry chimney, *Stochastic Environmental Research and Risk Assessment* 28.
- APPS, C.A.C.P. (2011). Avaliação da variabilidade da técnica de ensaio de tubo de Karsten na medição da permeabilidade à água líquida em revestimentos de ladrilhos cerâmicos e argamassas – Dissertação de Mestrado, Instituto Superior Técnico, Lisboa, 2011, 108.
- Bertolesi, E.; Grosso, A; Milani, G.; Minghini, F.; Tralli, A (2015). 3D FE pushover and non-linear dynamic analyses of a masonry chimney before and after shortening-, *COMPdyn 2015 - 5th ECCOMAS Thematic Conference on Computational Methods in Structural Dynamics and Earthquake Engineering*.
- Bogas, J. A. (2013). *Materiais cerâmicos: Estrutura e comportamento dos materiais*. Instituto Superior Técnico. Lisboa – Portugal.
- Bru, D.; Baeza, J; Vicente, B.; Ivorra, S. (2015). Dynamic behavior of masonry with different reinforcement schemes, *International Conference on Mechanical models in Structural Engineering*, 224-233.
- Bru, D.; Ivorra, S; Baez, F.; Reynau, R.; Foti, D. (2015). OMA dynamic identification of a masonry chimney with severe cracking condition, *6th International Operational Modal Analysis Conference*.
- Cardoso N., Gonçalves T.D., Oliveira Santos T., Faria, P. (2016), *Chaminés em alvenaria de tijolo. Conservação do património industrial.. Congresso Ibero-Americano “Património, suas Matérias e Imatérias”, M. Menezes, J. Delgado Rodrigues, D. Costa (Eds.)*, Lisboa, LNEC, 2-3 Novembro 2016, p.180-181 (ID 98_166), ISBN: 978-972-49-2288-1
- Cardoso N., Menezes M., Faria P. (2017), *Industrial masonry chimneys. a forgotten symbol or a cherished heritage? IMAATTe 2017 - Intangibility Matters - International Conference on the Values of Tangible Heritage*, M.Menezes, D. Rodrigues Costa, J. Delgado Rodrigues (Eds.). LNEC, 29-30 May 2017, p. 33-42. ISBN:978-972-49-2295-9
- Edelkamp, S; Sulewski, D. (2013). *Collaborative Map Generation – Survey and Architecture Proposal*. University of Dortmund Germany.
- CEN (1999b). EN 1015-11: 1999 - Methods of test for mortar for masonry - Part 11: Determination of flexural and compressive strength of hardened mortar. Brussels, CEN.
- EN 1996-1: European masonry design code, *Design of masonry structures, Part 1: General rules for reinforced and unreinforced masonry structures*, 2005.
- Flores-Colen, I. (2009). *Metodologia de avaliação do Desempenho em Serviço de Fachadas Rebocadas na óptica da manutenção preditiva*. Tese de Doutoramento, Instituto Superior Técnico - Universidade Técnica de Lisboa, 2009.
- Hertlein, B. (2003). *Chimney and stack inspection guidelines*, United State of America, ASCE.

Instituto da Habitação e Reabilitação Urbana, Instituto de Gestão do Património Arquitectónico e Arqueológico, Património Arquitectónico Geral (2008), Lisboa, IHRU, IGESPAR (Kits - património, nº 3, versão 1.0).

Ivorra, S. (2014). Old industrial masonry chimneys: repairing and maintenance, SAHC2014 – 9th International Conference on Structural Analysis of Historical Constructions.

Ivorra, S.; Baeza, F.; Bru, D; Varona, B. (2015). Seismic behavior of a masonry chimney with severe cracking condition: Preliminary study, Key Engineering Materials 628, 117-122.

Italian Ministry of Infrastructure and Transport. Italian Building Code-D.M. 14/01/2008. Rome, Italy, 2008

LNEC (1980). FE Pa 25: Ficha de ensaio para revestimentos de paredes - Ensaio de choque de esfera. Lisboa.

LNEC (2002). FE Pa 39: Ficha de ensaio para revestimentos de paredes - Ensaio de absorção de água sob baixa pressão. Lisboa.

LNEC (2010). FE Pa 43: Ficha de ensaio para revestimentos de paredes - Ensaio de avaliação de características mecânicas por ultrassons. Lisboa.

LNEC (2015). FE Pa 48.1: Ficha de ensaio para revestimentos de paredes - Ensaio de avaliação da resistência mecânica do reboco com esclerómetro de pendulo. Lisboa.

Longarini, N; Zucca, M. (2014). A chimney's seismic assessment by a tuned mass damper, Engineering Structures 79,293-296.

Lopes, V; Guedes,J; Arêde, A.; Costa, A. (2009). Ambient vibration testing and seismic analysis of a masonry chimney, Journal of Building Appraisal 5, 101-121.

Lopes, V.; Guedes, J; Arêde, A; Milheiro,J. (2010). Identificação dinâmica de estruturas, Congresso PATRIMÓNIO.

Lopes, V. (2009). Identificação Mecânica e Avaliação do Comportamento Sísmico de Chaminés em Alvenaria, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto.

Lourenço, P.; Ramos,L. (2002) Investigação sobre as anomalias das chaminés do Paço dos Duque de Bragança, IPPAR

Lourenço, B. (2006). Recommendations for restoration of ancient buildings and the survival of a masonry chimney, Construction and Building Materials 20, 239-251.

Marques, A.; Candeias, P.; Ferreira, J.; Veiga, M. (2016). Caracterização de paredes resistentes de alvenaria antiga. Rehabend 2016. 24-27 Maio. Espanha.

Mason, R. (2000). Assessing Values in Conservation Planning: Methodological Issues and Choices, Assessing the Values of Cultural Heritage. Research Report The Getty Conservation Institute, Los Angeles.

Máximo, Maria Elisa (2010). Da metrópole às redes sociotécnicas: a caminho de uma antropologia no ciberespaço. In RIFIOTIS, T.; MÁXIMO, M. E.; LACERDA, J. S.; SEGATA, J. (coord.), Antropologia no Ciberespaço. Editora UFSC: Florianópolis, Sana Catarina, Brasil.

Minghini, F.; Bertolesi, E.; Grosso, A.; Milani, G.; Tralli, A. (2016). Modal pushover and response history analyses of a masonry chimney before and after shortening, *Engineering Structures* 110, 307-324.

Minghini, F.; Milani, G.; Tralli, A. (2014). Seismic risk assessment of a 50m high masonry chimney using advanced analysis techniques, *Engineering Structures* 69, 255-270.

Pallarés, F.; Aguerro, A.; Ivorra, S. (2009). A comparison of different failure criteria in a numerical seismic assessment of an industrial brickwork chimney, *Materials and Structures* 42, 213-226.

Pallarés, F.; Aguerro, A.; Martín, M. (2006). Seismic behaviour of industrial masonry chimneys, *International Journal of Solids and Structures* 43, 2076-2090.

Pallarés, J.; Ivorra, S.; Pallarés, L.; Adam, J. (2009). Seismic assessment of a CFRP-strengthened masonry chimney, *Structures and Buildings* 162, 291–299.

Pallarés, S.; Ivorra, S.; Pallarés, L.; Adam, J. (2010). Strengthening Layout Using FRP in Industrial Masonry Chimneys under Earthquake Load, *Advanced Materials Research* 133-134, 855-859.

Pallarés, F.; Ivorra, S.; Pallarés, L.; Adam, J. (2011). State of the art of industrial masonry chimneys: A review from construction to strengthening, *Construction and Building Materials* 25, 4351–4361.

Patinõ, G.; Adam, J.; Gimeno, P.; Milani, G. (2017). Causes of damage to industrial brick masonry chimneys, *Engineering Failure Analysis* 74, 188-201.

Ramos, L.; Masciotta, M.; Lourenço, P.; Vasta, M. (2013). SHM of a Masonry Chimney after a Lightning Accident, *9th International Workshop on Structural Health Monitoring 2013*.

Riva, G.; Zorgno, A. (1995). Old brickwork chimneys: structural features and restoration problems, *Transactions on the Built Environment* 15, 317-327.

Santos, C.; Matias, L. (2006). Coeficientes de transmissão térmica de elementos da envolvente dos edifícios. Lisboa, Laboratório Nacional de Engenharia Civil.

Santos, T.; Gonçalves, T. (2016). Estado de conservação da chaminé de uma antiga fábrica de transformação de cortiça sita no concelho do montijo – Relatório Preliminar, Lisboa, Laboratório Nacional de Engenharia Civil.

Tagil, N. (2003). Carta de Nizhny Tagil sobre o Património Industrial, TICCIH.

Referências online

[W1] DGPC – Património Industrial. Disponível em <<
<http://www.patrimoniocultural.gov.pt/pt/patrimonio/itinerarios/industrial/>>> Acesso em 03/2017.

[W2] Poldark's Cornwall: A land that holds a mine of information. The Independent Newspaper. Disponível em <http://www.independent.co.uk/travel/uk/poldarks-cornwall-a-land-that-holds-a-mine-of-information-10108920.html>. Acesso em 03/2017.

[W3] NCREP, Chaminé industrial, Matosinhos. Disponível em « <http://www.ncrep.pt/view.php?id=14726> ». Acesso em - 12/2016.

[W4] SCEI (2010), Practice development: collaborative working in social care. Disponível em: <<<http://www.scie.org.uk/publications/guides/guide34/background/whatis.asp>>>. Acesso: 2/2017.

[W5] European Citizen Science Association, 2015. Dez princípios da ciência cidadã. Disponível em: <<https://ecsa.citizen-science.net/sites/default/files/ecsa_ten_principles_of_cs_portuguese.pdf>>. Acesso: 03/2017.

[W6] Bastos, J., 2013. As chaminés das antigas fábricas do montijo estão a desaparecer totalmente. A viagem dos argonautas. Disponível em: <https://aviagemdosargonautas.net/2013/04/12/as-chamines-das-antigas-fabricas-do-montijo-estao-a-desaparecer-totalmente-de-jose-bastos/> - Acesso em 01/ 2017.

[W7] Divagares, 2011. Chaminés de antigas fábricas de conservas de peixe. Disponível em: <http://divagares.blogs.sapo.pt/270954.html> - Acesso em 01/2017.

[W8] Petição Pública Pela preservação das chaminés industriais da zona da Metalúrgica. <http://peticaopublica.com/pview.aspx?pi=CHAMINE-METALURGICA>. Acesso em 01/2017.

[W9] Sobre as chaminés industriais em tijolo, e a presença na indústria portuguesa. Disponível em: <http://engenharia-quimica.blogspot.pt/2013/10/sobre-as-chamines-industrais-em-tijolo.html>. Acesso em 01/2017.

[W10] Nuno D'Almeida Photography. Disponível em: https://www.facebook.com/pg/NunoDAlmeidaPhotography/photos/?tab=album&album_id=524003380955135 . Acesso em 12/2016.

[W11] NCREP, Chaminé Industrial do Centro Hospitalar Conde Ferreira, Porto. Disponível em: <http://www.ncrep.pt/view.php?id=14232> . Acesso em 12/2016.

[W12] Fábrica de gás de Belém (Lisboa). Monumentos desaparecidos. Disponível em: <http://monumentosdesaparecidos.blogspot.pt/search?q=f%C3%A1brica> - Acesso em 12/2016.

[W13] Laurindo, 2011. Progresso urbano, retrocesso cultural. Crítica de ponta. Disponível em: <https://criticadepona.wordpress.com/2011/09/09/progresso-urbano-retrocesso-cultural/> . Acesso em 12/2016.

[W14] Como construir uma chaminé industrial. Disponível em: http://www.ehow.com.br/construir-chamine-industrial-como_62246/ - Acesso em 01/2017.

[W15] Fábrica de cerâmica de Santa Maria Vila do Porto. Inventário do património imóvel dos Açores. Disponível em: http://www.inventario.iacultura.pt/smaria/vilaporto_fichas/11_24_100.html. Acesso em 01/2017.

[W16] Mapa Colaborativo das chaminés Industriais de Alvenaria de Tijolo. Disponível em: https://www.google.com/maps/d/edit?mid=1534LxH_hd_2uGe1nN_q6HNIB7oo&ll=39.12899750303289%2C-8.360302649999994&z=7 – Criado em 11/2016.

[W17] Grupo no Facebook. Património Industrial. Chaminés de Alvenaria de Tijolo. Disponível em: <https://www.facebook.com/groups/1679654645698479/>. Criado em 11/2016.

[W18] Chaminés industriais de Alvenaria de Tijolo. Conservação do património Industrial. Disponível em: <http://nccardoso.wixsite.com/chaminesindustriais>. Criado em 11/2016.

[W19] Mapas colaborativos. SIAMAC – Sistema de información de la Amazonia Colombiana. Disponível em: <http://www.unal.edu.co/siamac/sig/wikimap.html>. Acesso em 02/2017.

[W20] Chaminés Industrias de Alvenaria de Tijolo. Disponível em: <https://www.linkedin.com/pulse/chamin%C3%A9s-indutriais-de-alvenaria-tijolo-nicole-cardoso>. Criado em 11/2016.

ANEXO A – Levantamento de chaminés industriais de alvenaria de tijolo em Portugal

	Aveiro	Localização	Coordenadas	Fábrica/indústria/Época de construção	Condição atual	Acessibilidade	Localizada por:
AV1	Águeda	Rua Joaquim Valente de Almeida	40.57806, -8.44712	Cerâmica	Inserida no centro de artes de águeda	acessível	Mapa
AV2	Glória	Centro Cultural e de Congressos de Aveiro	40.63847, -8.64327	Fábrica de Cerâmica de Jerónimo Pereira Campos, Cerâmica. 1916	Centro de congressos	não acessível. Dentro de edifício	Mapa
AV3		Centro Cultural e de Congressos de Aveiro	40.63847, -8.64441	Fábrica de Cerâmica de Jerónimo Pereira Campos, Cerâmica 1916	Inserida em meio urbano. Dentro de água.	não acessível. Dentro de água	Mapa
AV4	Espinho	Museu municipal de espinho	40.99988, -8.64566	"Brandão, Gomes & C.ª". Conserveira 1964	Inserida no meio urbano	acessível	Mapa
AV5		Rua 41	41.00068, -8.64195		Inserida em edifício	não acessível	Mapa
AV6		Rua 43	40.99965, -8.64128		Espaço abandonado	não acessível	Mapa
AV7		Rua 20	40.99772, -8.63909		Inserida em complexo industrial	não acessível	Mapa
AV8	Ilhavo	Museu Histórico da Vista Alegre	40.58971, -8.68383	Fábrica da Vista Alegre. Vidreira 1964	Inserida na Fábrica da Vista Alegre	? Dentro do museu	Mapa
AV9		Museu Histórico da Vista Alegre	40.58959, -8.68383	Fábrica da Vista Alegre. Vidreira 1964	Inserida na Fábrica da Vista Alegre	? Dentro do museu	Mapa
AV10	São João da madeira	Rua da fundição	40.90695, -8.49768		inserida em complexo industrial	não acessível	Mapa
AV11		Rua da fundição	40.90607, -8.49637		inserida na Picoven, Lda.	não acessível	Mapa
AV12		Rua da industria	40.90579, -8.49435		inserida na Colifer, Têxtil e Acessórios, Lda.	não acessível	Mapa
AV13	Vale de Cambra	Rua da fábrica	40.84858, -8.39318		inserida na Almeida & Freitas, Lda.	não acessível	Mapa
AV14		Rua carvalhos	40.85174, -8.39182		Inserida no meio urbano	acessível	Mapa
AV15		Rua carvalhos	40.85075, -8.39294		inserida Preval - Padarias Reunidas Vale do Cambra, Lda	acessível	Mapa
AV16		Av. Santo antónio	40.85128, -8.39343		inserida em edifício	não acessível	Mapa
AV17		Rua flores	40.84633, -8.39551		inserida no recinto do edifício municipal	acessível	Mapa
AV18	Albergaria a velha	Rua da fábrica	40.70233, -8.45824	Papel	Espaço abandonado	não acessível	Mapa

	Beja	Localização	Coordenadas	Fábrica	Condição atual	Acessibilidade	Localizada por:
BE 1	Castro Verde	Rua de S. Sebastiao	37.69648, -8.08127	Fábrica de Moagem Prazeres e Irmão	Inserida em edificio	não acessível	Mapa
	Braga	Localização	Coordenadas	Fábrica	Condição atual	Acessibilidade	Localizada por:
BRA1	Vizela	Rua de Sub Levada	41.38078, -8.31275		Inserida na Mcn - Contabilidade, Unipessoal Lda.	não acessível	Pesquisa
BRA2		Cuca	41.37739, -8.34203		Inserida em complexo industrial	não acessível	Mapa
BRA3		Pereirinhas	41.37712, -8.32651		Inserida em complexo industrial	não acessível	Mapa
BRA4	Guimarães	Nespereira	41.40303, -8.31982		Inserida em complexo industrial	não acessível	Mapa
BRA5	Barcelos	Rua das Torgas	41.53704, -8.60713		Inserida em complexo industrial	acessível	Mapa
BRA6		Rua candido da cunha	41.53348, -8.61322		Inserida em complexo industrial. (Foi encurtada)	não acessível	Mapa
BRA7		N306	41.53106, -8.61451		Espaço abandonado	não acessível	Mapa
BRA8	Braga	Rua do carvalho	41.55339, -8.42427		inserida em edificio	não acessível	Mapa
	Bragança	Localização	Coordenadas	Fábrica	Condição atual	Acessibilidade	Localizada por:
BG1	Mirandela	Rua 25 de Maio	41.48074, -7.1795		Inserida no Hospital Terra Quente	Acessível	Mapa
	Castelo Branco	Localização	Coordenadas	Fábrica	Condição atual	Acessibilidade	Localizada por:
CAST 1	Castelo Branco	Rua Pedro da Fonseca	39.81901, -7.49258		Espaço abandonado	não acessível	Mapa
CAST 2		Rua Pedro da Fonseca	39.81852, -7.49271	Empresa Metalúrgica de Castelo Branco, Lda. Metalurgica	Espaço abandonado	não acessível	Mapa
CAST 3		Rua Pedro da Fonseca	39.81798, -7.49268	Empresa Metalúrgica de Castelo Branco, Lda. Metalurgica	Espaço abandonado	não acessível	Mapa
CAST 4		Rua Adelino Semedo Barata	39.81763, -7.48917		Espaço abandonado	não acessível	Mapa

	Coimbra	Localização	Coordenadas	Fábrica	Condição atual	Acessibilidade	Localizada por:
COI1	Arganil	Antiga Cerâmica Arganilense	40.21896, -8.06316	Antiga Cerâmica Arganilense. Cerâmica	Inserida no Auditório da Cerâmica Argalinense	? Dentro do auditorio	Facebook
COI2	Coimbra	Estrada Conselhas	40.2182, -8.43633		Espaço abandonado	não acessível	Mapa
COI3	Condeixa-a-Nova	IC3	40.11136, -8.5046		Inserida em complexo industrial	não acessível	Mapa
COI4	Góis	Ponte Sotão	40.13937, -8.14618	Fábrica de papel da Ponte Sotão. Papel	Espaço abandonado	não acessível. Envolta em vegetação	Facebook
COI5	Figueira da Foz	Mosteiro de Santa Maria de Seiça	40.04564, -8.78126	Antiga Fábrica de Descasque de Arroz	Inserida no Mosteiro de Santa Maria de Seiça ou Mosteiro de Seiça	acessível	Mapa
COI6	Soure	R. Eng. Luiz Delgado Santos	40.04616, -8.59881		inserida em complexo industrial	não acessível	Mapa
COI7		R. Eng. Luiz Delgado Santos	40.04476, -8.59613		Espaço abandonado	não acessível	Mapa
	Évora	Localização	Coordenadas	Fábrica	Condição atual	Acessibilidade	Localizada por:
E1	Évora	CM1094	38.55715, -7.90608		Inserida na Tudévora-sociedade Distribuidora De Equipamentos E Acessórios Auto Lda	não acessível	Mapa
E2	Borba	Rua Ary dos Santos	38.80791, -7.46068		Inserida na BORCONSTROI	não acessível	Facebook
E3	Montemor-o-novo	Rua de Lisboa	38.64761, -8.22077		inserida em edificio	não acessível	Mapa
	Faro	Localização	Coordenadas	Fábrica	Condição atual	Acessibilidade	Localizada por:
F1	Lagos	Rua dos Celeiros	37.10835, -8.6784		Inserida no meio Urbano	acessível	Mapa
F2		Rua Infante Dom Henrique	37.11123, -8.67761	antiga fábrica Algarve Exportador (1)	Espaço abandonado	acessível	Mapa
F3		Rua Infante Dom Henrique	37.1113, -8.6786	antiga fábrica Algarve Exportador (2)	Espaço abandonado	não acessível. Envolta em vegetação	Mapa
F4		M534	37.11246, -8.67285		Inserida em meio Urbano	não acessível. Vedada	Mapa
F5	Loulé	M525	37.184, -8.02352	fábrica Tôr. Textil	Espaço abandonado	acessível	Mapa

	Faro	Localização	Coordenadas	Fábrica	Condição atual	Acessibilidade	Localizada por:
F6	Portimão	Av. Afonso Henriques	37.13269, -8.53595		Inserida em meio urbano. Complexo residencial e comercial	acessível	Facebook
F7	Silves	Rua Candido dos Reis	37.19111, -8.43517	fábrica do inglês	Inerida no meio urbano	? Dentro de recinto da fábrica	Mapa
F8	Tavira	Rua Atalaia	37.12188, -7.64558		Inserida no meio Urbano	não acessível. vedada	Mapa
F9		Estrada das 4 Águas	37.12376, -7.63964		Espaço abandonado	não acessível	Mapa
F10		Rua Almirante Cândido dos Reis	37.12835, -7.64222		Espaço abandonado	não acessível	Mapa
F11	Olhão	Av. 16 de Junho	37.02742, -7.83687		Inseerida no Auditório Municipal de Olhão	acessível	Mapa
F12		Av. 16 de Junho	37.02679, -7.83709		Inserida em complexo industrial	não acessível	Mapa
F13		Rua da conerceira	37.02439, -7.838		Inserida em complexo industrial	não acessível	Mapa
F14		R. José Saramago	37.02576, -7.84886		espaço abandonado	acessível	Mapa
	Guarda	Localização	Coordenadas	Fábrica	Condição atual	Acessibilidade	Localizada por:
G1	Pocinho	Rua da Estação	41.13271, -7.12051	fábrica de azeites do Pocinho	inserida em complexo industrial	Desconhecido	Mapa
	Leiria	Localização	Coordenadas	Fábrica	Condição atual	Acessibilidade	Localizada por:
LE1	Ansião	N237	39.91103, -8.36121		Espaço abandonado	não acessível. Envolta em vegetação	Mapa
LE2	Alvaiázere	N110	39.87335, -8.35056		Espaço abandonado	não acessível. vedada	Mapa
LE3	Batalha	Rua da cerâmica	39.69934, -8.82925		Inserida na Ribaliz Madeiras S.A	não acessível	Mapa
LE4		Rua dos Brejos	39.67637, -8.83567		inserida em complexo industrial	não acessível	Mapa
LE5		Rua Nossa Senhora da Vitória	39.62981, -8.85182	Cerâmica	Espaço abandonado	acessível	Mapa
LE6	Bombarral	Quinta das Cerejeiras	39.26728, -9.1532		Espaço abandonado	não acessível	Mapa
LE7	Caldas da Rainha	Estrada Nacional 8	39.43387, -9.13173		Espaço abandonado	não acessível	Mapa
LE8		Rua Estrada do Lavradio	39.42343, -9.12973		Inserida em complexo industrial	acessível?	Mapa

	Leiria	Localização	Coordenadas	Fábrica	Condição atual	Acessibilidade	Localizada por:
LE9		Travessa da misericórdia	39.40344, -9.13259		Inserida no Hospital Termal Rainha D. Leonor	acessível	Mapa
LE10	Leiria	Rua Manuel Simões Maia	39.756, -8.81174	Cerâmica do Liz, SA. Cerâmica	Inserida na Cerâmica do Liz, Lda.	não acessível	Mapa
LE11		Estrada Nossa Senhora do Amparo	39.75399, -8.80754		Inserida em complexo industrial	não acessível	Mapa
LE12		Estrada Nacional 356-1, 40, Alcogulhe de Cima	39.70135, -8.87107	Prélis Cerâmica, Lda. Cerâmica	Inserida na Prélis Cerâmica, Lda	não acessível	Facebook
LE13		Estrada Nacional 356-1, 40, Alcogulhe de Cima	39.70112, -8.87125	Prélis Cerâmica, Lda. Cerâmica	Inserida na Prélis Cerâmica, Lda	não acessível	Facebook
LE14	Marinha Grande	Rua do Matadouro	39.75131, -8.93433	Stephens-Fábrica de Vidro. Vidreira	Inserida em meio urban . Museu do Vidro	acessível	Mapa
LE15		Rua do Matadouro	39.75004, -8.93411	Stephens-Fábrica de Vidro. Vidreira	Inserida em meio urbano. Museu do vidro	acessível?	Mapa
LE16		Rua das portas verdes	39.74645, -8.93665	Cerâmica	Actual Centro comercial Atrium	acessível	Mapa
LE17		Rua helder luciano roldão	39.74382, -8.9255	Antiga fábrica de vidro IVIMA. Vidreira	Inserida em complexo industrial não abandonado	acessível	Mapa
LE18	Pombal	Rua da Estação	39.92005, -8.63194		Inserida em meio urbano	acessível	Facebook
LE19		Rua da Estação	39.91913, -8.63219		Inserida em meio urbano	acessível	Facebook
LE20		Rua da Estação	39.91729, -8.63118		Inserida em meio urbano	acessível	Facebook
LE21		N1	40.01642, -8.57991	AmbiPombal - Gestão de Resíduos, SA	Inserida na AmbiPombal - Gestão de Resíduos, SA	não acessível	Mapa
LE22		N1	39.88892, -8.66469		Inserida na Preeram - Indústrias de Construção, SA	não acessível	Mapa
LE23		Rua dos martos	39.84914, -8.7136		Inserida na Umbelino Monteiro SA	acessível	Mapa
LE24		Antiga fábrica do Mota	39.84354, -8.71055	Antiga fábrica do Mota	Espaço abandonado	não acessível	Mapa
LE25	Porto de mós	Estrada da calvaria	39.62887, -8.85448		Inserida na Maxi Casa, Cash & Carry	acessível	Mapa
LE26		Rua do chao da feira	39.623, -8.85451		espaço abandonado	não acessível	Mapa
LE27		Rua dos adelinos	39.60683, -8.87252	cerâmica	inserida na Margon SA	não acessível	Mapa
LE28		Rua dos adelinos	39.6056, -8.87223	cerâmica	inserida na Margon SA	não acessível	Mapa
LE29		Rua da capela	39.60355, -8.87245	cerâmica	Inserida na Sociedade Cerâmica Silmar, SA	não acessível	Mapa

	Leiria	Localização	Coordenadas	Fábrica	Condição atual	Acessibilidade	Localizada por:
LE30		Rua Joaquim A.C. São Marques	39.60144, -8.87437	cerâmica	Inserida em espaço industrial	não acessível	Mapa
LE31		Estrada do casal da fonte	39.6002, -8.87624	cerâmica	Inserida em espaço industrial	não acessível	Mapa
LE32		Rua do Brejo	39.59933, -8.87833		Inserida em espaço industrial	não acessível	Mapa
LE33		Rua Moitalina Cordalera	39.5976, -8.87766		Inserida em espaço industrial	não acessível	Mapa
LE34		Rua Moitalina Cordalera	39.59423, -8.88501		Inserida em espaço industrial	não acessível	Mapa
LE35		Estrada principal	39.59047, -8.88836		Inserida em espaço industrial	não acessível	Mapa
LE36		Estrada principal	39.58514, -8.89539		Inserida na F. Santiago, SA	não acessível	Mapa
	Lisboa	Localização	Coordenadas	Fábrica	Condição atual	Acessibilidade	Localizada por:
LIS1	Alenquer	Urbanização Vilas Romeira	39.05193, -9.00126		Inserida em meio urbano	não acessível	Mapa
LIS2		Av.25 de Abril	39.05016, -9.00735	Empresa de Lanifícios do Tejo, Lda.	espaço abandonado	não acessível	Mapa
LIS3		Estrada da meirinha	39.02191, -8.96637		Inserida em complexo industrial	não acessível	Mapa
LIS4	Amadora	Av. Cesária Évora	38.72933, -9.21742		Inserida em meio urbano	acessível	Facebook
LIS5	Azambuja	Jardim da Azambuja	39.06798, -8.8693		Inserida em meio urbano	acessível	Mapa
LIS6		N3	39.05989, -8.88526		Inserida na SUGAL	não acessível	Mapa
LIS7	Cadaval	N8	39.2129, -9.1727		espaço abandonado	acessível?	Mapa
LIS8		Casa Cadaval	39.10796, -8.71201	Textil	Pertence à Casa Cadaval	não acessível	Mapa
LIS9		Casa Cadaval	39.10727, -8.71074	Arroz	Pertence à Casa Cadaval	não acessível	Mapa
LIS10	Cascais	Beco do Moreira	38.69513, -9.29288	Pão	inserida em edifício	acessível	Mapa
LIS11	Ericeira	Rua Lopes Batista	39.1771, -8.86495		espaço abandonado	não acessível	Mapa
LIS12	Lisboa	Av. Infante Dom Henrique	38.76821, -9.10288		espaço abandonado	acessível	Mapa
LIS13		Av. Infante Dom Henrique	38.7626, -9.10432		espaço abandonado	não acessível	Mapa
LIS14		Av. Sacadura Cabral	38.74444, -9.1403		Inserida num logradouro	não acessível	Mapa
LIS15		Av. João XXI	38.74156, -9.14212		Inserida no edifício da CGD	acessível	Facebook
LIS16		Av. Berna	38.7398, -9.15266		Inerida no Instituto de Línguas da Universidade Nova de Lisboa	não acessível	Facebook

	Lisboa	Localização	Coordenadas	Fábrica	Condição atual	Acessibilidade	Localizada por:
LIS17		Av. Almirante Reis	38.73456, -9.13445		Inserida em edifício	não acessível	Mapa
LIS18		Rua das Fontainhas	38.70481, -9.17527		Inserida no meio urbano	acessível	Mapa
LIS19		Rua da Junqueira	38.69743, -9.1921		Inserida na Cordoaria Nacional	não acessível	Mapa
LIS20		Rua Afonso de Albuquerque	38.70924, -9.13292		inserida em edifício	não acessível	Facebook
LIS21		Beco dos Toucinheiros	38.72751, -9.11377		Inserida na BECO - Sociedade Ferramentas de Corte, Lda	não acessível	Facebook
LIS22		Calçada nova do colégio	38.71694, -9.13826		Inserida em meio urbano	acessível	Facebook
LIS23		Beco do belo	38.71249, -9.12568		Inserida em edifício	não acessível ?	Facebook
LIS24		Rua Gil Vicente	38.75779, -9.2365		Inserida em edifício	não acessível	Facebook
LIS25		Almirante Reis	38.72442, -9.13542		Inserida em meio urbano	não acessível	Mapa
LIS26		Travessa da peixeira	38.71214, -9.15251		Inserida em edifício	não acessível	Facebook
LIS27		Rua das Salgueiras	38.71091, -9.1443		Inserida no Restaurante As Salgadeiras	acessível ?	Facebook
LIS28		Rua Murtas	38.76069, -9.14757	antiga central incineradora	inserida na SUCH - Serviço de Utilização Comum dos Hospitais	não acessível	Mapa
LIS29		Calçadinha Olivais	38.7694, -9.10792		espaço abandonado	não acessível	Mapa
LIS30		Av. De berlim	38.76851, -9.10589		Inserida em edifício	não acessível	Mapa
LIS31		Rua Luis Augusto Palmeirim	38.75475, -9.14316		Inserida em edifício	não acessível	Mapa
LIS32		Rua do Telhal aos olivais	38.74741, -9.10042		Inserida em edifio	não acessível	Mapa
LIS33		Rua do Açucar	38.73837, -9.10397		Inserida em edifio	não acessível	Mapa
LIS34		Rua Afonso Annes Penedo	38.73798, -9.10465		Inserida em edifio	não acessível	Mapa
LIS35		Rua do Beato	38.73531, -9.1044		Inserida em edifio	não acessível	Mapa
LIS36		Rua do Beato	38.73525, -9.10499		Inserida em edifio	não acessível	Mapa
LIS37		Rua do Beato	38.73508, -9.1068		Inserida no convento do beato	não acessível	Mapa
LIS38		Rua do Beato	38.73515, -9.10685		Inserida no convento do beato	não acessível	Mapa
LIS39		Beco Toucinheiros	38.72684, -9.11304		Espaço abandonado	não acessível	Mapa
LIS40		Rua Washington	38.71879, -9.12133		inserida em complexo residencial	não acessível	Mapa

	Lisboa	Localização	Coordenadas	Fábrica	Condição atual	Acessibilidade	Localizada por:
LIS41		Rua do Barão	38.7098, -9.13179	Antiga Panificadora de São João da Praça	inserida em complexo residencial	não acessível	Mapa
LIS42		Travessa de Santo António da Sé	38.7095, -9.13345		Inserida em edifício	não acessível	Mapa
LIS43		Rua de São Pedro de Alcântara	38.71424, -9.14355		Inserida em edifício	não acessível	Mapa
LIS44		R. Ribeira nova	38.70768, -9.14572		Inserida em edifício	não acessível	Mapa
LIS45		Rua Tomas da Anunciação	38.72092, -9.16547	Antiga Padaria	Inserida em edifício	não acessível	Mapa
LIS46		Rua Francisco Metrass	38.71859, -9.1663	Antiga Padaria	Inserida em edifício	não acessível	Mapa
LIS47		Rua Domingos Sequeira	38.71536, -9.16275		Inserida em edifício	não acessível	Mapa
LIS48		Rua Bartolomeu Dias	38.6954, -9.2117	Fábrica Bom Sucesso	uma das primeiras 2 máquinas a Vapor instaladas em fábrica, em Portugal, 1821 só sobra a base, ainda visível da rua, embutida na parede exterior do edifício	não acessível	Mapa
LIS49			38.6954, -9.2118			não acessível	Mapa
LIS50		Av. Marginal	38.68244, -9.34739		Espaço abandonado	não acessível	Mapa
LIS51		Travessa dos Ferreiros a Belém	38.69797, -9.20322		Inserida em edifício	não acessível	Facebook
LIS52		Rua António Apolinário da Silva	38.761239, -9.227925		Inserida em edifício	não acessível	Facebook
LIS53		Rua dos Cordoeiros	38.70891, -9.14713		Inserida em edifício	não acessível	Facebook
LIS54	Loures	R. Dep. Pedro Botelho Neves	38.82156, -9.09114		Inserida na Copam - Companhia Portuguesa De Amidos, S.A.	não acessível. Dentro da fábrica	Mapa
LIS55		N250	38.80353, -9.10968		Inserida na AutoMotriz, S.A	não acessível. Dentro da fábrica	Mapa
LIS56		Rua Domingos José de Moraes	38.79658, -9.10364		Inserida em meio urbano	não acessível. vedada	Facebook
LIS57		Rua Comandante Sacadura Cabral	38.81065, -9.15613		espaço abandonado	não acessível. vedada	Mapa
LIS58		Rua Fernando Carvalho	38.80038, -9.10437		Inserida em complexo industrial	não acessível	Mapa
LIS59		Rua Costa	38.809392, -9.095452		Inserida em complexo industrial	não acessível	Facebook
LIS60		Rua Alvaro Pedro Gomes	38.79404, -9.1025	cerâmica	Inserida no museu de cerâmica de sacavem	Desconhecido. Esta coberta	Mapa

	Lisboa	Localização	Coordenadas	Fábrica	Condição atual	Acessibilidade	Localizada por:
LIS61	Sintra	Casa dos fofos, Belas	38.77626, -9.26401		Inserida em edifício	não acessível	Facebook
LIS62		Estrada principal	38.82524, -9.28911	cerâmica	Espaço abandonado	não acessível	Mapa
LIS63		Av. Gen. Barnabé António Ferreira	38.80944, -9.28892	Cerval, Cerâmica de Vale de Lobos	Espaço abandonado	não acessível	Mapa
LIS64	Torres Vedras	Rua da Fábrica	39.19116, -9.18296	cerâmica	Inserida na Cerâmica Torreense De Miguel Pereira Sucessor Lda	acessível	Mapa
LIS65		N8	39.14817, -9.22947	cerâmica	Inserida em fábrica de cerâmica	acessível	Mapa
LIS66		N8	39.14824, -9.22937	cerâmica	Inserida em fábrica de cerâmica	acessível	Mapa
LIS67		N8	39.14851, -9.22627	cerâmica	Inserida em fábrica de cerâmica	acessível ? Dentro do recinto da fabrica	Mapa
LIS68		N8	39.14861, -9.22687	cerâmica	Inserida em fábrica de cerâmica	acessível ? Dentro do recinto da fabrica	Mapa
LIS69		N8	39.15397, -9.22327	cerâmica	Inserida na Cerâmica Avelar, S.A	acessível ? Dentro do recinto da fabrica	Mapa
LIS70		N8	39.15459, -9.21928	cerâmica	Inserida na uralita Lusoceram	acessível ? Dentro do recinto da fabrica	Mapa
LIS71		N8	39.15469, -9.21919	cerâmica	Inserida na uralita Lusoceram	acessível	Mapa
LIS72		N8	39.15549, -9.21837	cerâmica	Inserida na uralita Lusoceram	acessível ? Dentro do recinto da fabrica	Mapa
LIS73		Rua José Calaia	39.13631, -9.2325	cerâmica	Inserida na Cerâmica Domingos F Anacleto, S.A	não acessível	Mapa
LIS74		Rua Vale Ferreira	39.12988, -9.23637		Inserida na empresa Transportes Paulo Duarte	acessível	Mapa
LIS75		Rua Vale Ferreira	39.12974, -9.23625		Inserida na empresa Transportes Paulo Duarte	acessível	Mapa
LIS76	Vila Franca de Xira	N10	38.9134, -9.02229		Inserida na empresa Previnil	acessível	Mapa

	Lisboa	Localização	Coordenadas	Fábrica	Condição atual	Acessibilidade	Localizada por:
LIS77		Transportadora Nacional De Camionagem S.A	38.90739, -9.02321		Inserida na TNC,SA	não acessível	Mapa
LIS78		Qta. Figueira	38.9153, -9.01527		Inserida em complexo industrial	não acessível	Mapa
LIS79	Mafra	Rua do Alecrim	38.96591, -9.38708	cerâmica	Inserida em complexo industrial	não acessível	Mapa
	Portalegre	Localização	Coordenadas	Fábrica	Condição atual	Acessibilidade	Localizada por:
P1	Alter do chão	N369	39.27514, -7.80899	Antiga Fábrica de Tomate de Chança. Alimentar	espaço abandonado	acessível	Mapa
P2	Campo Maior	Rua da Moagem	39.01353, -7.06477		Inserida em edifício	não acessível	Facebook
P3		Rua da Moagem	39.01563, -7.06753		Inserida em edifício	não acessível	Facebook
P4	Crato	Ladeira da Santo André	39.2821, -7.64577	Fábrica de Sabão	espaço abandonado	não acessível	Facebook
P5	Portalegre	Rua do Pinheiro	39.28962, -7.42767	Robinson. Corticeira	Inserida na fábrica Robinson	acessível	Facebook
P6		Rua do Pinheiro	39.28974, -7.42778	Robinson. Corticeira	Inserida na fábrica Robinson	não acessível. Dentro do edifício	Facebook
	Porto	Localização	Coordenadas	Fábrica	Condição atual	Acessibilidade	Localizada por:
PO1	Valongo	Rua Fábrica da Cerâmica	41.21508, -8.55285		Inserida no meio urbano	acessível	Pesquisa
PO2		Rua Palmilheira	41.21044, -8.54714		espaço abandonado	não acessível	Mapa
PO3	Santo Tirso	M513	41.37424, -8.33119		Inserida em complexo industrial	não acessível	Mapa
PO4		M513	41.37405, -8.32884		Inserida em complexo industrial	não acessível	Mapa
PO5		M513	41.37342, -8.33102		Inserida na Edutex - Revestimentos Têxteis, SA	não acessível	Mapa
PO6	Matosinhos	Av. Serpa Pinto	41.1828, -8.69369		Inserida no Restaurante O Pescador De Santos Pereira & Ferreira, Lda.	não acessível	Pesquisa
PO7		Rua de Brito Capelo 1165, 4450 Matosinhos	41.17771, -8.68882	Conservas Prado Lda	Inserida em edifício	não acessível	Pesquisa
PO8		Rua Brito e Cunha	41.1755, -8.68822		Inserida no Pingo Doce - Matosinhos, Brito e Cunha	não acessível	Pesquisa
PO9		Rua Mouzinho de Albuquerque	41.17708, -8.6865		espaço abandonado	não acessível	Pesquisa

	Porto	Localização	Coordenadas	Fábrica	Condição atual	Acessibilidade	Localizada por:
PO10		Rua Afonso Cordeiro	41.17811, -8.6849		Inserida em edifício	não acessível	Pesquisa
PO11		Rua Afonso Cordeiro	41.17643, -8.6849		Inserida em Baiona - Desporto E Diversão, Lda	não acessível	Pesquisa
PO12		R. Conselheiro Costa Braga	41.17817, -8.68388		Inserida em edifício	não acessível	Pesquisa
PO13		R. Conselheiro Costa Braga	41.17812, -8.68383		Inserida em edifício	não acessível	Pesquisa
PO14		Av. Comendador Ferreira de Matos	41.17636, -8.68377		Inserida em edifício	não acessível	Pesquisa
PO15		Rua Sousa Aroso	41.17748, -8.68223		espaço abandonado	não acessível	Pesquisa
PO16		Rua do progresso	41.21633, -8.69499		Inserida em complexo industrial	acessível	Mapa
PO17	Porto	Rua da Fábrica "A invencível"	41.1586, -8.58158		Inserida em complexo industrial	não acessível	Mapa
PO18		Rua da Restauração	41.14519, -8.62824		Inserida em complexo residencial	não acessível	Mapa
PO19		Cais do cavaco	41.14263, -8.6299		Inserida em complexo residencial/comercial	não acessível	Mapa
PO20		Av. Paiva Couceiro	41.14046, -8.59269	Fábrica de Massarelos	Inserida em meio urbano	acessível	Mapa
PO21		Av. Paiva Couceiro	41.14048, -8.59247	Fábrica de Massarelos	Inserida em meio urbano	acessível	Mapa
PO22		Av. Paiva Couceiro	41.14078, -8.59159		espaço abandonado	não acessível	Mapa
PO23		Av. Escritor costa barreto	41.14221, -8.57453		Inserida no jardim junto ao palacio do freixo	acessível	Mapa
	Santarém	Localização	Coordenadas	Fábrica	Condição atual	Acessibilidade	Localizada por:
SA1	Alemeirim	N114	39.16962, -8.66005		Inserida na Quinta do Casal Branco	não acesível	Mapa
SA2	Cartaxo	Quinta da fonte bela	39.15329, -8.73346		DFJ Vinhos, SA	não acesível. Dentro de edifício	Mapa
SA3		Rua da Republica	39.16197, -8.78863	antiga Padaria. Alimentar	Inserida em edifício	não acesível	Mapa
SA4	Coruche	N119	38.94544, -8.50155	Alimentar	Inserida na Cigala, Fábrica de Arroz	não acesível. Vedada	Mapa
SA5	Santarém	N361	39.43251, -8.78255		Inserida em fábrica de cerâmica	não acesível. Dentro da fabrica	Mapa

	Santarém	Localização	Coordenadas	Fábrica	Condição atual	Acessibilidade	Localizada por:
SA6		N361	39.44039, -8.77732		Inserida na Cerâmica Feliciano Lopes Batista, Lda.	não acessível. Dentro da fábrica	Mapa
SA7		N361	39.45232, -8.75838	M.A. Lopes D'Avó, Lda. Cerâmica	Inserida na M.A. Lopes D'Avó, Lda. Cerâmica	não acessível. Dentro da fábrica	Mapa
SA8		Rua de Santiago	39.36431, -8.76462		espaço abandonado	acessível	Mapa
SA9		Rua de Santiago	39.36663, -8.76769		espaço abandonado	não acessível	Mapa
SA10		Circular urbano de Santarém Dom Luís I	39.25621, -8.7023		espaço abandonado	não acessível	Mapa
SA11		Urbanização Sra. Da Guia	39.24723, -8.69108	Cerâmica da Guia. Cerâmica	Inserida na Cerâmica da Guia	acessível	Mapa
SA12		Póvoa da Isenta	39.23184, -8.74264	Cerâmica	espaço abandonado	acessível	Mapa
SA13		Rua do Pinhal Velho	39.12403, -8.81978	Iberocerâmica - Cruz do Campo. Cerâmica	Inserida na Iberocerâmica - Cruz do Campo	não acessível. Dentro da fábrica	Mapa
SA14		Rua do Pinhal Velho	39.12305, -8.81986	Iberocerâmica - Cruz do Campo. Cerâmica	inserida na Iberocerâmica - Cruz do Campo	não acessível. Dentro da fábrica	Mapa
SA15		Rua Dona Maria I	39.43957, -8.73976	Cerâmica Vartijolo, Lda. Cerâmica	inserida na Cerâmica Vartijolo, Lda	não acessível. Dentro da fábrica	Mapa
SA16		Rua Dona Maria I	39.44123, -8.73875	Cerâmica	espaço abandonado	acessível	Mapa
SA17		Rua Dona Maria I	39.4409, -8.73854	Cerâmica	espaço abandonado	acessível ?	Mapa
SA18		Rua Dona Maria I	39.44045, -8.73853	Cerâmica	espaço abandonado	não acessível	Mapa
SA19		Rua Dona Maria I	39.4412, -8.73811	Cerâmica	espaço abandonado	acessível	Mapa
SA20		R. Dr. José Garcês Pereira Caldas	39.19311, -8.73458	Alimentar	Inserida na Padaria da Cabine	não acessível	Mapa
SA21	Salvaterra de Magos	Largo Praça Toiros Salvaterra Magos	39.02352, -8.79367		Inserida na Liga Panificadora Salvaterrense, Lda.	não acessível. Dentro da fábrica	Mapa
SA22		Igreja MSBN Salvaterra de Magos	39.02233, -8.79249		Inserida na Igreja MSBN Salvaterra de Magos	não acessível. Dentro da fábrica	Mapa

	Santarém	Localização	Coordenadas	Fábrica	Condição atual	Acessibilidade	Localizada por:
SA23	Torres Novas	Rua da Várzea	39.4729, -8.53416		Inserida em complexo industrial	Não acessível	Mapa
SA24		Av. 8 de Julho	39.4701, -8.52995		Espaço abandonado	Não acessível	Mapa
SA25		Av. 8 de Julho	39.46998, -8.52989		Espaço abandonado	Não acessível	Mapa
SA26	Rio Maior	Rua D. Afonso Henriques	39.34004, -8.94438		Espaço abandonado	Não acessível	Mapa
SA27		Rua das flores	39.33736, -8.94798		Inserida em espaço industrial	Não acessível	Mapa
SA28		Rua da Madresilva	39.3366, -8.94482		Espaço abandonado	Não acessível	Mapa
	Setúbal	Localização	Coordenadas	Fábrica	Condição atual	Acessibilidade	Localizada por:
SE1	Alcaçer do Sal	Praceta da Chaminé	38.37127, -8.5154		Inserida em edificio	não acessível	Facebook
SE2	Almada	Av. Aliança Povo M.F.A	38.68236, -9.15015		Espaço abandonado. Envolta em vegetação	não acessível	Mapa
SE3		Av. Aliança Povo M.F.A	38.68161, -9.14977		Espaço abandonado. Envolta em vegetação	não acessível	Mapa
SE4		Av. Aliança Povo M.F.A	38.68278, -9.14933		Espaço abandonado. Envolta em vegetação	não acessível	Mapa
SE5		Rua General Humberto Delgado	38.63458, -9.17743		Inserida num complexo indutrial	acessível mas vedada	Mapa
SE6		Rua Pedro Lemos	38.63841, -9.17916		Inserida no meio urbano	acessível	Pesquisa
SE7		Av. Resistentes Antifascistas	38.61492, -9.10815		Inserida num complexo abandonado. Utilizada por sem-abrigos	acessível	Mapa
SE8		Av. Resistentes Antifascistas	38.61819, -9.10715	Fabrica de Lanifícios da Arrentela	espaço abandonado	não acessível. Envolta em vegetação	Mapa
SE9	Barreiro	Auditório municipal Augusto Cabrita	38.64852, -9.06201	Antiga fabrica cortiça do alemão no Barreiro, Helmut zum Hingst na Quinta da Maceda. Corticeira	Inserida em meio urbano. Recinto do auditório	Acessível	Mapa
SE10		Rua Cuf	38.66487, -9.06937	antiga chaminé da padeiria da cuf. Alimentar	Inserida em edificio	não acessível	Mapa
SE11	Montijo	Av. Garcia da Orta	38.70707, -8.95373	Cerâmica Viallade. Cerâmica	Inserida em meio urbano	Acessível	Pesquisa
SE12		Praça Concórdia	38.70566, -8.95427	Nª Sª da Atalaia de Joaquim da Fonseca. Cerâmica	Inserida em meio urbano	não acessível	Pesquisa

	Setúbal	Localização	Coordenadas	Fábrica	Condição atual	Acessibilidade	Localizada por:
SE13		Pocinho das Nascentes	38.70133, -8.96081	Mundet & Cia Lda. Corticeira	Inserida em meio urbano	não acessível. Vedada	Pesquisa
SE14		Av. Gaspar Nunes	38.70562, -8.96667	Pablos & Tavares, Lda. Corticeira	Inserida em meio urbano	acessível	Pesquisa
SE15		Av. Gaspar Nunes	38.70614, -8.96627	Pablos & Tavares, Lda. Corticeira	Inserida em complexo industrial abandonado	não acessível	Pesquisa
SE16		Av. Gaspar Nunes	38.70585, -8.96608	Pablos & Tavares, Lda. Corticeira	Inserida em complexo industrial abandonado	não acessível	Pesquisa
SE17		Av. Gaspar Nunes	38.70601, -8.96577	Pablos & Tavares, Lda. Corticeira	Inserida em complexo industrial abandonado	não acessível	Pesquisa
SE18		Jardim do Saldanha	38.70529, -8.98575	J. M. Pinto Clara & Filho, Lda. Corticeira	Inserida em meio urbano	acessível	Pesquisa
SE19		Alto das vinhas grandes	38.70567, -8.94606		Espaço abandonado. Envolta em vegetação	acessível. Em vegetação	Facebook
SE20		Praça dos Descobrimientos	38.70478, -8.97469	Jorge Rodrigues Tavares. Corticeira	Inserida em edificio	não acessível	Pesquisa
SE21		Praça dos Descobrimientos	38.70504, -8.94994		Inserida em meio urbano	acessível	mapa
SE22	Moita	Rua agricultores	38.64312, -8.98509		Espaço abandonado	Envolta em vegetação	Mapa
SE23		Rua agricultores	38.64305, -8.98485		Espaço abandonado	Envolta em vegetação	Mapa
SE24		Rua Flamingos	38.65822, -9.03507	Cerâmica	inserida em complexo industrial	não acessível	Mapa
SE25		Rua Dom António Paiva	38.65144, -9.02354		inserida em complexo industrial	não acessível	Mapa
SE26		Rua Fábricas	38.6526, -9.02169		inserida em complexo industrial	não acessível	Mapa
SE27		Rua Arroteias	38.65233, -9.02119		inserida em complexo industrial	não acessível	Mapa
SE28		Rua Arroteias	38.65217, -9.01991		inserida em complexo industrial	não acessível	Mapa
SE29		Rua Classe Operária	38.64612, -8.99495		inserida em complexo industrial	não acessível	Mapa
SE30		Rua Classe Operária	38.64595, -8.99496		inserida em complexo industrial	não acessível	Mapa
SE31	Setúbal	Rua Camilo Castelo Branco	38.52272, -8.88297		Inserida num logradouro	não acessível	Mapa
SE32		Rua Camilo Castelo Branco	38.52242, -8.88312		Inserida no meio urbano	acessível	Mapa
SE33		Rua Camilo Castelo Branco	38.52207, -8.88324		espaço abandonado	não acessível	Mapa
SE34		Rua Camilo Castelo Branco	38.52181, -8.88256		Inserida no meio urbano	acessível	Mapa

	Setúbal	Localização	Coordenadas	Fábrica	Condição atual	Acessibilidade	Localizada por:
SE35		Rua Camilo Castelo Branco	38.52239, -8.88256		espaço abandonado	não acessível	Mapa
SE36		Rua Camilo Castelo Branco	38.52287, -8.8829		espaço abandonado	acessível	Mapa
SE37		Rua Formosa	38.52494, -8.88245		Inserida num edifício	não acessível	Mapa
SE38		Museu do trabalho	38.52328, -8.8867		Museu do Trabalho	acessível. Dentro do museu	Mapa
SE39		Estrada da graça	38.51893, -8.87464		espaço abandonado	acessível. Embora muita vegetação	Mapa
SE40		Estrada da graça	38.51868, -8.87446		Inserida num complexo abandonado	não acessível	Mapa
SE41	Sines	Camara municipal de Sines	37.95546, -8.86112		Inserida no espaço da camara municipal de Sines	Dentro do recinto da camara municipal	Mapa
SE42	Seixal	Av. Fábrica da Pólvora	38.61992, -9.16344	Fábrica da Pólvora	Inserida em complexo industrial	não acessível	Mapa
SE43		Av. Fábrica da Pólvora	38.61923, -9.16426	Fábrica da Pólvora	Inserida em complexo industrial	não acessível	Mapa
SE44		Av. Albano Narciso Pereira	38.64079, -9.10312		Inserida em complexo industrial	não acessível	Mapa
SE45		Av. José Afonso	38.63092, -9.10286		Inserida em complexo industrial	não acessível	Mapa
	Viana do Castelo	Localização	Coordenadas	Fábrica	Condição atual	Acessibilidade	Localizada por:
	Vila Real	Localização	Coordenadas	Fábrica	Condição atual	Acessibilidade	Localizada por:
VL1	Chaves	R. Dom Gualdim Pais	41.72359, -7.46715	Cerâmica Flaviense, Lda	Inserida na Cerâmica Flaviense	Não acessível	Mapa
VL2		R. Dom Gualdim Pais	41.72275, -7.46767	Cerâmica Flaviense, Lda	Inserida na Cerâmica Flaviense	Não acessível	Mapa
VL3		R. Dom Gualdim Pais	41.72135, -7.46781	Cerâmica	Espaço abandonado	Não acessível	Mapa
VL4		R. Dom Gualdim Pais	41.72095, -7.46794	Cerâmica	Espaço abandonado	Não acessível	Mapa
VL5		R. Dom Gualdim Pais	41.72132, -7.46871	Cerâmica	Espaço abandonado	Não acessível	Mapa
VL6		R. Dom Gualdim Pais	41.72134, -7.46995	Cerâmica	Espaço abandonado	Não acessível	Mapa
	Viseu	Localização	Coordenadas	Fábrica	Condição atual	Acessibilidade	Localizada por:
VI1	Viseu	Rua padre costa	40.66325, -7.91251	Antiga central electrica	Inserida no meio urbano	acessível	Mapa

ANEXO B – Fichas de caracterização e diagnóstico das chaminés industriais de alvenaria de tijolo

Ficha de Caracterização Chaminés Industriais de Alvenaria de Tijolo

Data:

Inspeção realizada por:

1. LOCALIZAÇÃO

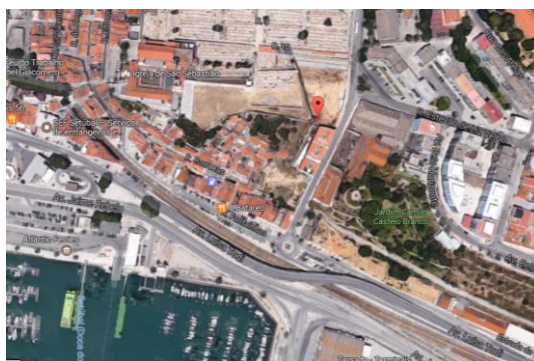
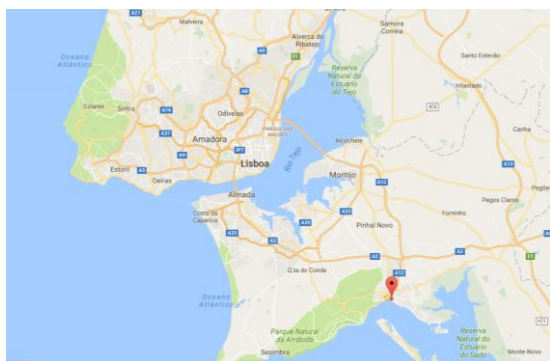
1.1 Distrito Setúbal

1.2 Município Setúbal

1.3 Morada Rua Camilo Castelo Branco

1.4 Localização no Mapa e coordenadas (GPS)

38°31'22.3"N 8°52'58.4"W



1.5 Meio Envolvente	Meio urbano x	Espaço abandonado	Inserida em fábrica	Inserida em edifício	Outro
----------------------------	----------------------	--------------------------	----------------------------	-----------------------------	--------------

1.6 Acessibilidade Acessível

1.7 Edificações próximas e seu estado de conservação A chaminé encontra-se muito próxima de edificações

1.7.1 Fotografia




2. IDENTIFICAÇÃO




2.1 Em Funcionamento	Sim	Não <input checked="" type="checkbox"/>
-----------------------------	-----	---

2.2 Fábrica / Indústria

2.3 Época de Construção

2.4 Vista Geral da Chaminé	2.5 Estatuto de Proteção
	

3. DESCRIÇÃO

Elemento	Fotografia	Materiais	Geometria	
			Forma	Altura
Base		Tijolo maciço e argamassa de cal e areia	Forma	Quadrada
			Altura	
			Área	
Fuste		Tijolo maciço e argamassa de cal e areia	Forma	cónica
			Altura	
Coroa		Tijolo maciço e argamassa de cal e areia	Observações	

4. ESTADO DE CONSERVAÇÃO

4.1 Condição Geral

Chaminé deixada ao abandono, com sinais de vandalismo.


4.2 Risco de Derrocada

Baixo x

Médio

Alto

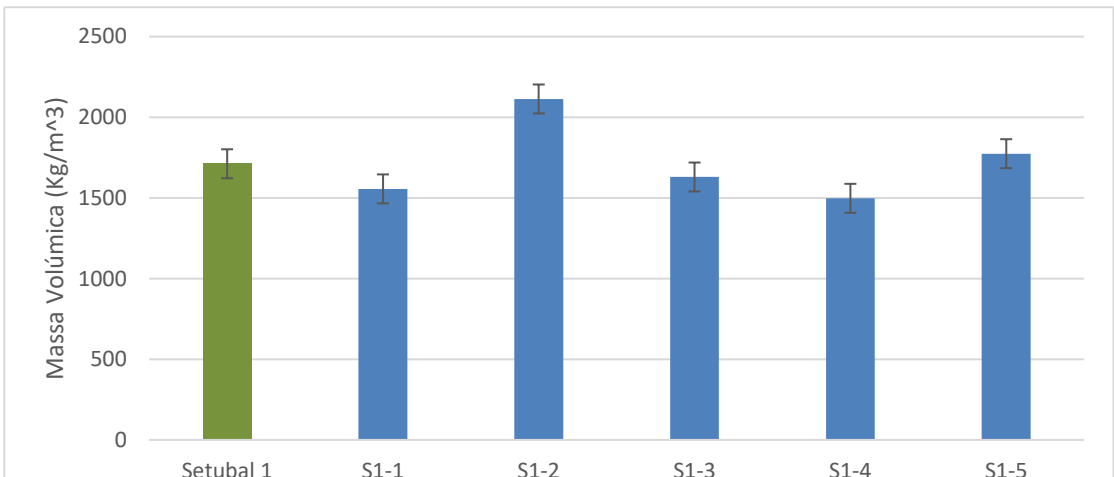
4.3 Anomalias

Elemento	Anomalias	Fotografia
Base incluindo Fundações	Material partido. Desgaste e erosão do material	
Fuste	Desgaste de material	
Coroa	Não foi possível observar de perto	

4.4 Intervenções anteriores

-

5. CARACTERIZAÇÃO FÍSICA E MECÂNICA

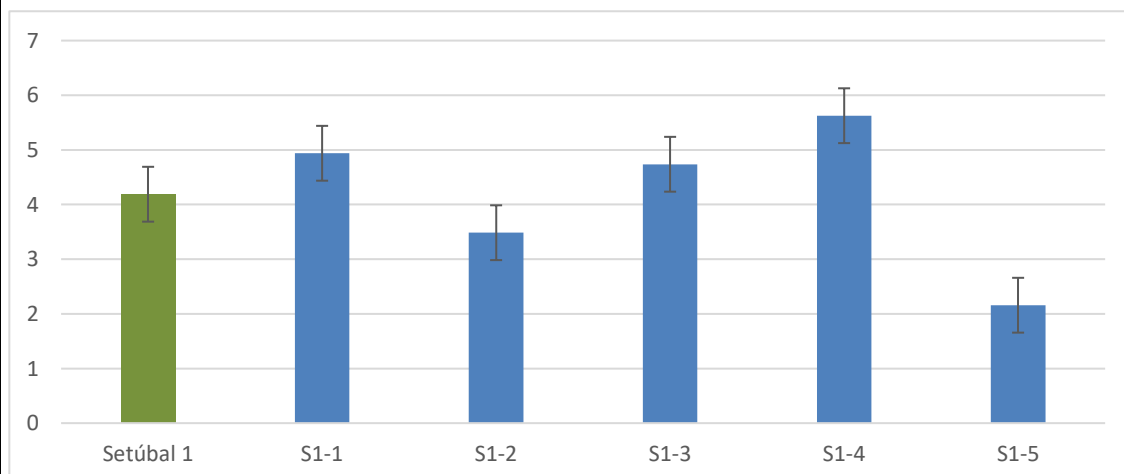
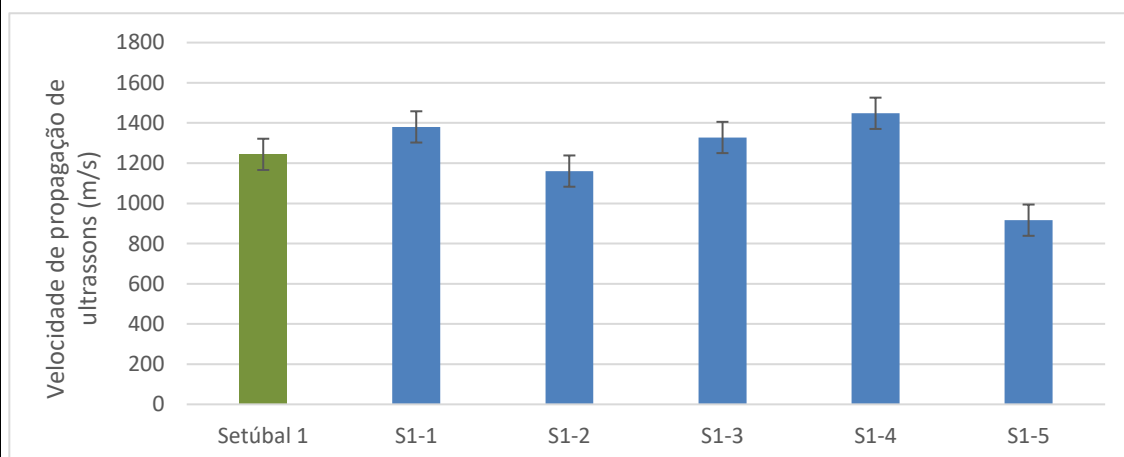
Parâmetro	Ensaio														
Massa Volúmica															
$Mv = \frac{M}{V}$															
<p>Em que Mv representa a massa volúmica das amostras, em kg/m³</p> <p>M representa a massa dos provetes, em kg</p> <p>V representa o Volume dos provetes em m³</p> <p>Devido à irregularidade das amostras, o seu volume foi calculado com o auxílio de um recipiente e areia muito fina.</p> <p>Primeiramente pesou-se todos os provetes. Posteriormente encheu-se um recipiente de volume conhecido com areia de granulometria muito fina. Pesou-se o recipiente cheio e devidamente rasado e calculou-se a massa volúmica da areia. Seguidamente retirou-se parte da areia e introduziu-se o provete dentro do recipiente. Encheu-se novamente o recipiente com areia e rasou-se. De seguida pesou-se o recipiente com a areia e o provete.</p> <p>Subtraindo a massa do provete à massa inicial de areia, obteve-se a massa de areia presente no recipiente. Conhecendo a massa de areia existente e a sua massa volúmica, calculou-se o volume de areia dentro do recipiente. Subtraiu-se o volume de areia ao volume inicial e obteve-se o volume do provete.</p>															
<p>Resultados</p>  <table border="1"> <caption>Data from the Volumetric Mass Results Chart</caption> <thead> <tr> <th>Amostra</th> <th>Massa Volúmica (kg/m³)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Setubal 1</td> <td>~1700</td> </tr> <tr> <td>S1-1</td> <td>~1550</td> </tr> <tr> <td>S1-2</td> <td>~2100</td> </tr> <tr> <td>S1-3</td> <td>~1650</td> </tr> <tr> <td>S1-4</td> <td>~1500</td> </tr> <tr> <td>S1-5</td> <td>~1750</td> </tr> </tbody> </table>		Amostra	Massa Volúmica (kg/m ³)	Setubal 1	~1700	S1-1	~1550	S1-2	~2100	S1-3	~1650	S1-4	~1500	S1-5	~1750
Amostra	Massa Volúmica (kg/m ³)														
Setubal 1	~1700														
S1-1	~1550														
S1-2	~2100														
S1-3	~1650														
S1-4	~1500														
S1-5	~1750														

Observações

Os valores adotados na bibliografia existente, tomam valores de 1600 kg/m^3 e 1800 kg/m^3 . É possível concluir que os valores obtidos encontram-se na média dos resultados apresentados, sendo em média 1711.6 kg/m^3 .

Parâmetro	Ensaio
Velocidade de propagação de ultrassons e módulo de elasticidade em laboratório	LNEC (2010). FE Pa 43: <i>Ficha de ensaio para revestimentos de paredes - Ensaio de avaliação de características mecânicas por ultrassons</i> . Lisboa

Resultados

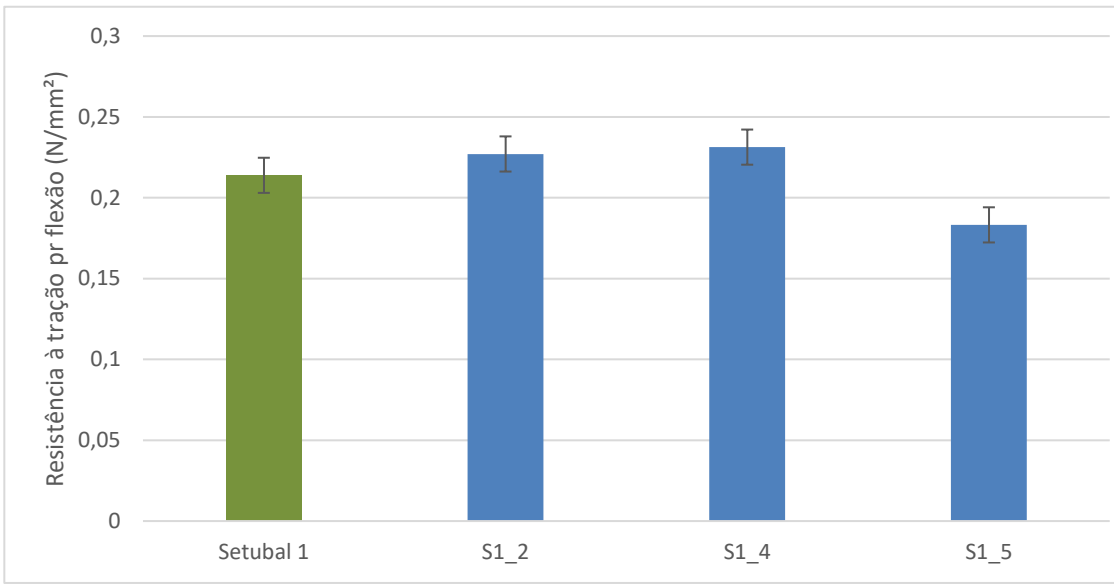


Os tijolos recolhidos apresentavam pouca compacidade, os valores resultaram em geral em valores baixos.

Parâmetro	Ensaio														
Condutibilidade térmica															
<p>Procedimento</p> <p>O ensaio de condutibilidade térmica é um ensaio não destrutivo e foi realizado com o equipamento <i>Heat Transfer Analyzer</i>, model 2104 da ISOMET, com uma sonda plana de contacto API com 60 mm de diâmetro. O ensaio consiste na medição da diferença entre o calor emitido pela sonda para o tijolo e o calor recebido de volta. Quanto maior for esta diferença, maior será a energia transmitida para tijolo e conseqüentemente maior o valor do coeficiente de condutibilidade térmica.</p> <p>Em cada amostra foram efetuadas 3 medições em 3 faces diferentes, identificadas como face “a”, “b” e “c”.</p> <p>As amostras foram colocadas sobre uma placa de XPS, para evitar a transferência de energia para a superfície de apoio. De seguida, colocou-se a sonda sobre o tijolo, ligou-se o aparelho e registou-se os valores fornecidos</p>															
<p>Resultados</p> <table border="1"> <caption>Data from Thermal Conductivity Chart</caption> <thead> <tr> <th>Amostra</th> <th>Coef. de condutibilidade térmica (w/m.K)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Setúbal 1</td> <td>~0,398</td> </tr> <tr> <td>S1_1</td> <td>~0,404</td> </tr> <tr> <td>S1_2</td> <td>~0,396</td> </tr> <tr> <td>S1_3</td> <td>~0,388</td> </tr> <tr> <td>S1_4</td> <td>~0,402</td> </tr> <tr> <td>S1_5</td> <td>~0,403</td> </tr> </tbody> </table>		Amostra	Coef. de condutibilidade térmica (w/m.K)	Setúbal 1	~0,398	S1_1	~0,404	S1_2	~0,396	S1_3	~0,388	S1_4	~0,402	S1_5	~0,403
Amostra	Coef. de condutibilidade térmica (w/m.K)														
Setúbal 1	~0,398														
S1_1	~0,404														
S1_2	~0,396														
S1_3	~0,388														
S1_4	~0,402														
S1_5	~0,403														

Observações

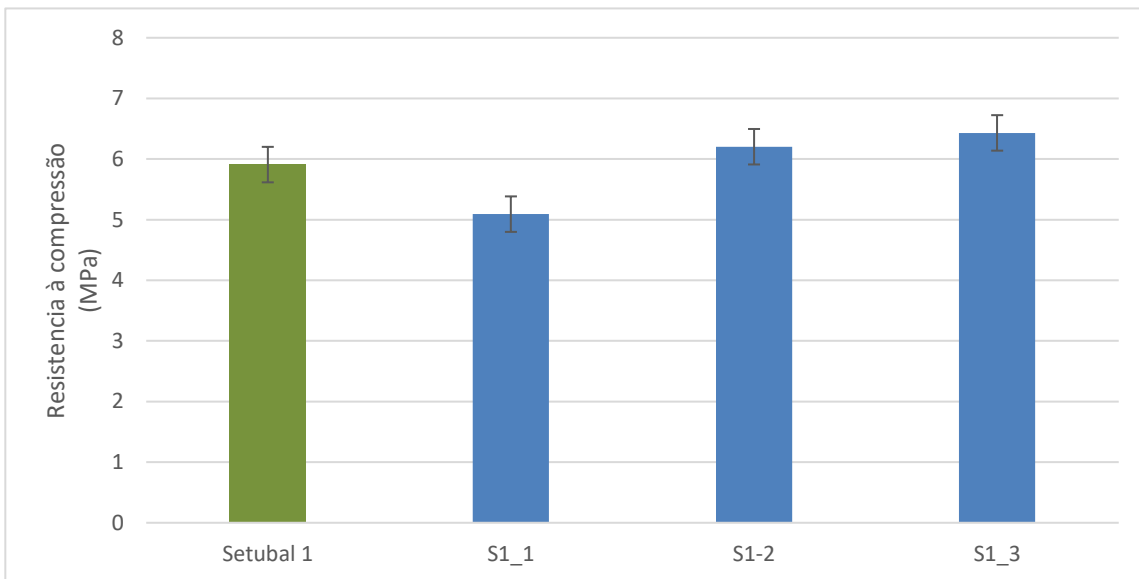
Os tijolos apresentam valores baixos de condutibilidade.

Parâmetro	Ensaio										
Resistência à flexão	EN 1015-11 (CEN, 1999b)										
Resultados											
 <table border="1"> <caption>Data for Flexure Resistance Chart</caption> <thead> <tr> <th>Sample</th> <th>Resistance (N/mm²)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Setubal 1</td> <td>~0.215</td> </tr> <tr> <td>S1_2</td> <td>~0.230</td> </tr> <tr> <td>S1_4</td> <td>~0.235</td> </tr> <tr> <td>S1_5</td> <td>~0.185</td> </tr> </tbody> </table>		Sample	Resistance (N/mm²)	Setubal 1	~0.215	S1_2	~0.230	S1_4	~0.235	S1_5	~0.185
Sample	Resistance (N/mm²)										
Setubal 1	~0.215										
S1_2	~0.230										
S1_4	~0.235										
S1_5	~0.185										

Parâmetro	Ensaio
Resistência à compressão	
Procedimento	
<p>A resistência à compressão foi determinada utilizando a máquina FORM+TEST profsysteme. Para a realização deste ensaio foram utilizadas as metades dos tijolos previamente ensaiados à flexão e retificadas para que houvesse o mínimo de irregularidades possíveis nas superfícies dos tijolos. O ensaio foi realizado a aplicando uma carga de 4 kN/s aos tijolos até estes atingirem a rotura. O procedimento consistiu em definir previamente a carga a ser aplicada pelo</p>	

equipamento e em colocar os tijolos dentro do equipamento, devidamente centrados. Iniciou-se o ensaio ligando o equipamento. Quando atingida a rotura, parou-se a máquina e registou-se o valor da carga máxima obtida, em kN.

Resultados



Observações

Os tijolos apresentam baixas resistências mecânicas.

6. OBSERVAÇÕES

6.1 Observações complementares

6.2 Bibliografia

LNEC (2010). FE Pa 43: *Ficha de ensaio para revestimentos de paredes - Ensaio de avaliação de características mecânicas por ultrassons*. Lisboa

EN 1015-11 (CEN, 1999b)

Ficha de Caracterização Chaminés Industriais de Alvenaria de Tijolo

Data:

Inspeção realizada por:

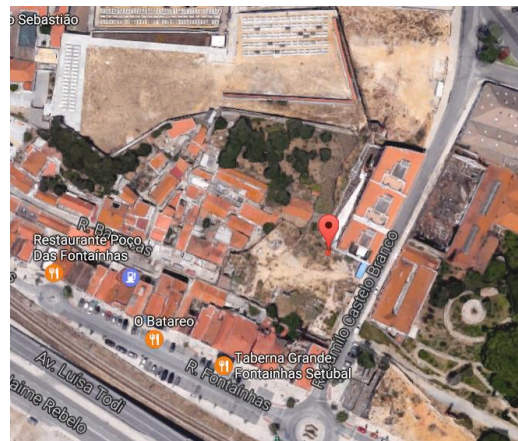
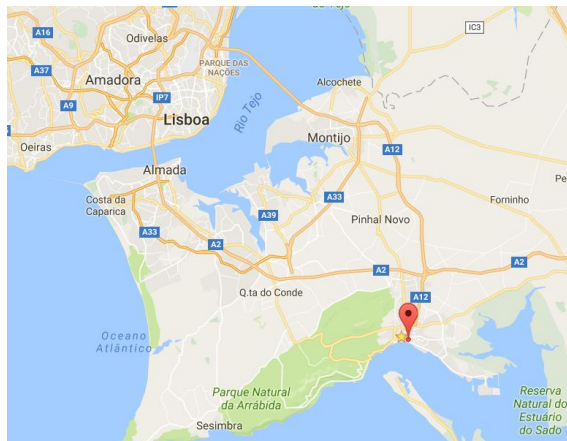
1. LOCALIZAÇÃO

1.1 Distrito Setúbal

1.2 Município Setúbal

1.3 Morada Rua Camilo Castelo Branco

1.4 Localização no Mapa e coordenadas (GPS)



**1.5 Meio
Envolvente**

**Meio
urbano** x

**Espaço
abandonado**

**Inserida em
fábrica**

**Inserida em
edifício**

Outro

1.6 Acessibilidade Acessível

1.7 Edificações próximas e seu estado de conservação A chaminé encontra-se muito próxima de edificações

1.7.1 Fotografia



2. IDENTIFICAÇÃO




2.1 Em Funcionamento	Sim	Não <input checked="" type="checkbox"/>
-----------------------------	-----	---

2.2 Fábrica / Indústria

2.3 Época de Construção

2.4 Vista Geral da Chaminé	2.5 Estatuto de Proteção

3. DESCRIÇÃO

Elemento	Fotografia	Materiais	Geometria	
			Forma	Altura
Base		Tijolo maciço e argamassa de cal e areia	Forma Quadrada	Área
Fuste		Tijolo maciço e argamassa de cal e areia	Forma cónica	Altura
Coroa		Tijolo maciço e argamassa de cal e areia	Observações	

4. ESTADO DE CONSERVAÇÃO

4.1 Condição Geral

Chaminé em relativamente bom estado de conservação. Apresenta uma fenda vertical na base


4.2 Risco de Derrocada

Baixo x

Médio

Alto

4.3 Anomalias

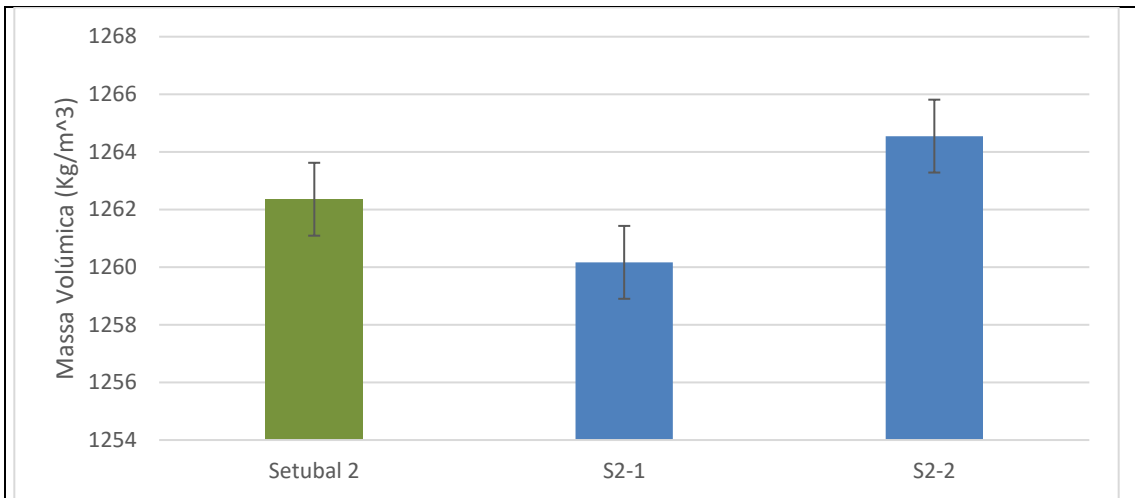
Elemento	Anomalias	Fotografia
Base incluindo Fundações	Venda vertical na base	
Fuste	-	
Coroa	-	

4.4 Intervenções anteriores

-

5. CARACTERIZAÇÃO FÍSICA E MECÂNICA

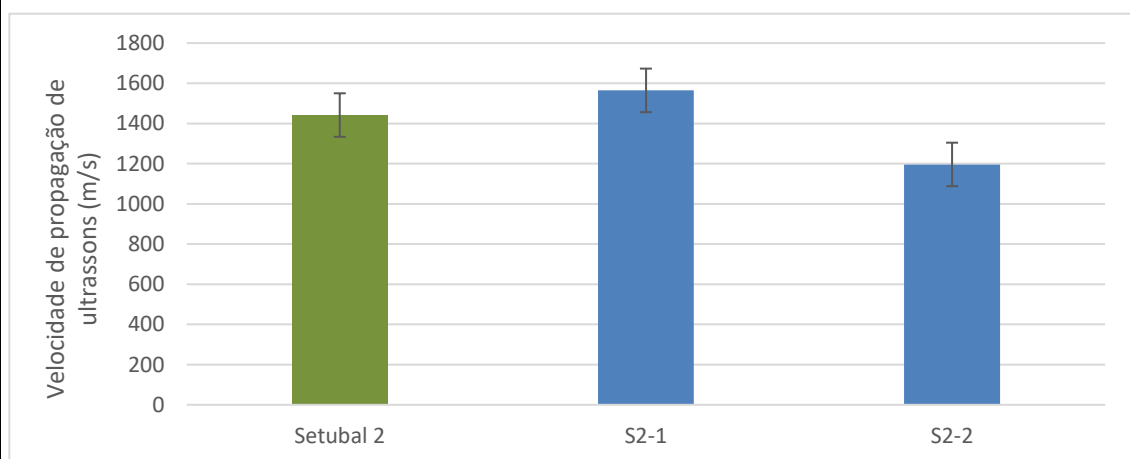
Parâmetro	Ensaio
Massa Volúmica	
$Mv = \frac{M}{V}$	
<p>Em que Mv representa a massa volúmica das amostras, em kg/m³</p> <p>M representa a massa dos provetes, em kg</p> <p>V representa o Volume dos provetes em m³</p> <p>Devido à irregularidade das amostras, o seu volume foi calculado com o auxílio de um recipiente e areia muito fina.</p> <p>Primeiramente pesou-se todos os provetes. Posteriormente encheu-se um recipiente de volume conhecido com areia de granulometria muito fina. Pesou-se o recipiente cheio e devidamente rasado e calculou-se a massa volúmica da areia. Seguidamente retirou-se parte da areia e introduziu-se o provete dentro do recipiente. Encheu-se novamente o recipiente com areia e rasou-se. De seguida pesou-se o recipiente com a areia e o provete.</p> <p>Subtraindo a massa do provete à massa inicial de areia, obteve-se a massa de areia presente no recipiente. Conhecendo a massa de areia existente e a sua massa volúmica, calculou-se o volume de areia dentro do recipiente. Subtraiu-se o volume de areia ao volume inicial e obteve-se o volume do provete.</p>	
Resultados	

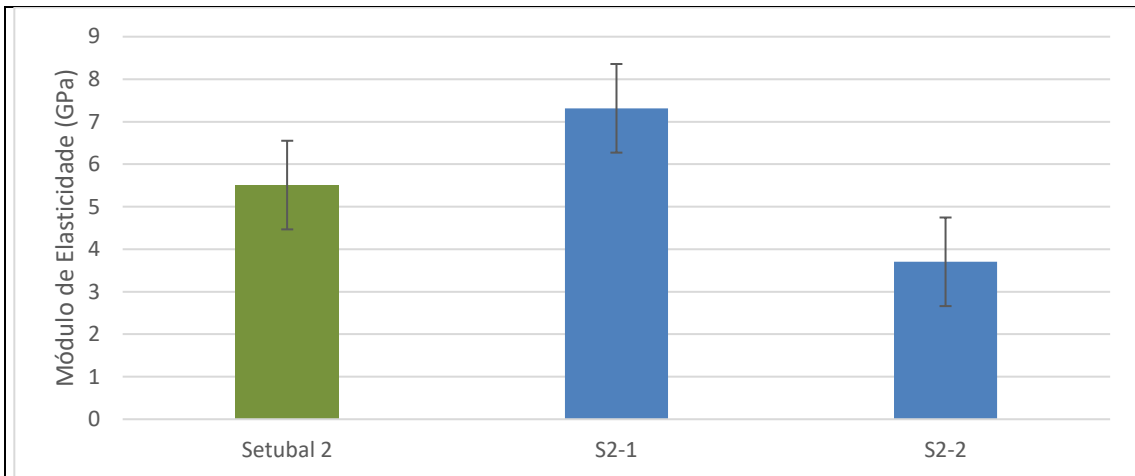


Os valores adotados na bibliografia existente, tomam valores de 1600 kg/m³ e 1800 kg/m³. É possível concluir que os valores obtidos encontram-se abaixo dos resultados apresentados, sendo em média 1262 kg/m³.

Parâmetro	Ensaio
Velocidade de propagação de ultrassons e módulo de elasticidade em laboratório	LNEC (2010). FE Pa 43: <i>Ficha de ensaio para revestimentos de paredes - Ensaio de avaliação de características mecânicas por ultrassons</i> . Lisboa

Resultados





Observações

Os tijolos recolhidos apresentavam pouca compacidade.

Parâmetro	Ensaio
Condutibilidade térmica	

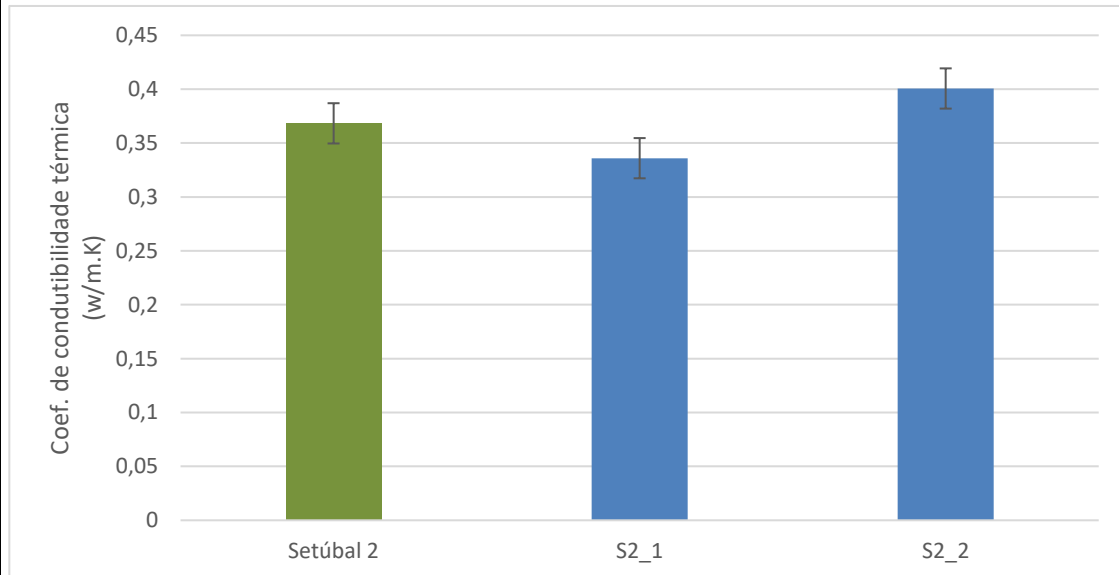
Procedimento

O ensaio de condutibilidade térmica é um ensaio não destrutivo e foi realizado com o equipamento *Heat Transfer Analyzer*, model 2104 da ISOMET, com uma sonda plana de contacto API com 60 mm de diâmetro. O ensaio consiste na medição da diferença entre o calor emitido pela sonda para o tijolo e o calor recebido de volta. Quanto maior for esta diferença, maior será a energia transmitida para o tijolo e conseqüentemente maior o valor do coeficiente de condutibilidade térmica.

Em cada amostra foram efetuadas 3 medições em 3 faces diferentes, identificadas como face "a", "b" e "c".

As amostras foram colocadas sobre uma placa de XPS, para evitar a transferência de energia para a superfície de apoio. De seguida, colocou-se a sonda sobre o tijolo, ligou-se o aparelho e registou-se os valores fornecidos

Resultados



Observações

Os tijolos apresentam valores baixos de condutibilidade, possivelmente devido à sua baixa compactidade.

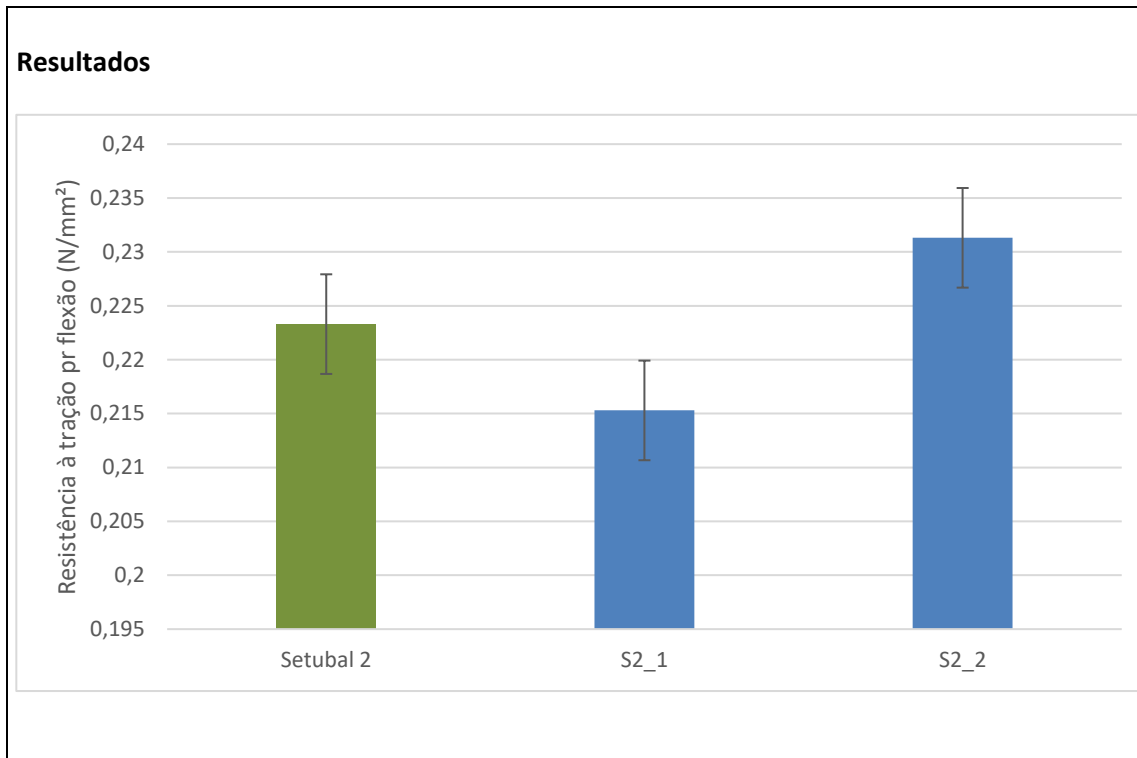
Parâmetro	Ensaio
Resistência à flexão	EN 1015-11 (CEN, 1999b)

Procedimento

O ensaio de resistência à tração por flexão foi realizado com base na norma EN 1015-11 (CEN, 1999b), com uma máquina de tração Zwick-Rowell Z050.

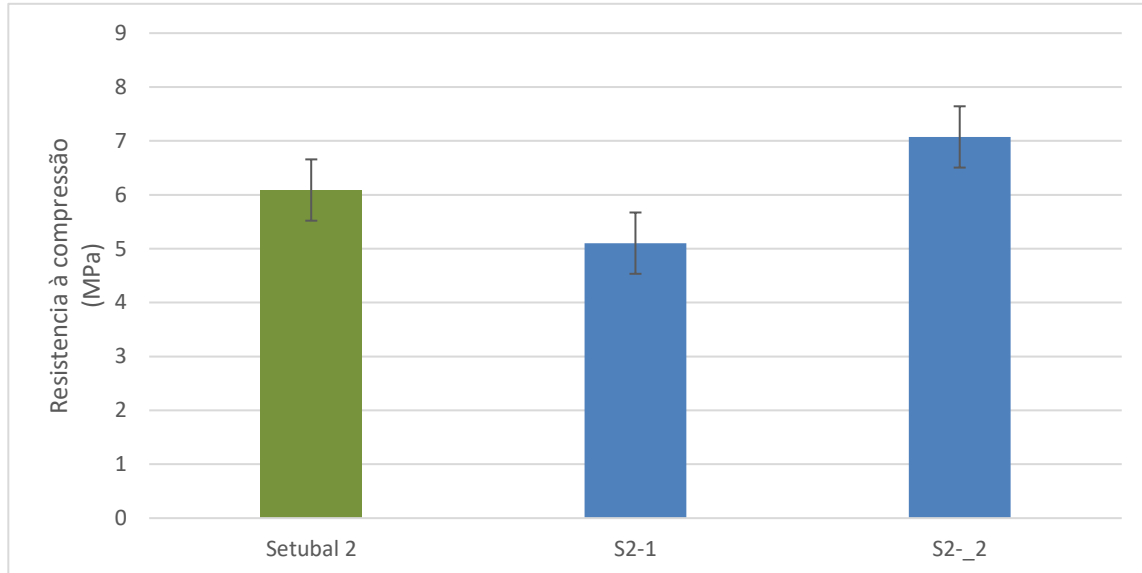
O ensaio consistiu na aplicação de uma carga com velocidade de 0,02 mm/s a meio vão dos tijolos. Os tijolos, apoiados em dois pontos distanciados de 150 mm, foram posicionados na direção real de aplicação das cargas.

O ensaio deu-se por terminado aquando da rotura de cada tijolo. Registou-se a força máxima de tração F_t [N] obtida no gráfico força-deslocamento delineado pelo software do equipamento



Parâmetro	Ensaio
Resistência à compressão	
<p>Procedimento</p> <p>A resistência à compressão foi determinada utilizando a máquina FORM+TEST profsysteme. Para a realização deste ensaio foram utilizadas as metades dos tijolos previamente ensaiados à flexão e retificadas para que houvesse o mínimo de irregularidades possíveis nas superfícies dos tijolos.</p> <p>O ensaio foi realizado a aplicando uma carga de 4 kN/s aos tijolos até estes atingirem a rotura.</p> <p>O procedimento consistiu em definir previamente a carga a ser aplicada pelo equipamento e em colocar os tijolos dentro do equipamento, devidamente centrados. Iniciou-se o ensaio ligando o equipamento. Quando atingida a rotura, parou-se a máquina e registou-se o valor da carga máxima obtida, em kN.</p>	

Resultados



Observações

OS tijolos apresentam baixas resistências mecânicas.

6. OBSERVAÇÕES

6.1 Observações complementares

6.2 Bibliografia

LNEC (2010). FE Pa 43: *Ficha de ensaio para revestimentos de paredes - Ensaio de avaliação de características mecânicas por ultrassons*. Lisboa

EN 1015-11 (CEN, 1999b)

Ficha de Caracterização Chaminés Industriais de Alvenaria de Tijolo

Data:

Inspeção realizada por:

1. LOCALIZAÇÃO

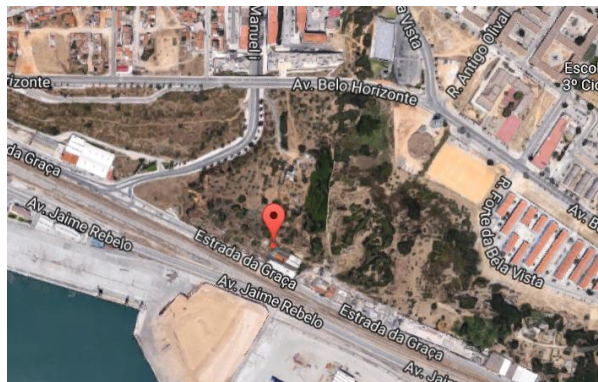
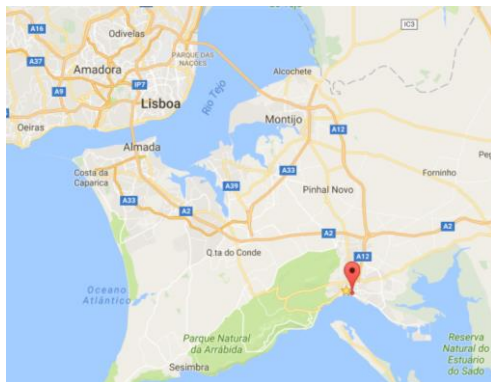
1.1 Distrito Setúbal

1.2 Município Setúbal

1.3 Morada Estrada da Graça

1.4 Localização no Mapa e coordenadas (GPS)

38°31'08.2"N 8°52'28.7"W



1.5 Meio Envolvente	Meio urbano	Espaço abandonado x	Inserida em fábrica	Inserida em edifício	Outro
--------------------------------	------------------------	--------------------------------	--------------------------------	---------------------------------	--------------

1.6 Acessibilidade Não acessiva. Envolta em vegetação

1.7 Edificações próximas e seu estado de conservação A chaminé encontra-se num local abandonado, com muita vegetação. Junto da antiga fábrica.

1.7.1 Fotografia




2. IDENTIFICAÇÃO



2.1 Em Funcionamento	Sim	Não <input checked="" type="checkbox"/>
-----------------------------	-----	---

2.2 Fábrica / Indústria

2.3 Época de Construção

2.4 Vista Geral da Chaminé	2.5 Estatuto de Proteção
	

3. DESCRIÇÃO

Elemento	Fotografia	Materiais	Geometria	
			Forma	Altura
Base	Pouco visível	Tijolo maciço e argamassa de cal e areia	Forma	
			Altura	
			Área	
Fuste		Tijolo maciço e argamassa de cal e areia	Forma	cónica
			Altura	
Coroa		Tijolo maciço e argamassa de cal e areia	Observações	

4. ESTADO DE CONSERVAÇÃO

4.1 Condição Geral

Não foi possível observar as anomalias da chaminé, devido à vegetação em volta.

4.2 Risco de Derrocada

Baixo x

Médio

Alto

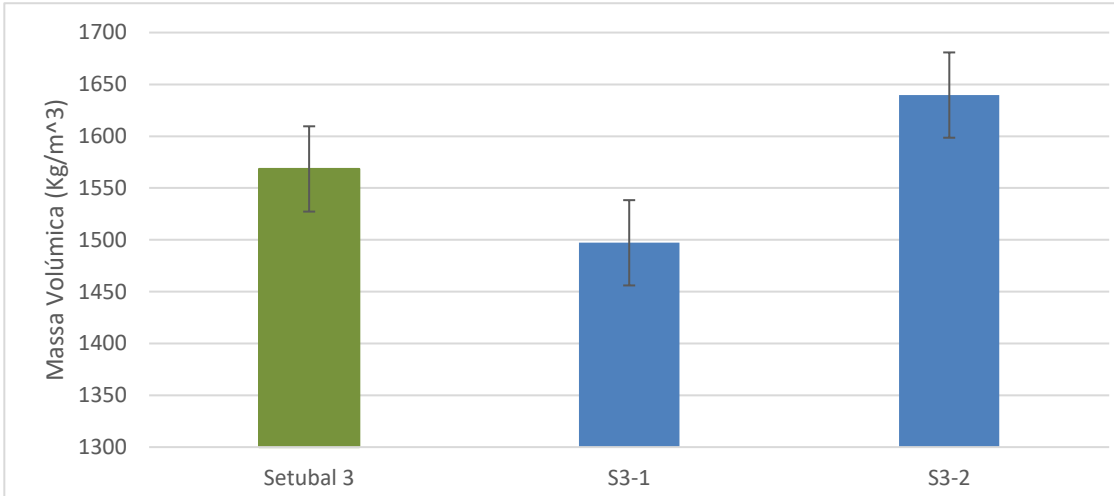
4.3 Anomalias

Elemento	Anomalias	Fotografia
Base incluindo Fundações	-	
Fuste	-	
Coroa	-	

4.4 Intervenções anteriores

-

5. CARACTERIZAÇÃO FÍSICA E MECÂNICA

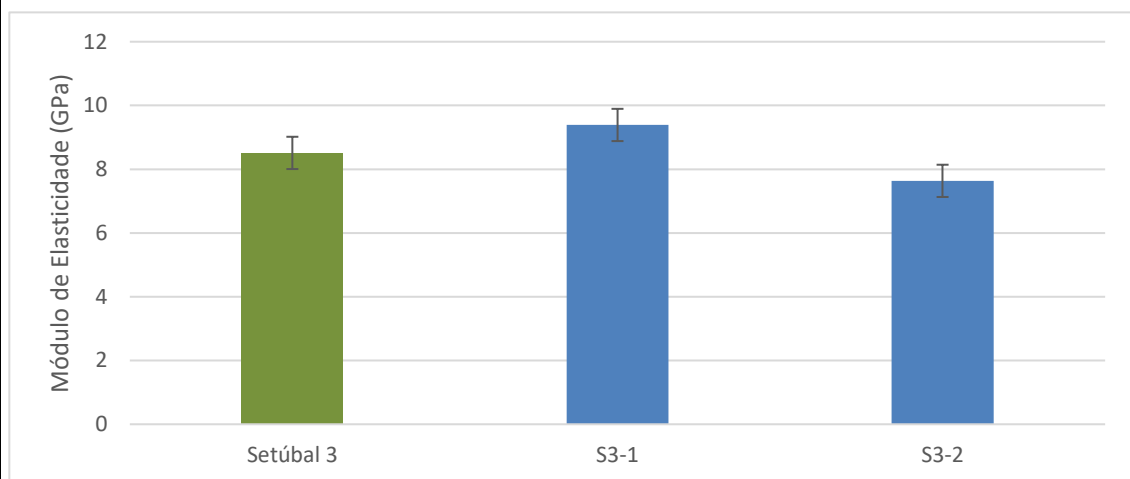
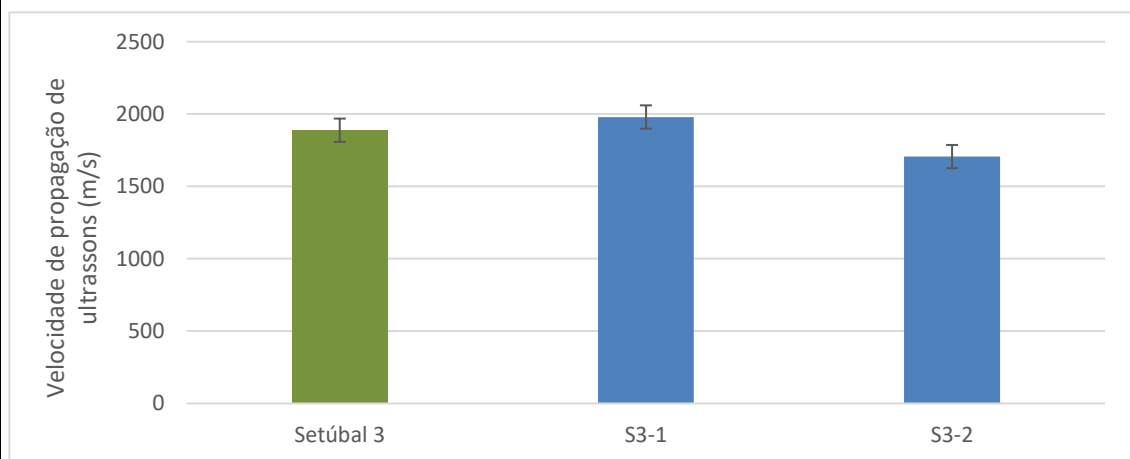
Parâmetro	Ensaio								
Massa Volúmica									
$Mv = \frac{M}{V}$									
<p>Em que Mv representa a massa volúmica das amostras, em kg/m³</p> <p>M representa a massa dos provetes, em kg</p> <p>V representa o Volume dos provetes em m³</p> <p>Devido à irregularidade das amostras, o seu volume foi calculado com o auxílio de um recipiente e areia muito fina.</p> <p>Primeiramente pesou-se todos os provetes. Posteriormente encheu-se um recipiente de volume conhecido com areia de granulometria muito fina. Pesou-se o recipiente cheio e devidamente rasado e calculou-se a massa volúmica da areia. Seguidamente retirou-se parte da areia e introduziu-se o provete dentro do recipiente. Encheu-se novamente o recipiente com areia e rasou-se. De seguida pesou-se o recipiente com a areia e o provete.</p> <p>Subtraindo a massa do provete à massa inicial de areia, obteve-se a massa de areia presente no recipiente. Conhecendo a massa de areia existente e a sua massa volúmica, calculou-se o volume de areia dentro do recipiente. Subtraiu-se o volume de areia ao volume inicial e obteve-se o volume do provete.</p>									
<p>Resultados</p>  <table border="1"> <caption>Data from the Volumetric Mass Results Chart</caption> <thead> <tr> <th>Amostra</th> <th>Massa Volúmica (Kg/m³)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Setubal 3</td> <td>~1570</td> </tr> <tr> <td>S3-1</td> <td>~1500</td> </tr> <tr> <td>S3-2</td> <td>~1640</td> </tr> </tbody> </table>		Amostra	Massa Volúmica (Kg/m ³)	Setubal 3	~1570	S3-1	~1500	S3-2	~1640
Amostra	Massa Volúmica (Kg/m ³)								
Setubal 3	~1570								
S3-1	~1500								
S3-2	~1640								

Observações

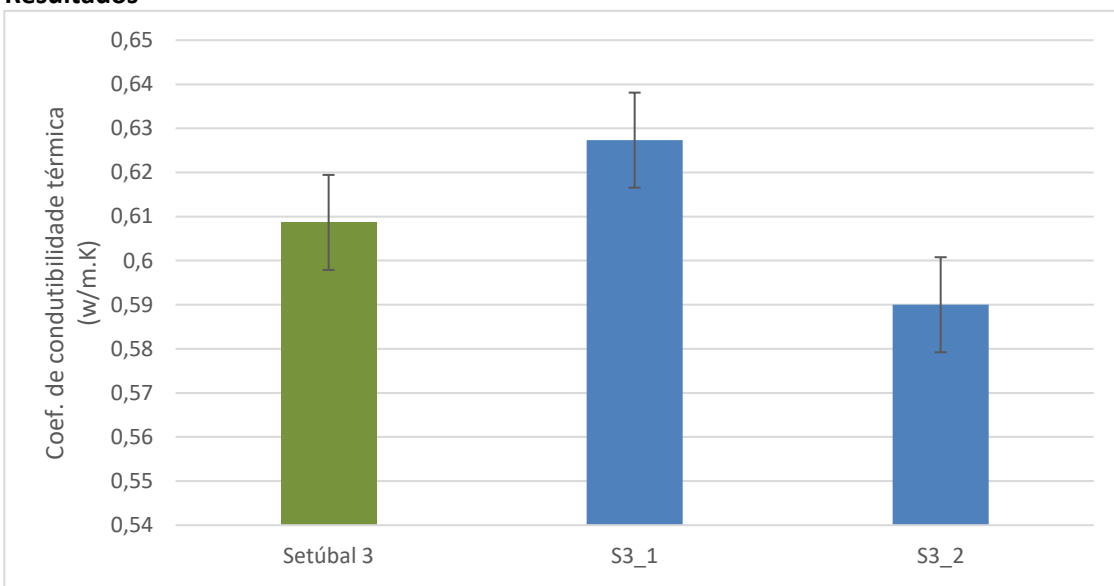
Os valores adotados na bibliografia existente, tomam valores de 1600 kg/m^3 e 1800 kg/m^3 . É possível concluir que os valores obtidos encontram-se um pouco abaixo dos resultados apresentados, sendo em média 1568.42 kg/m^3 .

Parâmetro	Ensaio
Velocidade de propagação de ultrassons e módulo de elasticidade em laboratório	LNEC (2010). FE Pa 43: <i>Ficha de ensaio para revestimentos de paredes - Ensaio de avaliação de características mecânicas por ultrassons</i> . Lisboa

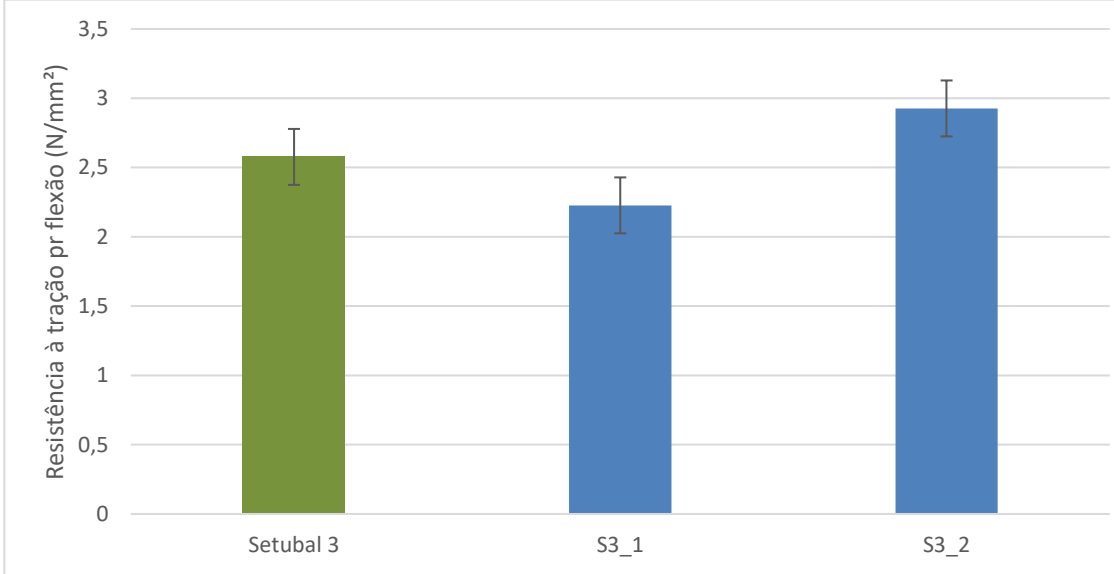
Resultados



OS resultados obtidos para o módulo de elasticidade dos tijolos pertencentes a esta chaminé têm valores em média de 8.52GPa.

Parâmetro	Ensaio								
Condutibilidade térmica									
<p>Procedimento</p> <p>O ensaio de condutibilidade térmica é um ensaio não destrutivo e foi realizado com o equipamento <i>Heat Transfer Analyzer</i>, model 2104 da ISOMET, com uma sonda plana de contacto API com 60 mm de diâmetro. O ensaio consiste na medição da diferença entre o calor emitido pela sonda para o tijolo e o calor recebido de volta. Quanto maior for esta diferença, maior será a energia transmitida para tijolo e conseqüentemente maior o valor do coeficiente de condutibilidade térmica.</p> <p>Em cada amostra foram efetuadas 3 medições em 3 faces diferentes, identificadas como face “a”, “b” e “c”.</p> <p>As amostras foram colocadas sobre uma placa de XPS, para evitar a transferência de energia para a superfície de apoio. De seguida, colocou-se a sonda sobre o tijolo, ligou-se o aparelho e registou-se os valores fornecidos</p>									
<p>Resultados</p>  <table border="1"> <caption>Data from Thermal Conductivity Results Chart</caption> <thead> <tr> <th>Amostra</th> <th>Coef. de condutibilidade térmica (w/m.K)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Setúbal 3</td> <td>~0.61</td> </tr> <tr> <td>S3_1</td> <td>~0.628</td> </tr> <tr> <td>S3_2</td> <td>~0.59</td> </tr> </tbody> </table>		Amostra	Coef. de condutibilidade térmica (w/m.K)	Setúbal 3	~0.61	S3_1	~0.628	S3_2	~0.59
Amostra	Coef. de condutibilidade térmica (w/m.K)								
Setúbal 3	~0.61								
S3_1	~0.628								
S3_2	~0.59								

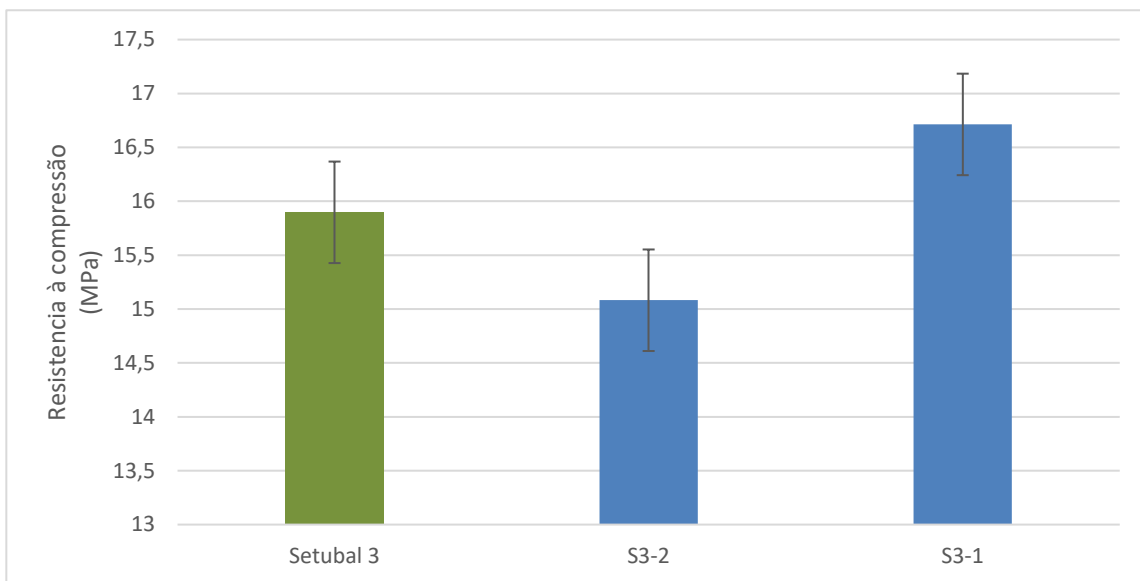
A média dos resultados obtidos é de 0.61 w/m.K , estando dentro dos valores normalmente adotados.

Parâmetro	Ensaio								
Resistência à flexão	EN 1015-11 (CEN, 1999b)								
Resultados									
 <table border="1"> <caption>Data for Flexure Resistance Chart</caption> <thead> <tr> <th>Sample</th> <th>Resistance (N/mm²)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Setubal 3</td> <td>~2.6</td> </tr> <tr> <td>S3_1</td> <td>~2.2</td> </tr> <tr> <td>S3_2</td> <td>~2.9</td> </tr> </tbody> </table>		Sample	Resistance (N/mm²)	Setubal 3	~2.6	S3_1	~2.2	S3_2	~2.9
Sample	Resistance (N/mm²)								
Setubal 3	~2.6								
S3_1	~2.2								
S3_2	~2.9								

Parâmetro	Ensaio
Resistência à compressão	
Procedimento	
<p>A resistência à compressão foi determinada utilizando a máquina FORM+TEST prufsysteme. Para a realização deste ensaio foram utilizadas as metades dos tijolos previamente ensaiados à flexão e retificadas para que houvesse o mínimo de irregularidades possíveis nas superfícies dos tijolos. O ensaio foi realizado a aplicando uma carga de 4 kN/s aos tijolos até estes atingirem a</p>	

rotura. O procedimento consistiu em definir previamente a carga a ser aplicada pelo equipamento e em colocar os tijolos dentro do equipamento, devidamente centrados. Iniciou-se o ensaio ligando o equipamento. Quando atingida a rotura, parou-se a máquina e registou-se o valor da carga máxima obtida, em kN.

Resultados



Observações

Os resultados obtidos mostram que a resistência à compressão é em média 15.9 MPa, valor relativamente satisfatório para esta resistência mecânica.

6. OBSERVAÇÕES

6.1 Observações complementares

6.2 Bibliografia

LNEC (2010). FE Pa 43: *Ficha de ensaio para revestimentos de paredes - Ensaio de avaliação de características mecânicas por ultrassons*. Lisboa

EN 1015-11 (CEN, 1999b)

Ficha de Caracterização Chaminés Industriais de Alvenaria de Tijolo

Data:

Inspeção realizada por:

1. LOCALIZAÇÃO

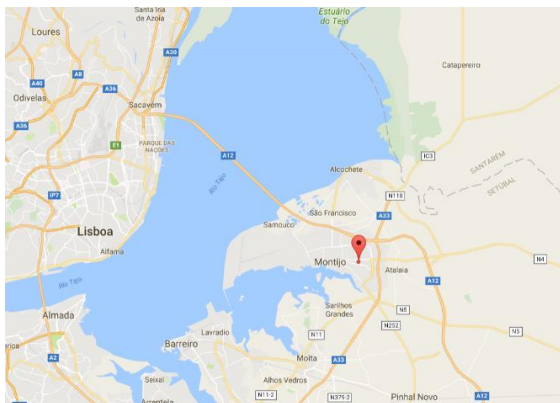
1.1 Distrito Setúbal

1.2 Município Montijo

1.3 Morada Praça Concórdia, Montijo

1.4 Localização no Mapa e coordenadas (GPS)

38°42'20.0"N 8°57'15.3"W



**1.5 Meio
Envolvente**

**Meio
urbano**

x

**Espaço
abandonado**

**Inserida
em
fábrica**

**Inserida
em
edifício**

Outro

1.6 Acessibilidade Chaminé localizado no meio da praça. Acessível

1.7 Proximidade com edifícios Relativamente próxima a edificações

Fotografia



2. IDENTIFICAÇÃO

2.1 Em Funcionamento	Sim		Não	x
-----------------------------	-----	--	-----	---

2.2 Fábrica / Indústria Cerâmica N^a S^a da Atalaia de Joaquim da Fonseca, aquecimento dos fornos para cozedura de produtos cerâmicos para a construção de habitações, tijolos e telhas




2.3 Época de Construção Sec. XX

2.4 Vista Geral da Chaminé



2.5 Estatuto de Proteção

3. DESCRIÇÃO

Elemento	Fotografia	Materiais	Geometria	
			Forma	Quadrada
Base		Tijolo maciço e argamassa calcária	Altura	1,35m
			Área	2,55x2,55m
			Forma	Secção transversal circular
Fuste		Tijolo maciço e argamassa calcária	Altura	
			Forma	Secção transversal circular
Coroa		Tijolo maciço e argamassa calcária	Observações Coroa sem qualquer ornamento	




4. ESTADO DE CONSERVAÇÃO

4.1 Condição Geral

Chaminé em bom estado de conservação. Apresenta apenas pequenas falhas de material resistente e alguma eflorescência.

4.2 Risco de Derrocada	Baixo	X	Médio		Alto	
-------------------------------	-------	---	-------	--	------	--

4.3 Anomalias

Elemento	Anomalias	Fotografia
Base incluindo Fundações	Pequenas eflorescências	
Fuste	Eflorescência e alguma falta de material resistente	
Coroa	Sem anomalias visíveis	

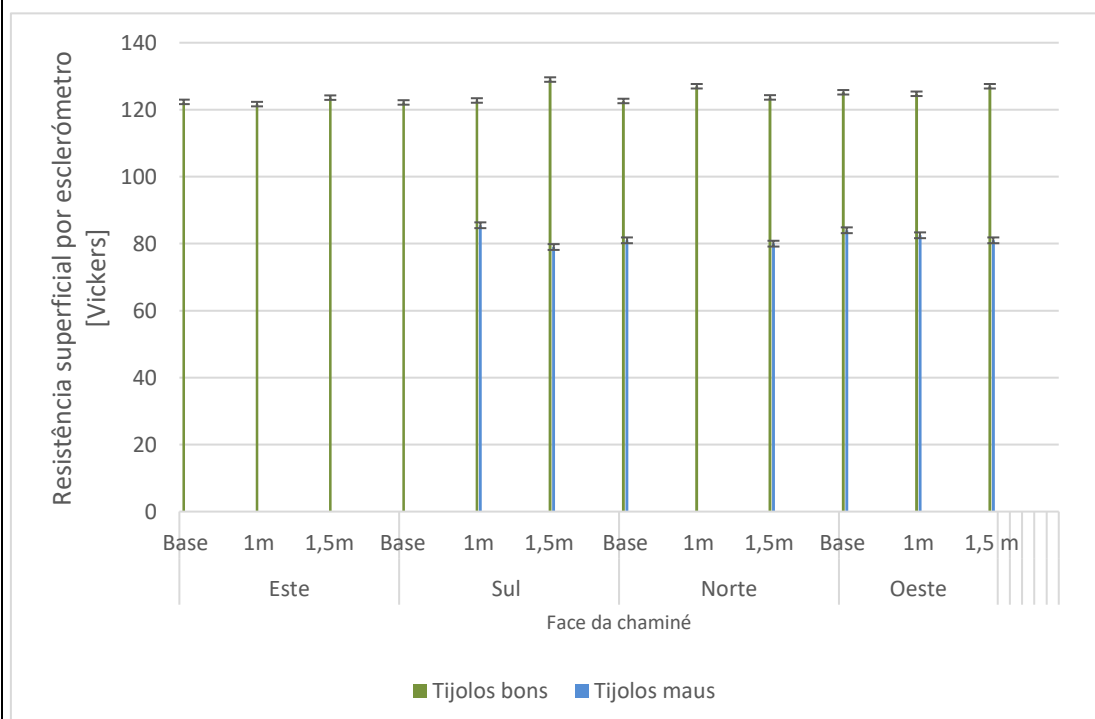
4.4 Intervenções anteriores

-

5. CARACTERIZAÇÃO MECÂNICA

Parâmetro	Ensaio
Resistência superficial	LNEC (2015). FE Pa 48.1: <i>Ficha de ensaio para revestimentos de paredes - Ensaio de avaliação da resistência mecânica do reboco com esclerómetro de pendulo.</i> Lisboa

Resultados

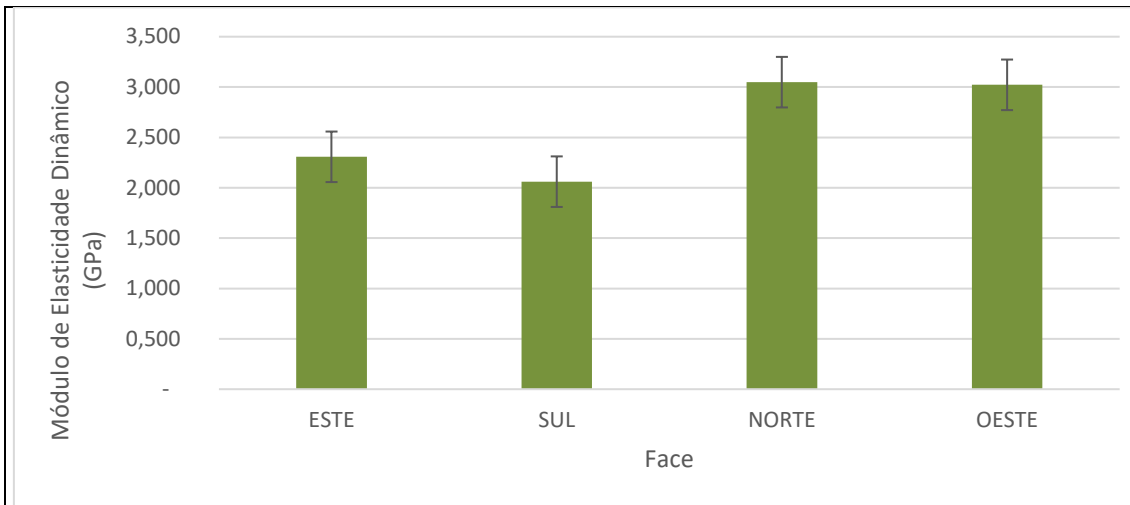


Observações

Os tijolos em bom estado de conservação apresentam valores de resistência superficial em média de 120 Vickers, enquanto que os tijolos com alguma erosão apresentaram valores em média de 80 Vickers. Os valores são independentes da localização dos pontos, sendo que a sua variação deve-se em geral aos diferentes estados de conservação dos tijolos.

Parâmetro	Ensaio
Deformabilidade superficial	LNEC (1980). FE Pa 25: <i>Ficha de ensaio para revestimentos de paredes - Ensaio de choque de esfera</i> . Lisboa
Resultados	
- Sem resultados. A esfera não causou qualquer moça nem fissuração.	
Observações	
A chaminé apresenta baixa deformabilidade superficial, não sendo possível causar qualquer moça nos tijolos.	

Parâmetro	Ensaio										
Velocidade de propagação de ultrassons e módulo de elasticidade	LNEC (2010). FE Pa 43: <i>Ficha de ensaio para revestimentos de paredes - Ensaio de avaliação de características mecânicas por ultrassons</i> . Lisboa										
Resultados											
<table border="1"> <caption>Velocidade de propagação de Ultrassons (m/s) por Face</caption> <thead> <tr> <th>Face</th> <th>Velocidade de propagação de Ultrassons (m/s)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>ESTE</td> <td>~940,00</td> </tr> <tr> <td>SUL</td> <td>~890,00</td> </tr> <tr> <td>NORTE</td> <td>~1080,00</td> </tr> <tr> <td>OESTE</td> <td>~1080,00</td> </tr> </tbody> </table>		Face	Velocidade de propagação de Ultrassons (m/s)	ESTE	~940,00	SUL	~890,00	NORTE	~1080,00	OESTE	~1080,00
Face	Velocidade de propagação de Ultrassons (m/s)										
ESTE	~940,00										
SUL	~890,00										
NORTE	~1080,00										
OESTE	~1080,00										

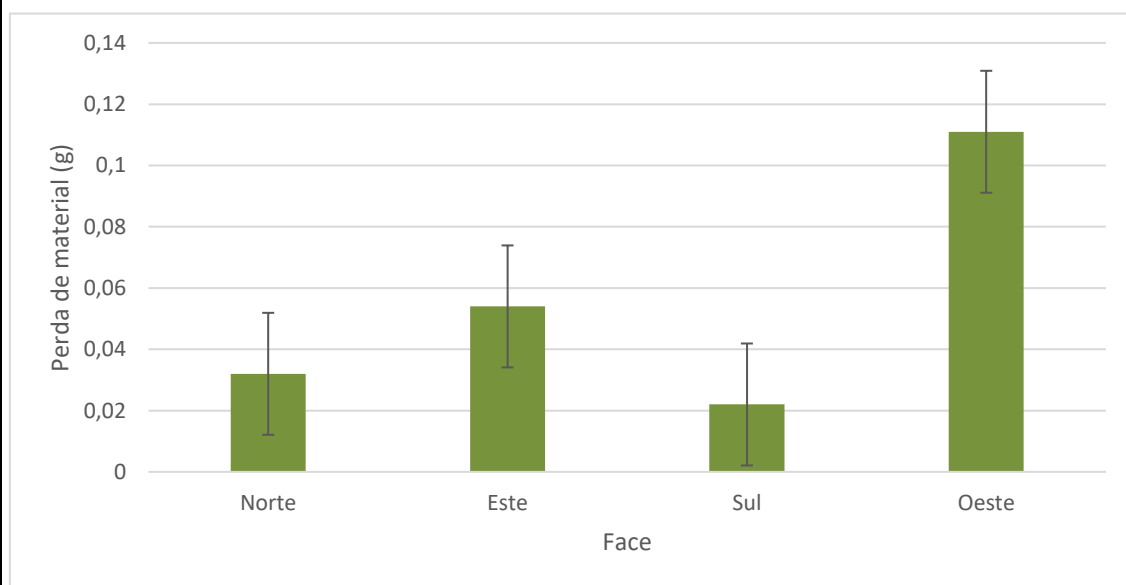


Observações

Os resultados mostram que a velocidade de propagação dos ultrassons é menor na face sul mas em geral não apresenta grandes variações. A chaminé esta em bom estado no geral, pelo que as velocidades obtidas são relativamente elevadas. O módulo de Elasticidade resulta num valor em média de 2.6GPa.

Parâmetro	Ensaio
Coesão superficial	Ensaio com papel autocolante

Resultados



Observações

Em geral a chaminé tem boa coesão superficial, sendo que o material recolhido não foi significativo. Os maiores valores obtidos correspondem a situações pontuais onde os tijolos se encontravam com alguma erosão superficial.

Parâmetro	Ensaio
Absorção de água sob baixa pressão nas juntas de argamassa	LNEC (2002). FE Pa 39: <i>Ficha de ensaio para revestimentos de paredes - Ensaio de absorção de água sob baixa pressão</i> . Lisboa
Observações	
- As juntas aparentam ser impermeáveis. Não houve qualquer absorção de água pelo material.	

6. OBSERVAÇÕES

6.1 Observações complementares

Não foram recolhidas amostras para ensaios laboratoriais.

Foi realizado apenas diagnóstico visual e ensaios não destrutivos in situ

6.2 Bibliografia

BASTOS, José . **As chaminés das antigas fábricas do montijo estão a desaparecer totalmente**. Disponível em: <<https://aviagemdosargonautas.net/2013/04/12/as-chamines-das-antigas-fabricas-do-montijo-estao-a-desaparecer-totalmente-de-jose-bastos/>>. Acesso em: 03 jan. 2017.

LNEC (2002). FE Pa 39: *Ficha de ensaio para revestimentos de paredes - Ensaio de absorção de água sob baixa pressão*. Lisboa

LNEC (2010). FE Pa 43: *Ficha de ensaio para revestimentos de paredes - Ensaio de avaliação de características mecânicas por ultrassons*. Lisboa

LNEC (1980). FE Pa 25: *Ficha de ensaio para revestimentos de paredes - Ensaio de choque de esfera*. Lisboa

LNEC (2015). FE Pa 48.1: *Ficha de ensaio para revestimentos de paredes - Ensaio de avaliação da resistência mecânica do reboco com esclerómetro de pendulo*. Lisboa.

Ficha de Caracterização Chaminés Industriais de Alvenaria de Tijolo

Data:

Inspeção realizada por:

1. LOCALIZAÇÃO

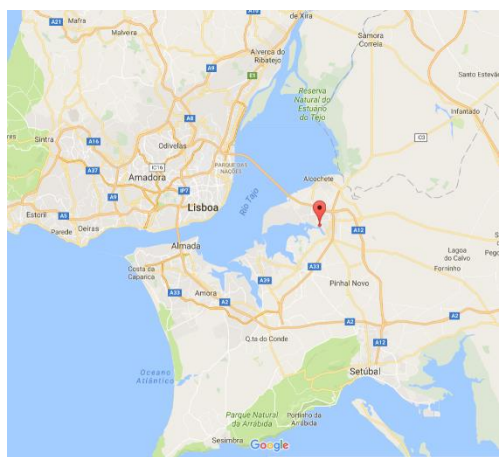
1.1 Distrito Setúbal

1.2 Município Montijo

1.3 Morada Estrada Nacional 5 Alto Estanqueiro, Alto Do Estanqueiro, Setúbal, 2870 Montijo

1.4 Localização no Mapa e coordenadas (GPS)

38°42'05.0"N 8°57'38.9"W



1.5 Meio Envolvente	Meio urbano x	Espaço abandonado	Inserida em fábrica	Inserida em edifício	Outro
----------------------------	----------------------	--------------------------	----------------------------	-----------------------------	--------------

1.6 Acessibilidade Não acessível. Vedada por motivos de segurança.

1.7 Edificações próximas e seu estado de conservação Junto a supermercado

1.7.1 Fotografia



2. IDENTIFICAÇÃO

2.1 Em Funcionamento

Sim

Não

2.2 Fábrica / Indústria

Mundet & Cia Lda, aglomerados negros de cortiça

2.3 Época de Construção




Séc. XX

2.4 Vista Geral da Chaminé



2.5 Estatuto de Proteção

3. DESCRIÇÃO

Elemento	Fotografia	Materiais	Geometria	
			Forma	Quadrada
Base		Tijolo maciço e argamassa de cal e areia	Altura	5,8m
			Área	4,30x4,30m
Fuste		Tijolo maciço e argamassa de cal e areia	Forma	Secção transversal circular
			Altura	39,2m
Coroa		Tijolo maciço e argamassa de cal e areia	Observações Coroa parcialmente destruída	




4. ESTADO DE CONSERVAÇÃO

4.1 Condição Geral

A chaminé encontra-se em estado de degradação bastante avançado, com grande falta de material resistente na base e na coroa. A chaminé encontra-se vedada devido à queda de tijolos da coroa.

4.2 Risco de Derrocada	Baixo	Médio x	Alto
-------------------------------	--------------	----------------	-------------

4.3 Anomalias

Elemento	Anomalias	Fotografia
Base incluindo Fundações	Falta de material resistente.	
Fuste	O fuste encontra-se em relativamente bom estado, tirando alguma falta de material e um buraco junto da base que parece ter sido feito propositadamente.	
Coroa	A coroa está em muito mau estado de conservação, faltando grande parte da sua constituição.	

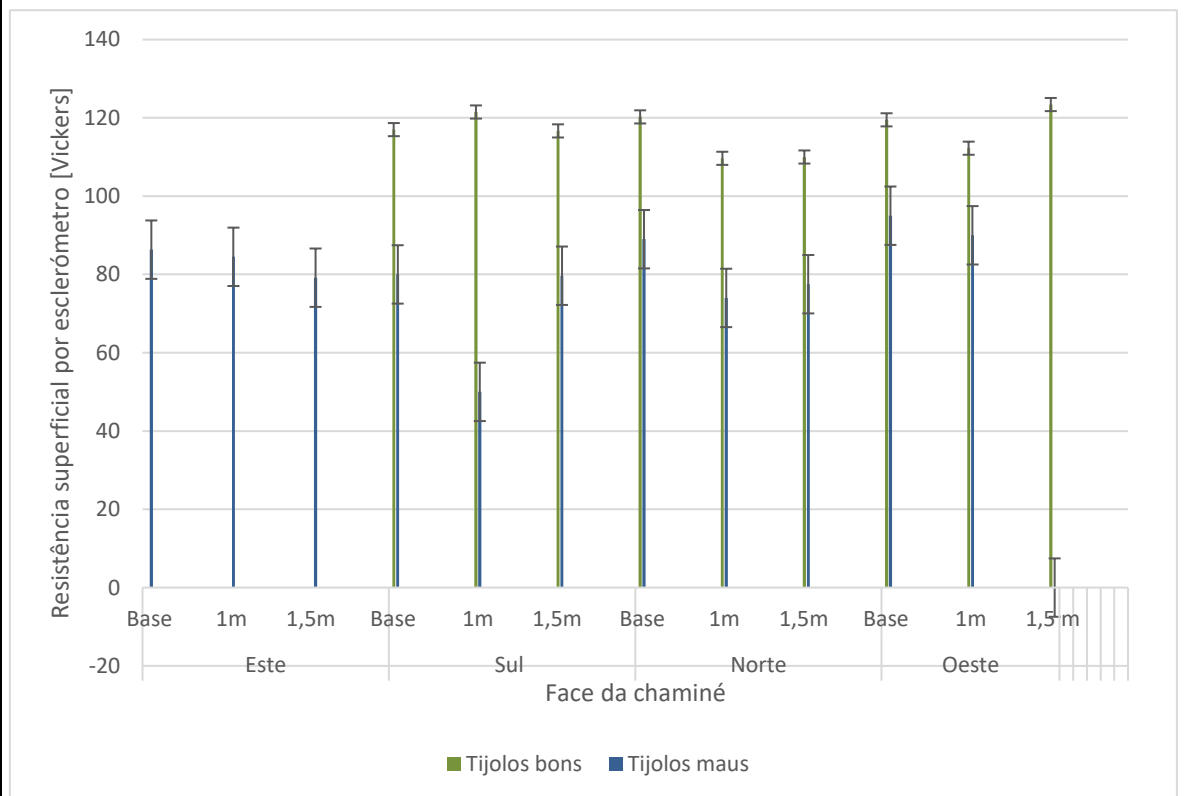
4.4 Intervenções anteriores

-

5. CARACTERIZAÇÃO FÍSICA E MECÂNICA

Parâmetro	Ensaio
Resistência superficial	LNEC (2015). FE Pa 48.1: <i>Ficha de ensaio para revestimentos de paredes - Ensaio de avaliação da resistência mecânica do reboco com esclerómetro de pendulo.</i> Lisboa

Resultados



Observações

Os tijolos em bom estado de conservação, apresentam valores de resistência superficial em média de 120 Vickers, enquanto que os tijolos com alguma erosão apresentaram valores em média de 80 Vickers.

Parâmetro	Ensaio
Deformabilidade superficial	LNEC (1980). FE Pa 25: <i>Ficha de ensaio para revestimentos de paredes - Ensaio de choque de esfera</i> . Lisboa

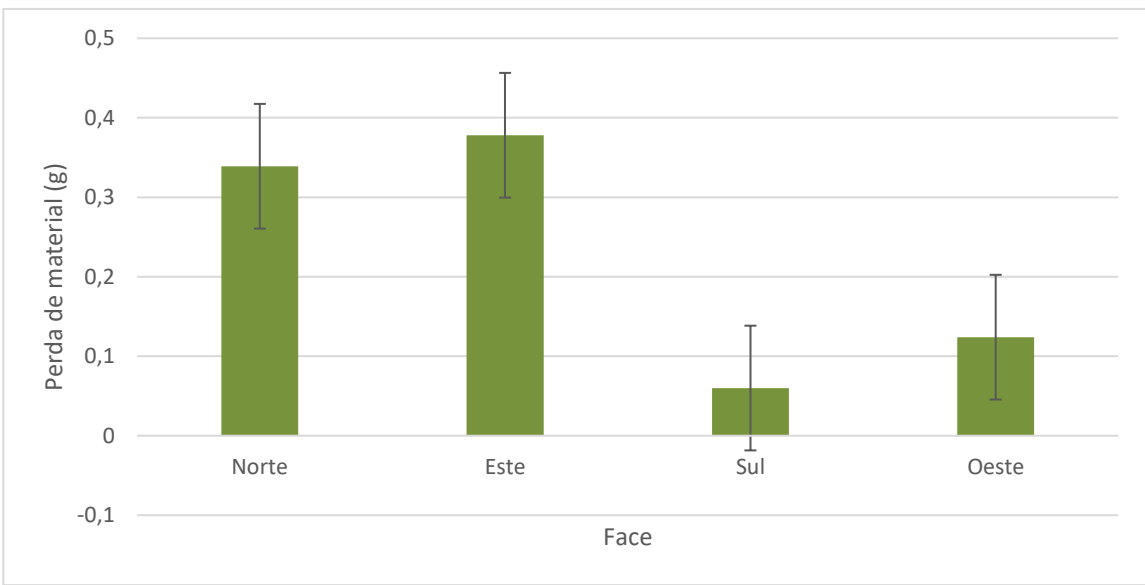
Resultados

Face	Este		Sul		Norte		Oeste	
Altura	Base	1m	Base	1m	Base	1m	Base	1m
Diâmetro da moosa	-	-	12,29	10,26	12,7	12,16	10,51	11,21
			12,32	11,58	11,5	13,16		
			14,74			12,92		
			10,07					
			9,45					
			10,56					

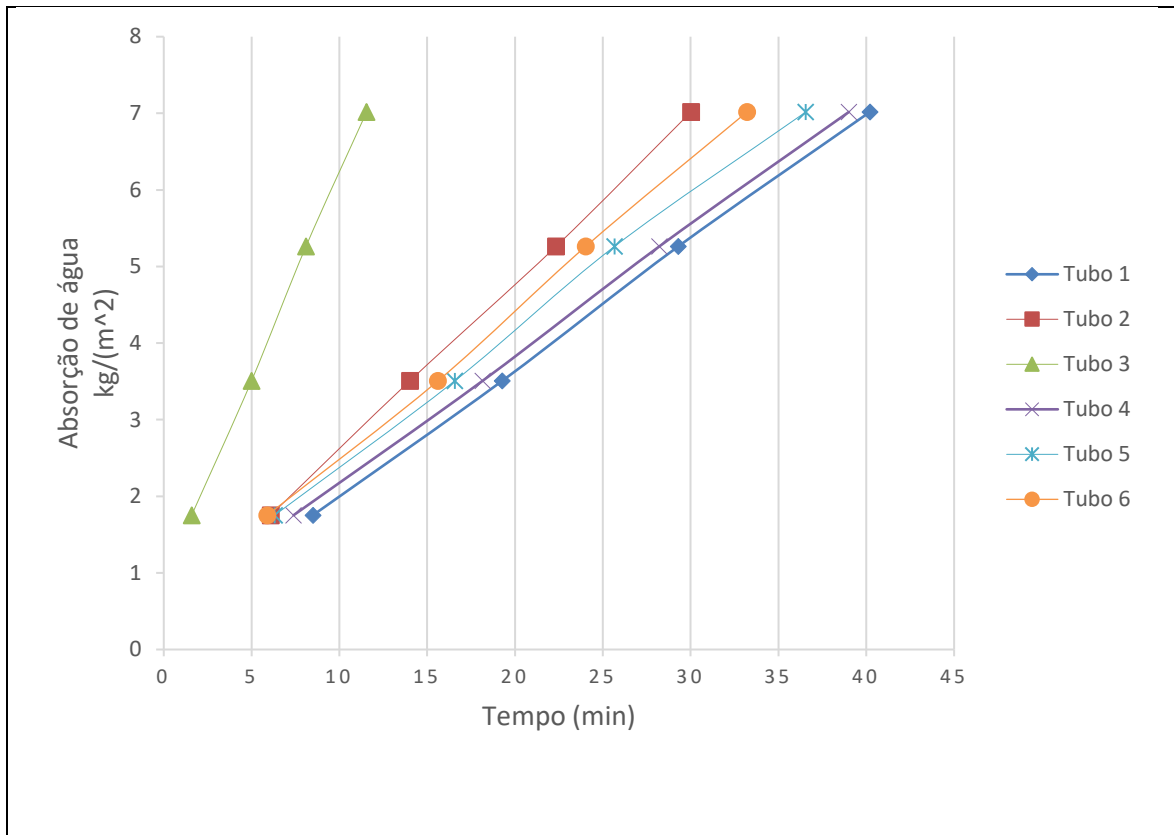
Observações

A face Este encontrava-se em muito mau estado. Os impactos realizados resultavam em queda de material muito erodido à superfície.

Os tijolos em mau estado apresentam má resistência ao impacto realizado pela esfera, devido à erosão do material. Já os tijolos em bom estado de conservação não apresentaram qualquer tipo de moosa aquando do impacto da esfera.

Parâmetro	Ensaio										
Coesão superficial	Ensaio com papel autocolante										
<p>Resultados</p>  <table border="1"> <caption>Data for Material Loss Chart</caption> <thead> <tr> <th>Face</th> <th>Perda de material (g)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Norte</td> <td>0,34</td> </tr> <tr> <td>Este</td> <td>0,38</td> </tr> <tr> <td>Sul</td> <td>0,06</td> </tr> <tr> <td>Oeste</td> <td>0,12</td> </tr> </tbody> </table>		Face	Perda de material (g)	Norte	0,34	Este	0,38	Sul	0,06	Oeste	0,12
Face	Perda de material (g)										
Norte	0,34										
Este	0,38										
Sul	0,06										
Oeste	0,12										
<p>Observações</p> <p>Em geral a chaminé tem muita erosão na base, pelo que os resultados do ensaio revelaram má coesão, principalmente nas faces Este e Norte.</p>											

Parâmetro	Ensaio
Absorção de água sob baixa pressão nas juntas de argamassa	LNEC (2002). FE Pa 39: <i>Ficha de ensaio para revestimentos de paredes - Ensaio de absorção de água sob baixa pressão.</i> Lisboa
<p>Resultados</p>	

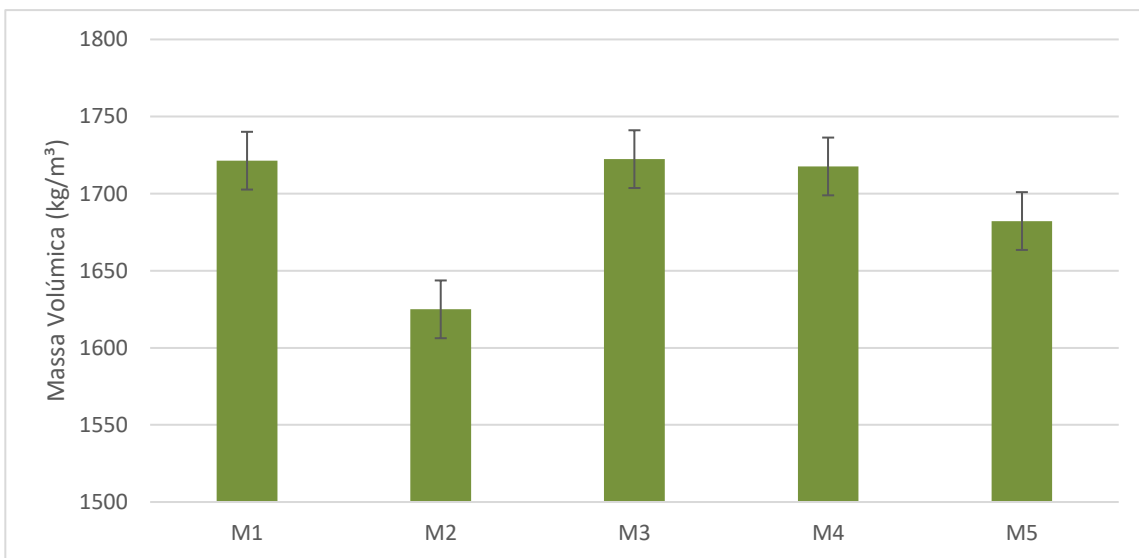


Parâmetro	Ensaio
Massa Volúmica	
<p>A massa volúmica das amostras recolhidas foi calculada através da equação</p> $Mv = \frac{M}{V}$ <p>Em que:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Mv representa a massa volúmica das amostras, em kg/m³; • M representa a massa dos provetes, em kg; • V representa o Volume dos provetes em m³. <p>Devido à irregularidade das amostras, o seu volume foi calculado com o auxílio de um recipiente e areia muito fina.</p> <p>Primeiramente, pesou-se todos os provetes. Posteriormente, encheu-se um recipiente de volume conhecido, ou seja, pré-definido, com areia de granulometria muito fina. Pesou-se o recipiente cheio e devidamente rasado e calculou-se a massa volúmica da areia. Seguidamente.</p>	

retirou-se parte da areia e introduziu-se o provete dentro do recipiente. Encheu-se novamente o recipiente com areia e rasou-se. De seguida, pesou-se o recipiente com a areia e o provete.

Subtraindo a massa do provete à massa inicial de areia, obteve-se a massa de areia presente no recipiente. Conhecendo a massa de areia existente e a sua massa volúmica, calculou-se o volume de areia dentro do recipiente. Subtraiu-se o volume de areia ao volume inicial e obteve-se o volume do provete.

Resultados



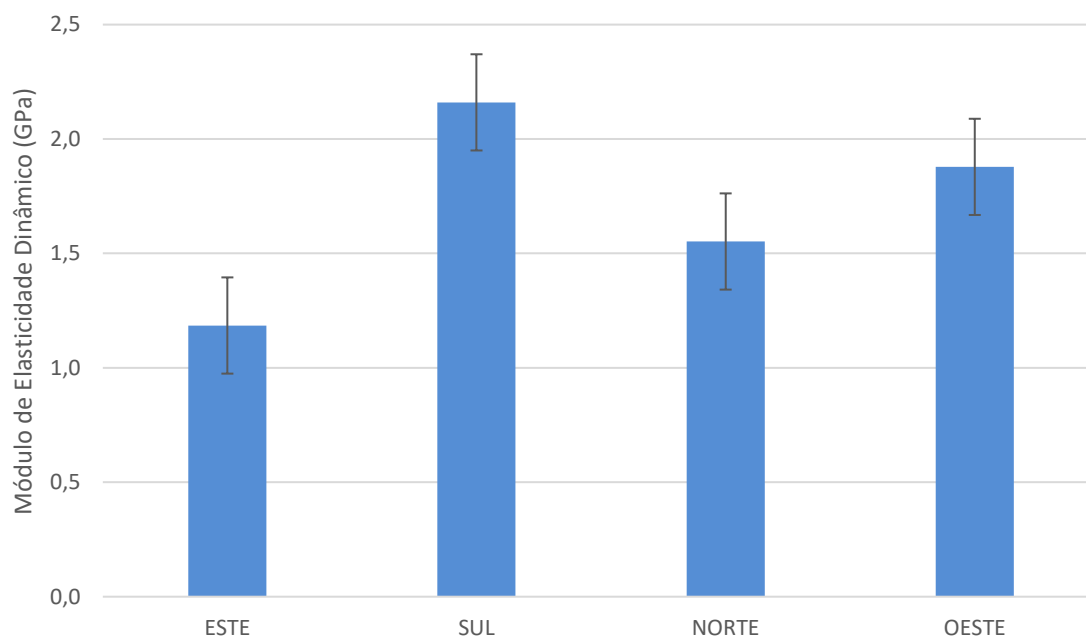
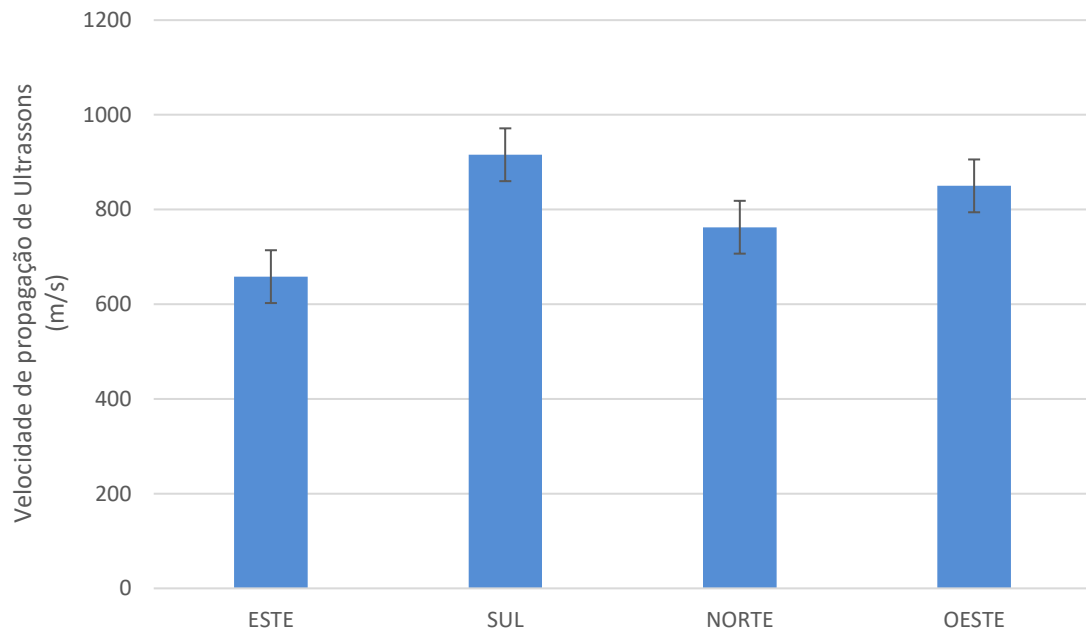
Observações

Os valores adotados na bibliografia existente, tomam valores de 1600 kg/m³ e 1800 kg/m³. É possível concluir que os valores são aproximados, no entanto as variações podem levar a erros nas análises que adotam valores estimados

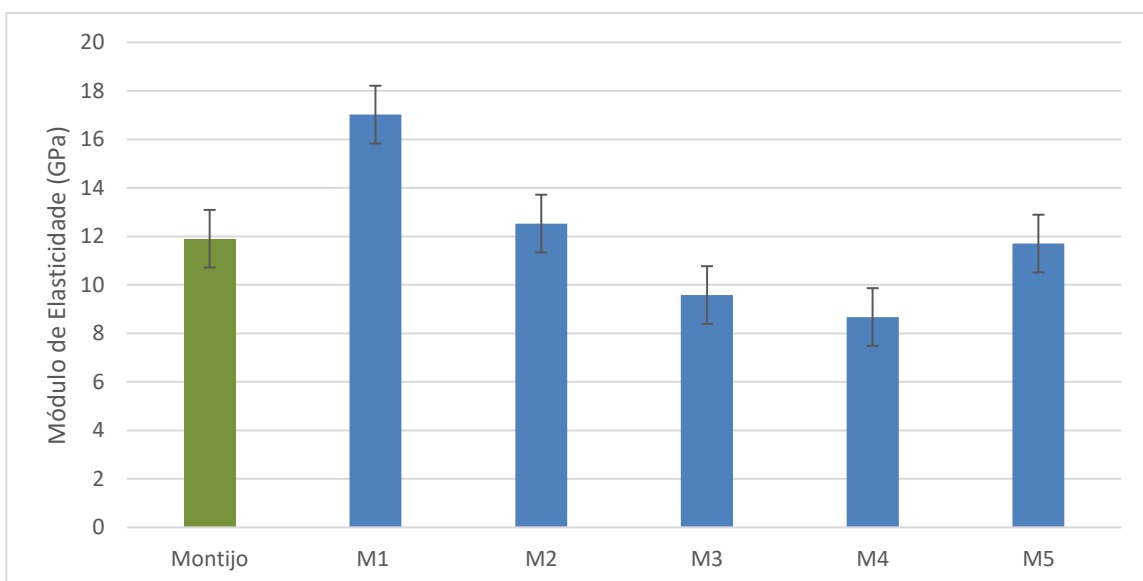
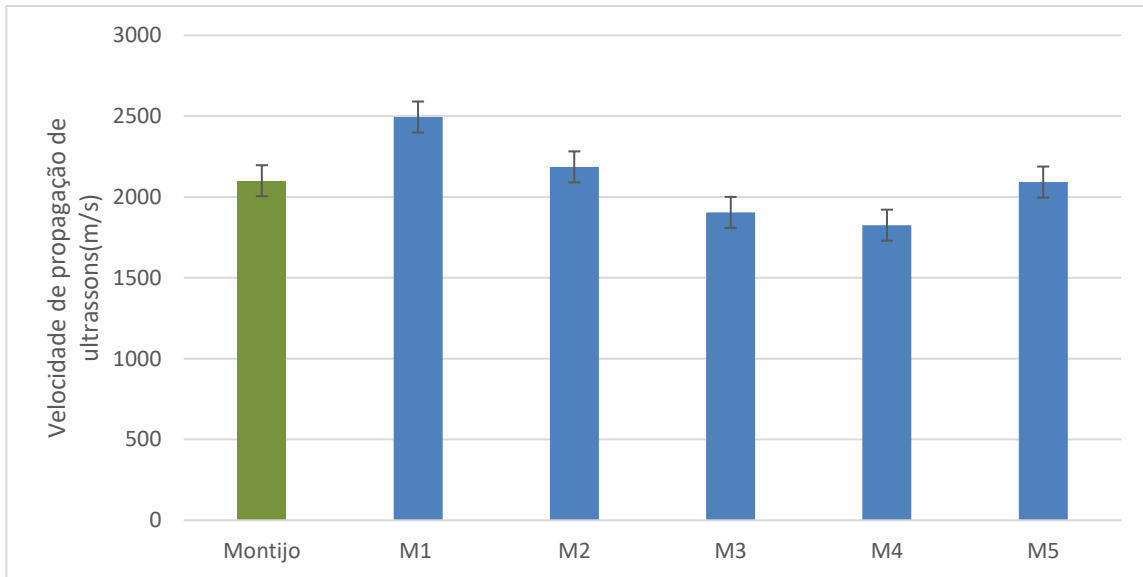
Parâmetro	Ensaio
Velocidade de propagação de ultrassons e módulo de elasticidade	LNEC (2010). FE Pa 43: <i>Ficha de ensaio para revestimentos de paredes - Ensaio de avaliação de características mecânicas por ultrassons</i> . Lisboa

Resultados

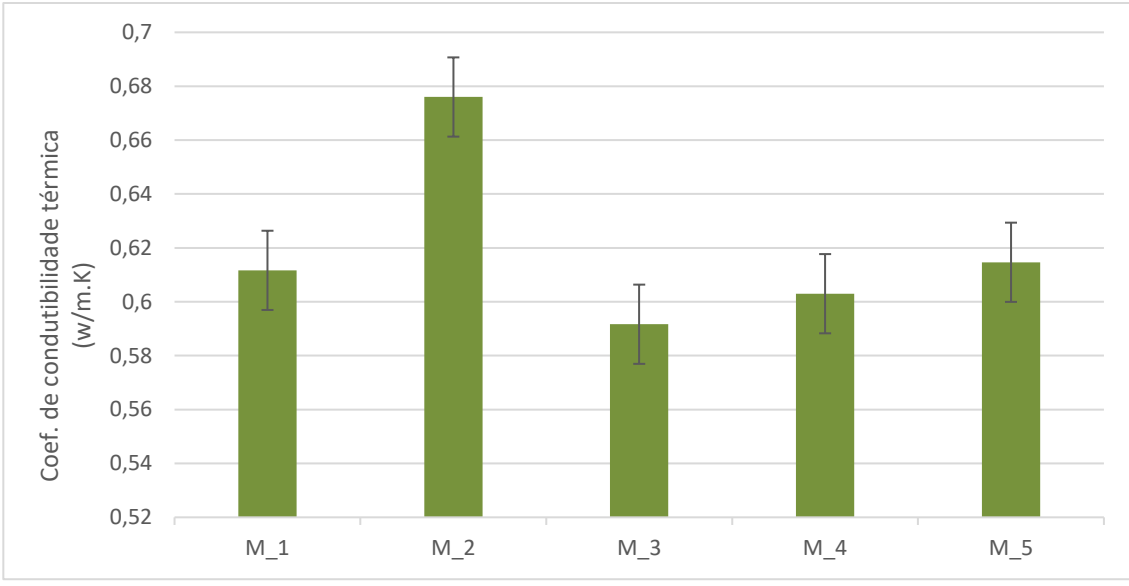
In situ

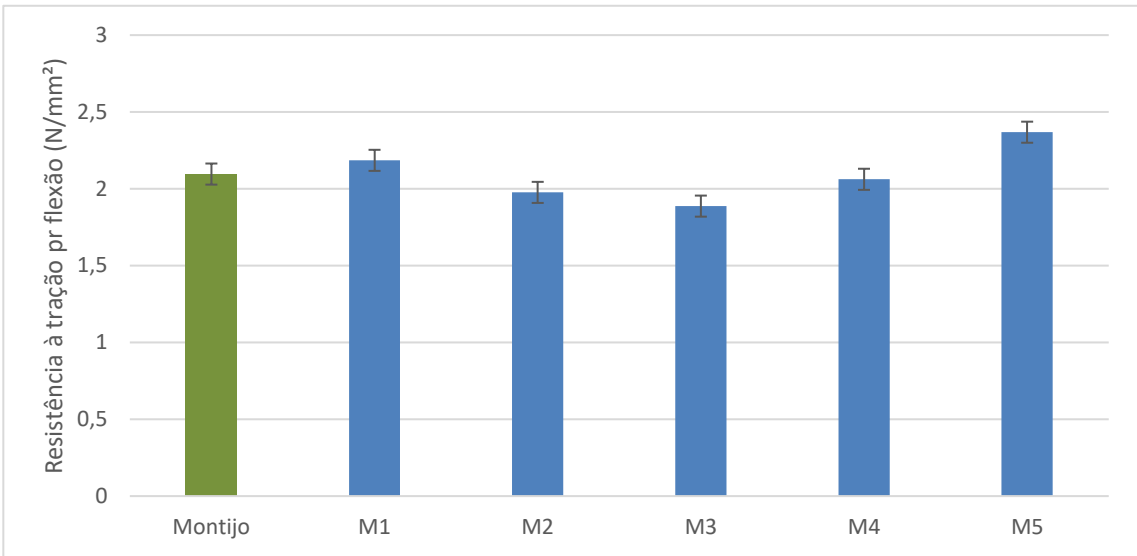


Em Lab



A chaminé esta em mau estado no geral. A velocidade de propagação de ultrassons e o módulo de Elasticidade resultam em valores baixos nos ensaios realizados in situ. Por outro lado, os tijolos recolhidos para análise em laboratório encontram-se me com estado de conservação pelo que os valores obtidos foram substancialmente superiores.

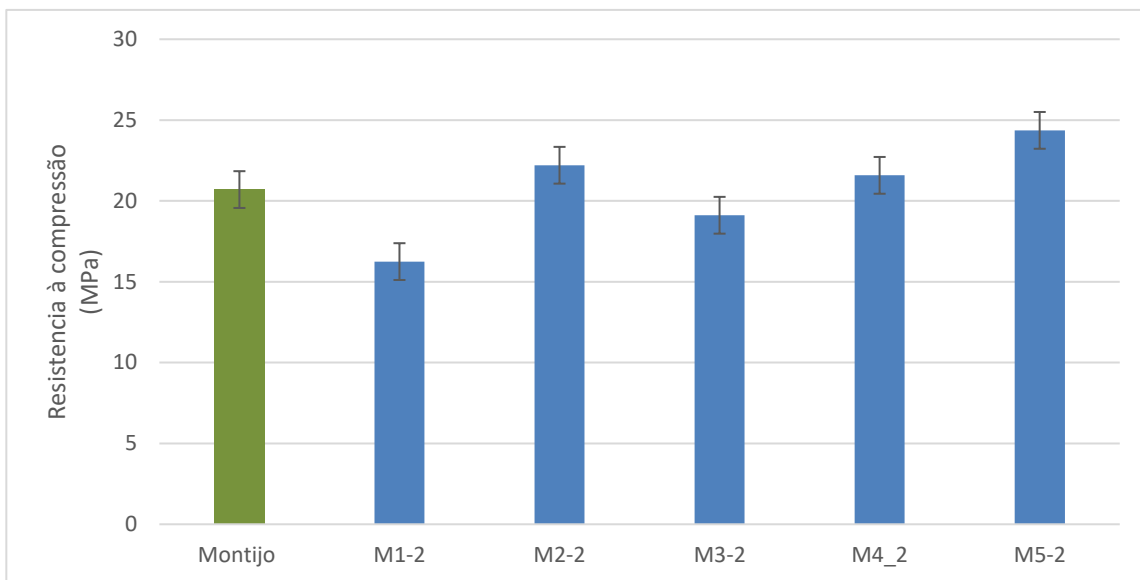
Parâmetro	Ensaio												
Condutibilidade térmica													
<p>O ensaio de condutibilidade térmica é um ensaio não destrutivo e foi realizado com o equipamento <i>Heat Transfer Analyzer</i>, model 2104 da ISOMET, com uma sonda plana de contacto API com 60 mm de diâmetro. O ensaio consiste na medição da diferença entre o calor emitido pela sonda para o tijolo e o calor recebido de volta. Quanto maior for esta diferença, maior será a energia transmitida para tijolo e conseqüentemente maior o valor do coeficiente de condutibilidade térmica.</p>													
<p>Resultados</p>  <table border="1"> <caption>Data from Thermal Conductivity Results Chart</caption> <thead> <tr> <th>Sample</th> <th>Coef. de condutibilidade térmica (w/m.K)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>M_1</td> <td>~0.61</td> </tr> <tr> <td>M_2</td> <td>~0.675</td> </tr> <tr> <td>M_3</td> <td>~0.59</td> </tr> <tr> <td>M_4</td> <td>~0.605</td> </tr> <tr> <td>M_5</td> <td>~0.615</td> </tr> </tbody> </table>		Sample	Coef. de condutibilidade térmica (w/m.K)	M_1	~0.61	M_2	~0.675	M_3	~0.59	M_4	~0.605	M_5	~0.615
Sample	Coef. de condutibilidade térmica (w/m.K)												
M_1	~0.61												
M_2	~0.675												
M_3	~0.59												
M_4	~0.605												
M_5	~0.615												
<p>Observações A média dos resultados obtidos é de 0.62 w/m.K , estando dentro dos valores normalmente adotados.</p>													

Parâmetro	Ensaio														
Resistência à flexão	EN 1015-11 (CEN, 1999b)														
<p>Resultados</p>  <table border="1"> <caption>Data for Flexure Resistance Chart</caption> <thead> <tr> <th>Sample</th> <th>Resistance (N/mm²)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Montijo</td> <td>2.1</td> </tr> <tr> <td>M1</td> <td>2.2</td> </tr> <tr> <td>M2</td> <td>2.0</td> </tr> <tr> <td>M3</td> <td>1.9</td> </tr> <tr> <td>M4</td> <td>2.1</td> </tr> <tr> <td>M5</td> <td>2.4</td> </tr> </tbody> </table>		Sample	Resistance (N/mm²)	Montijo	2.1	M1	2.2	M2	2.0	M3	1.9	M4	2.1	M5	2.4
Sample	Resistance (N/mm²)														
Montijo	2.1														
M1	2.2														
M2	2.0														
M3	1.9														
M4	2.1														
M5	2.4														
<p>Observações</p> <p>A média dos resultados obtidos é de 2,1 N/mm², estando dentro dos valores normalmente adotados.</p>															

Parâmetro	Ensaio
Resistência à compressão	
<p>A resistência à compressão foi determinada utilizando a máquina FORM+TEST profsysteme. Para a realização deste ensaio foram utilizadas as metades dos tijolos previamente ensaiados à flexão e retificadas para que houvesse o mínimo de irregularidades possíveis nas superfícies dos tijolos. O ensaio foi realizado a aplicando uma carga de 4 kN/s aos tijolos até estes atingirem a rotura. O procedimento consistiu em definir previamente a carga a ser aplicada pelo equipamento e em colocar os tijolos dentro do equipamento, devidamente centrados. Iniciou-se o ensaio ligando o equipamento. Quando atingida a rotura, parou-se a máquina e registou-se o valor da carga máxima obtida, em kN.</p> <p>A resistência à compressão, é determinada através da equação:</p>	

$$R_c = \frac{F_c}{A}$$

Resultados

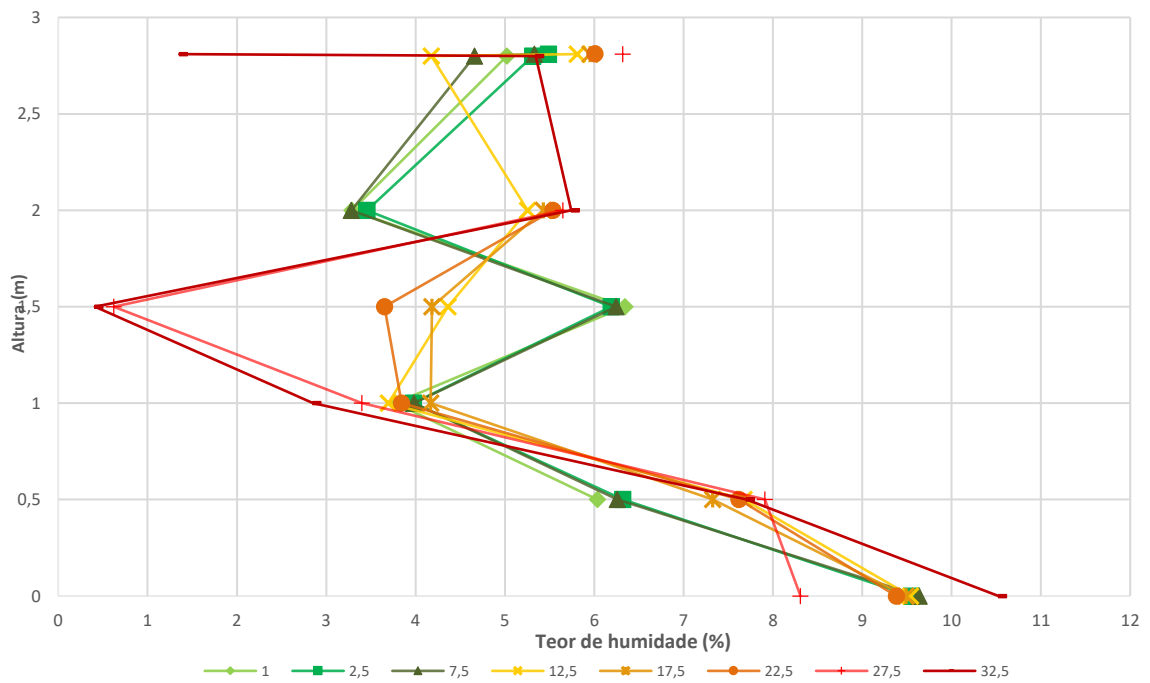


Observações

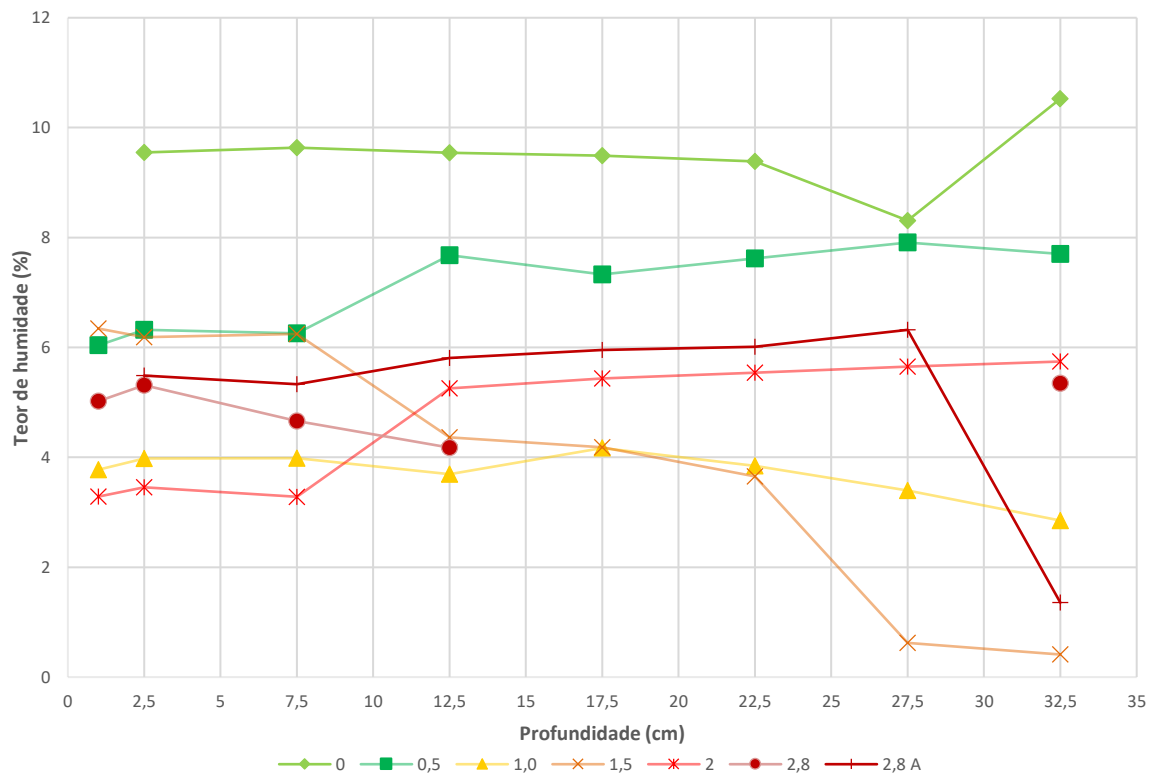
Os tijolos recolhidos apresentavam cor avermelhada e estavam em bom estado de conservação, pelo que os resultados obtidos apresenta valores em média de 20MPa.

Parâmetro	Ensaio
Teor de humidade e humidade higroscópica	
<p>As amostras foram colocadas em <i>petris</i> devidamente e individualmente identificados em locais apropriados do LNEC. Em seguida, procedeu-se à pesagem das amostras. Refira-se que os <i>petris</i> foram pesados previamente sem o pó de tijolo, para que a determinação das massas seca e húmida das amostras fosse rigorosa e precisa. De seguida, as amostras foram colocadas em estufa a 105°C durante dois dias para uma posterior determinação da massa seca.</p> <p>Após determinação da massa seca, as amostras foram colocadas em câmara climática a 20 °C e 96% de humidade durante duas semanas, após as quais foram efetuadas pesagens até se verificar massa constante. Após esta verificação, procedeu-se à pesagem das amostras húmidas de modo a analisar o a sua higroscopicidade.</p>	

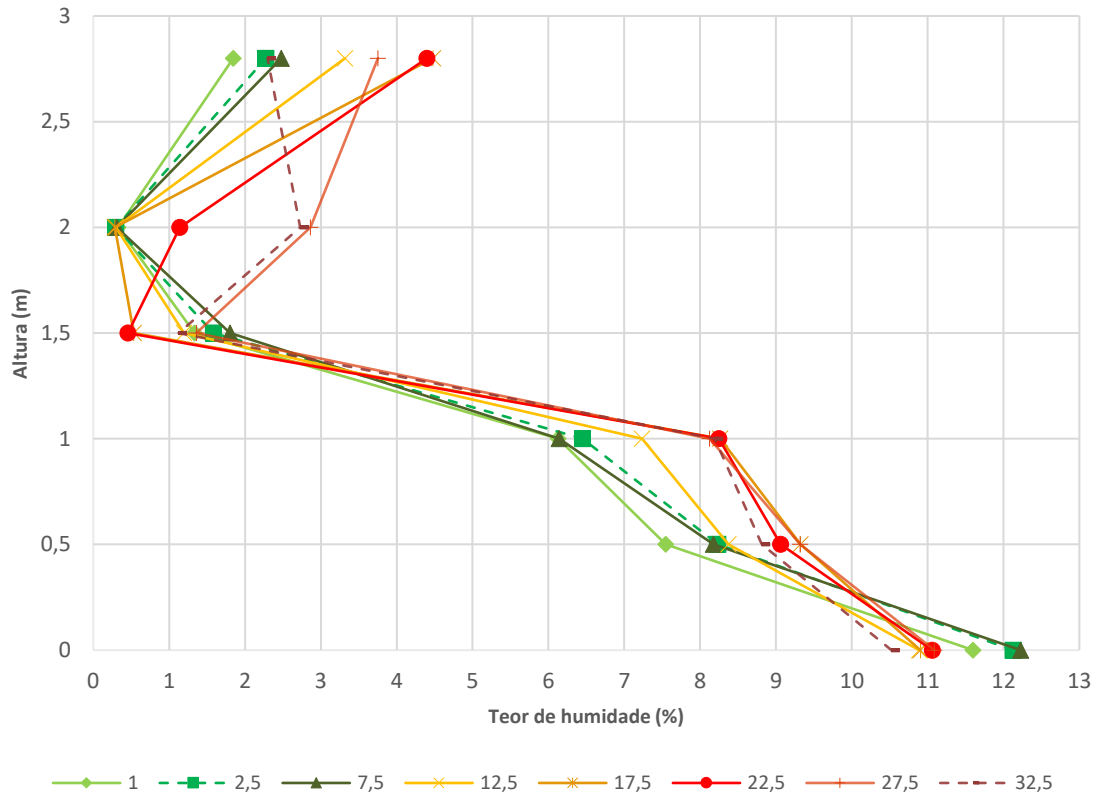
Teor de humidade em altura - Face Este



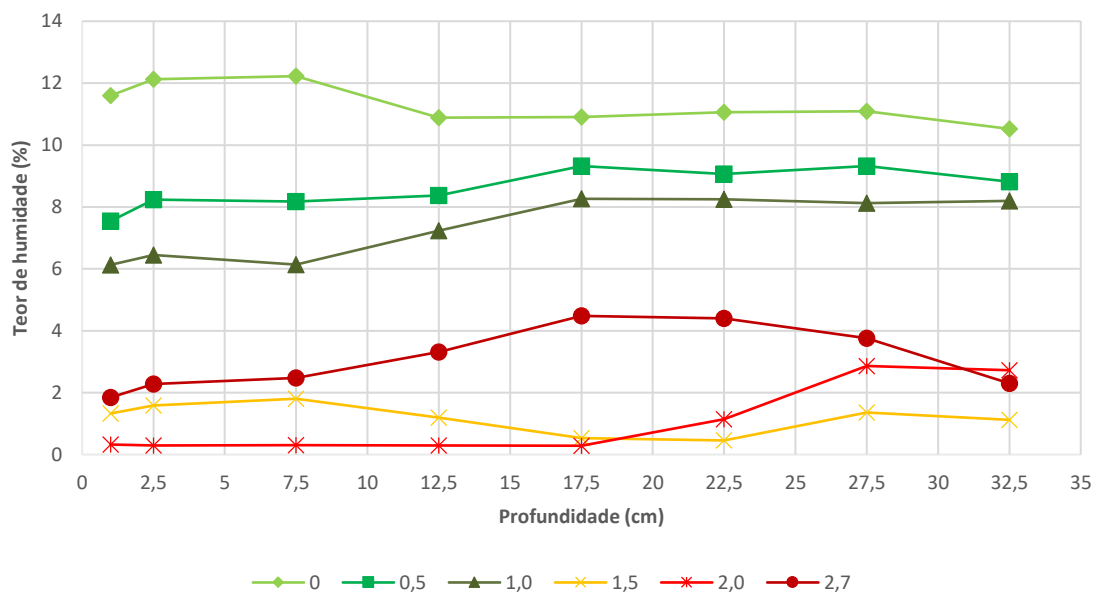
Teor de humidade em profundidade - Face Este



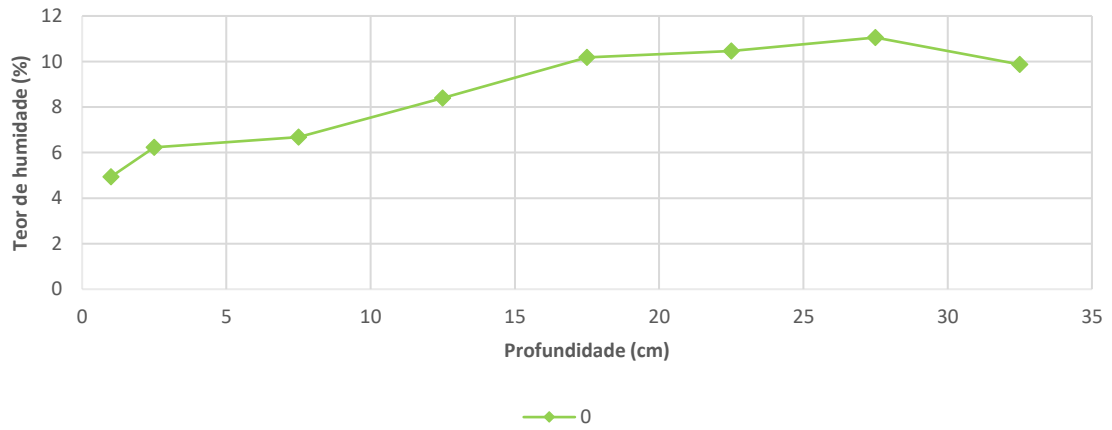
Teor de humidade em altura - Face Oeste



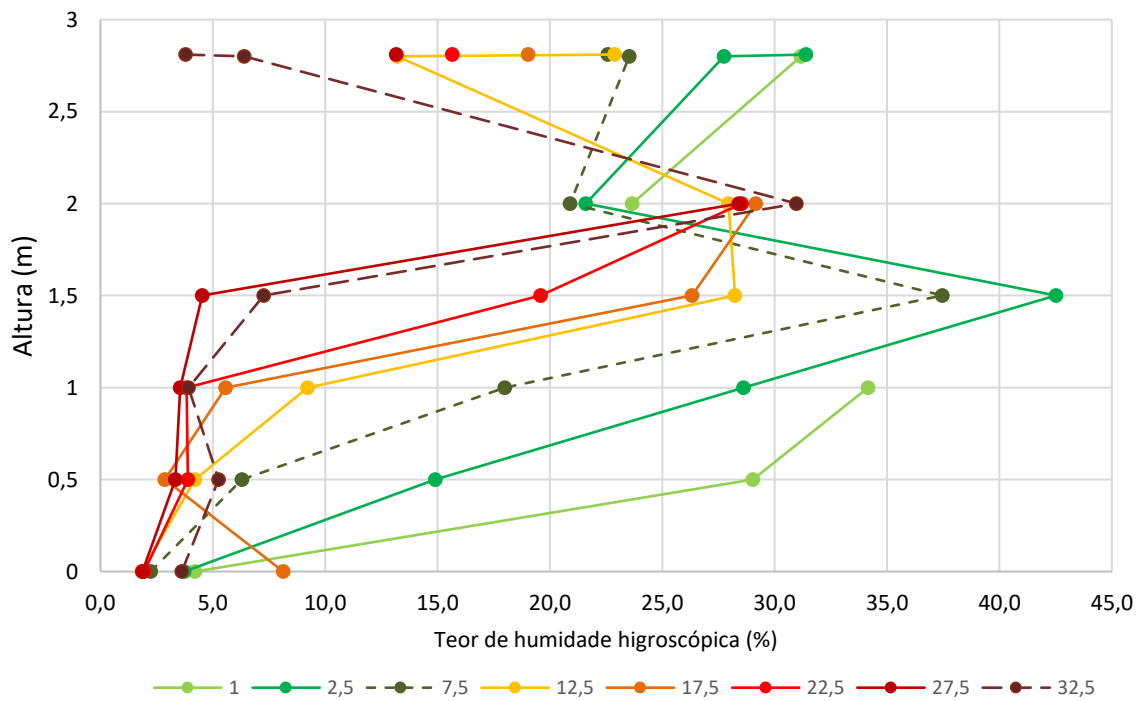
Teor de humidade em profundidade - Face Oeste



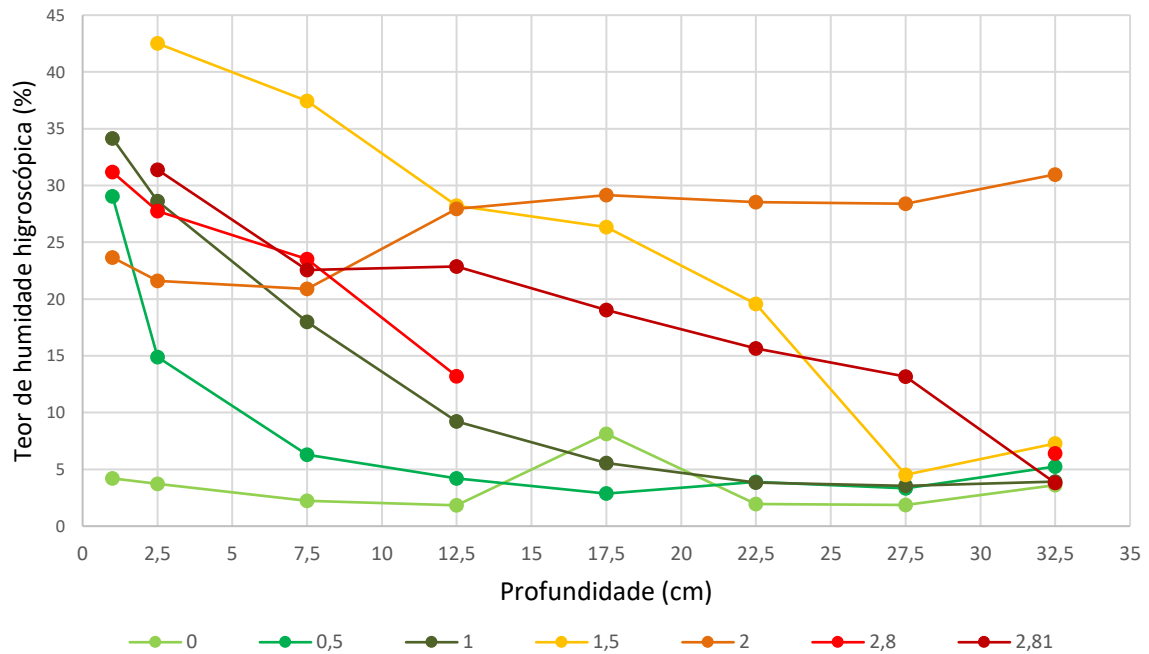
Teor de humidade em profundidade - Face Norte



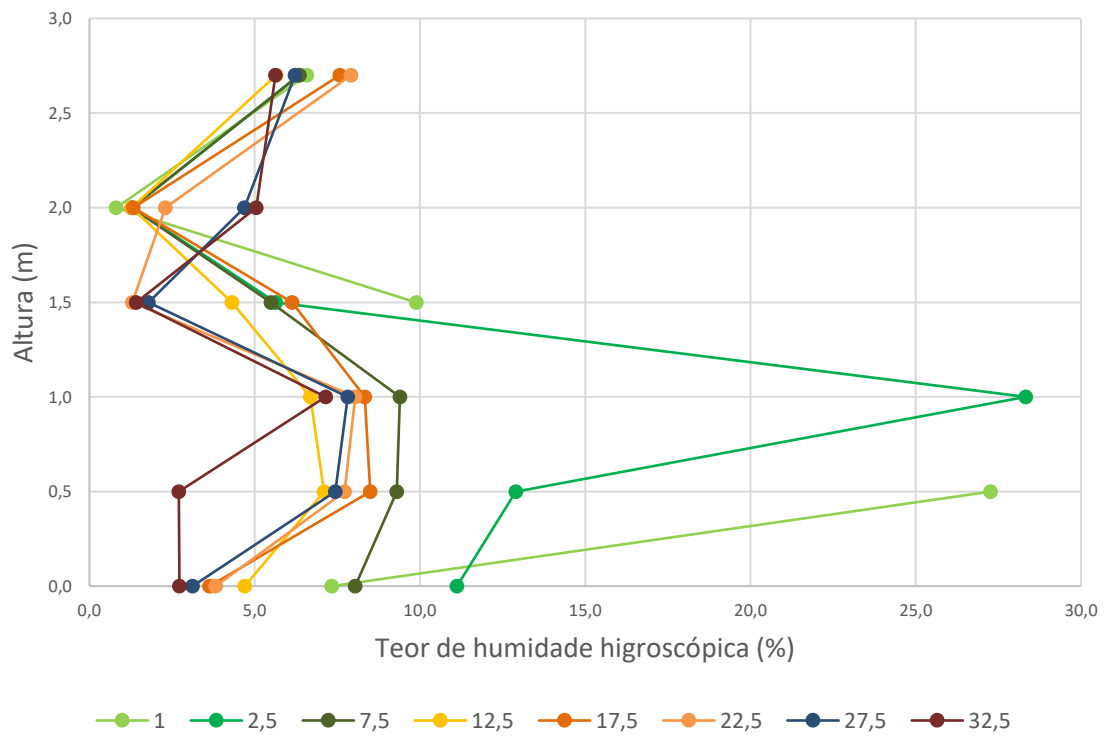
Teor de humidade higroscópica em altura - Face Este



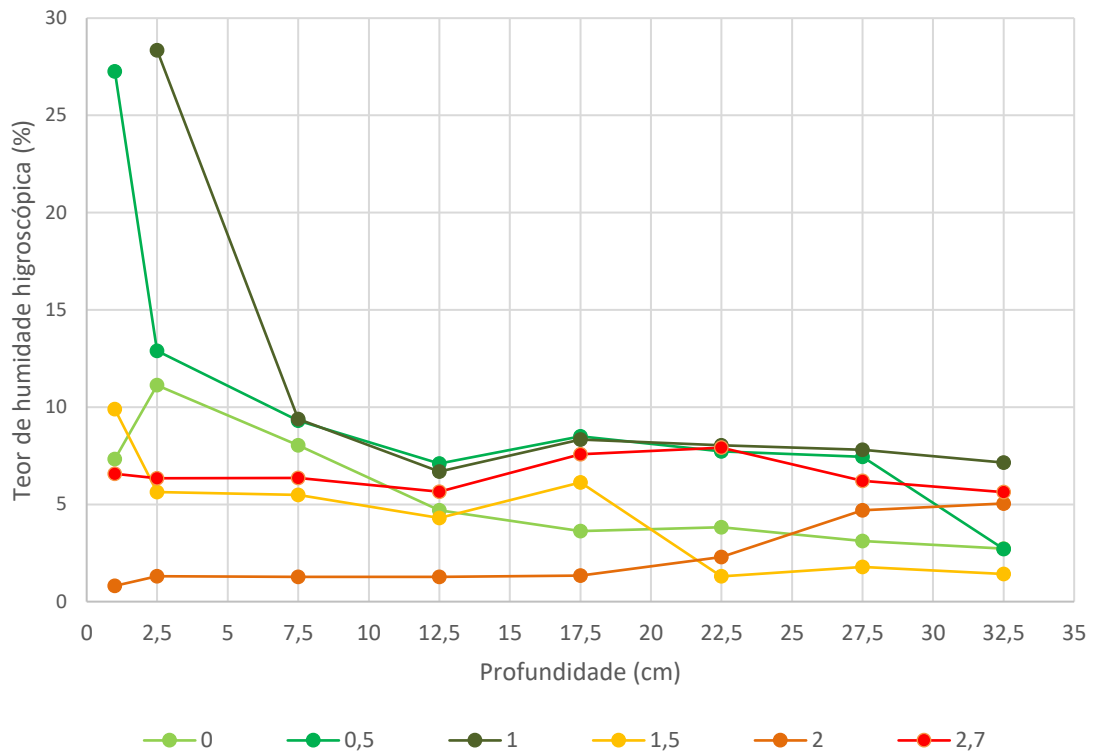
Teor de humidade higroscópica em profundidade - Face Este



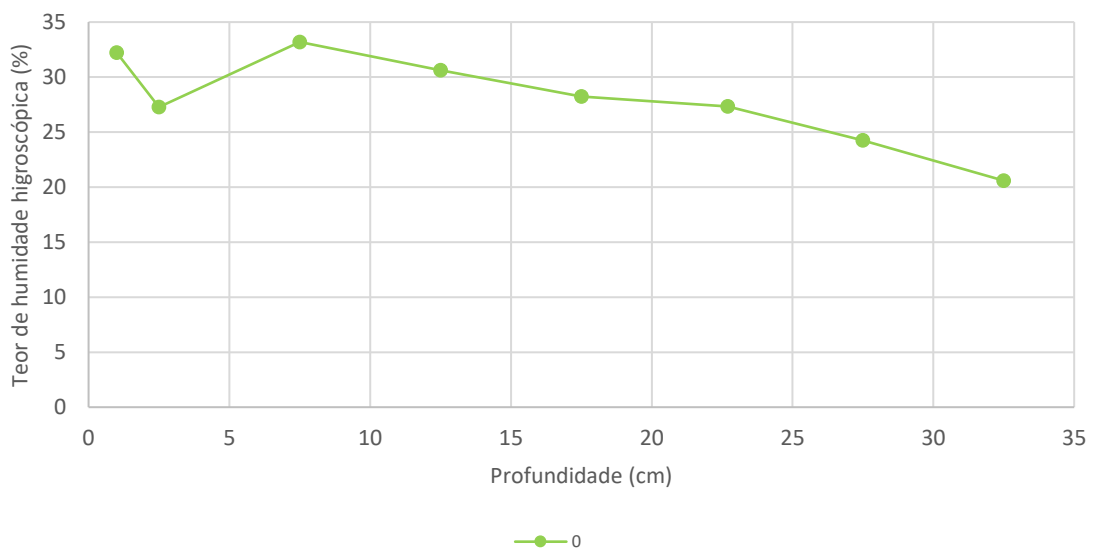
Teor de humidade higroscópica em altura - Face Oeste



Teor de humidade higroscópica em profundidade - Face Oeste



Teor de humidade higroscópica em profundidade - Face Norte



Observações

Os perfis obtidos permitem concluir que, efetivamente, existe grande ascensão de água por capilaridade. Na face Este (mais degradada), a diminuição do teor de humidade em altura não é tão significativa como na face Oeste. O avançado estado de degradação da face Este leva a uma maior absorção das águas da chuva, o que justifica que nas alturas superiores o teor de humidade seja superior na face Este do que na face Oeste. Esta observação pode ainda ser justificada pela diminuição do teor de humidade em profundidade

Salienta-se que na face Este, a uma altura igual a 2,8 m, os furos à profundidade de 20cm, 25cm e 30cm, resultaram em amostras nulas, o que pode dever-se a uma fenda existente no interior da parede de tijolo.

Os resultados obtidos para o teor de humidade higroscópica apresentam valores elevados e bastante dispersos, provando uma existência significativa e generalizada de sais no material da base da chaminé.

6. OBSERVAÇÕES

6.1 Observações complementares

O teor de humidade nas amostras recolhidas mostra a existência de ascensão de água por capilaridade.

Nas duas faces amostradas, os teores de humidade são bastante elevados junto da base e diminuem em altura.

Em alguns furos realizados na face Este, não foi recolhido material de amostragem, o que pode significar fendas em zonas interiores da parede. Ainda na face Este, apesar do teor de humidade diminuir em altura, é possível detetar que a uma altura de 1.5m, para as profundidades de 30 e 35cm o teor é muito baixo (cerca de 0.5%) e aumenta para uma altura de 2m para as mesmas profundidades.

É também possível observar que para ambas as faces existe um ligeiro aumento do teor de humidade a partir dos 2m de altura. Isto pode dever-se a mau escoamento na parte superior da base.

Em profundidade os teores são constantes.

6.2 Bibliografia

BASTOS, Jose . **AS CHAMINÉS DAS ANTIGAS FÁBRICAS DO MONTIJO ESTÃO A DESAPARECER TOTALMENTE**, de JOSÉ BASTOS. Disponível em:
<<https://aviagemdosargonautas.net/2013/04/12/as-chamines-das-antigas-fabricas-do-montijo-estao-a-desaparecer-totalmente-de-jose-bastos/>>. Acesso em: 03 jan. 2017.

LNEC (2015). FE Pa 48.1: *Ficha de ensaio para revestimentos de paredes - Ensaio de avaliação da resistência mecânica do reboco com esclerómetro de pendulo*. Lisboa

LNEC (1980). FE Pa 25: *Ficha de ensaio para revestimentos de paredes - Ensaio de choque de esfera*. Lisboa

LNEC (2010). FE Pa 43: *Ficha de ensaio para revestimentos de paredes - Ensaio de avaliação de características mecânicas por ultrassons*. Lisboa

LNEC (2002). FE Pa 39: *Ficha de ensaio para revestimentos de paredes - Ensaio de absorção de água sob baixa pressão*. Lisboa

LNEC (2010). FE Pa 43: *Ficha de ensaio para revestimentos de paredes - Ensaio de avaliação de características mecânicas por ultrassons*. Lisboa

EN 1015-11 (CEN, 1999b)

Ficha de Caracterização

Chaminés Industriais de Alvenaria de Tijolo

Data:

Inspeção realizada por:

1. LOCALIZAÇÃO

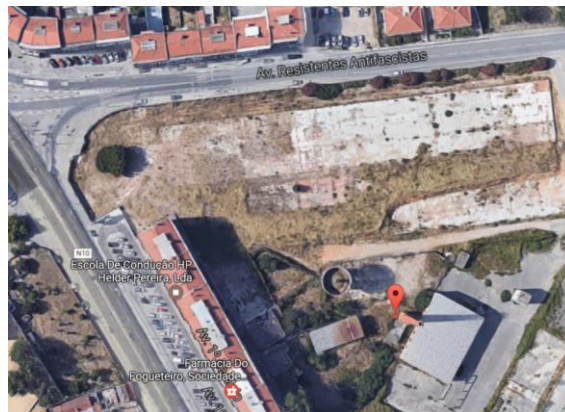
1.1 Distrito Setúbal

1.2 Município Seixal

1.3 Morada Av. Resistentes Antifascistas

1.4 Localização no Mapa e coordenadas (GPS)

38°36'53.7"N 9°06'29.4"W



1.5 Meio Envolvente	Meio urbano	Espaço abandonado x	Inserida em fábrica	Inserida em edifício	Outro
--------------------------------	------------------------	--------------------------------	--------------------------------	---------------------------------	--------------

1.6 Acessibilidade Acessível

1.7 Edificações próximas e seu estado de conservação A chaminé encontra-se num complexo abandonado

1.7.1 Fotografia



2. IDENTIFICAÇÃO

2.1 Em Funcionamento Sim

Não

2.2 Fábrica / Indústria




2.3 Época de Construção

2.4 Vista Geral da Chaminé



2.5 Estatuto de Proteção

3. DESCRIÇÃO

Elemento	Fotografia	Materiais	Geometria	
			Forma	Área
Base		Tijolo maciço e argamassa de cal e areia	Forma	Quadrada
			Altura	
			Área	
Fuste		Tijolo maciço e argamassa de cal e areia	Forma	
			Altura	
Coroa		Tijolo maciço e argamassa de cal e areia	Observações	


4. ESTADO DE CONSERVAÇÃO

4.1 Condição Geral

Chaminé em bom estado de conservação, apesar de estar abandonada. Tem falta de algum material na zona da coroa.

4.2 Risco de Derrocada	Baixo	Médio x	Alto
-------------------------------	--------------	----------------	-------------

4.3 Anomalias

Elemento	Anomalias	Fotografia
Base incluindo Fundações	Sem anomalias aparentes	
Fuste	Sem anomalias aparentes	
Coroa	Falta de material	

4.4 Intervenções anteriores

-

5. CARACTERIZAÇÃO FÍSICA E MECÂNICA

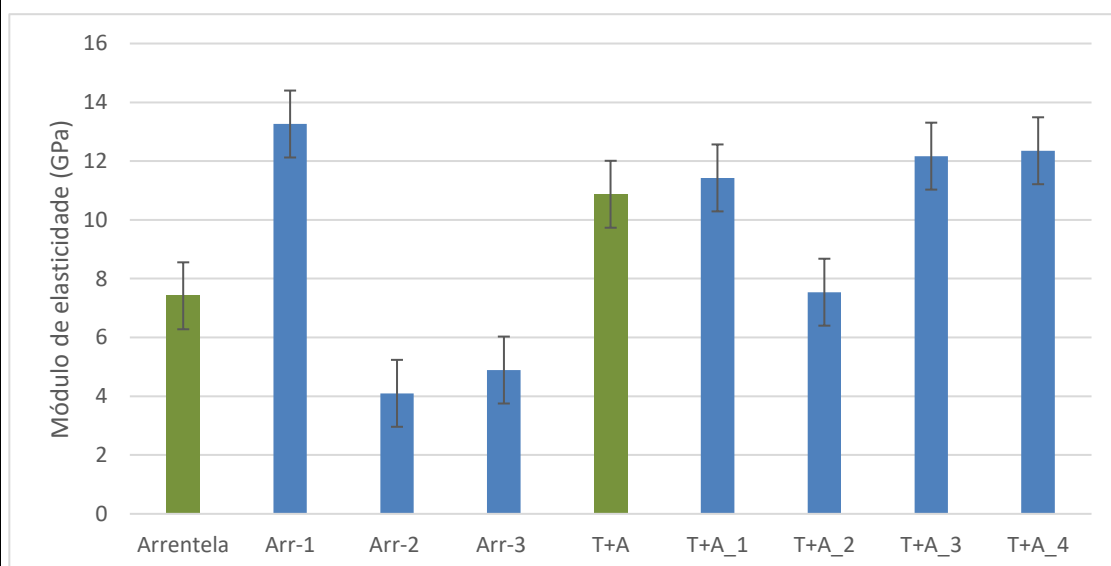
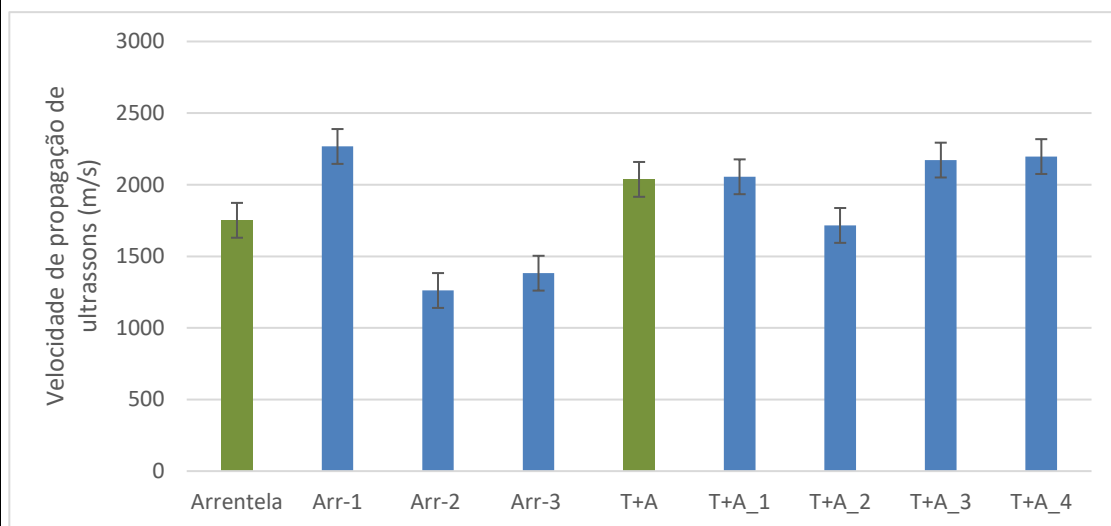
Parâmetro	Ensaio																				
Massa Volúmica																					
$Mv = \frac{M}{V}$																					
<p>Em que Mv representa a massa volúmica das amostras, em kg/m³</p> <p>M representa a massa dos provetes, em kg</p> <p>V representa o Volume dos provetes em m³</p> <p>Devido à irregularidade das amostras, o seu volume foi calculado com o auxílio de um recipiente e areia muito fina.</p> <p>Primeiramente pesou-se todos os provetes. Posteriormente encheu-se um recipiente de volume conhecido com areia de granulometria muito fina. Pesou-se o recipiente cheio e devidamente rasado e calculou-se a massa volúmica da areia. Seguidamente retirou-se parte da areia e introduziu-se o provete dentro do recipiente. Encheu-se novamente o recipiente com areia e rasou-se. De seguida pesou-se o recipiente com a areia e o provete.</p> <p>Subtraindo a massa do provete à massa inicial de areia, obteve-se a massa de areia presente no recipiente. Conhecendo a massa de areia existente e a sua massa volúmica, calculou-se o volume de areia dentro do recipiente. Subtraiu-se o volume de areia ao volume inicial e obteve-se o volume do provete.</p>																					
<p>Resultados</p> <table border="1"> <caption>Data from the Volumetric Mass Results Chart</caption> <thead> <tr> <th>Amostra</th> <th>Massa Volúmica (kg/m³)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Arrentela</td> <td>~1850</td> </tr> <tr> <td>Arr1</td> <td>~1700</td> </tr> <tr> <td>Arr2</td> <td>~2050</td> </tr> <tr> <td>Arr3</td> <td>~1750</td> </tr> <tr> <td>Tijolo+Argamassa</td> <td>~1850</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>~1800</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>~1400</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>~2000</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>~2150</td> </tr> </tbody> </table>		Amostra	Massa Volúmica (kg/m ³)	Arrentela	~1850	Arr1	~1700	Arr2	~2050	Arr3	~1750	Tijolo+Argamassa	~1850	1	~1800	2	~1400	3	~2000	4	~2150
Amostra	Massa Volúmica (kg/m ³)																				
Arrentela	~1850																				
Arr1	~1700																				
Arr2	~2050																				
Arr3	~1750																				
Tijolo+Argamassa	~1850																				
1	~1800																				
2	~1400																				
3	~2000																				
4	~2150																				

Os valores adotados na bibliografia existente, tomam valores de 1600 kg/m^3 e 1800 kg/m^3 . É possível concluir que os valores são aproximados, por vezes até superiores aos valores apresentados.

Foram também recolhidas amostras constituídas por tijolo e argamassa. Também neste caso, os resultados obtidos estão dentro da média dos valores normalmente adotados

Parâmetro	Ensaio
Velocidade de propagação de ultrassons e módulo de elasticidade em laboratório	LNEC (2010). FE Pa 43: <i>Ficha de ensaio para revestimentos de paredes - Ensaio de avaliação de características mecânicas por ultrassons</i> . Lisboa

Resultados



Observações

Os resultados obtidos revelam alguma variedade de valores. A média dos resultados obtidos par o módulo de elasticidade é de 8.5 GPa

Parâmetro	Ensaio								
Condutibilidade térmica									
<p>Resultados</p> <table border="1"> <caption>Data from Thermal Conductivity Chart</caption> <thead> <tr> <th>Sample</th> <th>Thermal Conductivity (w/m.K)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Arrentela</td> <td>~0.55</td> </tr> <tr> <td>Arr_1</td> <td>~0.58</td> </tr> <tr> <td>Arr_2</td> <td>~0.52</td> </tr> </tbody> </table>		Sample	Thermal Conductivity (w/m.K)	Arrentela	~0.55	Arr_1	~0.58	Arr_2	~0.52
Sample	Thermal Conductivity (w/m.K)								
Arrentela	~0.55								
Arr_1	~0.58								
Arr_2	~0.52								
<p>A média dos resultados obtidos é de 0.55 w/m.K , estando dentro dos valores normalmente adotados.</p>									

Parâmetro	Ensaio		
Resistência à compressão			
<p>Procedimento</p> <p>A resistência à compressão foi determinada utilizando a máquina FORM+TEST prufsysteme. Para a realização deste ensaio foram utilizadas as metades dos tijolos previamente ensaiados à flexão e retificadas para que houvesse o mínimo de irregularidades possíveis nas superfícies dos tijolos.</p> <p>O ensaio foi realizado a aplicando uma carga de 4 kN/s aos tijolos até estes atingirem a rotura.</p> <p>O procedimento consistiu em definir previamente a carga a ser aplicada pelo equipamento e em colocar os tijolos dentro do equipamento, devidamente centrados. Iniciou-se o ensaio ligando o equipamento. Quando atingida a rotura, parou-se a máquina e registou-se o valor da carga máxima obtida, em kN.</p>			
<p>Resultados</p> <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <tr> <td>Rc (MPa)</td> <td>14,41694704</td> </tr> </table> <p>Apenas foi possível ensaiar uma amostra recolhida da referida chaminé. A amostra era constituída por um tijolo com uma junta de argamassa cimentícia de um dos lados.</p>		Rc (MPa)	14,41694704
Rc (MPa)	14,41694704		

6. OBSERVAÇÕES

6.1 Observações complementares

6.2 Bibliografia

LNEC (2010). FE Pa 43: *Ficha de ensaio para revestimentos de paredes - Ensaio de avaliação de características mecânicas por ultrassons*. Lisboa

Ficha de Caracterização

Chaminés Industriais de Alvenaria de Tijolo

Data:

Inspeção realizada por:

1. LOCALIZAÇÃO

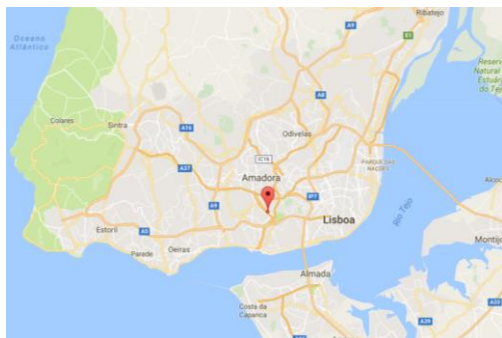
1.1 Distrito Lisboa

1.2 Município Amadora

1.3 Morada Av. Cesária Évora

1.4 Localização no Mapa e coordenadas (GPS)

38°43'45.6"N 9°13'02.7"W



1.5 Meio Envolvente	Meio urbano	Espaço abandonado x	Inserida em fábrica	Inserida em edifício	Outro
------------------------	----------------	------------------------	------------------------	-------------------------	-------

1.6 Acessibilidade Acessível

1.7 Edificações próximas e seu estado de conservação A chaminé encontra-se num descampado

1.7.1 Fotografia




2. IDENTIFICAÇÃO




2.1 Em Funcionamento	Sim	Não <input checked="" type="checkbox"/>
-----------------------------	-----	---

2.2 Fábrica / Indústria

2.3 Época de Construção

2.4 Vista Geral da Chaminé	2.5 Estatuto de Proteção
	

3. DESCRIÇÃO

Elemento	Fotografia	Materiais	Geometria	
			Forma	Altura
Base		Tijolo maciço e argamassa de cal e areia	Forma Quadrada	Altura
Fuste		Tijolo maciço e argamassa de cal e areia	Forma Cónica	Área
			Altura	
Coroa		Tijolo maciço e argamassa de cal e areia	Observações	

4. ESTADO DE CONSERVAÇÃO

4.1 Condição Geral

A chaminé apresenta sinais de vandalismo. Algumas fendas verticais na base, mas em geral aparenta estar em bom estado de conservação

4.2 Risco de Derrocada


Baixo x

Médio

Alto

4.3 Anomalias

Elemento	Anomalias	Fotografia
Base incluindo Fundações	Fendas verticais, aparentemente pouco profundas. Sinais de vandalismo	 

Fuste	Alguma erosão mínima em alguns tijolos	
Coroa	Não foi possível observar de perto a coroa	

4.4 Intervenções anteriores

-

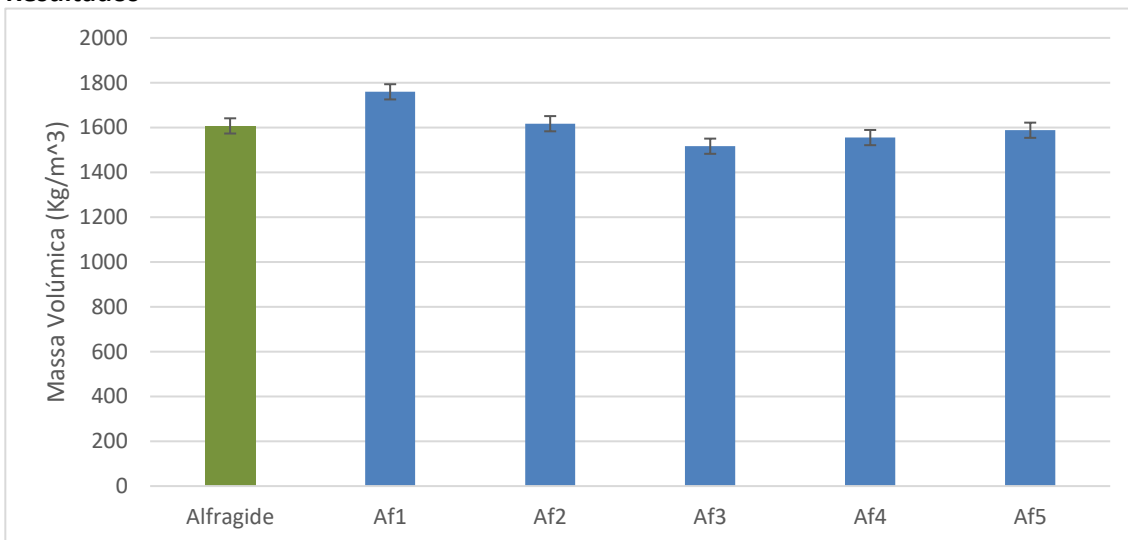
5. CARACTERIZAÇÃO FÍSICA E MECÂNICA

Parâmetro	Ensaio
Massa Volúmica	
$Mv = \frac{M}{V}$ <p>Em que Mv representa a massa volúmica das amostras, em kg/m³</p> <p>M representa a massa dos provetes, em kg</p> <p>V representa o Volume dos provetes em m³</p> <p>Devido à irregularidade das amostras, o seu volume foi calculado com o auxílio de um recipiente e areia muito fina.</p>	

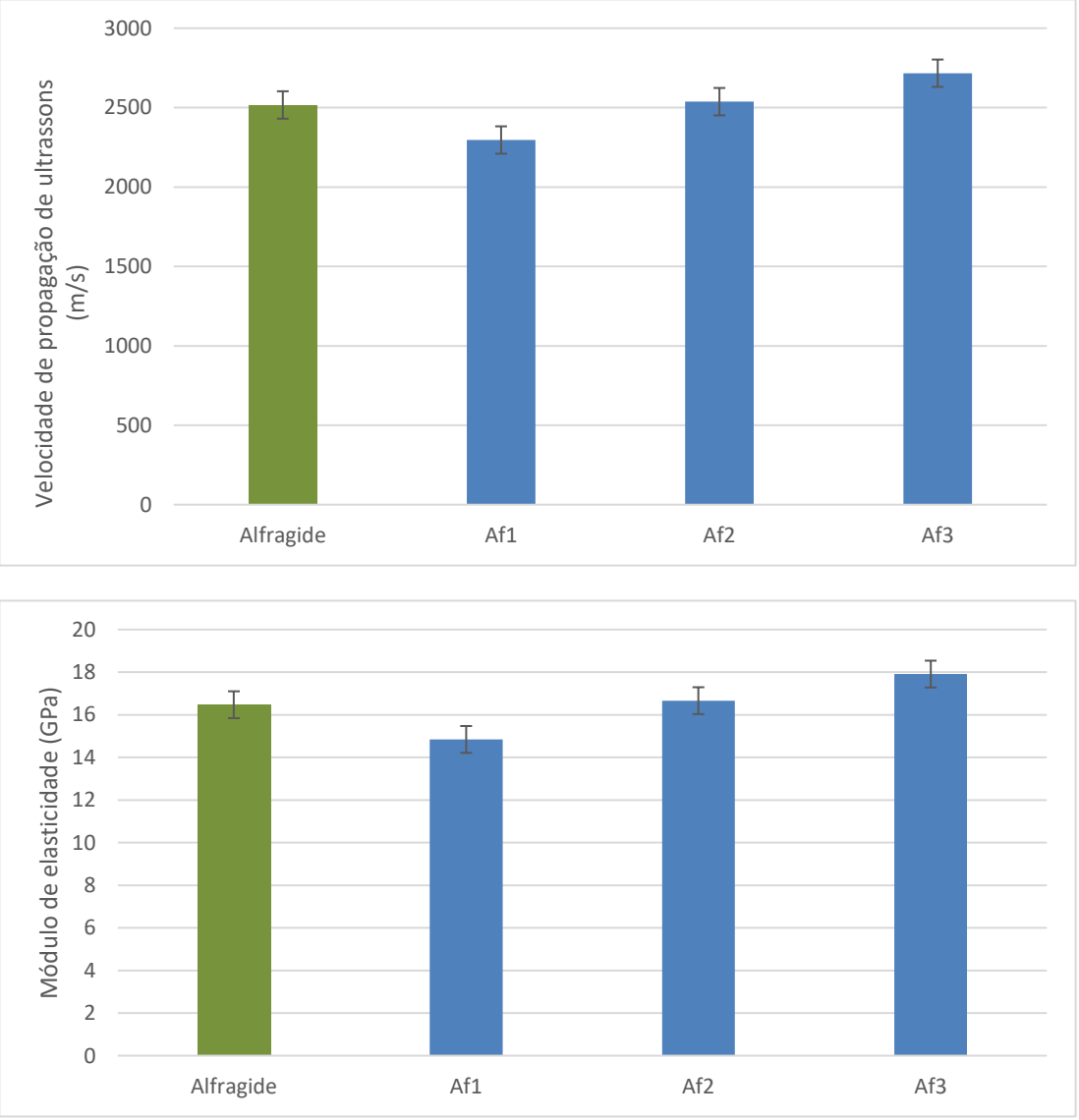
Primeiramente pesou-se todos os provetes. Posteriormente encheu-se um recipiente de volume conhecido com areia de granulometria muito fina. Pesou-se o recipiente cheio e devidamente rasado e calculou-se a massa volúmica da areia. Seguidamente retirou-se parte da areia e introduziu-se o provete dentro do recipiente. Encheu-se novamente o recipiente com areia e rasou-se. De seguida pesou-se o recipiente com a areia e o provete.

Subtraindo a massa do provete à massa inicial de areia, obteve-se a massa de areia presente no recipiente. Conhecendo a massa de areia existente e a sua massa volúmica, calculou-se o volume de areia dentro do recipiente. Subtraiu-se o volume de areia ao volume inicial e obteve-se o volume do provete.

Resultados



Os valores adotados na bibliografia existente, tomam valores de 1600 kg/m^3 e 1800 kg/m^3 . É possível concluir que os valores são aproximados, no entanto as variações podem levar a erros nas análises que adotam valores estimados

Parâmetro	Ensaio															
Velocidade de propagação de ultrassons e módulo de elasticidade em laboratório	LNEC (2010). FE Pa 43: <i>Ficha de ensaio para revestimentos de paredes - Ensaio de avaliação de características mecânicas por ultrassons</i> . Lisboa															
<p>Resultados</p>  <table border="1"> <caption>Data extracted from the charts</caption> <thead> <tr> <th>Material</th> <th>Velocidade de propagação de ultrassons (m/s)</th> <th>Módulo de elasticidade (GPa)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Alfragide</td> <td>~2500</td> <td>~16.5</td> </tr> <tr> <td>Af1</td> <td>~2300</td> <td>~14.8</td> </tr> <tr> <td>Af2</td> <td>~2550</td> <td>~16.8</td> </tr> <tr> <td>Af3</td> <td>~2700</td> <td>~17.8</td> </tr> </tbody> </table>		Material	Velocidade de propagação de ultrassons (m/s)	Módulo de elasticidade (GPa)	Alfragide	~2500	~16.5	Af1	~2300	~14.8	Af2	~2550	~16.8	Af3	~2700	~17.8
Material	Velocidade de propagação de ultrassons (m/s)	Módulo de elasticidade (GPa)														
Alfragide	~2500	~16.5														
Af1	~2300	~14.8														
Af2	~2550	~16.8														
Af3	~2700	~17.8														
<p>Observações A média dos resultados obtidos par o módulo de elasticidade é de 16.5 GPa</p>																

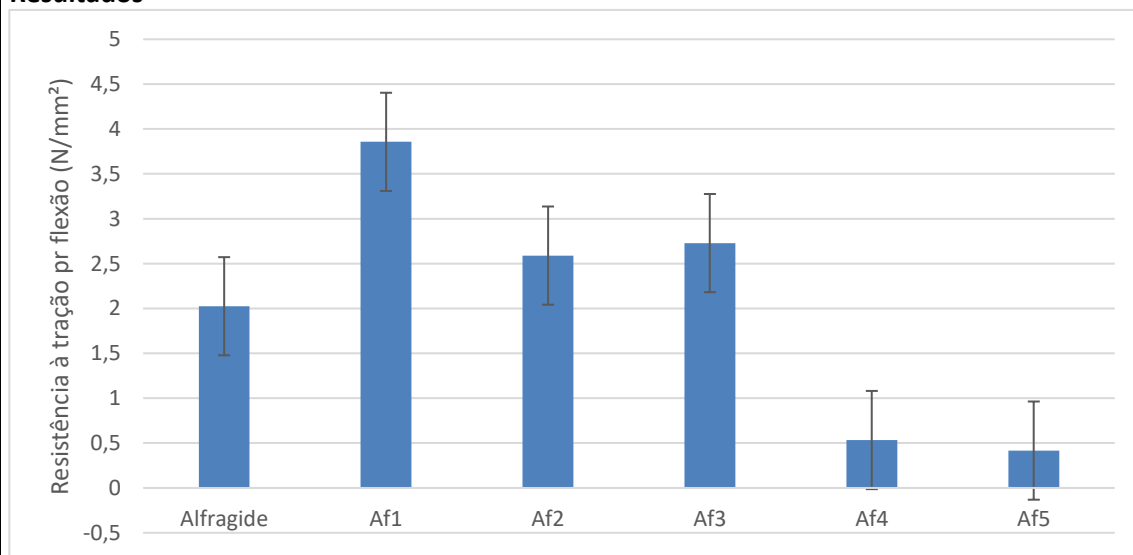
Parâmetro	Ensaio														
Condutibilidade térmica															
<p>Procedimento</p> <p>O ensaio de condutibilidade térmica é um ensaio não destrutivo e foi realizado com o equipamento <i>Heat Transfer Analyzer</i>, model 2104 da ISOMET, com uma sonda plana de contacto API com 60 mm de diâmetro. O ensaio consiste na medição da diferença entre o calor emitido pela sonda para o tijolo e o calor recebido de volta. Quanto maior for esta diferença, maior será a energia transmitida para tijolo e conseqüentemente maior o valor do coeficiente de condutibilidade térmica.</p> <p>Em cada amostra foram efetuadas 3 medições em 3 faces diferentes, identificadas como face “a”, “b” e “c”.</p> <p>As amostras foram colocadas sobre uma placa de XPS, para evitar a transferência de energia para a superfície de apoio. De seguida, colocou-se a sonda sobre o tijolo, ligou-se o aparelho e registou-se os valores fornecidos.</p> <p>Só foi possível ensaiar dois tijolos devido às suas dimensões</p>															
<p>Resultados</p> <table border="1"> <caption>Data from Thermal Conductivity Chart</caption> <thead> <tr> <th>Amostra</th> <th>Coef. de condutibilidade térmica (w/m.K)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Alfragide</td> <td>~0.97</td> </tr> <tr> <td>Af_1</td> <td>~0.80</td> </tr> <tr> <td>Af_2</td> <td>~0.86</td> </tr> <tr> <td>Af_3</td> <td>~1.02</td> </tr> <tr> <td>Af_4</td> <td>~1.17</td> </tr> <tr> <td>Af_5</td> <td>~1.04</td> </tr> </tbody> </table>		Amostra	Coef. de condutibilidade térmica (w/m.K)	Alfragide	~0.97	Af_1	~0.80	Af_2	~0.86	Af_3	~1.02	Af_4	~1.17	Af_5	~1.04
Amostra	Coef. de condutibilidade térmica (w/m.K)														
Alfragide	~0.97														
Af_1	~0.80														
Af_2	~0.86														
Af_3	~1.02														
Af_4	~1.17														
Af_5	~1.04														

Observações

A média dos resultados obtidos é de 0.9 w/m.K, sendo um pouco superiores do que os valores normalmente adotados.

Parâmetro	Ensaio
Resistência à flexão	EN 1015-11 (CEN, 1999b)

Resultados



Observações

A média dos resultados obtidos é de 2,02 N/mm², estando dentro dos valores normalmente adotados.

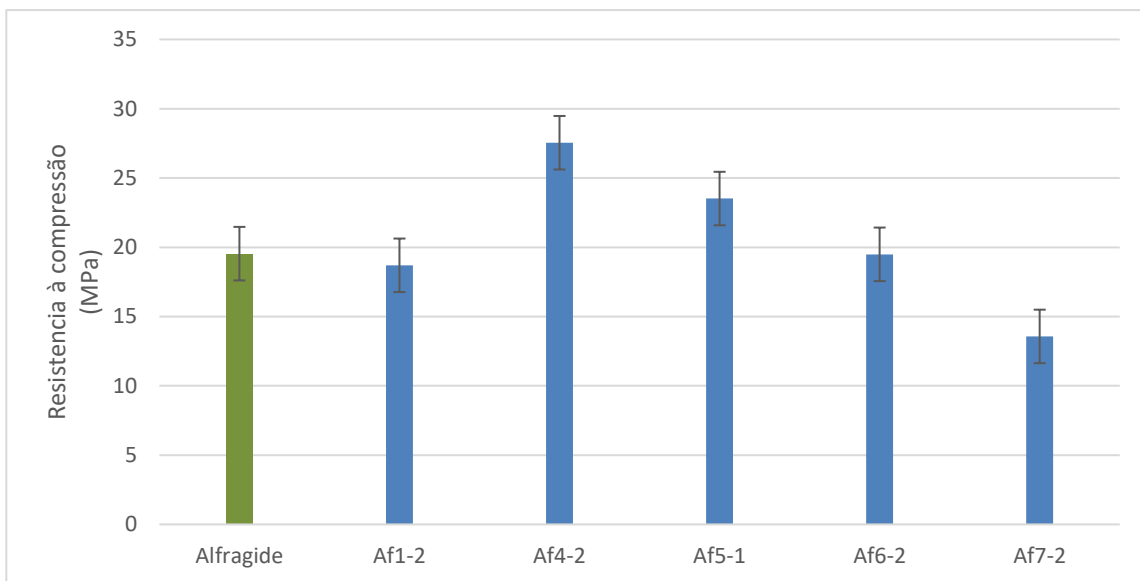
Parâmetro	Ensaio
Resistência à compressão	

Procedimento

A resistência à compressão foi determinada utilizando a máquina FORM+TEST profsysteme. Para a realização deste ensaio foram utilizadas as metades dos tijolos previamente ensaiados à flexão e retificadas para que houvesse o mínimo de irregularidades possíveis nas superfícies dos

tijolos. O ensaio foi realizado a aplicando uma carga de 4 kN/s aos tijolos até estes atingirem a rotura. O procedimento consistiu em definir previamente a carga a ser aplicada pelo equipamento e em colocar os tijolos dentro do equipamento, devidamente centrados. Iniciou-se o ensaio ligando o equipamento. Quando atingida a rotura, parou-se a máquina e registou-se o valor da carga máxima obtida, em kN.

Resultados



Observações

Os resultados obtidos revelam boa resistência à compressão, com valores em média de 19.5 MPa.

6. OBSERVAÇÕES

6.1 Observações complementares

6.2 Bibliografia

LNEC (2010). FE Pa 43: *Ficha de ensaio para revestimentos de paredes - Ensaio de avaliação de características mecânicas por ultrassons*. Lisboa

EN 1015-11 (CEN, 1999b)

Ficha de diagnóstico e análise de anomalias

Resumo

Identificação e localização

Chaminé da antiga fábrica Mundet & Cia, Lda. Fábrica de Cortiça no Montijo

Tipo de anomalias

Base

- Degradação avançada do material constituinte da base.
- Erosão da superfície dos tijolos.
- Arenização da argamassa.
- Eflorescências salinas.
- Fendas verticais na base.

Fuste

Erosão da argamassa das juntas do fuste, crescente em altura.

Coroa

Danos graves na coroa, com grande falta de material. Inexistência de argamassa nas juntas, o que faz com que os tijolos estejam apenas sobrepostos e em grande risco de queda. Cerca de metade da estrutura da coroa já desapareceu.

Materiais

Tijolo maciço cerâmico.

Argamassa de cal aérea.

Argamassa cimentícia em reparações localizadas.

Ensaio realizados

Determinação de perfis de teor de humidade atual e humidade higroscópica em três faces da base da chaminé.

Análise por difração de raios x de duas amostras para pesquisa de sais solúveis.

Diagnóstico

A chaminé apresenta uma significativa ascensão de água por capilaridade a partir do terreno.

- O teor de humidade nas faces este e oeste é elevado junto do solo e diminui em altura. Em ambas as faces, o teor de humidade é relativamente constante em profundidade.
- Os teores de humidade higroscópica aumentam muito significativamente em altura, atingindo valores máximos muito elevados a uma altura entre 1 e 2 metros, após os quais voltam a diminuir.

Os pontos acima são característicos de situações de humidade ascensional a partir do solo.

A absorção de água por capilaridade acompanhada do fenómeno de cristalização de sais leva à avançada degradação da base da chaminé.

Ficha de diagnóstico e análise de anomalias

No fuste, a exposição aos agentes atmosférico, leva a um desgaste da argamassa de cal aérea.

Recomendações

É recomendável a aplicação de medidas de mitigação da absorção de água por capilaridade através de drenagem da águas pluviais na periferia da base da chaminé.

Os materiais aplicados para reposição da argamassa e tijolo cerâmico terão de ter compatibilidade adequada aos materiais existentes. Não sendo recomendável a aplicação de argamassas cimentícias.

Informação geral

Datas de inspeção e recolha de amostras

Inspeção preliminar e diagnóstico visual – 14 de Julho de 2016

Recolha de amostras – 8 de Março de 2017

Instituição a cargo da investigação

Laboratório Nacional de Engenharia Civil

Identificação

Chaminé da antiga fábrica de transformação de cortiça, Mundet & Cia, Lda

Morada

Estrada Nacional 5 Alto Estanqueiro, Alto Do Estanqueiro, Montijo

Autoridade responsável pela chaminé




Câmara Municipal do Montijo

Data de construção

Descrição geral da chaminé

A informação aqui apresentada é retirada do relatório preliminar realizado pelo Laboratório Nacional de Engenharia Civil (Santos et. al).

Ficha de diagnóstico e análise de anomalias

Fundação	0.80m de espessura	-
Base	<p>Secção quadrada com 4.30m de lado.</p> <p>Altura de 5.8m</p> <p>Espessura na zona enterrada de 1.01m</p> <p>Espessura na zona superior de 0.90m</p>	
Fuste	<p>Secção circular oca com 38.25m de altura.</p> <p>Espessura na zona inferior de 0.84m</p> <p>Espessura na zona superior de 0.24m.</p> <p>A espessura diminui 0.12m entre troços de espessura constante, de altura de 6.50m.</p>	
Coroa	<p>Altura de 0.95m</p> <p>Diametro interior de 1.75m e jorramento de 5%</p>	

Ficha de diagnóstico e análise de anomalias

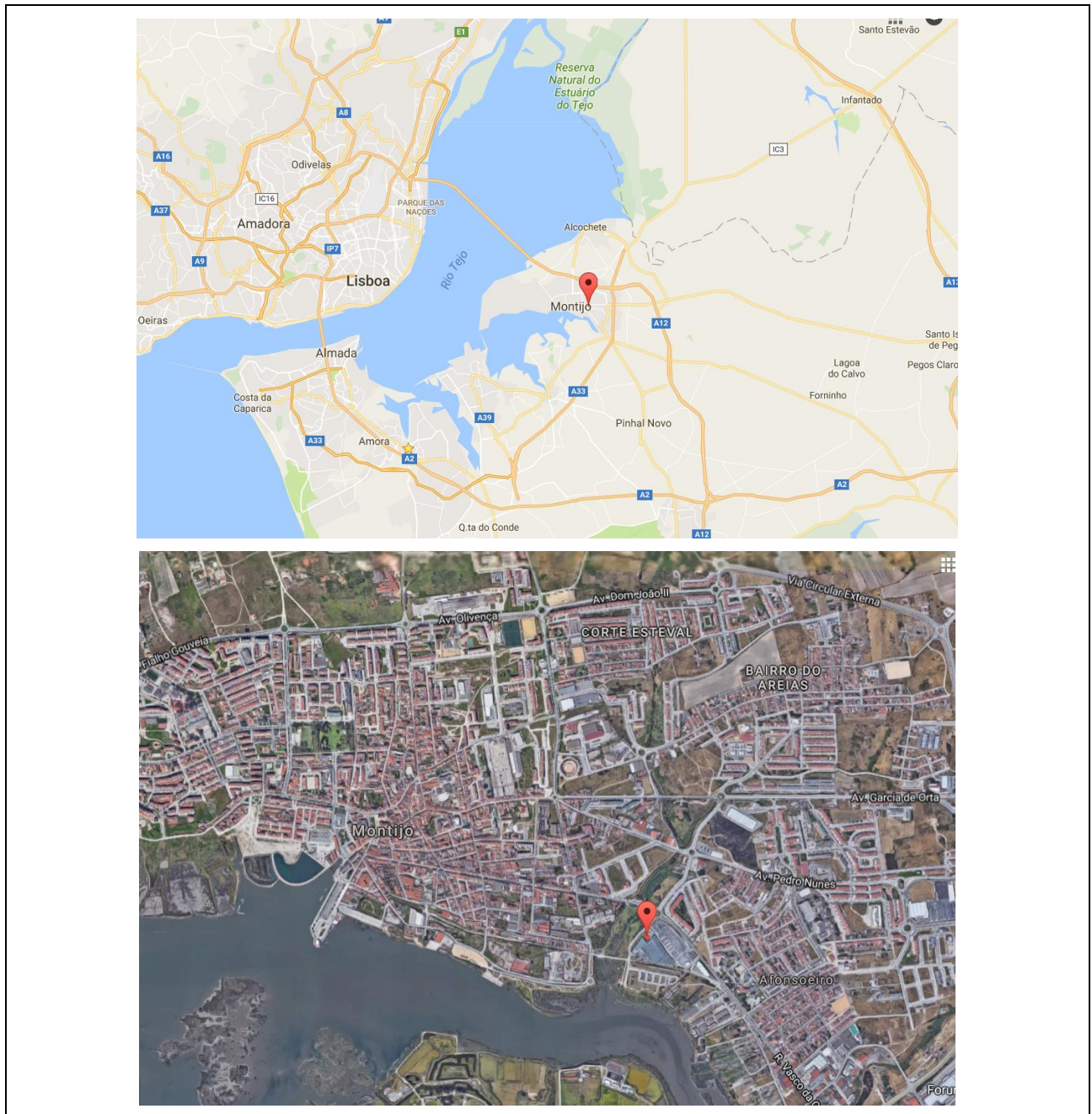
Funções da construção ao longo do tempo

A chaminé fazia parte da fábrica Mundet & Cia, Lda.

Função atual

Interesse histórico, paisagístico e patrimonial

Localização no mapa




Ficha de diagnóstico e análise de anomalias


Estado de conservação da chaminé

Tipos de anomalias


	Tipo de anomalia	Estado de conservação				
		Excelente	Bom	Razoável	Mau	Muito mau
Base	Erosão da superfície dos tijolos					X
	Eflorescências salinas					
	Arenização da argamassa					
	Fendas verticais					
Fuste	Erosão da argamassa das juntas			X		
Coroa	Danos graves, com grande falta de material. Desaparecimento de argamassa e queda dos tijolos					X

Intervenções realizadas anteriormente

Elemento intervencionado	Fuste	
Tipo de intervenção	O fuste apresenta uma abertura de secção quadrada na zona inferior, junto da base. O seu intuito é desconhecido.	
Data	Desconhecido	
Entidade responsável pela intervenção	Desconhecido	
Outras informações		

Elemento intervencionado	Base	
Tipo de intervenção	Na face sul da base observa-se um revestimento cimentício na zona superior.	
Data	Desconhecido	
Entidade responsável pela intervenção	Desconhecido	
Outras informações		

Ficha de diagnóstico e análise de anomalias

Elemento intervencionado	Base	
Tipo de intervenção	No topo da base existe um capeamento com argamassa cimentícia.	
Data	Desconhecido	
Entidade responsável pela intervenção	Desconhecido	
Outras informações		

Elemento intervencionado	Coroa	
Tipo de intervenção	Também na coroa existe um revestimento cimentício. Provavelmente para diminuir o risco de queda de material ou para impermeabilização da alvenaria.	
Data	Desconhecido	
Entidade responsável pela intervenção	Desconhecido	
Outras informações		



Anomalias

Elemento	Anomalias detetadas	Localização	Material	Dimensão dos danos
Base	Erosão da superfície dos tijolos	Todas as faces da base da chaminé	Tijolo cerâmico	Abrange toda a altura da base
	Eflorescências salinas	Todas as faces da base	Tijolo cerâmico	Mais evidente junto do solo, onde as eflorescências são mais superficiais
	Fendas verticais	Face sul e face este		Na face este a fenda abrange quase toda a




Ficha de diagnóstico e análise de anomalias

				altura da base
	Arenização da argamassa	Todas as faces da base	Argamassa de cal aérea	Abrange todas as faces em toda a superfície.
Fuste	Degradação das juntas de argamassa	Parte superior do fuste. Degradação crescente em altura	Argamassa e cal aérea	Mais evidente na zona superior do fuste
Coroa	Falta de material resistente	Topo da chaminé	Alvenaria de tijolo cerâmico e argamassa de cal aérea	Abrange toda a estrutura da coroa.




Fotografias das anomalias

Base	Erosão da superfície dos tijolos	Face Este	
		Face Norte	

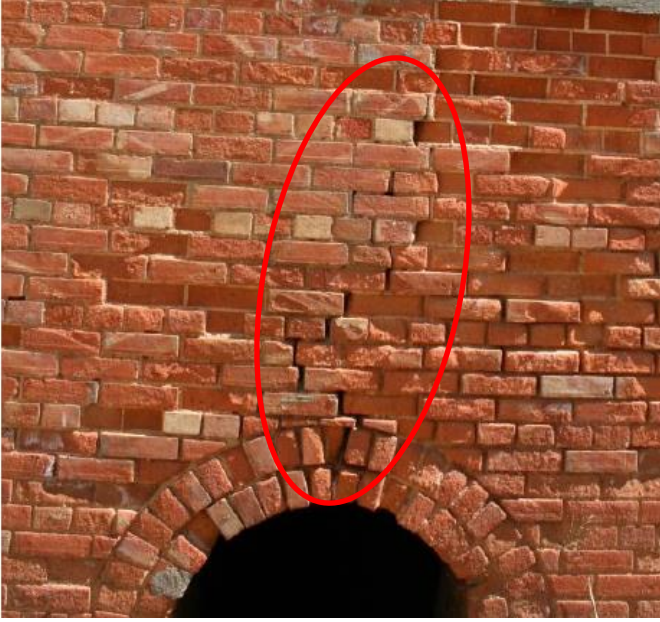
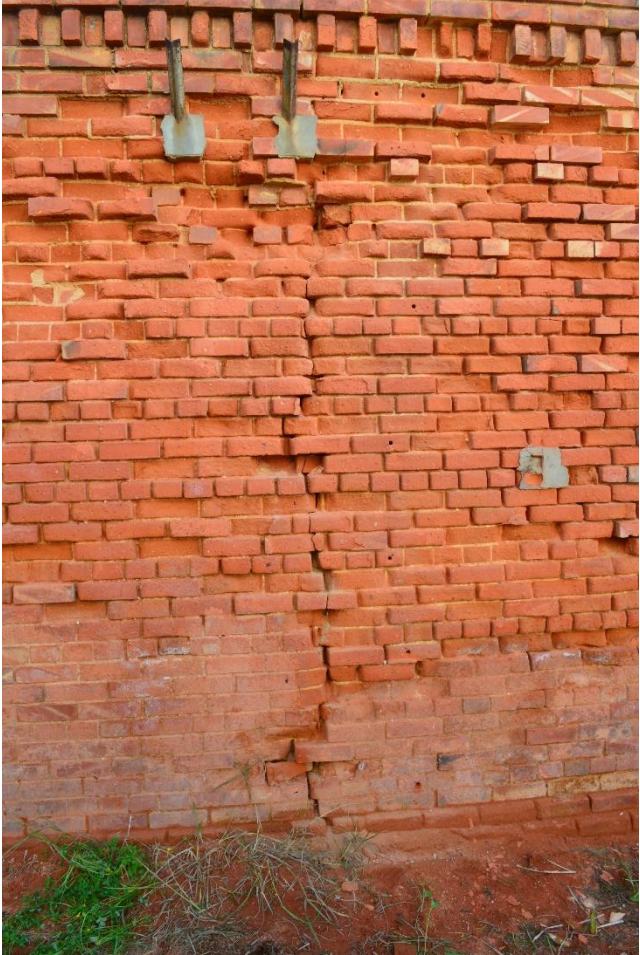
Ficha de diagnóstico e análise de anomalias

	Face Oeste	
	Face Sul	
Eflorescências salinas	Face Este	


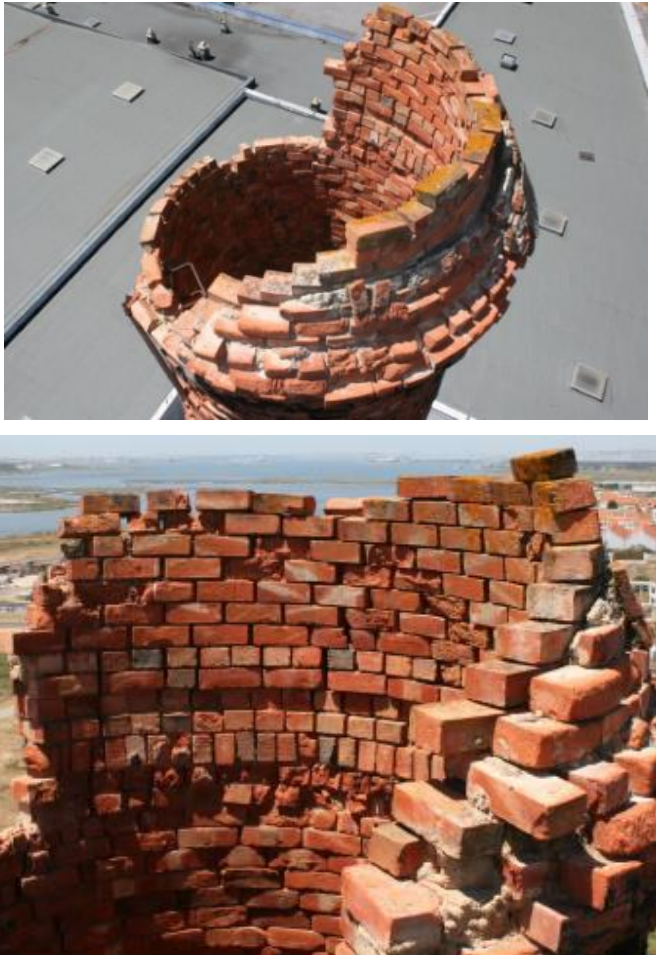
Ficha de diagnóstico e análise de anomalias

		Face Norte	 A photograph showing the north face of a brick structure. The bricks are reddish-brown. A red oval highlights a section of the wall where the bricks are missing or severely damaged, revealing a lighter-colored interior or substrate. A red air compressor is visible at the base of the wall.
		Face Oeste	 A close-up photograph of the west face of a brick wall. The bricks are reddish-brown. A hand is holding a white scale against the wall, indicating the size of the bricks. The mortar joints are visible.
		Face Sul	 A close-up photograph of the south face of a brick wall. The bricks are reddish-brown. A hand is pointing to a white mark on the mortar joint between two bricks. The mark appears to be a sample or a specific point of interest.

Ficha de diagnóstico e análise de anomalias

	Fendas verticais	Face Sul	
		Face Este	

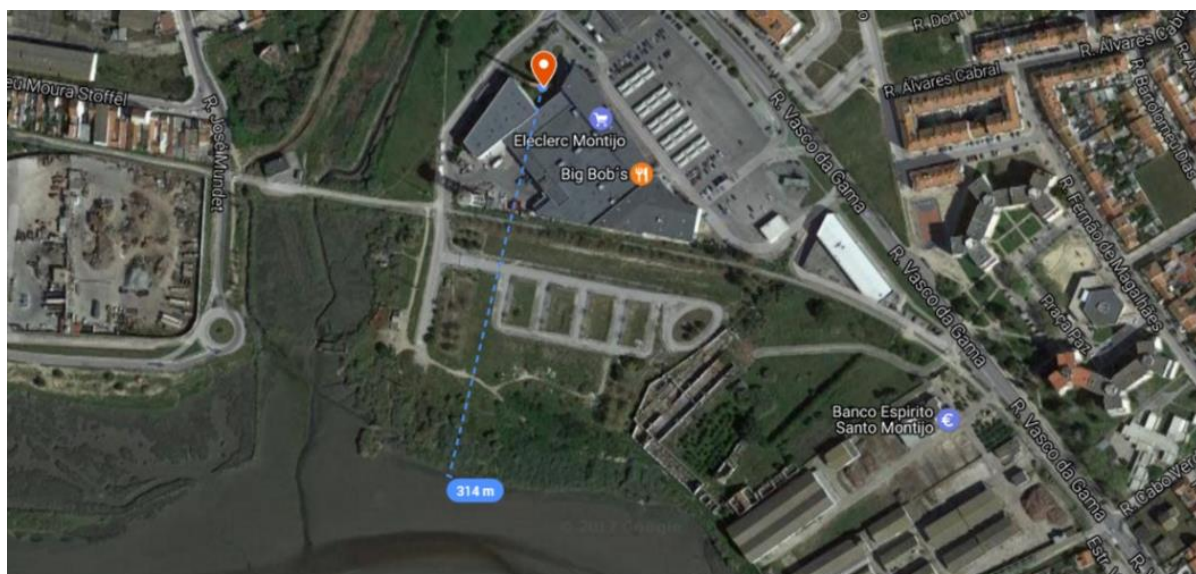
Ficha de diagnóstico e análise de anomalias

Fuste	Erosão da argamassa das juntas	Zona superior do fuste	
Coroa	Falta de material resistente		

Meio envolvente

A chaminé encontra-se aproximadamente a 300m do rio Tejo.

Ficha de diagnóstico e análise de anomalias



A chaminé encontra-se desprotegida contra os agentes atmosféricos. O edifício de E.Leclerc confere alguma proteção mínima a Sul e a Este até uma altura de aproximadamente metade do fuste.

O vento predominante na zona do Montijo provem de Noroeste. (Windfinder)

Inserida em meio urbano. Junto ao edifício do E.Leclerc Montijo

Existe um escoamento de águas pluviais na zona exterior ao edifício de E.Leclerc que direciona as águas diretamente para o solo junto da base da chaminé.



Ficha de diagnóstico e análise de anomalias

Diagnóstico

Possíveis causas das anomalias detetadas

Ascensão de água por capilaridade e cristalização de sais

Ensaio realizados

Realização de perfis de humidade em altura e em profundidade das faces Este, Oeste e Norte

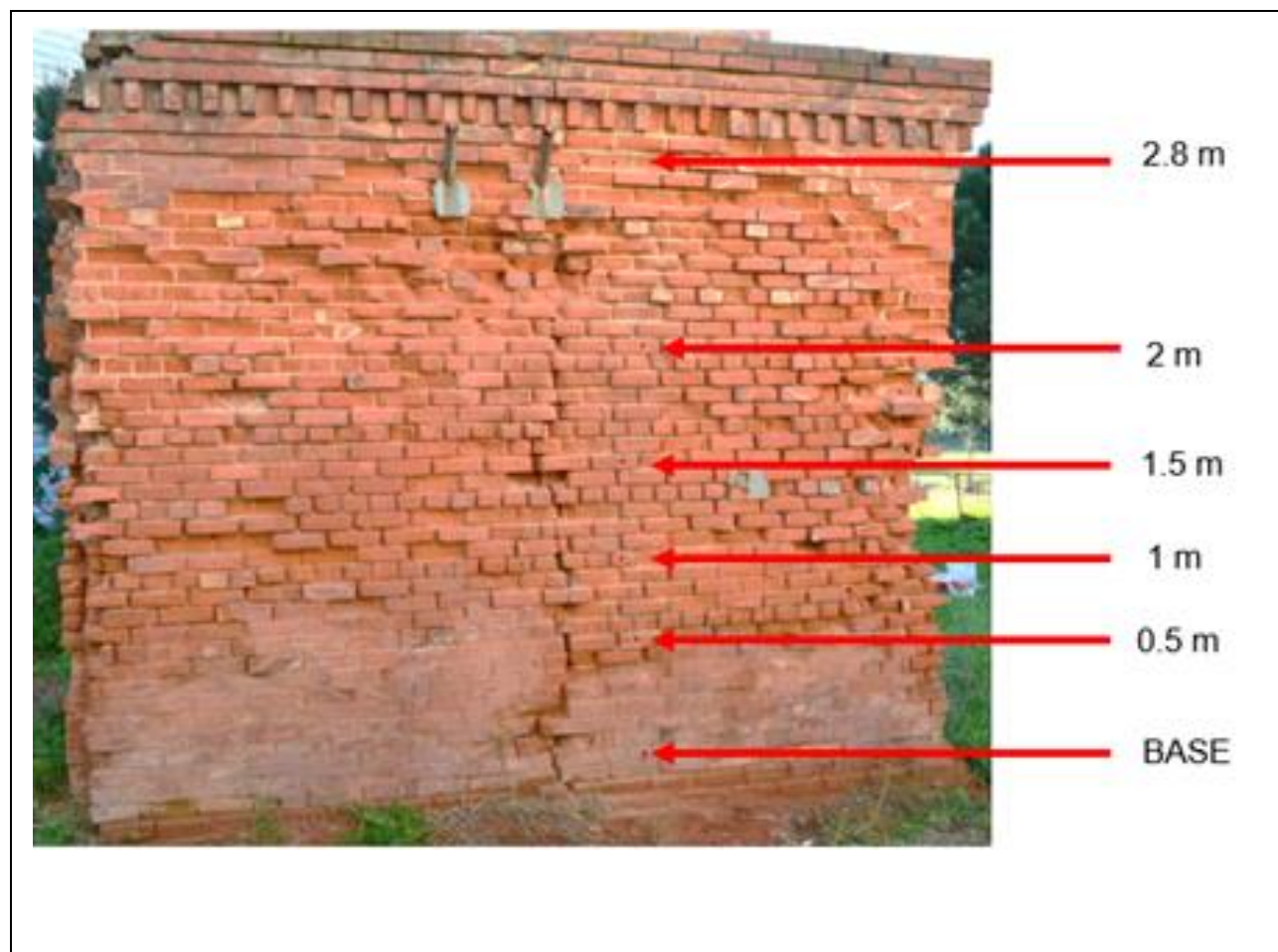
Realização de perfis de humidade higroscópica em altura e em profundidade das faces Este, Oeste e Norte

Análise de difração raio x de duas amostras

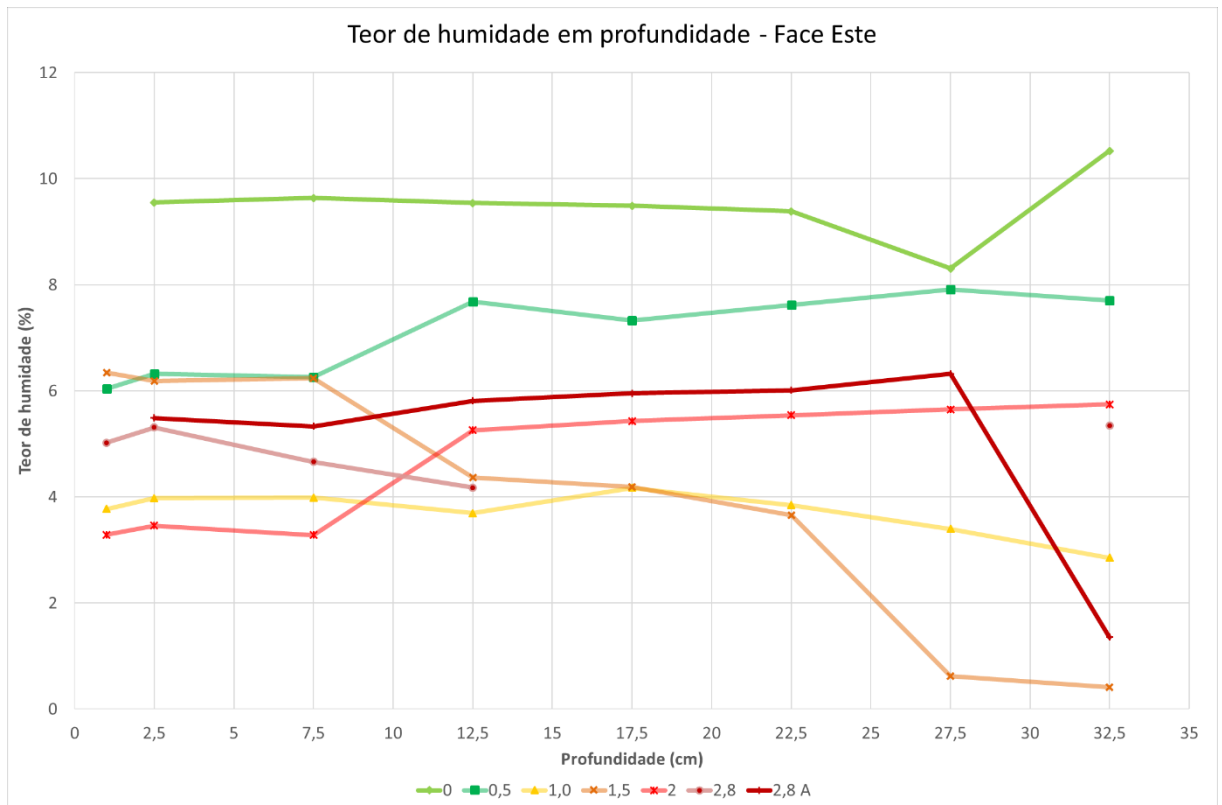
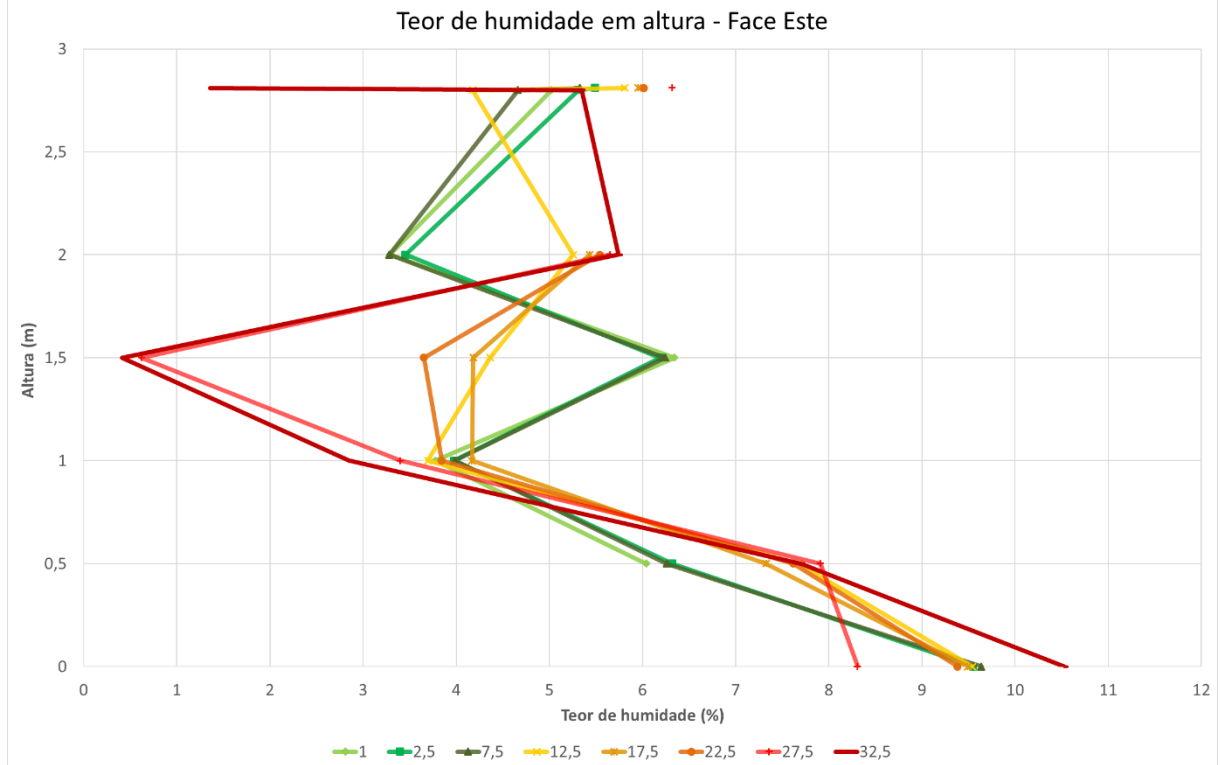
Resistência superficial por esclerómetro pendular

Ensaio de choque de esfera

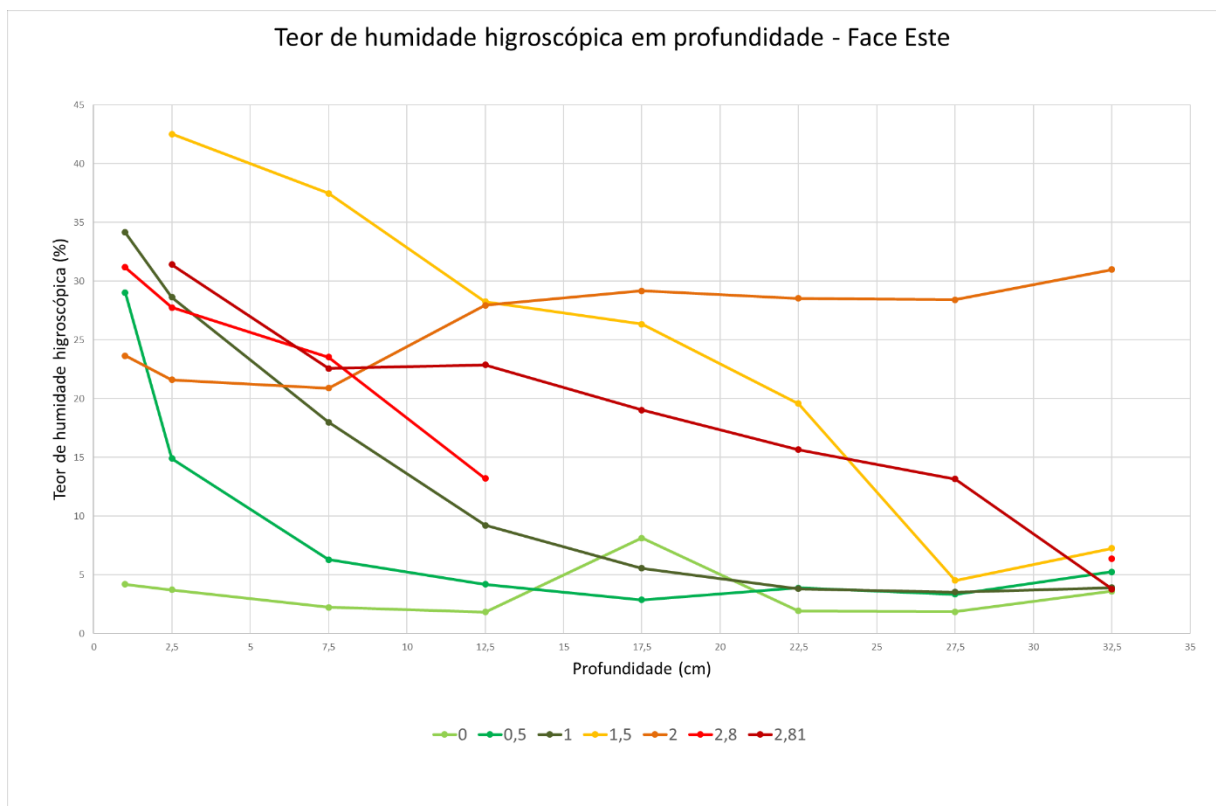
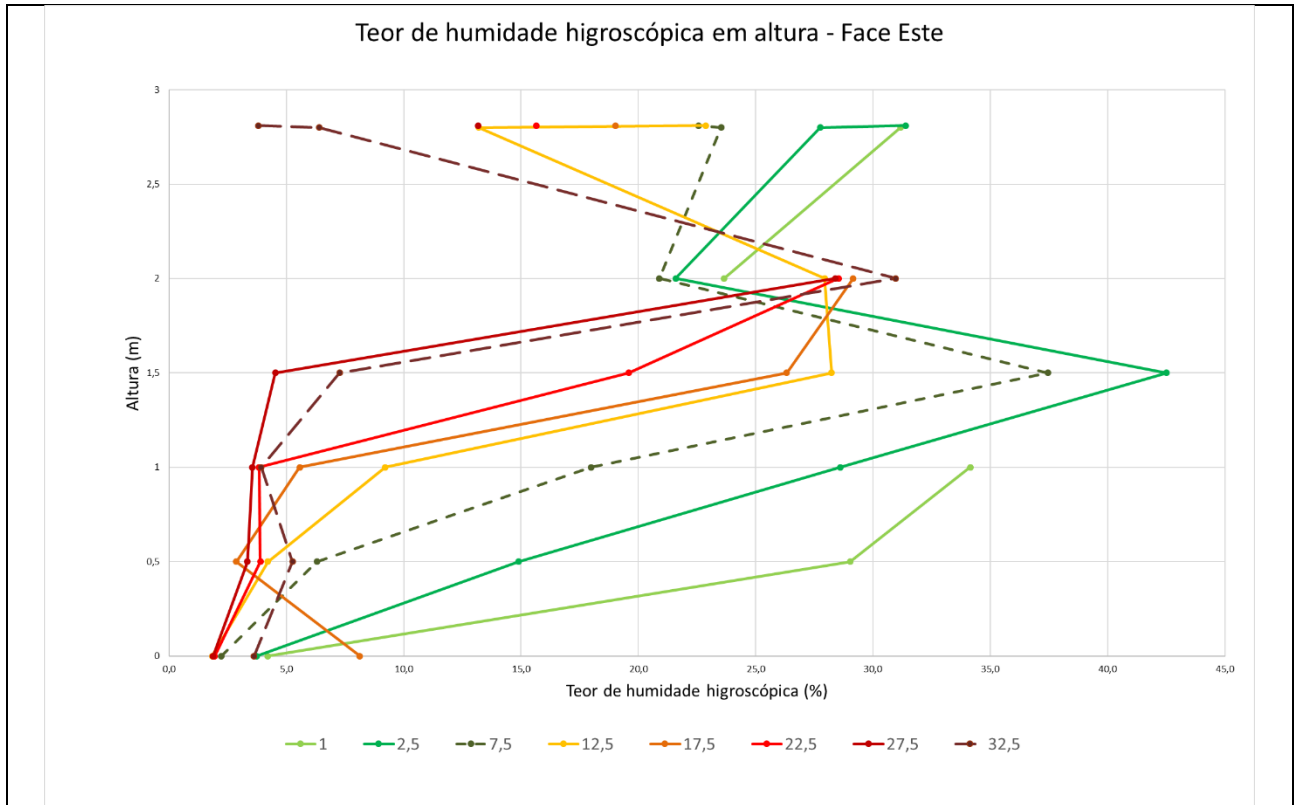
Face Este



Ficha de diagnóstico e análise de anomalias

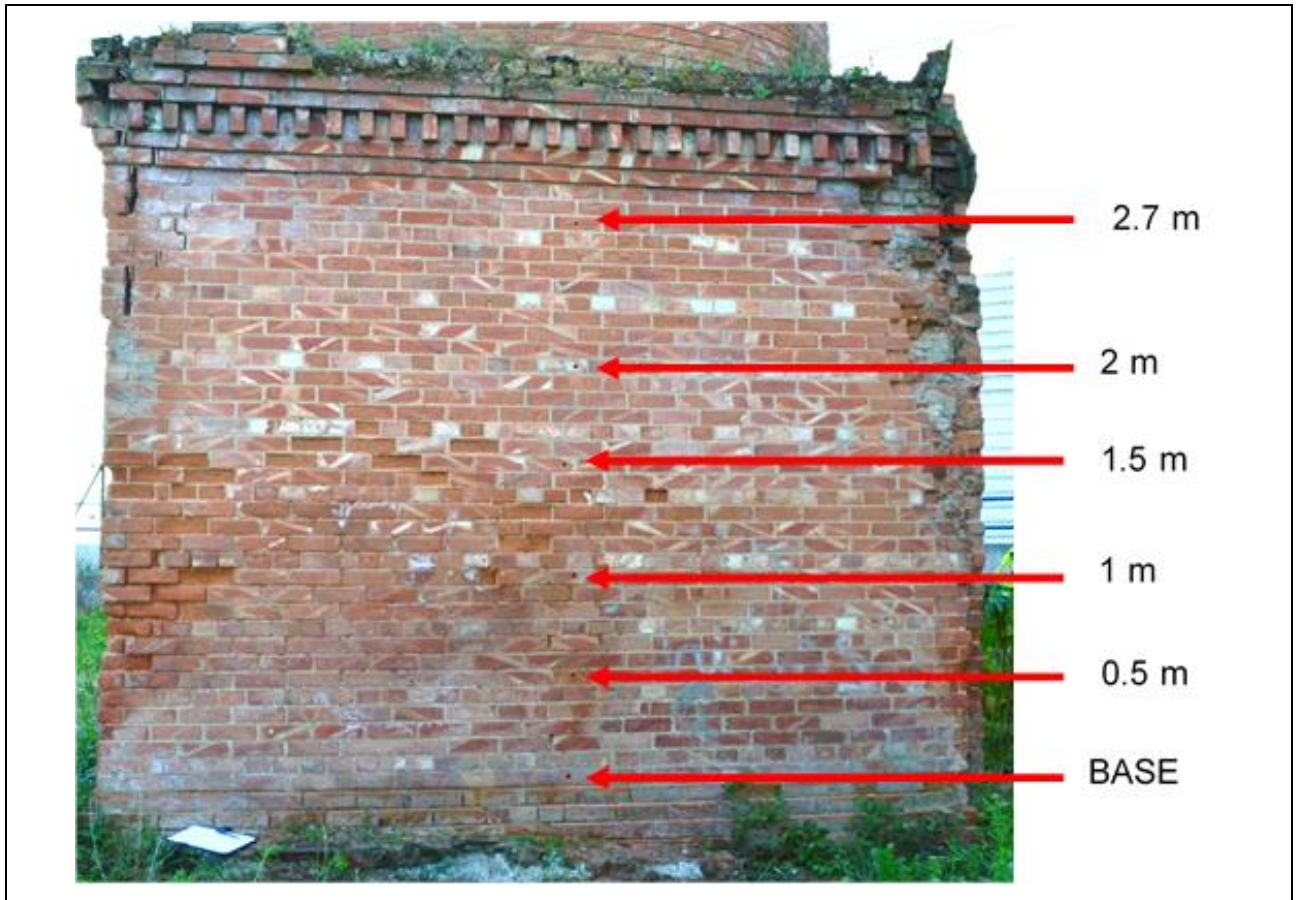


Ficha de diagnóstico e análise de anomalias

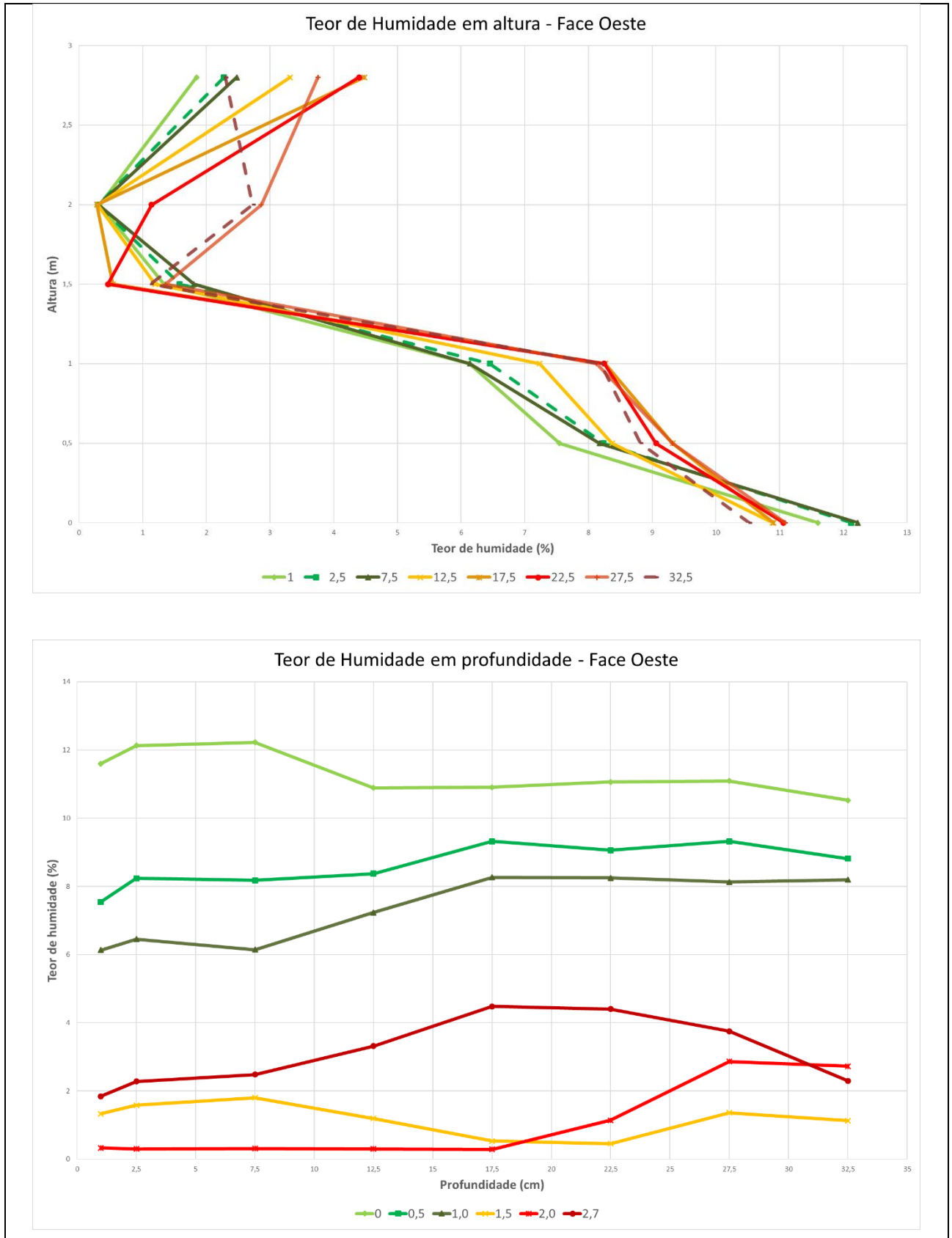


Ficha de diagnóstico e análise de anomalias

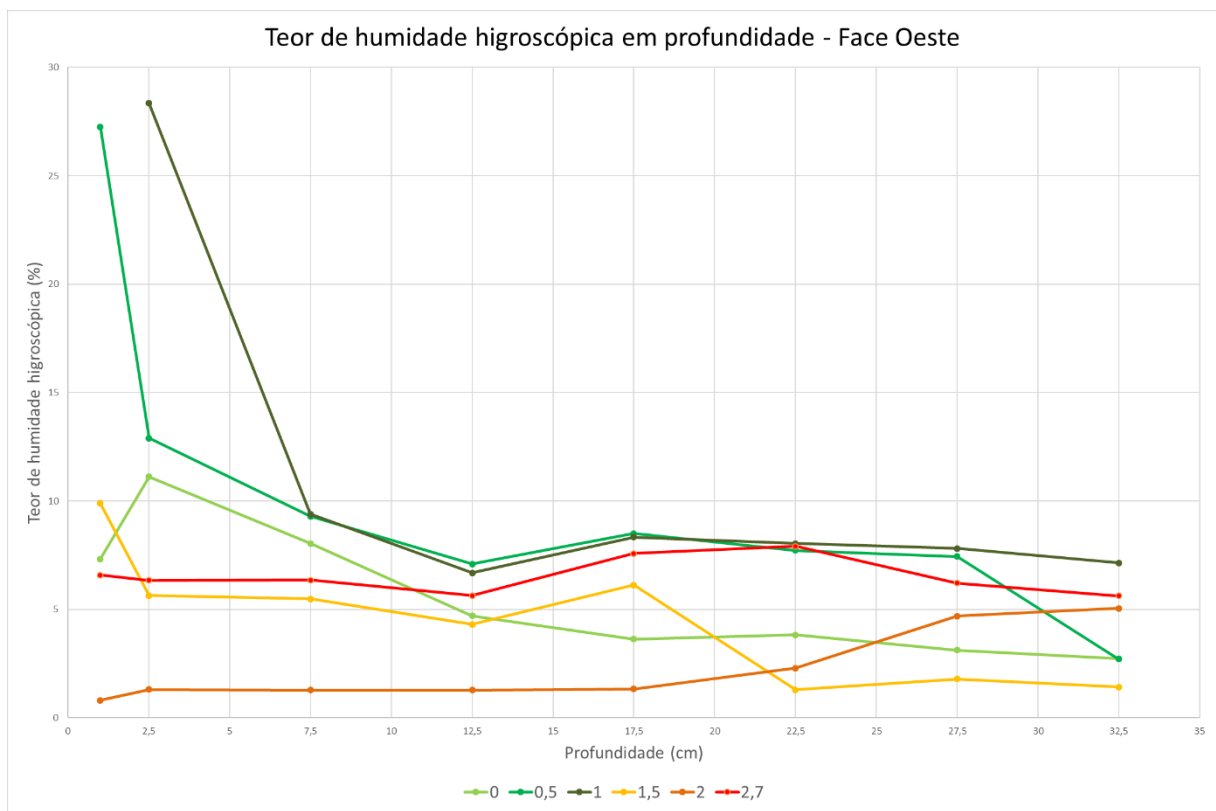
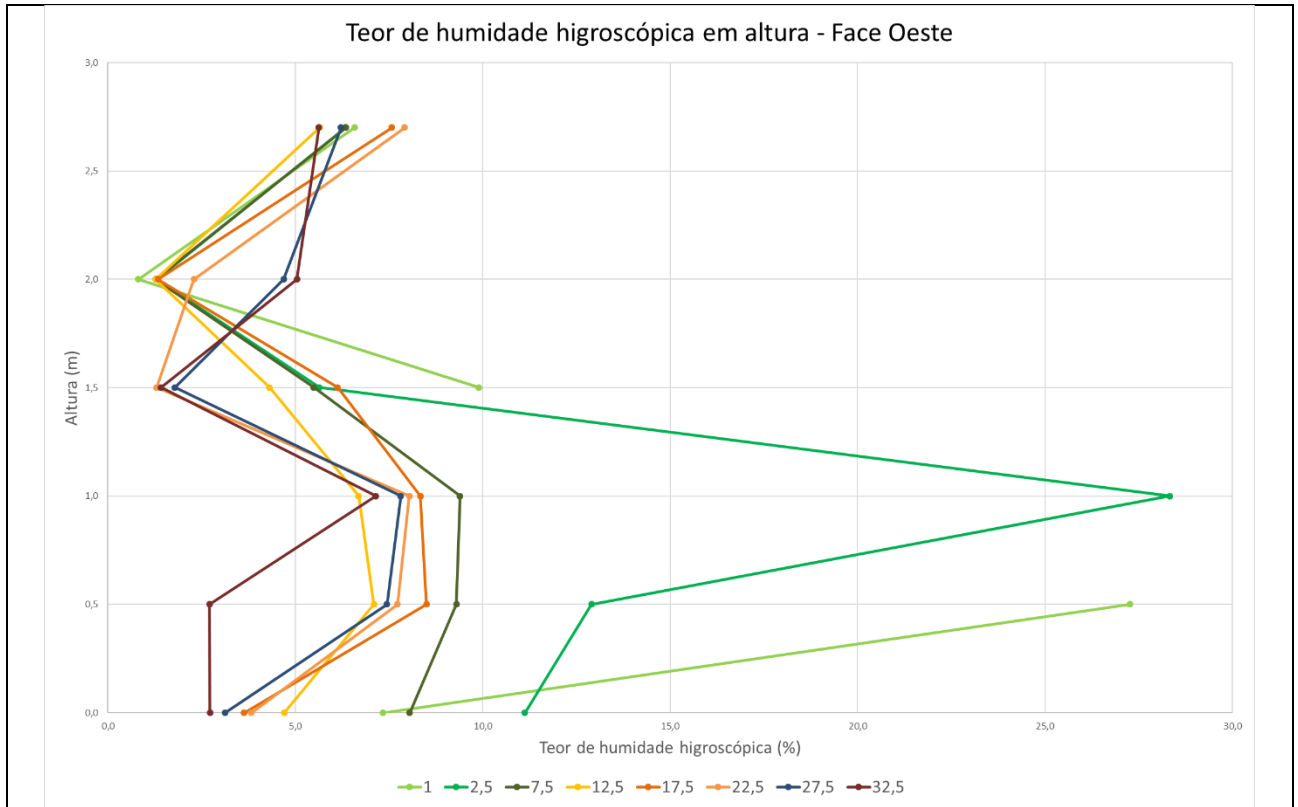
Face Oeste



Ficha de diagnóstico e análise de anomalias

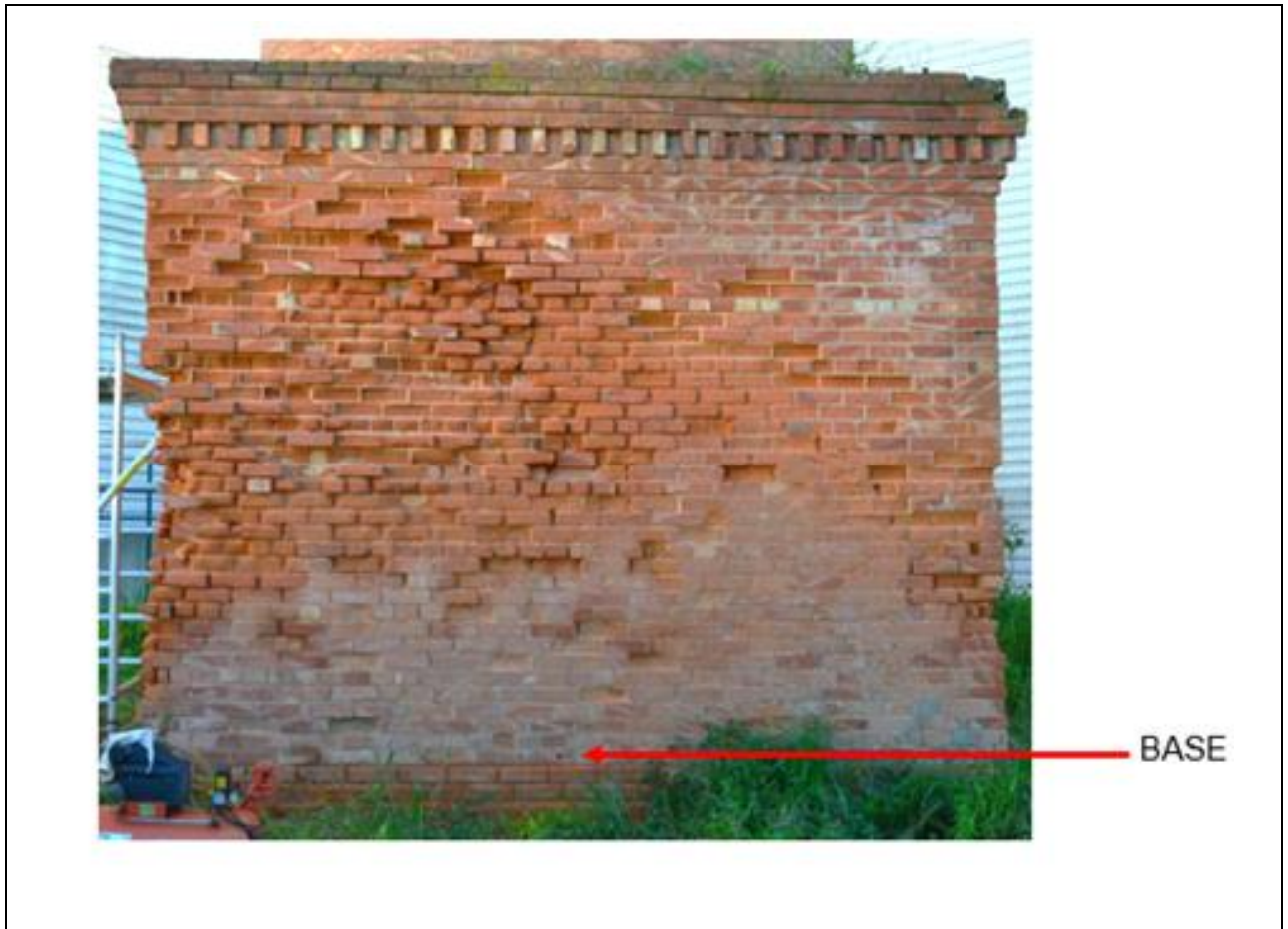


Ficha de diagnóstico e análise de anomalias

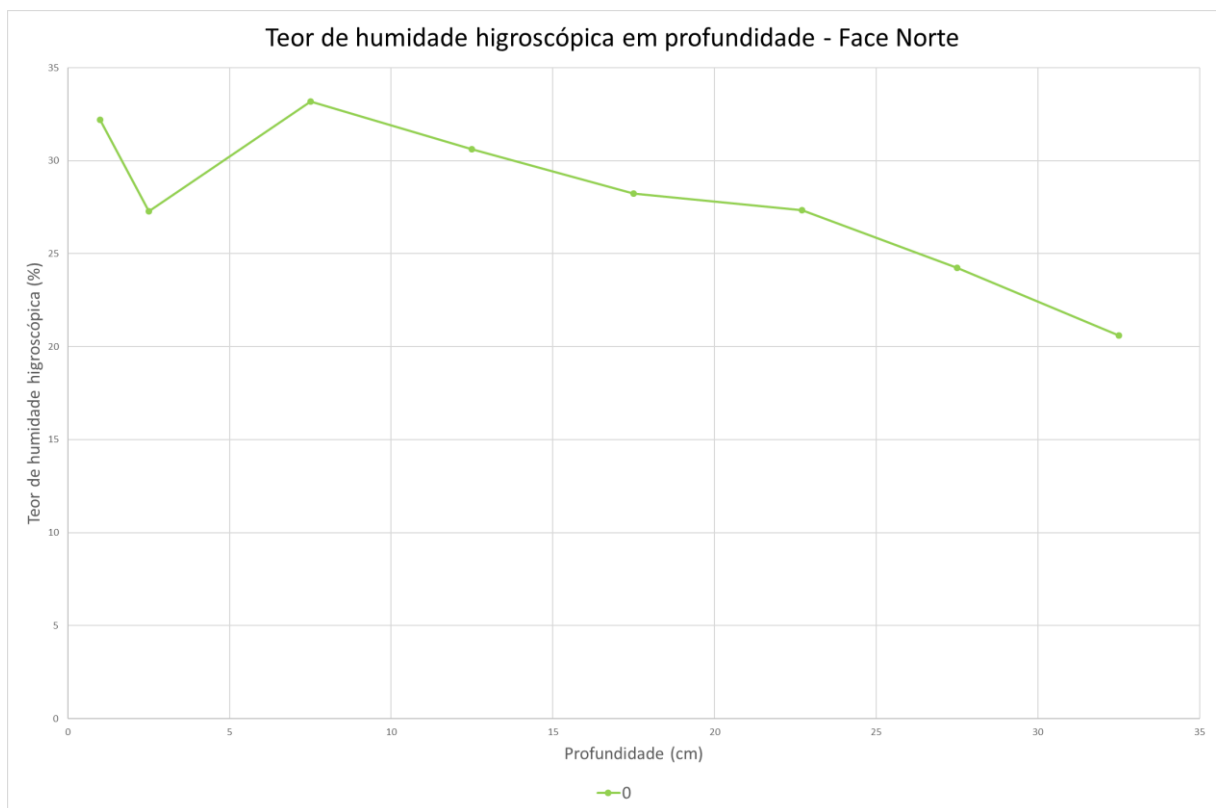
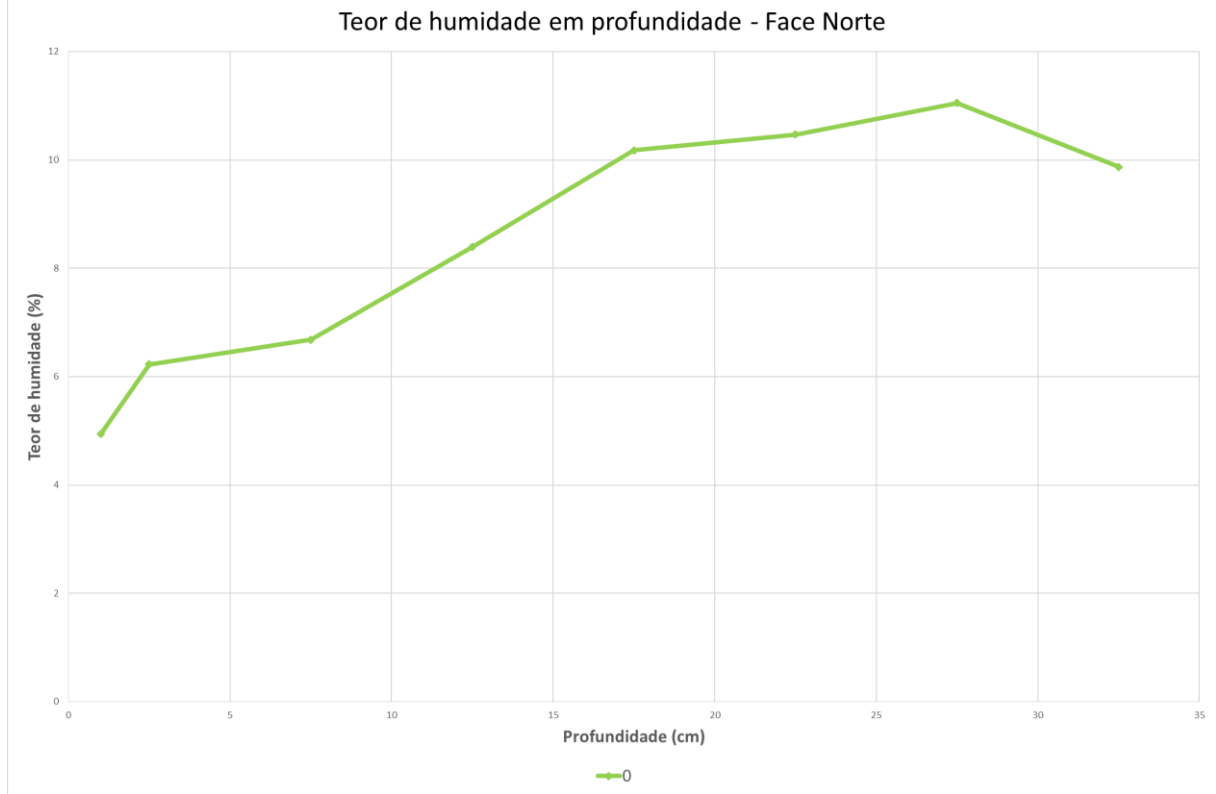


Ficha de diagnóstico e análise de anomalias

Face Norte



Ficha de diagnóstico e análise de anomalias



Ficha de diagnóstico e análise de anomalias

Diagnóstico

O teor de humidade nas amostras recolhidas mostra a existência de ascensão de água por capilaridade. Nas duas faces amostradas, os teores de humidade são bastante elevados junto da base e diminuem em altura.

Em alguns furos realizados na face Este, não foi recolhido material de amostragem, o que pode significar fendas em zonas interiores da parede. Ainda na face Este, apesar do teor de humidade diminuir em altura, é possível detetar que a uma altura de 1.5m, para as profundidades de 30 e 35cm o teor é muito baixo (cerca de 0.5%) e aumenta para uma altura de 2m para as mesmas profundidades.

É também possível observar que para ambas as faces existe um ligeiro aumento do teor de humidade a partir dos 2m de altura. Isto pode dever-se a mau escoamento na parte superior da base.

Em profundidade os teores são constantes.

Recomendações

É recomendável uma investigação acerca do estado atual da alvenaria, como averiguação dos teores de humidade e humidade higroscópica no interior da base, fendas interiores e análise do interior do fuste em altura.

Será necessário realizar um sistema de drenagem na periferia da base, de modo a diminuir a ascensão por capilaridade.

É urgente a tomada de medidas de prevenção no topo da chaminé, prevenindo a potencial queda de material na coroa.

ANEXO C – Caracterização física e mecânica das chaminés industriais de alvenaria de tijolo

Ensaio em Laboratório

Massa Volúmica

Setúbal 1	Massa tijolo + areia (kg)	Massa tijolo (kg)	Massa de areia (kg)	Massa volúmica areia (kg/m ³)	Volume de areia (m ³)	Volume do tijolo (m ³)	Massa volúmica do tijolo (kg/m ³)
S1-1	13,47	1,89	15,36	1529,62	0,01	0,0012	1555,99
S1-2	13,18	1,18	14,36	1529,62	0,01	0,0006	2113,25
S1-3	13,38	1,99	15,37	1529,62	0,01	0,0012	1629,56
S1-4	13,56	2,70	16,26	1529,62	0,01	0,0018	1497,61
S1-5	13,21	2,11	15,32	1529,62	0,01	0,0012	1774,18
S1-6	13,22	2,85	16,07	1529,62	0,01	0,0017	1699,02
Setúbal 2	Massa tijolo + areia (kg)	Massa tijolo (kg)	Massa de areia (kg)	Massa volúmica areia (kg/m ³)	Volume de areia (m ³)	Volume do tijolo (m ³)	Massa volúmica do tijolo (kg/m ³)
S2-1	13,07	2,01	11,06	1529,62	0,01	0,0016	1260,17
S2-2	13,20	1,44	11,76	1529,62	0,01	0,0011	1264,55
Setúbal 3	Massa tijolo + areia (kg)	Massa tijolo (kg)	Massa de areia (kg)	Massa volúmica areia (kg/m ³)	Volume de areia (m ³)	Volume do tijolo (m ³)	Massa volúmica do tijolo (kg/m ³)
S3-1	13,45	2,59	10,86	1529,62	0,01	0,0017	1497,16
S3-2	13,61	1,56	12,05	1529,62	0,01	0,0009	1639,69
Montijo	Massa tijolo + areia (kg)	Massa tijolo (kg)	Massa de areia (kg)	Massa volúmica areia (kg/m ³)	Volume de areia (m ³)	Volume do tijolo (m ³)	Massa volúmica do tijolo (kg/m ³)
M1	13,85	3,15	10,70	1529,62	0,01	0,0018	1721,36
M2	13,69	3,21	10,48	1529,62	0,01	0,0020	1624,96
M3	13,86	3,21	10,65	1529,62	0,01	0,0019	1722,35
M4	13,85	3,15	10,70	1529,62	0,01	0,0018	1717,61
M5	13,80	3,32	10,48	1529,62	0,01	0,0020	1682,21
Arrentela	Massa tijolo + areia (kg)	Massa tijolo (kg)	Massa de areia (kg)	Massa volúmica areia (kg/m ³)	Volume de areia (m ³)	Volume do tijolo (m ³)	Massa volúmica do tijolo (kg/m ³)
Arr1	13,74	2,25	11,49	1529,62	0,01	0,0013	1710,48
Arr2	13,76	1,03	12,73	1529,62	0,01	0,0005	2048,96
Arr3	13,66	1,25	12,41	1529,62	0,01	0,0007	1758,30
Tijolo+ Argamassa	Massa tijolo + areia (kg)	Massa tijolo (kg)	Massa de areia (kg)	Massa volúmica areia (kg/m ³)	Volume de areia (m ³)	Volume do tijolo (m ³)	Massa volúmica do tijolo (kg/m ³)
1	13,87	2,35	11,52	1529,62	0,01	0,0013	1815,18
2	13,39	0,98	12,41	1529,62	0,01	0,0007	1368,31
3	13,78	1,18	12,61	1529,62	0,01	0,0006	2012,91
4	13,97	1,66	12,31	1529,62	0,01	0,0008	2137,41

Alfragide	Massa tijolo + areia (kg)	Massa tijolo (kg)	Massa de areia (kg)	Massa volúmica areia (kg/m ³)	Volume de areia (m ³)	Volume do tijolo (m ³)	Massa volúmica do tijolo (kg/m ³)
Af1	13,95	3,40	10,55	1529,62	0,01	0,0019	1759,37
Af2	13,69	3,57	10,13	1529,62	0,01	0,0022	1617,15
Af3	13,48	2,87	10,61	1529,62	0,01	0,0019	1516,68
Af4	13,54	2,08	11,45	1529,62	0,01	0,0013	1555,17
Af5	13,61	2,92	10,69	1529,62	0,01	0,0018	1587,98

RESUMO

Chaminé	Massa Volúmica (kg/m ³)
Setúbal 1	1664,29
Setúbal 2	1262,36
Setúbal 3	1568,42
Arrentela	1758,29
Arrentela (Tijolo+Argamassa)	1914,04
Montijo	1717,61
Alfragide (Refratário)	1586,16

Condutibilidade Térmica

Chaminé	Amostra	Face	λ [w/m.K]	Média [w/m.K]
Setúbal 1	S1_1	a	0,42	0,40
		b	0,38	
		c	0,39	
	S1_2	a	0,39	0,39
		b	0,32	
		c	0,46	
	S1_3	a	0,33	0,39
		b	0,39	
		c	0,42	
	S1_4	a	0,44	0,40
		b	0,37	
		c	0,38	
	S1_5	a	0,39	0,40
		b	0,48	
		c	0,32	
Chaminé	Amostra	Face	λ [w/m.K]	Média [w/m.K]
Setúbal 2	S2_1	a	0,27	0,34
		b	0,39	
		c	0,33	
	S2_2	a	0,32	0,40
		b	0,43	
		c	0,44	

Chaminé	Amostra	Face	λ [w/m.K]	Média [w/m.K]
Setúbal 3	S3_1	a	0,68	0,62
		b	0,73	
		c	0,46	
	S3_2	a	0,54	0,59
		b	0,59	
		c	0,64	
Chaminé	Amostra	Face	λ [w/m.K]	Média [w/m.K]
Montijo	M_1	a	0,69	0,61
		b	0,55	
		c	0,58	
	M_2	a	0,81	0,68
		b	0,57	
		c	0,63	
	M_3	a	0,56	0,59
		b	0,62	
		c	0,58	
	M_4	a	0,62	0,60
		b	0,52	
		c	0,66	
	M_5	a	0,59	0,61
		b	0,57	
		c	0,66	
Chaminé	Amostra	Face	λ [w/m.K]	Média [w/m.K]
Arrentela	Arr_1	a	0,53	0,58
		b	0,62	
		c	0,59	
	Arr_2	a	0,55	0,52
		b	0,49	
		c	0,51	
Chaminé	Amostra	Face	λ [w/m.K]	Média [w/m.K]
Alfragide	Af_1	a	0,78	0,80
		b	0,82	
		c	0,79	
	Af_2	a	0,69	0,85
		b	0,93	
		c	0,94	
	Af_3	a	1,02	1,02
		b	1,05	
		c	0,98	
	Af_4	a	1,17	1,17
		b	1,22	
		c	1,13	
	Af_5	a	0,97	1,03
		b	1,05	
		c	1,08	

RESUMO

Amostra	λ [w/m.K]
Setúbal 1	0,39
Setúbal 2	0,37
Setúbal 3	0,61
Arrentela	0,55
Montijo	0,62
Alfragide	0,98

Velocidade de Propagação de Ultrassons e Módulo de Elasticidade

Setúbal 1

S1-1								
Ponto	Distancia (mm)	Distância (m)	Tempo μ s	Velocidade (m/s)	V (média) (m/s)	Massa Volúmica (kg/m ³)	E (GPa)	E(média) (GPa)
1	118,97	0,119	79,6	1494,59	1380,44	1555,99	5,56	4,80
2	118,7	0,119	83	1430,12			5,09	
3	118,96	0,119	74,9	1588,25			6,28	
4	66,64	0,066	47,2	1411,86			4,96	
5	66,76	0,067	56,2	1187,90			3,51	
6	68,09	0,068	58,2	1169,93			3,40	
S1-2								
Ponto	Distancia (mm)	Distância (m)	Tempo μ s	Velocidade (m/s)	V (média) (m/s)	Massa Volúmica (kg/m ³)	E (GPa)	E(média) (GPa)
1	110,25	0,110	85,5	1289,47	1160,63	2113,25	5,622	4,60
2	110,03	0,110	89	1236,29			5,16	
3	61,8	0,0618	54,2	1140,22			4,39	
4	60,84	0,061	62,3	976,56			3,22	
S1-3								
Ponto	Distancia (mm)	Distância (m)	Tempo μ s	Velocidade (m/s)	V (média) (m/s)	Massa Volúmica (kg/m ³)	E (GPa)	E(média) (GPa)
1	82,4	0,0824	76,5	1077,12	1327,93	1629,56	3,03	4,82
2	107,85	0,108	61,9	1742,33			7,91	
3	108,4	0,108	93,1	1164,34			3,53	
S1-4								
Ponto	Distancia (mm)	Distância (m)	Tempo μ s	Velocidade (m/s)	V (média) (m/s)	Massa Volúmica (kg/m ³)	E (GPa)	E(média) (GPa)
1	108,27	0,108	111	975,41	1448,23	1497,61	2,28	5,26
2	108,39	0,108	93,4	1160,49			3,23	
3	107,62	0,107	81,5	1320,49			4,18	
4	64,72	0,064	38	1703,16			6,95	
5	64,71	0,064	38,4	1685,16			6,80	
6	64,01	0,064	34,7	1844,67			8,15	

S1-5								
Ponto	Distancia (mm)	Distância (m)	Tempo μ s	Velocidade (m/s)	V (média) (m/s)	Massa Volúmica (kg/m ³)	E (GPa)	E(média) (GPa)
1	111,72	0,112	117,3	952,43	916,36	1774,18	2,58	2,39
2	110,19	0,110	107,7	1023,12			2,97	
3	110,05	0,110	124	887,50			2,24	
4	63,3	0,063	74,6	848,53			2,04	
5	64,04	0,064	70,9	903,24			2,32	
6	63,6	0,064	72	883,33			2,21	

Setúbal 2

S2-1								
Ponto	Distancia (mm)	Distância (m)	Tempo μ s	Velocidade (m/s)	V (média) (m/s)	Massa Volúmica (kg/m ³)	E (GPa)	E(média) (GPa)
1	110,98	0,111	79,50	1395,97	1564,60	1260,17	3,93	5,46
2	111,13	0,111	122,30	908,67			1,66	
3	105,86	0,106	110,00	962,36			1,87	
4	72,17	0,072	38,70	1864,86			7,01	
5	73,05	0,073	34,00	2148,53			9,31	
6	73,12	0,073	34,70	2107,20			8,95	

S2-2								
Ponto	Distancia (mm)	Distância (m)	Tempo μ s	Velocidade (m/s)	V (média) (m/s)	Massa Volúmica (kg/m ³)	E (GPa)	E(média) (GPa)
1	99,38	0,099	76,40	1300,79	1196,03	1264,55	3,42	2,93
2	99,11	0,099	78,00	1270,64			3,27	
3	98,92	0,099	97,30	1016,65			2,09	

Setúbal 3

S3-1								
Ponto	Distancia (mm)	Distância (m)	Tempo μ s	Velocidade (m/s)	V (média) (m/s)	Massa Volúmica (kg/m ³)	E (GPa)	E(média) (GPa)
1	108,13	0,108	89,20	1212,22	1979,73	1497,16	3,52	10,55
2	88,80	0,089	73,60	1206,52			3,49	
3	89,94	0,090	60,30	1491,54			5,33	
4	65,41	0,065	27,20	2404,78			13,85	
5	66,20	0,066	24,40	2713,11			17,63	
6	66,41	0,066	23,30	2850,21			19,46	

S3-3								
Ponto	Distancia (mm)	Distância (m)	Tempo μ s	Velocidade (m/s)	V (média) (m/s)	Massa Volúmica (kg/m ³)	E (GPa)	E(média) (GPa)
1	67,06	0,067	40,40	1659,90	1706,00	1639,69	7,23	7,64
2	66,77	0,067	39,70	1681,86			7,42	
3	68,03	0,068	38,30	1776,24			8,28	

Montijo

M1								
Ponto	Distancia (mm)	Distância (m)	Tempo μ s	Velocidade (m/s)	V (média) (m/s)	Massa Volúmica (kg/m ³)	E (GPa)	E(média) (GPa)
1	116,48	0,116	58,90	1977,58	2494,43	1721,36	10,77	18,31
2	115,18	0,115	68,70	1676,56			7,74	
3	116,45	0,116	61,10	1905,89			10,00	
4	69,42	0,069	220	3155,45			27,42	
5	69,46	0,069	21,20	3276,41			29,57	
6	70,5	0,071	23,70	2974,68			24,37	
M2								
Ponto	Distancia (mm)	Distância (m)	Tempo μ s	Velocidade (m/s)	V (média) (m/s)	Massa Volúmica (kg/m ³)	E (GPa)	E(média) (GPa)
1	116,58	0,117	60,50	1926,94	2186,01	1624,96	9,65	12,72
2	117,23	0,117	68,50	1711,39			7,61	
3	116,85	0,117	60,70	1925,04			9,63	
4	68,12	0,068	27,20	2504,41			16,31	
5	68,32	0,068	27,30	2502,56			16,28	
6	68,48	0,068	26,90	2545,72			16,85	
M3								
Ponto	Distancia (mm)	Distância (m)	Tempo μ s	Velocidade (m/s)	V (média) (m/s)	Massa Volúmica (kg/m ³)	E (GPa)	E(média) (GPa)
1	117,38	0,117	69,20	1696,24	1904,59	1722,35	7,93	10,31
2	117,47	0,117	78,50	1496,43			6,17	
3	117,58	0,118	75,20	1563,56			6,74	
4	68,31	0,068	29,10	2347,42			15,19	
5	67,87	0,068	33,40	2032,04			11,38	
6	67,38	0,067	29,40	2291,84			14,47	
M4								
Ponto	Distancia (mm)	Distância (m)	Tempo μ s	Velocidade (m/s)	V (média) (m/s)	Massa Volúmica (kg/m ³)	E (GPa)	E(média) (GPa)
1	116,14	0,116	80	1451,75	1825,69	1717,61	5,79	9,31
2	117,43	0,117	71,2	1649,29			7,48	
3	117,44	0,117	65,9	1782,09			8,73	
4	68,55	0,069	33,1	2070,99			11,79	
5	68,6	0,069	36,8	1864,13			9,55	
6	68,99	0,069	32,3	2135,91			12,54	

M5								
Ponto	Distancia (mm)	Distância (m)	Tempo μ s	Velocidade (m/s)	V (média) (m/s)	Massa Volúmica (kg/m ³)	E (GPa)	E(média) (GPa)
1	116,03	0,116	59,30	1956,66	2092,28	1682,21	10,30	12,30
2	115,38	0,115	88,20	1308,16			4,61	
3	116,37	0,116	63,30	1838,39			9,09	
4	70,68	0,071	27,70	2551,62			17,52	
5	71,29	0,071	29,30	2433,11			15,93	
6	72	0,072	29,20	2465,75			16,36	

Arrentela

Arr-1								
Ponto	Distancia (mm)	Distância (m)	Tempo μ s	Velocidade (m/s)	V (média) (m/s)	Massa Volúmica (kg/m ³)	E (GPa)	E(média) (GPa)
1	84,46	0,084	32,50	2598,77	2267,01	1710,48	18,48	14,18
2	83,22	0,083	40,70	2044,72			11,44	
3	81,45	0,081	34,00	2395,59			15,71	
4	109,90	0,110	51,60	2129,84			12,41	
5	108,09	0,108	49,90	2166,13			12,84	

Arr-2								
Ponto	Distancia (mm)	Distância (m)	Tempo μ s	Velocidade (m/s)	V (média) (m/s)	Massa Volúmica (kg/m ³)	E (GPa)	E(média) (GPa)
1	68,72	0,069	48,90	1405,32	1261,32	2048,96	6,47	5,25
2	68,24	0,068	56,50	1207,79			4,78	
3	68,26	0,068	58,30	1170,84			4,49	

Arr-3								
Ponto	Distancia (mm)	Distância (m)	Tempo μ s	Velocidade (m/s)	V (média) (m/s)	Massa Volúmica (kg/m ³)	E (GPa)	E(média) (GPa)
1	62,26	0,062	44,60	1395,96	1382,10	1758,30	5,48	5,38
2	62,35	0,062	44,30	1407,45			5,57	
3	62,31	0,062	46,40	1342,89			5,07	

Tijolos+Argamassa								
P. 1	Distancia (mm)	Distância (m)	Tempo μ s	Velocidade (m/s)	V (média) (m/s)	Massa Volúmica (kg/m ³)	E (GPa)	E(média) (GPa)
1	182,40	0,182	106,20	1717,51	2055,37	1815,18	8,57	12,96
2	175,39	0,175	103,10	1701,16			8,40	
3	150,01	0,150	54,60	2747,44			21,92	
P. 2	Distancia (mm)	Distância (m)	Tempo μ s	Velocidade (m/s)	V (média) (m/s)	Massa Volúmica (kg/m ³)	E (GPa)	E(média) (GPa)
1	96,60	0,097	54,90	1759,56	1715,67	1368,31	6,78	6,45
2	98,30	0,098	58,80	1671,77			6,12	

Tijolos+Argamassa								
P.3	Distancia (mm)	Distância (m)	Tempo μ s	Velocidade (m/s)	V (média) (m/s)	Massa Volúmica (kg/m ³)	E (GPa)	E(média) (GPa)
1	121,30	0,121	61,20	1982,03	2361,83	2012,91	12,65	15,31
2	105,81	0,106	44,80	2361,83			17,97	
P.4	Distancia (mm)	Distância (m)	Tempo μ s	Velocidade (m/s)	V (média) (m/s)	Massa Volúmica (kg/m ³)	E (GPa)	E(média) (GPa)
1	83,13	0,083	37,90	2193,40	2196,57	2137,41	16,45	16,50
2	83,59	0,084	38,00	2199,74			16,55	

Alfragide

Af-1								
Ponto	Distancia (mm)	Distância (m)	Tempo μ s	Velocidade (m/s)	V (média) (m/s)	Massa Volúmica (kg/m ³)	E (GPa)	E(média) (GPa)
1	111,27	0,111	54,10	2056,75	2296,11	1759,37	11,91	15,01
2	112,01	0,112	50,80	2204,92			13,69	
3	111,66	0,112	54,00	2067,78			12,04	
4	68,31	0,068	31,20	2189,42			13,49	
5	68,48	0,068	25,70	2664,59			19,99	
6	68,46	0,068	26,40	2593,18			18,93	
Af-2								
Ponto	Distancia (mm)	Distância (m)	Tempo μ s	Velocidade (m/s)	V (média) (m/s)	Massa Volúmica (kg/m ³)	E (GPa)	E(média) (GPa)
1	110,65	0,111	41,20	2685,68	2537,56	1617,15	18,66	16,76
2	110,77	0,111	44,30	2500,45			16,18	
3	110,87	0,111	49,60	2235,28			12,93	
4	70,56	0,071	24,70	2856,68			21,12	
5	70,59	0,071	28,70	2459,58			15,65	
6	70,65	0,071	28,40	2487,68			16,01	
Af-3								
Ponto	Distancia (mm)	Distância (m)	Tempo μ s	Velocidade (m/s)	V (média) (m/s)	Massa Volúmica (kg/m ³)	E (GPa)	E(média) (GPa)
1	112,15	0,112	43,00	2608,14	2716,65	1516,68	16,51	18,55
2	113,29	0,113	46,90	2415,57			14,16	
3	112,78	0,113	62,60	1801,60			7,88	
4	69,57	0,070	23,60	2947,88			21,09	
5	68,81	0,069	21,30	3230,52			25,33	
6	69,22	0,069	21,00	3296,19			26,37	

RESUMO

Amostra	Velocidade (m/s)	Módulo de Elasticidade (GPa)
Setúbal 1	1243,86	4,38
S1-1	1380,44	4,80
S1-2	1160,64	4,60
S1-3	1327,93	4,82
S1-4	1448,23	5,27
S1-5	916,36	2,39
Setubal 2	1441,74	4,19
S2-1	1564,60	5,46
S2-2	1196,03	2,93
Setúbal 3	1888,49	9,09
S3-1	1979,73	10,55
S3-2	1706,00	7,64
Arrentela	1751,39	8,27
Arr-1	2267,01	14,18
Arr-2	1261,32	5,25
Arr-3	1382,10	5,38
T+A	2037,16	12,81
T+A_1	2055,37	12,96
T+A_2	1715,67	6,45
T+A_3	2361,83	15,31
T+A_4	2196,57	16,50
Montijo	2100,60	12,59
M1	2494,43	18,31
M2	2186,01	12,72
M3	1904,59	10,31
M4	1825,70	9,31
M5	2092,28	12,30
Alfragide	2516,77	16,77
Af1	2296,11	15,01
Af2	2537,56	16,76
Af3	2716,65	18,55

Resistência à tração por flexão

Amostra	velocidade do ensaio (mm/s)	Força máxima (N)	Distância entre apoios (mm)	b (mm)	d (mm)	Rt (N/mm ²)
Setubal 1						0,21
S1_2	0,2	869,3	147,5	70	110	0,23
S1_4	0,2	885,5	147,5	70	110	0,23
S1_5	0,2	701,4	147,5	70	110	0,18
Setubal 2						0,22
S2_1	0,2	824,2	147,5	70	110	0,22
S2_2	0,2	885,5	147,5	70	110	0,23
Setubal 3						2,58
S3_1	0,2	8525	147,5	70	110	2,23
S3_2	0,2	11203	147,5	70	110	2,93
Montijo						2,09
M1	0,2	8365,32	147,5	70	110	2,19
M2	0,2	7567	147,5	70	110	1,98
M3	0,2	7224,3	147,5	70	110	1,89
M4	0,2	7892,8	147,5	70	110	2,06
M5	0,2	9066,2	147,5	70	110	2,37
Alfragide						2,03
Af1	0,2	14765,2	147,5	70	110	3,86
Af2	0,2	9913,1	147,5	70	110	2,59
Af3	0,2	10446,3	147,5	70	110	2,73
Af4	0,2	2044,3	147,5	70	110	0,53
Af5	0,2	1593,5	147,5	70	110	0,42

Resistência à compressão

Amostra	Área de contato (m ²)	Carga aplicada (kN/s)	Carga de rotura (kN)	Rc (Mpa)
Setubal 1				5,91
S1_1	0,015	4	77	5,09
S1-2	0,012	4	75	6,20
S1_3	0,011	4	70	6,43
Setubal 2				6,09
S2-1	0,015	4	78	5,10
S2-_2	0,011	4	80	7,07
Setubal 3				15,90
S3-2	0,009	4	135	15,08
S3-1	0,009	4	152	16,71
Arrentela	0,015	4	213	14,42

Amostra	Área de contato (m ²)	Carga aplicada (kN/s)	Carga de rotura (KN)	Rc (Mpa)
Montijo				20,70
M1-2	0,012	4	203	16,25
M2-2	0,014	4	309	22,21
M3-2	0,014	4	270	19,11
M4_2	0,014	4	302	21,58
M5-2	0,012	4	303	24,36
Alfragide				19,54
Af1-2	0,013	4	243	18,70
Af4-2	0,015	4	418	27,54
Af5-1	0,012	4	293	23,52
Af6-2	0,013	4	244	19,49
Af7-2	0,014	4	187	13,57

Ensaio *In Situ*

Resistência Superficial por esclerómetro pendular

Chaminé 1

Face	Altura	Resistência (Vickers)	Tijolos Bons (Vickers)	Média (Vickers)	Tijolos Maus (Vickers)	Média (Vickers)
Este	Base	100			100	86,33
		80			80	
		85			85	
		90			90	
		68			68	
		95			95	
	1m	80			80	84,5
		96			96	
		88			88	
		76			76	
		102			102	
		65			65	
	1,5m	80			80	79,17
		72			72	
		79			79	
		98			98	
		77			77	
		69			69	
Sul	Base	115	115	117	80	80
		118	118			
		126	126			
		114	114			
		112	112			
		80				
	1m	122	122	121,5	50	50
		120	120			
		124	124			
		50				
		120	120			
		116	116			
	1,5m	110	110	116,67		79,67
		122	122			
		118	118			
		80			80	
		77			77	
		82			82	

Face	Altura	Resistência (Vickers)	Tijolos Bons (Vickers)	Média (Vickers)	Tijolos Maus (Vickers)	Média (Vickers)
Norte	Base	119	119	120,25		89
		115	115			
		125	125			
		122	122			
		88			88	
		90			90	
	1m	60		109,67	60	74
		88			88	
		102	102			
		109	109			
		118	118			
		115	115			
	1,5m	60		110	60	77,5
		68			68	
		85			85	
97			97			
110		110				
108		108				
Oeste	Base	115	115	119,5		95
		95			95	
		125	125			
		120	120			
		118	118			
		115	115			
	1m	110	110	112,25		90
		115	115			
		90			90	
		112	112			
		112	112			
		116	116			
	1,5 m	122	122	123,4		-
		125	125			
		128	128			
		118	118			
		124	124			
		110	110			

Chaminé 2

Face	Altura	Resistência (Vickers)	Tijolos Bons (Vickers)	Média (Vickers)	Tijolos Maus (Vickers)	Média (Vickers)
Este	Base	126	126	122,33		
		124	124			
		122	122			
		122	122			
		121	121			
		119	119			
	1m	119	119	121,67		
		122	122			
		125	125			
		124	124			
		112	112			
		128	128			
	1,5m	115	115	123,6		
		125	125			
		129	124			
		128	128			
		126	126			
		-	-			
Sul	Base	128	128	122,167		
		125	125			
		121	121			
		118	118			
		115	115			
		126	126			
	1m	124	124	122,75		85,5
		81			81	
		119	119			
		126	126			
		90			90	
		122	122			
	1,5m	81		129	81	79
		79			79	
		82			82	
		129	129			
		74			74	
		-			-	

Face	Altura	Resistência (Vickers)	Tijolos Bons (Vickers)	Média (Vickers)	Tijolos Maus (Vickers)	Média (Vickers)
Norte	Base	81		122,6	81	81
		122	122			
		120	120			
		118	118			
		126	126			
		127	127			
	1m	119	119	127		
		129	129			
		132	132			
		125	125			
		127	127			
		130	130			
	1,5m	120	120	123,6666667		80
		82			82	
		128	128			
		78			78	
		123	123			
		-				
Oeste	Base	125	125	125,2		84
		126	126			
		129	129			
		118	118			
		84			84	
		128	128			
	1m	82		124,75	82	82,5
		126	126			
		126	126			
		83			83	
		125	125			
		122	122			
	1,5 m	81		127	81	81
		83			83	
		128	128			
		79			79	
		126	126			
		-				

Ensaio de choque de esfera

Chaminé 1

Face	Altura	Diâmetro da moça (mm)
Este	Base	
	1m	
Sul	Base	12,29
		12,32
		14,74
		10,07
	1m	9,45
		10,56
		10,26
Norte	Base	11,58
		12,7
		11,5
	1m	12,16
		13,16
		12,92
Oeste	Base	
		10,51
	1m	11,21

Ensaio de absorção de água sob baixa pressão

Chaminé 1

Tubo	ml	min	Água absorvida (ml/cm ²)	Água absorvida (kg/m ²)	Ca (kg/(m ² *min ^{0,5}))	Ca (kg/(m ² *min ^{0,5})) Média
1	1	8,50	0,18	1,75	0,60	0,87
	2	19,28	0,35	3,51	0,80	
	3	29,30	0,53	5,26	0,97	
	4	40,21	0,70	7,02	1,10	
2	1	6,09	0,18	1,75	0,71	1,01
	2	14,02	0,35	3,51	0,93	
	3	22,34	0,53	5,26	1,11	
	4	30,02	0,70	7,02	1,28	
3	1	1,59	0,18	1,75	1,39	1,71
	2	5,00	0,35	3,51	1,56	
	3	8,10	0,53	5,26	1,84	
	4	11,55	0,70	7,02	2,06	
4	1	7,40	0,18	1,75	0,64	0,89
	2	18,16	0,35	3,51	0,82	
	3	28,22	0,53	5,26	0,99	
	4	39,01	0,70	7,02	1,12	
5	1	6,32	0,18	1,75	0,69	0,94
	2	16,58	0,35	3,51	0,86	
	3	25,67	0,53	5,26	1,03	
	4	36,56	0,70	7,02	1,16	
6	1	5,90	0,18	1,75	0,72	0,97
	2	15,62	0,35	3,51	0,88	
	3	24,03	0,53	5,26	1,07	
	4	33,21	0,70	7,02	1,21	

Coesão superficial

Chaminé 1

Face Norte				
Ponto	Peso inicial (g)	Peso Final (g)	Massa de Tijolo (g)	Média (g)
1	0,213	-	-	0,339
2		-	-	
3		-	-	
4		-	-	
5		-	-	
6		0,552	0,339	
7		0,512	0,512	
8		0,31	0,097	
9		0,303	0,09	
10		0,655	0,442	
Face Este				
Ponto	Peso inicial (g)	Peso Final (g)	Massa de Tijolo (g)	Média (g)
1	0,213	-	-	0,378
2		-	-	
3		-	-	
4		-	-	
5		-	-	
6		0,367	0,154	
7		0,591	0,378	
8		0,663	0,45	
9		0,556	0,343	
10		0,652	0,439	
Face Sul				
Ponto	Peso inicial (g)	Peso Final (g)	Massa de Tijolo (g)	Média (g)
1	0,213	-	-	0,06
2		-	-	
3		-	-	
4		-	-	
5		-	-	
6		0,281	0,068	
7		0,273	0,06	
8		0,28	0,067	
9		0,254	0,041	
10		0,26	0,047	

Face Oeste				
Ponto	Peso inicial (g)	Peso Final (g)	Massa de Tijolo (g)	Média (g)
1	0,213	-	-	0,124
2		-	-	
3		-	-	
4		-	-	
5		-	-	
6		0,264	0,051	
7		0,481	0,268	
8		0,534	0,321	
9		0,321	0,108	
10		0,337	0,124	

Chaminé 2

Face Norte				
Ponto	Peso inicial (g)	Peso Final (g)	Massa de Tijolo (g)	Média (g)
1		-		0,032
2		-		
3		-		
4		-		
5		-		
6	0,213	0,221	0,008	
7	0,213	0,245	0,032	
8	0,213	0,215	0,002	
9	0,213	0,474	0,261	
10	0,213	0,333	0,12	

Face Este				
Ponto	Peso inicial (g)	Peso Final (g)	Massa de Tijolo (g)	Média (g)
1		-		0,054
2		-		
3		-		
4		-		
5		-		
6	0,213	0,231	0,018	
7	0,213	0,215	0,002	
8	0,213	0,321	0,108	
9	0,213	0,267	0,054	
10	0,213	0,273	0,06	

Face Sul				
Ponto	Peso inicial (g)	Peso Final (g)	Massa de Tijolo (g)	Média (g)
1		-		0,022
2		-		
3		-		
4		-		
5		-		
6	0,213	0,235	0,022	
7	0,213	0,224	0,011	
8	0,213	0,264	0,051	
9	0,213	0,271	0,058	
10	0,213	0,233	0,02	
Face Oeste				
Ponto	Peso inicial (g)	Peso Final (g)	Massa de Tijolo (g)	Média (g)
1		-		0,111
2		-		
3		-		
4		-		
5		-		
6	0,213	0,326	0,113	
7	0,213	0,225	0,012	
8	0,213	0,352	0,139	
9	0,213	0,24	0,027	
10	0,213	0,324	0,111	

Velocidade de Propagação de Ultrassons e Módulo de Elasticidade

Chaminé 1

OESTE						
Altura	Distância (m)	Tempo (μ s)	Velocidade (m/s)	V média (m/s)	E (GPa)	E(média)
Base	0,120	125,90	953,14	850,03	2,33	1,88
	0,242	253,30	955,39		2,34	
	0,363	487,60	744,46		1,42	
1,5	0,120	139,70	858,98		1,89	
	0,242	265,40	911,83		2,13	
	0,363	536,70	676,36		1,17	

NORTE						
Altura	Distância (m)	Tempo (μ s)	Velocidade (m/s)	V (média)	E	E(média)
Base	0,120	161,60	742,58	762,67	1,41	1,55
	0,242	382,80	632,18		1,02	
	0,363	682,30	532,02		0,72	
1,5	0,062	60,60	1 023,10		2,68	
	0,125	145,90	856,75		1,87	
	0,184	233,10	789,36		1,59	

ESTE						
Altura	Distância (m)	Tempo (μ s)	Velocidade (m/s)	V (média)	E	E(média)
Base	0,120	154,20	778,21	658,29	1,55	1,19
	0,242	404,30	598,57		0,92	
	0,363	469,10	773,83		1,53	
1,5	0,120	150,70	796,28		1,62	
	0,242	346,30	698,82		1,25	
	0,363	1 193,90	304,05		0,24	

SUL						
Altura	Distância (m)	Tempo (μ s)	Velocidade (m/s)	V (média)	E	E(média)
Base	0,120	117,90	1017,81	915,71	2,65	2,16
	0,242	275,10	879,68		1,98	
	0,363	419,30	865,73		1,92	
1,5	0,120	119,20	1006,71		2,59	
	0,242	267,70	903,99		2,09	
	0,363	442,50	820,34		1,72	

OESTE						
Ensaio em:	Distância (m)	Tempo (μ s)	Velocidade (m/s)	V (m/s) média	E (GPa)	Emédia (GPa)
Tijolo Bom	0,135	193,80	698,92	748,68	1,25	1,43
		172,10	787,04		1,58	
		178,20	760,10		1,47	
Tijolo Mau	0,135	274,80	492,90	489,39	0,62	0,61
		297,10	455,91		0,53	
		260,80	519,36		0,69	

NORTE						
Ensaio em:	Distância (m)	Tempo (μ s)	Velocidade (m/s)	V (m/s) média	E (GPa)	Emédia (GPa)
Tijolo Bom	0,135	129,20	1 048,37	1 128,71	2,81	3,27
		122,30	1 107,52		3,14	
		110,10	1 230,24		3,87	
Tijolo Mau	0,135	170,90	792,56	786,01	1,60	1,58
		172,30	786,12		1,58	
		173,80	779,34		1,55	

ESTE						
Ensaio em:	Distância (m)	Tempo (μ s)	Velocidade (m/s)	V (m/s) média	E (GPa)	Emédia (GPa)
Tijolo Bom	0,135	114,70	1 180,91	1 166,05	3,57	3,48
		124,10	1 091,46		3,04	
		110,50	1 225,79		3,84	
Tijolo Mau	0,135	210,10	644,69	667,42	1,06	1,14
		206,90	654,66		1,09	
		192,70	702,90		1,26	

SUL						
Ensaio em:	Distância (m)	Tempo (μ s)	Velocidade (m/s)	V (m/s) média	E (GPa)	Emédia (GPa)
Tijolo Bom	0,135	126,60	1069,91	1089,01	2,93	3,03
		123,80	1094,10		3,06	
		122,80	1103,01		3,11	
Tijolo Mau	0,135	171,90	787,95	784,33	1,58	1,57
		172,30	786,12		1,58	
		173,90	778,89		1,55	

Chaminé 2

OESTE						
Altura	Distância (m)	Tempo (μs)	Velocidade (m/s)	V (média)	E	E(média)
Base	0,120	98,90	1213,35	1079,69	3,77	3,02
	0,245	251,30	974,93		2,43	
	0,380	431,50	880,65		1,99	
Fuste	0,125	103,20	1211,24		3,76	
	0,235	208,00	1129,81		3,27	
	0,365	341,70	1068,19		2,92	

NORTE						
Altura	Distância (m)	Tempo (μs)	Velocidade (m/s)	V (média)	E	E(média)
Base	0,120	89,40	1342,28	1084,56	4,61	3,05
	0,245	225,40	1086,96		3,02	
	0,380	359,60	1056,73		2,86	
Fuste	0,125	119,80	1043,41		2,79	
	0,235	238,50	985,32		2,49	
	0,365	367,70	992,66		2,52	

ESTE						
Altura	Distância (m)	Tempo (μs)	Velocidade (m/s)	V (média)	E	E(média)
Base	0,120	108,20	1109,06	941,27	3,15	2,31
	0,245	235,30	1041,22		2,78	
	0,380	468,70	810,75		1,68	
Fuste	0,125	120,60	1036,48		2,75	
	0,235	289,20	812,59		1,69	
	0,365	435,80	837,54		1,80	

SUL						
Altura	Distância (m)	Tempo (μs)	Velocidade (m/s)	V (média)	E	E(média)
Base	0,120	134,90	889,55	893,54	2,03	2,06
	0,245	290,80	842,50		1,82	
	0,380	415,70	914,12		2,14	
Fuste	0,125	126,40	988,92		2,50	
	0,235	312,60	751,76		1,45	
	0,365	374,60	974,37		2,43	

OESTE						
Ensaio em:	Distância (m)	Tempo (μ s)	Velocidade (m/s)	V (m/s) média	E (GPa)	Emédia (GPa)
Tijolo Bom	0,137	97,20	1409,46	1426,29	5,08	5,21
		94,50	1449,73		5,38	
		96,50	1419,68		5,15	
Tijolo Mau	0,137	107,80	1270,87	1235,11	4,13	3,91
		117,50	1165,95		3,48	
		108,00	1268,51		4,1	

NORTE						
Ensaio em:	Distância (m)	Tempo (μ s)	Velocidade (m/s)	V (m/s) média	E (GPa)	Emédia (GPa)
Tijolo Bom	0,137	135,40	1011,82	1004,43	2,62	2,58
		137,30	997,81		2,54	
		136,50	1003,66		2,57	
Tijolo Mau	0,137	126,80	1080,44	1081,01	2,98	2,99
		126,60	1082,14		2,99	
		126,80	1080,44		2,98	

ESTE						
Ensaio em:	Distância (m)	Tempo (μ s)	Velocidade (m/s)	V (m/s) média	E (GPa)	Emédia (GPa)
Tijolo Bom	0,137	120,30	1138,82	1169,86	3,320	3,51
		113,90	1202,81		3,70	
		117,30	1167,95		3,49	
Tijolo Mau	0,137	136,40	1004,39	1004,23	2,58	2,58
		137,90	993,47		2,52	
		135,00	1014,82		2,63	

SUL						
Ensaio em:	Distância (m)	Tempo (μ s)	Velocidade (m/s)	V (m/s) média	E (GPa)	Emédia (GPa)
Tijolo Bom	0,137	113,10	1211,32	1202,16	3,75	3,69
		114,90	1192,34		3,63	
		113,90	1202,81		3,71	
Tijolo Mau	0,137	135,70	1009,58	986,67	2,61	2,49
		146,90	932,61		2,23	
		134,60	1017,83		2,65	

RESUMO

		Velocidade de propagação		
		Alvenaria	Tijolo bom	Tijolo Mau
Chaminé 1	ESTE	658,29	1166,05	667,42
	SUL	915,71	1089,01	784,33
	NORTE	762,67	1128,71	786,01
	OESTE	850,03	748,69	489,39
Chaminé 2	ESTE	941,27	1169,86	1004,23
	SUL	893,54	1202,16	986,67
	NORTE	1084,56	1004,43	1081,01
	OESTE	1079,69	1426,30	1235,12

		Módulo de Elasticidade		
		Alvenaria	Tijolo bom	Tijolo Mau
Chaminé 1	ESTE	1,185	3,4888	1,1420
	SUL	2,160	3,0365	1,5749
	NORTE	1,552	3,2761	1,5817
	OESTE	1,878	1,4384	0,6149
Chaminé 2	ESTE	2,307	3,5053	2,5819
	SUL	2,060	3,6998	2,4960
	NORTE	3,048	2,5828	2,9916
	OESTE	3,022	5,2086	3,9114

ANEXO D – Projeto original Mundet & Cia Lda

