

Organizers:



REHABEND 2016

Euro-American Congress

CONSTRUCTION PATHOLOGY, REHABILITATION TECHNOLOGY AND HERITAGE MANAGEMENT

Burgos (Spain) - May 24th-27th, 2016

Sponsor entities:



REHABEND 2016

**CONSTRUCTION PATHOLOGY, REHABILITATION TECHNOLOGY AND
HERITAGE MANAGEMENT**

(6th REHABEND Congress)

Burgos (Spain), May 24th-27th, 2016

PERMANENT SECRETARIAT:

UNIVERSITY OF CANTABRIA

Civil Engineering School

Department of Structural and Mechanical Engineering

Building Technology R&D Group (GTED-UC)

Avenue Los Castros s/n 39005 SANTANDER (SPAIN)

Tel: +34 942 201 738 (43)

Fax: +34 942 201 747

E-mail: rehabend@unican.es

www.rehabend.unican.es

REHABEND 2016

ORGANIZED BY:



UNIVERSITY OF CANTABRIA (SPAIN)
www.unican.es // www.gted.unican.es



UNIVERSITY OF BURGOS (SPAIN)
www.ubu.es

CO-ORGANIZERS ENTITIES:



UNIV. ARGENTINA JOHN F. KENNEDY (ARGENTINA)



UNIV. ESTADUAL PAULISTA "JÚLIO DE MESQUIDA FILHO" (BRAZIL)



UNIVERSIDAD AUSTRAL (CHILE)



TECNALIA (SPAIN)



UNIVERSIDAD DEL PAÍS VASCO (SPAIN)



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE CATALUÑA (SPAIN)



POLITÉCNICO DI BARI (ITALY)



UNIV. MICHOACANA SAN NICOLÁS HIDALGO (MEXICO)



UNIV. NACIONAL AUTÓNOMA (MEXICO)



PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA (PERU)



UNIVERSIDADE DE AVEIRO (PORTUGAL)



UNIV. DE LA REPÚBLICA (URUGUAY)



UNIVERSITY OF MIAMI (USA)

CONFERENCE CHAIRMEN:

LUIS VILLEGAS
JUAN MANUEL MANSO

CONGRESS COORDINATORS:

IGNACIO LOMBILLO
JOSÉ MANUEL GONZÁLEZ
JOSÉ ANTONIO MARTÍNEZ
HAYDEE BLANCO
YOSBEL BOFFILL

EDITORS:

LUIS VILLEGAS
IGNACIO LOMBILLO
HAYDEE BLANCO
YOSBEL BOFFILL

INTERNATIONAL SCIENTIFIC ADVISORY COMMITTEE:

HUMBERTO VARUM – UNIVERSITY OF AVEIRO (PORTUGAL)
PERE ROCA – TECHNICAL UNIVERSITY OF CATALONIA (SPAIN)
ANTONIO NANNI – UNIVERSITY OF MIAMI (USA)

The editors do not assume any responsibility for the accuracy, completeness or quality of the information provided by any article published. The information and opinion contained in the publications are solely those of the individual authors and do not necessarily reflect those of the editors. Therefore, we exclude any claims against the author for the damage caused by use of any kind of the information provided herein, whether incorrect or incomplete.

The appearance of advertisements in this Scientific Publications (Printed Abstracts Proceedings & Digital Book of Articles - REHABEND 2016) is not a warranty, endorsement or approval of any products or services advertised or of their safety. The Editors do not claim any responsibility for any type of injury to persons or property resulting from any ideas or products referred to in the articles or advertisements.

The sole responsibility to obtain the necessary permission to reproduce any copyright material from other sources lies with the authors and the REHABEND 2016 Congress can not be held responsible for any copyright violation by the authors in their article. Any material created and published by REHABEND 2016 Congress is protected by copyright held exclusively by the referred Congress. Any reproduction or utilization of such material and texts in other electronic or printed publications is explicitly subjected to prior approval by REHABEND 2016 Congress.

ISBN: 978-84-608-7940-4 (Printed Book of Abstracts)

ISBN: 978-84-608-7941-1 (Digital Book of Articles)

Recorded by Serigrafías Serimar, S.A.

REVESTIMENTOS POR PLACAGEM DE PEDRA SERRADA. ANÁLISE QUALITATIVA DOS PROCESSOS DE DEGRADAÇÃO ESTÉTICA E CONSTRUTIVA

Vale, Clara Pimenta do^{1*}

1: Faculdade de Arquitectura da Universidade do Porto.
Centro de Estudos de Arquitectura e Urbanismo.
e-mail: clara_vale@arq.up.pt, web: www.arq.up.pt

PALAVRAS CHAVE: Porto, Século XX, Fachadas, Placagem de pedra, Degradação estética.

RESUMO

Em Portugal, a utilização de revestimento de placagem de pedra serrada associada a sistemas de fachada ventilada teve um aumento substancial durante as últimas décadas, fundamentalmente a partir da promulgação de legislação de conforto térmico em 1990. Este revestimento começou a ser encarado como solução de diferenciação qualitativa em edifícios de diferentes funções, da administração pública, dos serviços, ou de habitação.

A observação dessa larga produção, com o tempo entretanto passado a servir de plataforma real de teste, permite perceber como se têm comportado os mesmos do ponto de vista da degradação estética e construtiva, constatando-se uma grande assimetria aparentemente não relacionada com a idade do imóvel. Assim, várias questões podem ser colocadas; se a ideia comumente aceite da qualidade a longo termo destes revestimentos seria correcta; se existiriam conjugações de características que poderiam, por si sós, ser responsáveis pelo aparecimento de determinadas anomalias; e se esses dados, incluídos numa fase de projecto, poderiam ser garante de uma maior qualidade.

O objectivo do presente trabalho foi iniciar a sistematização dessa análise (primeiramente intuitiva) a partir do tratamento de uma base de dados de edifícios construídos no Grande Porto, seguidamente identificando e caracterizando aspectos que poderiam influenciar esse envelhecimento e diminuição de qualidades estéticas, como sejam: data de construção, tipo de pedra utilizada, espessura e geometria das placas, alinhamento ou desfasamento de juntas, sistemas de fixação, tipo e espessura de isolamento térmico, orientação solar das fachadas, localização das placas na fachada, relação com outros elementos e materiais, forma do edifício e relação do mesmo com o seu entorno próximo (natural e construído). Para algumas zonas da cidade foi possível fazer esse aferição do estado de conservação com uma década de intervalo (2005-2015).

A análise permitiu a identificação da persistência de certas anomalias em determinadas condições específicas.

1. INTRODUÇÃO

Nas revistas de arquitectura e sites de divulgação de uma cultura arquitectónica cada vez mais global, as imagens que nos são oferecidas correspondem à reportagem encomendada ao fotógrafo de renome, ao finalizar a obra, iluminações cuidadas, enquadramentos perfeitos, vida que apenas é invocada por um arrastar nubloso, humano ou animal. Mas, passados alguns anos, como é que esses mesmos edifícios estão? Como se comportaram os revestimentos escolhidos pelos projectistas, como é que o tempo tratou os materiais, a falta de limpeza ou de manutenção? Quantos desses edifícios conseguiriam, passado uma década, aparecer nas revistas e sites que profusamente os divulgaram inicialmente?

Dos revestimentos tradicionais temos nós uma experiência alargada dos seus ritmos de envelhecimento, dos seus ciclos de manutenção, da necessidade de disposições construtivas, ancoradas na prática de gerações, que se destinavam a manter-lhe o melhor aspecto possível à medida que o tempo, e as intempéries, por eles passavam: guarnições dos pontos mais frágeis, como socos e envolvente de vãos, com materiais mais resistentes; saliências nas fachadas, entre beirais, peitoris, marcações de pisos ou socos, que protegiam do escorrer contínuo das águas das chuvas.

Numa arquitectura cuja opção maioritariamente se pauta por um minimalismo da representação dos componentes construtivos, todos esses elementos são reduzidos ou esquecidos, mas o planeta que nos alberga gere-se pelas mesmas leis de há milénios, com chuva, ventos, neve, gelo, degelo, poeiras, escorrências, variações de temperatura, a que se acresce, hoje em dia, fortes níveis de poluição.

Como se têm portado as novas soluções de revestimento, introduzidas ao longo do século XX, perante estes factores? E serão as soluções que consideramos as de maior qualidade, aquelas que melhor envelhecem, do ponto de vista estético?

2. CONTEXTO HISTÓRICO

Segundo os censos de 2011 [1], 30% dos edifícios existentes em Portugal foram construídos após 1991 (com 46% construídos entre 1981-2011), correspondendo a uma percentagem importante de um parque edificado relativamente recente. Estes valores são, evidentemente, bastante diferentes nos grandes aglomerados populacionais, como as maiores cidades, a capital Lisboa, e a segunda cidade, o Porto, pela permanência de um edificado mais antigo, de valor histórico e patrimonial elevado, embora com níveis elevados de degradação. Para essas cidades, o número de edifícios construídos nas últimas duas décadas corresponde apenas a 11% do total (valor que poderia ser superior se em vez de número de edifícios os censos avaliassem área edificada). Contudo, apesar dessa diferença, quando avaliadas as respectivas áreas metropolitanas, o panorama é idêntico ao nacional: na Área Metropolitana de Lisboa, 28% dos edifícios foram construídos depois de 1991 (45% após 1981) e na Área Metropolitana do Porto, os valores sobem para 32% e 49% respectivamente. Esta situação determina que cada vez mais tenhamos de dirigir a nossa atenção para a avaliação de sistemas construtivos relativamente recentes, pelo impacto urbano, económico e social que os mesmos representam.

O aumento do volume de construção, com uma substancial incidência anual de construção nova, manteve-se até meados da primeira década deste século, quando a crise internacional se reflectiu de forma mais intensa no mercado da construção civil. Duas razões principais podem ser traçadas para esse aumento do ritmo de construção nacional no último quartel do século XX; a primeira, a revolução de 25 de Abril de 1974, e a segunda a entrada de Portugal na Comunidade Económica Europeia, e os fundos financeiros que foram dirigidos, não apenas para a construção, mas para um reforço geral da saúde económica do País, que elevou o poder de compra da população e as suas aspirações por uma habitação própria, na maior parte dos casos inserida em empreendimentos de alguma dimensão, nos atractivos centros urbanos e áreas de expansão envolventes.

Com o 25 de Abril, e as transformações políticas e sociais que saíram da revolução, iniciou-se o primeiro ciclo de construção, muito ainda direccionado para suprir deficiências endémicas de uma população que, aparentemente desde sempre, nunca tinha tido casas suficientes para dar resposta às necessidades de uma primeira habitação. Importante referência nessa altura são as operações SAAL (Serviço de Apoio Ambulatório Local), de curta duração, e destinado a dar habitação condigna a um estrato populacional que vivia em 'ilhas' superlotadas, bairros de lata, ou sobre-ocupando habitações que a falta de manutenção e a passagem do tempo tinha tornado pouco atractivas para estratos sociais mais elevados. Ainda na sequência das iniciativas legislativas e financiamento estatal desses primeiros anos, constrói-se uma quantidade considerável de edifícios, fundamentalmente de habitação, mas onde o comércio e serviços também vão sendo contemplados na necessidade directa de apoio aos núcleos habitacionais mono-funcionais que se espraiam à volta dos antigos centros urbanos, e nos emergentes concelhos limítrofes das duas maiores cidades. Construções que são, na generalidade dos casos, executadas com os materiais mais acessíveis, em termos económicos mas também de disponibilidade

local, e feitos por trabalhadores que não possuíam já o conhecimento das formas ancestrais de execução nem o domínio dos novos materiais. Nunca se tinha construído tanto e tão mal, como nesses anos que se seguiram à revolução, e a passagem actual por certas zonas urbanas consegue ainda detectar essa deficiência.

A entrada de Portugal na Comunidade Europeia determina o início de um novo ciclo, pela disponibilidade de recursos económicos (que até então o País só tivera acesso nos tempos áureos da expansão ultramarina) e pelo contacto facilitado com estrangeiro que traz renovadas referências arquitectónicas, novos materiais de construção e novas tecnologias. Nessa segunda fase mantém-se o ritmo elevado de construção mas a qualidade, primeiro a que é visualmente perceptível, e mais tarde a qualidade real das estruturas construídas, vai aumentando. A harmonização europeia e as crescentes exigências internas, levam à promulgação de legislação aplicada à construção civil, em alguns casos, como nas questões de comportamento térmico e acústico, pela primeira vez na história do nosso País. Outras, como a salubridade geral das habitações ou segurança contra incêndio, já anteriormente legislada, vêem revisões sucessivas, as primeiras ainda como alterações ao decreto que regula as edificações urbanas (RGEU [2] promulgado em 1951, e ainda em vigor nos nossos dias), e as seguintes como decretos e regulamentos autónomos que pretendem garantir níveis de segurança, conforto, ou adequação de consumo compatíveis com as (novas) necessidades do País e integração europeia.

3. REVESTIMENTO DE PAREDES COM PEDRAS SERRADAS

É neste processo de melhoria geral da qualidade das construções e de introdução de parâmetros de conforto e racionalidade de consumo energético que pela primeira vez se começam a usar em Portugal as fachadas ventiladas (*rainscreen cladding*), entendidas como são definidas por Birkland em 1962 e por Garden em 1963 [3], isto é, um sistema de protecção da fachada que, por equalizar pressões de ar entre o exterior do edifício e o interior da caixa-de-ar, elimina o efeito de sucção hidrodinâmica, garantindo melhores níveis de impermeabilização¹. Material escolhido para revestimento da maior parte dos edifícios que utilizam este sistema é a pedra serrada, fundamentalmente de granito, mas também de mármore, calcário e xisto.

A opção por um revestimento de placas de pedra, pelo que se consegue perceber na generalidade dos casos, representava uma garantia de qualidade acrescida do imóvel. Por um lado, pelo facto de a pedra natural estar culturalmente ligada a um nível de qualidade superior, na comparação directa com superfícies rebocadas e pintadas, mas também, por se pensar que os níveis de manutenção necessários seriam menores (ou inexistentes) e o edifício manteria o seu bom aspecto por muito mais tempo. Os revestimentos placas de pedra natural tinham começado a ser usados ainda na primeira metade do século XX, mas invariavelmente num sistema aderido. Situação análoga à generalidade dos países europeus, onde a industrialização do tratamento de pedras permite o corte de finas placas, utilizadas primeiro no revestimento de pavimentos, e posteriormente de paredes, coladas ao suporte, com ou sem elementos adicionais de fixação.

Em Portugal, o sistema de fachada ventilada apenas começa a fazer sentido, num sentido alargado, após a promulgação do RCCTE [4] pela imposição de garantir níveis isolamento térmico aos elementos construtivos sem agudizar problemas de pontes térmicas, e as dificuldades de adequado suporte que se levantavam nos sistemas em uso corrente, quando revestidos por pedra serrada. Como referência técnica é usado o DTU 55.2 [5] Francês, pela inexistência de normas nacionais.

¹ Em Portugal, do ponto de vista prático e não teórico, podemos encontrar antecedentes destas fachadas ventiladas em sistemas vernaculares/tradicionais portugueses, como o revestimento por soletos de ardósia, e por chapas metálicas, muito utilizadas em acrescentos em altura de construções antigas, ou revestimento de empenas; ou os revestimentos por telhas cerâmicas em mansardas e menos frequente, em revestimento de empenas; ou ainda, as construções mais frágeis dos litorais marítimos, com ripado de madeira mas em que a ventilação não era o objectivo mas a consequência da fragilidade das soluções.

3.1 Objectivos e metodologia

A presente investigação decorre da constatação da degradação crescente dos sistemas de fachada ventilada revestidos com placagem de pedra serrada, que *'aparentemente'* contrariam o que era essa ideia generalizada e comumente aceite entre os donos de obra e projectistas, da qualidade acrescida deste tipo de soluções, do garante de menores custos de manutenção e da permanência do bom aspecto estético do imóvel ao longo do tempo. Apesar da existência de alguns estudos sobre anomalias neste tipo de sistemas, os mesmos decorrem da análise de casos individuais, pelo que se identificou a necessidade de iniciar um tratamento sistematizado e abrangente de informação.

Assim, o que se pretende neste trabalho de investigação (nesta altura ainda em curso, e que se prevê que se possa estender geograficamente e no tempo) é, numa primeira fase, a partir da observação de zonas urbanas da Área Metropolitana do Porto, identificar, inventariar, e caracterizar relativamente ao estado de conservação, edifícios que recorram a revestimentos por placagem de pedra, procedendo ao levantamento fotográfico e organizando essa informação numa base de dados. Numa segunda fase, procede-se à caracterização e avaliação do sistema de revestimento, tendo em conta um conjunto de parâmetros como sejam o tipo de pedras utilizado, espessuras, geometria das placas, alinhamento ou desfasamento de juntas, sistemas de fixação, o tipo e espessura de isolamento térmico, orientação solar, a localização das placas na fachada, relação com outros elementos e materiais, forma do edifício e relação do mesmo com o seu entorno próximo (natural e construído).

O trabalho suporta-se numa investigação anterior de levantamento sistemático dos edifícios situados no eixo da Boavista (Rua, Avenida do mesmo nome e Praça Mouzinho de Albuquerque), que posteriormente foi alargado a outras áreas do Grande Porto. Os edifícios tinham sido caracterizados relativamente ao seu historial de projecto e licenciamento, ano de construção (ou de reconstrução ou reabilitação), materiais de revestimentos exteriores e estado de conservação [6]. No âmbito desse trabalho anterior, o registo do estado de conservação tinha vindo a ser feito ao longo da última década, permitindo avaliar a forma como os revestimentos se têm vindo a degradar e envelhecer.

Toda a informação recolhida é organizada em base de dados (Filemaker 13 para posterior passagem para software com geo-referenciação). Os softwares escolhidos permitem o tratamento estatístico dos dados mas, ao mesmo tempo, a observação individual de cada um dos edifícios, uma vez que, quando o que avaliamos é aspecto, mais do que uma classificação abstracta, o que nos interessa é perceber as especificidades próprias de cada caso.

3.2 Definição de campos e validação da estrutura da base de dados

Da base de dados inicial (900 imóveis), referente ao eixo da Boavista, 30 edifícios recorriam a um sistema de fachada ventilada, e 18 a um revestimento com pedra serrada (percentagem baixa mas expectável face à época de edificação do alinhamento urbano, a partir de 1784). A utilização de revestimentos de pedra serrada apenas ao nível do rés-do-chão tem uma maior prevalência, mas sendo um caso particular, com condicionantes específicas, não foi considerada na presente análise.

A ampliação da base de dados, elaborada a partir de 2015, centrou-se exclusivamente em edifícios revestidos a pedra serrada, localizados nas cidades do Porto e de Matosinhos, por forma a aumentar a dimensão da amostra e permitir uma maior representatividade nos resultados obtidos. O objectivo era garantir pelo menos 100 edifícios revestidos com pedra serrada, entre sistemas de fachada ventilada e sistemas colados ao suporte, que permitisse fazer o primeiro teste quer à definição da base de dados, quer à metodologia que se pretendia implementar.

A definição de campos da base de dados organiza-se em 3 níveis distintos. O primeiro de identificação e caracterização geral do imóvel, o segundo de caracterização geométrica e construtiva do sistema de revestimento, e o terceiro de avaliação e análise comparativa, relacionado o estado de conservação com as características geométricas e construtivas. Os campos de caracterização e avaliação do revestimento foram definidos inicialmente, mas foi necessário fazer inclusão de novos parâmetros à

medida que se inseriam edificios e novas necessidades eram detectadas, tendo resultado a estrutura que se apresenta na *Figura 1*. Aspecto importante nesta fase inicial de parametrização foi ter chegado à conclusão que é preferível ter, em termos de rigor e facilidade de preenchimento, campos com respostas pré-definidas e possibilidade de escolha, em vez de campos de resposta livre. Esse aspecto será ainda mais determinante no momento em que a base de dados passar a estar disponível para outros investigadores. Esta opção determinou um trabalho em duas fases, um primeiro momento de levantamento de casos e preenchimento da base de dados, em que alguns campos ainda se encontravam com possibilidade de resposta livre, e um segundo momento em que, baseado na experiência anterior, se sistematizaram as hipóteses de resposta. Outra das dificuldades detectadas foi, em grande parte dos casos, a determinação da dimensão exacta das placas, por estarem em zonas inacessíveis, pelo que se optou por juntar um campo para colocação de medidas aproximadas. O recurso a software de fotogrametria poderá ser determinante para a resolução deste problema.

[RPHM p432 STDJ] RPHM-Rua Pedro Homem de Melo

2005



Google 2016



C. geral		C. arq. e const.		Historial		L. fotográfico		Processos		Inf. Compl. e Bibliog.		Placagens	
Tipo de placagem		Fachada ventilada											
Dimensão das Placas	Largura	90 cm		Espessura		3 cm		Área					
	Altura	60 cm											
	Medido	<input checked="" type="radio"/> Sim <input type="radio"/> Não		Trab. Placagens		<input checked="" type="radio"/> Sim <input type="radio"/> Não							
Dimensões aproximadas		Medido em projecto, são dimensões médias.											
Tipo de pedra		Granito											
Forma		Rectangular (a<=2b)											
Estereotomia		juntas horizontais alinhadas e verticais contrafiadas											
Tipo de fixação		Fixações mecânicas ligadas à parede portante											
Localização dos elementos de fixação		arestas verticais (4 fixações)											
Nº de fachadas com revestimento		Granito (Poente e embasamento Norte), Calcário (Sul e Nascente)											
Orientação das fachadas		<input checked="" type="checkbox"/> N <input checked="" type="checkbox"/> S <input checked="" type="checkbox"/> E <input checked="" type="checkbox"/> W <input type="checkbox"/> NE <input type="checkbox"/> NW <input type="checkbox"/> SE <input type="checkbox"/> SW											
Inclinação da placagem		Vertical											
Localização dos vãos		Recuados em relação ao exterior											
Isolamento térmico		Sim, em Poliestireno extrudido, com 4 cm de espessura											
Forma do edificio		Compacta mas com alguns recortes											
Varandas		Existem varandas recuadas do alinhamento da fachada. Existem											
Relação com outros materiais		Relação directa com zonas de placagem de betão revestida a											
Zonas envolventes		Zonas pavimentadas. Relvado a sul. Do outro lado da Rua, a											
Tipo de degradação observada		Estética e construtiva											
Degradação Notas		deformação planimétrica da placa.											

Figura 1: Separador da base de dados em Filemaker, relativo à caracterização do sistema de placagem.

Assume-se que a definição da base de dados ainda poderá sofrer alterações, quando se forem incluindo mais edificios de características distintas, ou à medida que as análises anteriores possam colocar hipóteses de correlação de dados, entre parâmetros de caracterização e anomalias detectadas. Nesta fase optou-se pela inclusão de campos de notas que servem para guardar memória dessas observações, e posteriormente poderá ser equacionada a subdivisão dos campos de caracterização.

Por ser determinante para a elaboração do trabalho logo nesta fase inicial, a descrição das anomalias detectadas tentou ser o mais exaustiva possível, contudo atendendo sempre ao facto de a inspecção ser meramente visual. A estrutura de definição é a que se apresenta na *Tabela 1*. Para cada tipo-base de anomalia considerada (8 tipos de anomalias estéticas e 7 tipos de anomalias estético-construtivas), foram considerados 2 níveis de distribuição (generalizado ou pontual), e em alguns casos subníveis (orientação solar, número de fachadas afectadas, etc). Foram ainda considerados dois níveis de gravidade (severa e ligeira). Chegou-se assim a 36 tipos e níveis de anomalias estéticas, e 20 tipos e níveis de anomalias estético-construtivas.

3.3 Considerações sobre a amostra

A amostra é constituída por 106 edificios revestidos com pedra serrada, construídos entre o final da década de 70 e o início da segunda década do século XXI. A amostra inicial, do 'eixo da Boavista' (48 edificios) corresponde aos edificios mais antigos, com apenas 5 edificios construídos entre 2007-2010 (3 deles correspondendo especificamente à abertura de um novo arruamento, Rua Dr. Emílio Peres). As zonas urbanas escolhidas para complemento da amostra inicial correspondem a áreas cuja dinâmica urbana se intensificou a partir da década de 90, como seja Matosinhos Sul (antiga zona conserveira em

processo de re-funcionalização, passando a zona habitacional e de serviços), a zona da Asprela-Porto (cuja atractividade urbana cresceu após a consolidação do Polo II da Universidade Porto e a construção de várias faculdades, incluindo a Faculdade de Engenharia), e a zona Poente da cidade, entre a Boavista e o rio Douro (de atractividade crescente e alvo de um processo de urbanização de antigas quintas e densificação construtiva a partir da década de 90). As zonas escolhidas permitem, com mais facilidade, aumentar a dimensão da amostra e incluir edifícios de grande dimensão e já concluídos no século XXI. O levantamento da área inicial foi feito em 2005, e actualizado em 2008, 2010 e em 2015. O restante levantamento foi efectuado a partir de 2015.

Tabela 1: Estrutura de definição de caracterização do tipo de anomalias a inventariar na base de dados.

Código	Anomalia	Distribuição	Localização ou razões	Gravidade
<i>Anomalias Estéticas (36)</i>				
E01 (6 sub-códigos)	Deposição de poeiras	Generalizada / pontual	- sem localização preferencial - rasto de escorrências - por questões de orientação solar, geometria do edifício, etc	Severa/ligeira
E02 (6 sub-códigos)	Colonização biológica	Generalizada / pontual	- rasto de escorrências - por questões de orientação solar, geometria do edifício, etc	Severa/ligeira
E03 (4 sub-códigos)	Alteração de coloração	Generalizada / pontual		Severa/ligeira
E04 (4 sub-códigos)	Alteração de cor na envolvente das juntas das placas	Generalizada / pontual		Severa/ligeira
E05 (4 sub-códigos)	Babados e escorrências na envolvente das juntas das placas	Generalizada / pontual		Severa/ligeira
E06 (4 sub-códigos)	Marcação na superfície da placa do sistema de fixação mecânica	Generalizada / pontual		Severa/ligeira
E07 (6 sub-códigos)	Marcação na superfície da placa do sistema de colagem	Generalizada / pontual	- em qualquer altura - apenas quando molhado	Severa/ligeira
E08 (2 sub-códigos)	Decorrentes de acções humanas (furos, colagens de cabos, colagens de cartazes, graffiti, etc)	Generalizada / pontual		Severa/ligeira
<i>Anomalias Estético-construtivas (20)</i>				
EC01 (6 sub-códigos)	Deformação planimétrica	Generalizada / pontual	- em alguns pontos - num alçado - em todos os alçados	Severa/ligeira
EC02 (2 sub-códigos)	Fissuras junto aos sistema de fixação	Generalizada / pontual		
EC03 (2 sub-códigos)	Fendilhação ou destacamento junto ao sistema de fixação	Generalizada / pontual		
EC04 (2 sub-códigos)	Fissuras próximas de um dos eixos da placa	Generalizada / pontual		
EC05 (2 sub-códigos)	Quebra de placa, sem queda	Generalizada / pontual		
EC06 (4 sub-códigos)	Queda da placa	Generalizada / pontual	- suporte por colagem - fixação mecânica	
EC07 (2 sub-códigos)	Destaque parcial da superfície da placa	Generalizada / pontual		

A decisão de incluir na amostra não apenas os edifícios revestidos com pedra serrada em sistemas de fachada ventilada mas também revestidos por colagem ao suporte de placas de pedra tem duas razões. A primeira, de ordem prática, porque numa primeira análise existem casos em que não é fácil a diferenciação do sistema (pela distância do observador ao edifício). A segunda, porque quando se pretende estudar a forma como *'envelhece'*, estética e construtivamente um edifício revestido com pedra serrada em sistema de fachada ventilada, torna-se importante poder comparar com outro sistema que na altura do projecto pudesse ter constituído uma alternativa (considerando o aspecto inicial). Da mesma forma foram incluídos na amostra 3 edifícios que em 2005 eram revestidos por placas de pedra e na década que decorreu foram intervencionados e alterado o revestimento para chapa metálica. São casos particulares mas pareceu importante deixar o registo, mais ainda quando se avalia a forma de envelhecimento do revestimento de pedra serrada, e a forma como esse envelhecimento é encarado pelos donos de obra e projectistas.

3.4 Análise geral e de casos específicos

Como foi referido, o trabalho de investigação ainda está em curso, havendo aspectos sobre os quais ainda não foi sistematizada a análise, para permitir um tratamento estatístico de todos os parâmetros. Contudo, o levantamento e o estudo qualitativo da amostra já permite iniciar a discussão, pela abrangência da análise e pela comparação de casos distintos.

A quase totalidade dos casos inventariados foi construída entre o final da década de 70 e a segunda década do século XXI. Um único caso, de 1927 (*ficha:PMA151*), corresponde a um exemplo pioneiro na cidade do Porto de utilização de revestimento em pedra serrada colada, com zonas lisas e outras zonas com baixos relevos. O primeiro recurso a fachada ventilada identificado na amostra é de 1991 (*ficha:ABPi3383*), corroborando a ideia de que a introdução do sistema em Portugal é despoletada pela legislação na área da térmica, o RCCTE, promulgado em 1990.

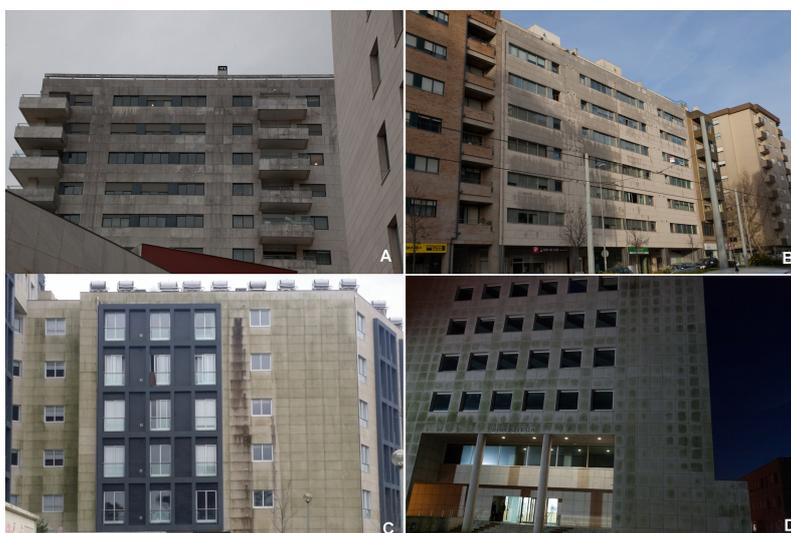


Figura 2: Estado de conservação de 4 edifícios concluídos na primeira década do século XXI: A) Rua Diogo Botelho, Porto (*ficha:RDBp1898*). B) Avenida de República, Matosinhos (*ficha:MT.ARi0599*). C) Rua João Allen, Porto (*ficha:RJAI0155*). D) Rua Dr. Roberto Frias, Porto (*ficha:RDRF.FEUP*).

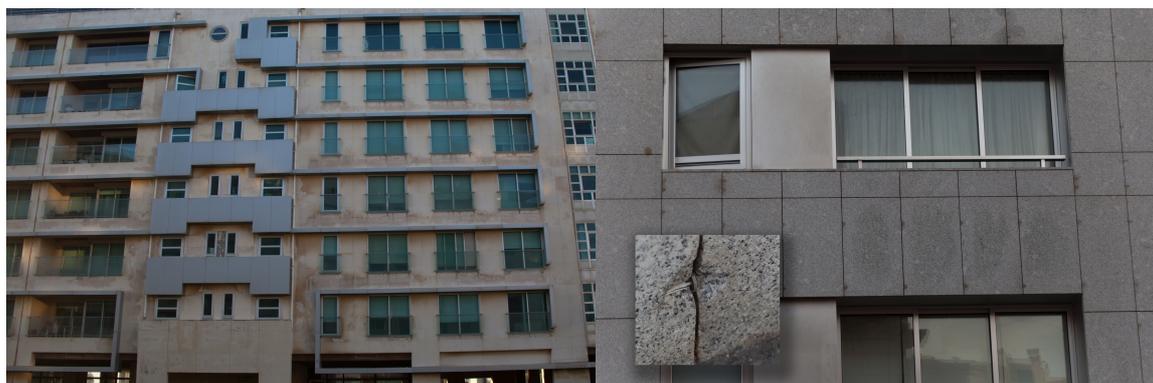


Figura 3: Anomalias estéticas e construtivas de 2 edifícios em Matosinhos. Esq: edifício na Avenida Norton de Matos, com desagregação da camada superficial da placa de calcário (*ficha:MT.ANMB12*), dir: edifício na Avenida Menéres, cujo sistema de fixação de placas está a enferrujar, provocando a marcação na fachada e o destacamento de parte da pedra (*ficha:MT.Mp0234*).

Quando avaliado o conjunto da amostra, a generalidade dos casos apresenta-se com bom aspecto, podendo apresentar deficiências localizadas. Contudo foram identificados edifícios, ou conjunto de edifícios, de construção muito recente, como os da *Figura 2*, com degradações extensas (maioritariamente de ordem estética e não construtiva). Na generalidade dos casos essa degradação é mais intensa nas fachadas norte e nascente, ou nas fachadas em sombra, mas encontram-se casos em

que a degradação é equivalente em todas as fachadas (*ficha:RDBp1898*). Encontraram-se também vários casos de anomalias construtivas localizadas (fissuração de pedras, fendilhação ou desagregação da pedra na zona do furo da ancoragem, quebra, com ou sem queda, de algumas placas), e, como os representados na *Figura 3*, um caso de desagregação sistemática da superfície da placa de calcário (*ficha:MT.ANMB12*) e outro de enodoamento da superfície da placa na zona do sistema de fixação, indiciando um processo que certamente levará à necessidade de intervenção profunda ao nível do revestimento (*ficha:MT.Mp0234*).

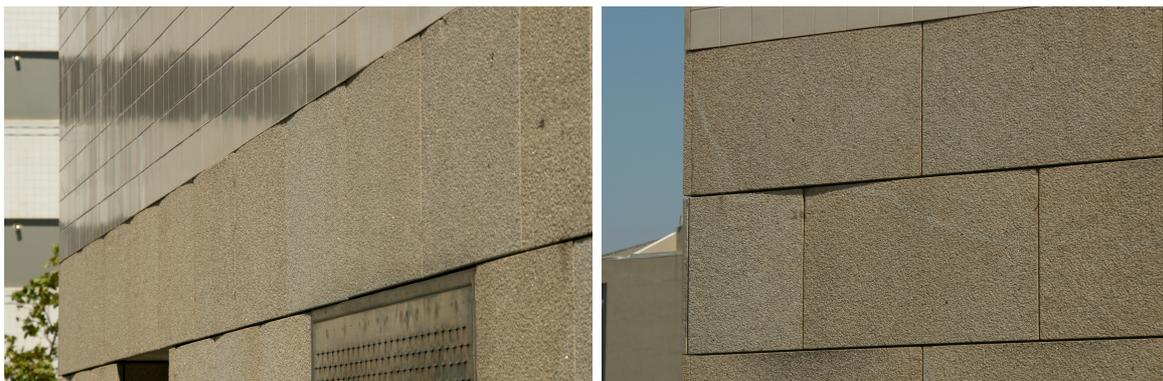


Figura 4: Edifício STDM, Porto. Projecto do Arq. Álvaro Siza Vieira, em 1997 (*fichas: RPHMp432*).

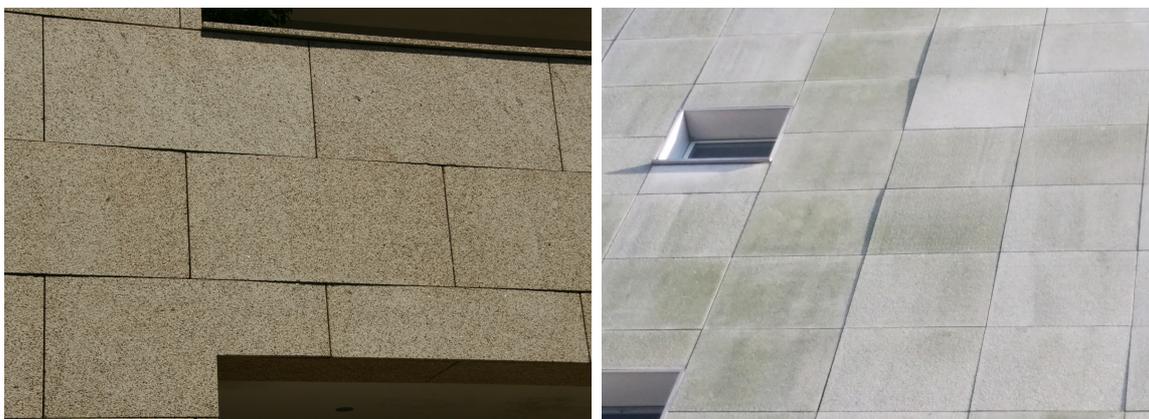


Figura 5: Outros 2 exemplos de fachadas orientadas a poente que apresentam deformações para fora do plano. Esq: edifício na Rua Pinho Leal (*ficha:RPLp036*), dir: Biblioteca da Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, projecto Arq. Pedro Ramalho (*Ficha:RDRF.FEUP*).

Foram encontrados 3 casos de deformação planimétrica das placas de pedra (*fichas: RPHMp432; RPLp036; RDRF.FEUP*). Os 3 casos correspondem a revestimentos de placagem de granito (amarelo em dois dos casos e cinza no terceiro) em sistemas de fachada ventilada, com isolamento térmico. A orientação das três fachadas é Poente, sem outros edifícios que projectem sombra sobre o revestimento. Como é visível na *Figura 4*, a deformação das placas de pedra é visível no confronto com a zona revestida a azulejo (aplicado sobre uma placagem de betão pré-fabricada, também em sistema de fachada ventilada). Os motivos do comportamento ainda não foram identificados contudo a orientação da fachada a Poente conjugada com a aplicação contrafiada das placas, a colocação dos elementos de fixação unicamente nas arestas verticais das mesmas e, principalmente, o que parecem ser juntas subdimensionadas entre placas, poderão ser responsáveis pela deformação planimétrica detectada em todo este alçado (mas não nos restantes). As placas, de 0,60 x 0,90 m de dimensão, e com 3 cm de espessura, ligadas à parede portante de betão armado com fixações metálicas, do tipo Halfen, curvaram, criando um perfil ondulante que se torna mais visível pela aplicação contrafiada.

No exemplo da Rua Pinho Leal (*ficha:RPLp036*), representado na *Figura 5*, a deformação é menor, sendo a fachada semi-protegida por sombra de vegetação. Ainda na mesma figura, o caso da biblioteca da FEUP, parece indiciar problema análogo, mas numa placagem com juntas alinhadas. Nos três casos estamos perante sistemas de fachada ventilada com isolamento térmico, pelo que a massa da placa é o único elemento que pode armazenar e dissipar a radiação solar incidente, numa orientação Poente, portanto mais perpendicular à parede. O facto da deformação se ter mantido ao longo do tempo pode levar a supor que outros problemas, para além da variação dimensional de origem térmica, podem estar na origem da anomalia, sendo este um dos assuntos a ser estudado posteriormente.

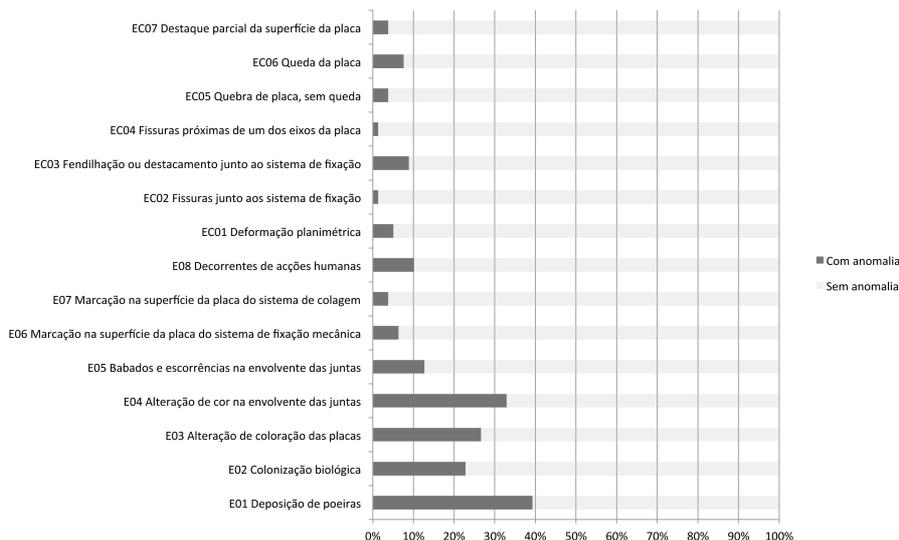


Figura 5: Prevalência de tipos de anomalias na amostra analisada

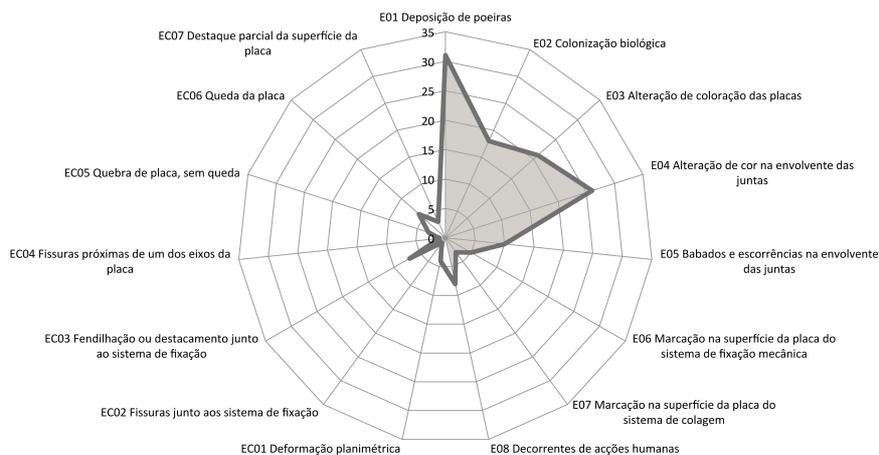


Figura 6: Distribuição relativa do tipo de anomalias detectadas. Do lado esquerdo do gráfico estão as anomalias estético-constructivas, e do lado direito, salientadas pela mancha cinza, as anomalias apenas estéticas.

A caracterização sistemática da amostra do ponto de vista das anomalias estéticas e estético-constructiva presentes permite identificar algum tipo de prevalência de situações anómalas. Dos 103 edifícios avaliados (106 iniciais a que se retirou os 3 cujos revestimentos tinham sido alterados entre 2015-2015), 79 apresentam algum tipo de problema, muitos deles mais do que um problema. Nos gráficos apresentados, por uma questão de legibilidade, optou-se por agregar a informação por grandes tipos de anomalias, não identificando nem a distribuição (generalizada ou pontual), nem a gravidade (severa ou ligeira). Como se pode verificar na *Figura 5*, dos edifícios que apresentavam anomalias,

mais de $\frac{1}{3}$ tem problemas de alteração de cor na envolvente das juntas e de deposição de poeiras na superfície da placa, ou generalizada, ou segundo traçados preferenciais de escorrência. Praticamente $\frac{1}{4}$ apresenta problemas de colonização biológica mais ou menos graves. Contudo, as anomalias estético-construtivas, as mais graves, são também as que menos incidência têm, como podemos verificar na *Figura 6*.

4. CONCLUSÕES

O trabalho realizado até ao momento permite retirar algumas conclusões, que contudo devem ser aferidas em fases posterior da investigação, com o aumento do número de casos estudados e a variedade dos mesmos.

Como primeira conclusão, a importância da escolha do tipo de pedra, que tendencialmente será a decisão que mais irá condicionar o comportamento ao longo do tempo do revestimento. Do conjunto analisado, os granitos são os que melhor se comportam, os mármore e os calcários alteram rapidamente o aspecto inicial, pela deposição persistente de poeiras e poluição. Os xisto são extremamente condicionados pelo sistema de fixação, que devem prender a totalidade da pedra (ou por parafuso ou por garra de suporte).

Comparando os sistemas de fachada ventilada com os sistemas de revestimento por pedra colada, os tipos de degradação estéticas a que os mesmos estão sujeitos são próximos, e correspondem na maior parte dos casos a um sujar a superfície da placa pelas poeiras acumuladas nas juntas. Os sistemas colados estão ainda sujeitos a babados e escorrências por migração de sais do interior da parede para a superfície da pedra (associados a entradas de água no tardo da placa ou problemas de impermeabilização), ou a alterações de cor, pela localização não contínua de argamassas de colagem. Os sistemas de fachada ventilada estão mais sujeitos a deformações planimétricas e a colonização vegetal em zonas de passagem de águas e zonas de sombra, por orientação geral ou geometria do edifício, situação agudizada pela proximidade de áreas verdes. Salvo casos específicos de escolha de pedras ou materiais de fixação sem qualidade, são as questões relacionadas com a forma do edifício e com o seu entorno próximo as que mais condicionam a manutenção ou não do bom aspecto do imóvel ao longo do tempo, quando o mesmo é deixado sem manutenção, o que se tem verificado na maior parte dos casos analisados.

Esta comunicação foi co-financiada pela FCT; COMPETE 2020, Portugal 2020 e Fundo Europeu de Desenvolvimento Regional.

5. BIBLIOGRAFIA

- [1] Instituto Nacional de Estatística, *Censos 2011: resultados definitivos: XV recenseamento geral da população: V recenseamento geral da habitação*. 2011, INE: Lisboa.
- [2] Portugal, *Regulamento Geral das Edificações Urbanas [RGEU]*. 1951-08-07, Diário do Governo nº 166: Lisboa.
- [3] Chown, G.A., W.C. Brown, and G.F. Poirier, *Evolution of Wall Design for Controlling Rain Penetration*. Construction Technology Update, 1997(9).
- [4] Portugal, *Regulamento das Características de Comportamento Térmico dos Edifícios: Decreto-lei 40/90*. 1990-02-06: Lisboa.
- [5] Centre Scientifique et Technique du Batiment, *Travaux de revêtements muraux attaché en pierre mince : commentaires sur le DTU 55.2*. 2eme ed. 1990, Paris.
- [6] Vale, C.P.d., *Um alinhamento urbano na construção edificada do Porto. O eixo da Boavista (1927-1999)*. Contributo para a História da Construção em Portugal no século XX. 2011, Faculdade de Arquitectura da U. do Porto: Porto.