

3º CONGRESSO INTERNACIONAL DE HISTÓRIA
DA CONSTRUÇÃO LUSO-BRASILEIRA
3rd International Congress on Luso-Brazilian Construction History

Anais do

3º CIHCLB



**3º CONGRESSO INTERNACIONAL DE HISTÓRIA
DA CONSTRUÇÃO LUSO-BRASILEIRA**

3rd International Congress on Luso-Brazilian Construction History

SALVADOR - BAHIA - BRASIL

3 a 6 de setembro de 2019

Anais do

3º CIHCLB

www.3cihclb.ufba.br

UNIVERSIDADE FEDERAL DA BAHIA
Núcleo de Tecnologia da Preservação e da Restauração

Salvador, 2019

Os conteúdos dos artigos publicados nestes anais são da exclusiva responsabilidade dos seus autores.

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Universidade Federal da Bahia (UFBA)
Sistema Universitário de Bibliotecas (SIBI)
Biblioteca da Faculdade de Arquitetura (BIB/FAU)

C749

Congresso Internacional de História da Construção Luso-Brasileira (3. : 2019 : Salvador, BA).

Anais do 3º CIHCLB [recurso eletrônico] : Salvador, 3 a 6 de setembro de 2019 / Núcleo de Tecnologia da Preservação e da Restauração, organizador. – Salvador, BA : Núcleo de Tecnologia da Preservação e da Restauração, 2019.

1 v. : il.

Organização do Núcleo de Tecnologia da Preservação e da Restauração da Universidade Federal da Bahia.

ISBN 978-85-8292-220-0

1. Arquitetura - Brasil - Portugal - História. I. Universidade Federal da Bahia. Núcleo de Tecnologia da Preservação e da Restauração. II. Título.

CDU: 72.03(81+469)

Responsável técnico: Ramon Davi Santana – CRB/5-1972



O CIMENTO NATURAL EM PORTUGAL. REGISTOS DE USO ENTRE O FINAL DO SÉCULO XIX E O PRIMEIRO QUARTEL DO SÉCULO XX.

Vale, Clara Pimenta do ⁽¹⁾; Figueiredo, Cristiano ⁽²⁾; Velosa, Ana ⁽³⁾; Veiga, Rosário ⁽⁴⁾

CEAU, FAUP, clara_vale@arq.up.pt ⁽¹⁾; RISCO-DEC.UA, cristianofigueiredo@ua.pt ⁽²⁾; RISCO-DEC.UA, avelosa@ua.pt ⁽³⁾; LNEC, rveiga@lnec.pt ⁽⁴⁾

RESUMO

Em Portugal, o uso de cimento natural aparece entre o final do século XIX e o início do século XX, numa época de transição entre a utilização de ligantes à base de cal e a generalização do moderno cimento Portland. O cimento natural resulta da queima de rochas calcárias argilosas sem alteração da composição após extração, distinguindo-se da cal hidráulica por resultar de matéria-prima com um teor de argila superior, permitindo a formação de uma maior quantidade de fases minerais reativas com a água. O uso deste material foi potenciado pela necessidade de ligantes de mais rápido endurecimento, utilização em ambientes com humidade elevada, de maior resistência mecânica ou com a necessidade de impermeabilização. Recentemente, durante obras de conservação, têm sido encontradas provas do uso de cimento natural em edifícios onde seria esperado encontrar ligantes à base de cal, principalmente em elementos ornamentais. Com o objetivo de conhecer melhor a aplicação deste ligante, são apresentados neste trabalho os resultados do estudo em curso sobre a utilização histórica de cimento natural em Portugal através da consulta de fontes bibliográficas, fontes documentais e a análise dos edifícios patrimoniais. Como forma de aferir a relação com as fontes bibliográficas e documentais é também apresentada a primeira caracterização de amostras de materiais retirados de elementos arquitetónicos do Teatro Nacional de São João, no Porto, com evidências do uso de cimento natural na época em que foi construído. Este artigo integra-se num projeto de investigação que pretende identificar a utilização deste ligante hidráulico, balizando épocas e locais de utilização, preenchendo uma lacuna de conhecimento sobre este período de transição na história da construção.

Palavras-Chaves: séculos XIX e XX; cimento natural; revestimentos; decoração; património arquitetónico.

ABSTRACT

In Portugal, the use of natural cement appeared between the end of the 19th century and beginning of the 20th century in a transitional period between the use of lime-based binders and the generalized use of the modern Portland cement. The natural cement results from the calcination of clay-rich limestone without changing the composition after extraction, distinguishing itself from hydraulic lime for the higher clay content in its raw material allowing the formation of higher quantities of hydraulic reactive phases. The use of these materials was driven by the need for faster hardening binders, the use in humid environments, higher mechanical strength or with waterproofing ability. Recently, during conservation works, evidence has been found of the use of natural cement in buildings where it would be expected the use of lime binders, mainly in ornamental elements. In order to better understand the application of this binder this work presents the results of the ongoing study on the historical use of natural cement in Portugal through the consultation of bibliographic and documentary sources, and the analysis of heritage buildings. Additionally, in order to assess the relationship with bibliographic and documentary sources, it is also presented the first characterization of samples of materials taken from architectural elements of the Teatro Nacional de São João, in Porto, with evidence of the use of natural cement at the time it was built. This study is part of a research project aiming to identify the time period and geographical location of the use of this hydraulic binder, filling the knowledge gap about this transitional period in construction history.

Keywords: 19th and 20th century; natural cement; render; ornaments; built heritage.

1. INTRODUÇÃO

O cimento natural, também chamado de cimento romano, ou um conjunto de outras designações que evidenciam os locais de extração de matéria prima e fabrico ou os nomes dos fabricantes, começa a ser usado a partir de meados do século XVIII, em situações onde a presa rápida, a capacidade de ganhar debaixo de água, e a sua maior impermeabilidade são requisitos importantes. O cimento natural resulta da queima de rochas calcário argilosas sem alteração da composição após extração, distinguindo-se da cal hidráulica natural por resultar de matéria-prima com um teor de argila superior permitindo a formação de maiores quantidades de fases minerais reativas com a água e com a quase ausência de portlandite. Assim, ao contrário da cal hidráulica, que endurece por um processo combinado de hidratação e carbonatação, no cimento natural a hidratação é o mecanismo dominante para os ganhos de resistência e desenvolvimento microestrutural. No entanto, as gamas de temperaturas e de proporções calcário-argila e outros requisitos de composição não são consensuais na literatura e provavelmente variam de local para local.

2. O CONTEXTO INTERNACIONAL (SÉCULO XVIII, SÉCULO XIX)

Apesar de algumas experiências anteriores (Elsen, Mertens & Snellings 2011, 445) a primeira utilização de um cimento hidráulico ocorre em 1756 em Inglaterra, no farol de Eddystone, pelas mãos de John Smeaton, após um conjunto de experiências para criar um “*water cement*”, com teste de queima de diversos tipo de rochas e diversas misturas, incluindo pozolanas (Smeaton 1791, 102-123), por forma a conseguir uma argamassa que se comportasse bem nas exigentes condições de um farol sempre fustigado pela maré. Pretendia uma argamassa que ganhasse presa rapidamente debaixo de água e que resistisse à humidade e à constante presença de sais. Utiliza, como comparação dos seus teste, as argamassas de ‘Tarras’ [2 partes de cal para 1 parte de Tarras]. As “Tarras de Holanda” (ou ‘Terras’ ou ‘Trass’, como também eram chamadas), apesar da designação, são feitas a partir de uma rocha branda, um tufo vulcânico, existente na Alemanha, na região de Andernach, próximo de Colónia (Mahan 1838, 10, 1846, 30). Queimadas, tal como se queimava a cal, e moídas em moinhos, eram transportadas para a Holanda em barcaças pelo Reno (Nicholson 1845, 221, Bees 1819), sendo usadas nas construções de diques e outras obras em contacto com água. João Emílio dos Santos Segurado ([1905?], 94) explica que “*a ‘trass’ de Hollanda é um produto natural analogo á pozzolana e que reunido á cal fôrma argamassa hydraulica*”, acrescentando que “*já tem sido empregada entre nós em algumas construcções*”.

Por essa associação entre hidráulicidade e as *tarras/terras/trass* quando, em 1796, James Parker regista a sua patente de um cimento hidráulico, a descrição que utiliza é de “*a certain cement or terras to be used in aquatic and other buildings and stucco work*” (Moore 2010b), seguindo o que eram diversas tentativas de substituição das ‘tarras’ holandesas por rochas locais (Bees 1819). Em 1798, num panfleto de divulgação, usa-se a designação de Cimento Romano (AA.VV. 2012a, 4), de certa forma demonstrando que a busca pela ‘receita’ que tornava as argamassas romanas tão resistentes era ainda uma preocupação nessa altura (Moore 2010a). Apesar de criticado, o nome pega e ainda hoje pode ser usado de forma corrente para designar os cimentos naturais. Este cimento ficou também conhecido como cimento de Parker, ou de Parker & Wyatt, pela venda da patente em 1798 a Samuel e Charles Wyatt (Hughes, Swann & Gardner 2007, 27).

Na patente nº 2120, Parker descreve o sistema de produção do novo material e a matéria-prima usada, com as dificuldades inerentes ao desconhecimento de uma designação para a mesma. Assim, opta por uma descrição bastante minuciosa do tipo de rochas utilizadas¹, uns nódulos de argila com veios calcários e cristais no interior sem lhes atribuir um nome. As rochas são “septária – ie., nódulos de carbonato de cal argilosa” (Eckel 1922, 216).

¹ “*I do not know of any precise generical term for these noddles of clay; but I mean by them, certain stones of clay, or concretions of clay, containing veins of calcareous matter, having frequently, but not always, water in the center, the cavity of which is covered with small chrystals of the above calcareous matter, and the noddles agreeing very nearly in colour with the colour of the bed of clay in or near which they are found*”.

Será esta a primeira vez que se consegue a execução de um cimento com estas características a partir da queima de uma única rocha, sem a adição de outros componentes. Anteriormente a mais rápida presa das argamassas era conseguida pela adição de gesso, ou estuque de Paris (Hughes, Swann & Gardner 2007), uma parte de gesso para 2 partes de cal (Nicholson 1845, 221), e a maior resistência à humidade pela adição de pozolanas naturais e artificiais, incluindo a cinza de carvão, 2 partes de cinza para uma parte de cal (Nicholson 1845, 221).

Do outro lado do canal, em 1802, ainda durante as guerras napoleónicas, um Inglês, na tentativa de encontrar na praia de Boulogne-Sur-Mer seixos idênticos aos da 'ilha' de Thanet, usados por Parker, é capturado. Entre ser acusado de espionagem, ou revelar a verdadeira intenção, escolhe a segunda e disponibiliza-se a dar informações sobre o que sabe sobre o cimento natural inglês, ainda desconhecido em França - seria introduzido em 1815 (Gourdin 1976, Mallet 1829). O presidente da Câmara decide continuar a prospecção, que se revela frutífera, mas que, contudo, neste anos iniciais, nunca chega a ser explorada sistematicamente do ponto de vista comercial. O *Plâtre-ciment de Boulogne*, como fica conhecido, ainda é usado entre 1820 e 1835 pelos engenheiros do *Génie Militaire*, em obras na região de Boulogne e por um caieiro local, mas apenas em 1850 é aberta a fábrica, já sob a designação de cimento romano, que funciona até 1878 (Gourdin 1976, Mallet 1829).

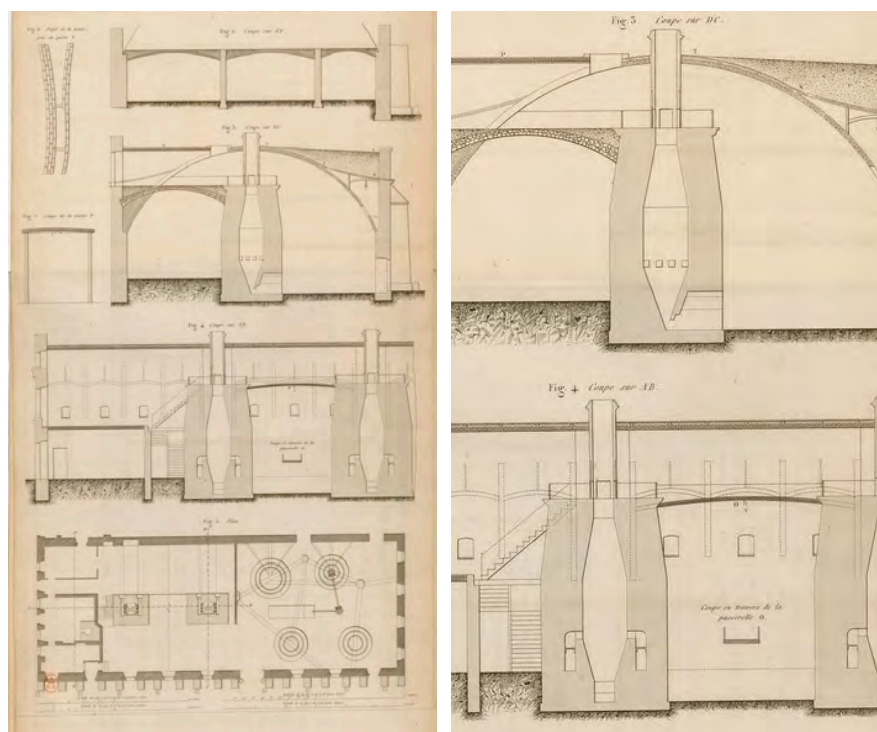


Figura 01 – Fábrica de cimentos de Vassy, fornos e sistema construtivo.

Fonte: (AA.VV. 1845)

M. Lacordaire, um engenheiro da *Ponts et Chaussées*, descobre, ainda na década de 1820, em Pouilly, jazidas de rochas que podiam dar origem a cimentos naturais (Elsen, Mertens & Snellings 2011, Mallet 1829). Um pouco por acaso, idêntica descoberta é feita em Vassy, em 1830, por Honoré Gariel, um notário de Avallon e geólogo amador (Gourdin 1976). Se até 1830 a França estava dependente de Inglaterra para o uso de cimentos naturais, a descoberta destas jazidas na região de Boulogne, a que mais tarde se seguem outras, abre caminho à exploração comercial do cimento natural francês e mais tarde à sua exportação (Prévost 1907, 147). A sua divulgação em França deve-se grandemente ao uso deste cimento pelos Engenheiros da *Ponts et Chaussées* e do *Génie Militaire* na reparação ou construção de

todas as pontes de Paris, na rede de esgotos, na de abastecimento de águas, em praças e fortes (Société Anonyme des Ciments de Vassy 1906, 1).

Entre 1855 e 1885, várias fábricas são abertas na região para explorar o mesmo filão de calcário, confiando a venda dos produtos à Société Anonyme dos Ciments de Vassy, entretanto criada, sendo esta responsável por manter, em França e no Estrangeiro, o bom nome do Cimento de Vassy (AA.VV. 1845). Portugal é um dos países que importará o cimento de Vassy a partir do final do século XIX (Cohen 1880, Segurado [1905?]).

Este tipo de cimento tinha usos diversos associados quer à sua impermeabilidade quer à rápida presa. Das obras evidenciadas nas publicações da empresa (Prévost 1907, 156-157, AA.VV. 1845) destacamos a própria fábrica, representada na figura 01, o restauro da Catedral de Nevers, a abóbada do salão nobre da Câmara Municipal de Clermont Ferrand, túneis do metro de Paris, redes de esgotos de várias localidades, elementos Rocaille para o Bois de Bologne e para a Exposição Universal de 1900. Destacam-se também os elementos de betão armado executados com este cimento, bem como outros elementos pré-fabricados.



Figura 02 – Quiosque desmontável de betão armado de cimento de Vassy, para a Exposição Universal de 1900.
Fonte: (Société Anonyme des Ciments de Vassy 1906)

A região de Grenoble também é alvo de prospecções geológicas em meados do século XIX que vão levar à abertura de uma série de fábricas de cimento natural como a Porte de France [1842], Vif [1858], Voreppe [1874], entre outras (Yves 1987), existindo 32 cimenteiras na região em 1882, e apenas 5 no final da primeira guerra (Duseigne & Sanel 2017, 7). A fábrica de cimentos de *Thorrand & C.º*, de Voreppe é uma das que se mantém, e o seu cimento será comercializado em Portugal no século XX (Cohen 1913).

Com os trabalhos de Vicat e de Aspdin a fabricação de cimentos deixa de estar dependente de encontrar as rochas ideais e assenta num trabalho científico de análise e mistura de componentes. O cimento artificial, a cal hidráulica e o cimento Portland abrem a era dos materiais artificiais, ou ‘fictícios’, como os franceses os vão designar (Oslet & Chaix 1890).

3. O USO DOS CIMENTOS NATURAIS EM PORTUGAL

Atualmente não existe ainda um estudo sistemático sobre a utilização dos cimentos naturais em Portugal, quer do ponto de vista do estudo dos processos de obra, quer do ponto de vista da análise laboratorial dos materiais de revestimento dessa época de transição, apesar de alguns estudos já feitos (Rocha 2015, Silva 2014, Velosa et al. 2011, Almeida et al. 2016, Almeida et al. 2018, Velosa et al. 2014, Velosa et al. 2013). Essa lacuna no conhecimento foi detectada e deu origem a um projeto de investigação – CemRestore – que está a ser iniciado pela Universidade de Aveiro, LNEC e Universidade do Porto, cruzando investigação histórica com análises laboratoriais.

Este desconhecimento é um problema que tem vindo a ser detectado um pouco por toda a Europa, à medida que é necessário fazer intervenções de conservação e restauro em edifícios construídos, revestidos ou decorados com argamassas de cimentos naturais e se percebe a falta de informação sobre as características do material que foi aplicado, e a forma adequada de fazer a intervenção atual (Bouichou et al. 2019, AA.VV. 2012b, Gosselin et al. 2008).

A análise dos processos de licenciamento e obra muitas vezes não esclarece sobre as soluções aplicadas. Sob a designação abrangente de ‘cimento’ são vários os materiais que vão sendo referidos e usados ao longo do tempo e apenas um cruzamento com ensaios laboratoriais irá permitir desfazer dúvidas sobre o que se está a designar em cada época por ‘cimento’. A consulta dos manuais de construção de divulgação corrente auxilia na identificação do que estava disponível em cada momento, quer em termos de conhecimento técnico, quer do ponto de vista da disponibilidade de material.

Seguidamente apresenta-se a análise de duas obras de utilização corrente em Portugal entre o final do Século XIX e a primeira metade do Século XX: O Livro ‘Bases para Orçamentos’ de David Xavier Cohen, com 4 edições entre 1880 e 1930, cobrindo meio século entre primeira e quarta edições; e a coleção de livros ‘Biblioteca de Instrução Profissional’, publicada a partir de 1904, e com reedições até meados do século XX.

3.1. O LIVRO ‘BASES PARA ORÇAMENTOS’, DE DAVID XAVIER COHEN

David Xavier Cohen, Capitão de Engenharia, foi requisitado ao Ministério da Guerra em Abril de 1877 para prestar serviço no Ministério das Obras Públicas, “para os estudos do projecto do ramal do caminho de ferro entre Viseu e a Linha da Beira Alta” (Conselho Superior de Obras Públicas e Minas 1877-1914, f3), na sequência da sua participação, em 1876, na “*comissão encarregada de estudar a rede dos caminhos de ferro em Portugal*” (Lecocq et al. 1876). Resultado certamente das necessidades sentidas nesse trabalho, elabora e publica em 1880 o livro ‘*Base para Orçamentos*’, com 284 páginas, onde são explicadas as fórmulas de composição de preços para um conjunto alargado de trabalhos de construção [de estradas, pontes, portos, vias férreas, edifícios, instalações telegráficas, etc.], executando igualmente um pequeno caderno de encargos, e apresentando preços de alguns materiais. O livro terá ainda mais três edições, a segunda em 1896 [655 páginas], a terceira em 1913 [692 páginas], e a quarta em 1930 [736 páginas], já após a morte de Xavier Cohen (Vale 2018a). Percebe-se, na comparação entre edições, o esforço de completar, na medida do possível, as informações, bem como fazer a actualização das mesmas motivadas ou pelos progressos técnicos ou pelas experiências profissionais de Cohen.

Nestes livros, os aglomerantes hidráulicos são tratados nas bases para orçamentos e no caderno de encargos. Nesta primeira edição a organização dos assuntos ainda é bastante deficiente pelo que na primeira parte do caderno de encargos (*Qualidade e preparação dos materiaes*), no seu artigo 2º, relativo a *Alvenarias e cantarias*, se criam subpontos não numerados, entre eles “*Cal*”, “*Pozzolana*” e “*Cimentos*”. Na segunda parte (*Modo de execução dos trabalhos*), no artigo 7º, relativo a *Argamassas e beton*, divide-se o mesmo em “*Extinção da cal*”, “*Argamassas*”, “*Argamassas de cimento Portland*”, “*Argamassas de cimento de Vassy*” e “*Beton*” (Cohen 1880). Neste livro não se utiliza nem a designação de cimento natural, nem de cimento romano, apenas a de ‘*cimento de Vassy*’.

A comparação entre cimento Portland e cimento de Vassy é feita em alguns pontos, havendo notoriamente uma preferência pela utilização de cimento Portland “*salvos os casos excepcionaes em que seja necessario uma construcção immediatamente estanque*” (Cohen 1880, 188). A presa rápida do cimento de Vassy é um condicionante importante pelo que o mesmo “*só será empregado por operarios especiaes, acostumados ao uso d'este material*” (Cohen 1880, 203).

Na parte relativa às bases, explicam-se as composições para três argamassas de cimento de Vassy, indicando sempre uma argamassa equivalente executada com cimento Portland. Na tabela 01 apresenta-se uma síntese com as composições destas argamassas, bem como os tempos de trabalhadores e o peso relativo das ferramentas na composição de preços.

Tabela 01: Comparação entre argamassas hidráulicas, dados retirados de (Cohen 1880).

Tipo de cimento	Vassy	Portland	Vassy	Portland	Vassy	Portland
Base Nº	116	117	118	119	120	121
Traço Volum. (Lig.:Agre.)			1:1	1:1	1:2	1:2
Quilogramas de Cimento ou Metro Cúbico de Cimento	1388,7	1846,9	729,9	1051,3	439,2	633,8
Metro Cúbico de Areia	1,543	1,358	0,811	0,773	0,488	0,466
Litro de água	617	434	357	280	280	200
Jornal de pedreiro	0,75	0,75	0,9	0,9	1,1	1,1
Ferramentas (% do jornal)	5%	5%	5%	5%	5%	5%

Na segunda edição do livro (Cohen 1896) continua a fazer-se a referência aos cimentos naturais mas a designação passa a ser unicamente “*argamassas hydraulicas de cimento de presa rápida*” em títulos, sem indicação de marca ou tipo. No caso do cimento Portland, no título geral usa-se a designação de “*argamassas hydraulicas de cimento de presa lenta*” e na composição esclarece-se que é cimento Portland. Passa a aparecer um terceiro tipo de cimento, o cimento de jorra, um “*cimento mais economico que o Portland*” executado com “*as escorias ou jorra dos altos fornos do fabrico do ferro*” (Segurado [1905?], 94). Este livro corresponde a uma grande revisão e ampliação relativamente à primeira edição que se reflete também na parte relativa aos cimentos e argamassas. Na parte das bases são colocadas notas de rodapé indicando a adequabilidade das composições a determinadas utilizações, e na parte de caderno de encargos, de uma forma mais estruturada, passam a indicar-se as características dos cimentos e condições para a sua utilização designadamente a composição química, pulverização, baridade, peso específico, presa, resistência a tração e compressão, invariabilidade da forma (Cohen 1896, 546). Do ponto de vista das formas de execução dos trabalhos, mantém-se a redação de 1880 (Cohen 1896, 580-81).

Existe uma atenção especial de adequação à obras marinhas quer no tipo de argamassas e betões incluídos nas bases, mas fundamentalmente nas notas de rodapé que as acompanham neste livro, resultado da ligação de Xavier Cohen às obras dos portos de Ponta Delgada e Horta, enseada da Póvoa de Varzim e da barra de Esposende (Vale 2018a). De referir que essas notas, bastante ricas e certamente resultado da sua própria experiência, não são colocadas nas bases relativas aos cimentos de presa rápida (bases n.º 284 a 290), indiciando que provavelmente não os teria usado nas obras a que esteve ligado. São apresentadas 7 tipos de argamassa, uma sem adição de areia e as restantes com os traços volumétricos de 3:1, 2:1, 3:2, 1:1, 2:3 e 1:2 (Cohen 1896, 104-105), apresentadas na tabela 02.

As argamassas de cimentos de presa rápida, das bases 285 a 288 atrás mencionadas, são usadas nas bases n.º 833 a 837 referentes a “*rebocos hydraulicos*” com 0,01m a 0,05 m de espessura “*em paramentos verticais, pavimentos e extradorsos de abobadas*”. Em todos os restantes trabalhos descritos, a opção é geralmente ou pela cal hidráulica ou pelo cimento Portland.

Na terceira edição, de 1913, ano da morte de Xavier Cohen, que assina a introdução em 1912, procede-se ainda a ampliações e revisões. No âmbito deste artigo, convém referir a criação de uma segunda parte no caderno de encargos sobre “*Condições para o fornecimento de aglomerantes hydraulicos*” com 24

páginas (Cohen 1913, 606-629). São também incluídos, como anexos, o “Regulamento Italiano de 10 de Janeiro de 1907 estabelecendo os preceitos para a execução das obras de sidero-cimento” e o “Regulamento francês de 17 de Fevereiro de 1903 sobre projectos e provas das armações das coberturas dos cais cobertos, para passageiro e mercadorias, dos caminhos de ferro”, à falta de legislação nacional à data.

Tabela 02: Argamassas hidráulicas de cimentos de presa rápida, dados retirados de (Cohen 1896, 104-105).

Tipo de cimento	'Argamassas hidráulicas de cimento de presa rápida'						
Base Nº	284	285	286	287	288	289	290
Traço Volum. (Lig.:Agre.)		3:1	2:1	3:2	1:1	2:3	1:2
Quilogramas de Cimento ou Metro Cúbico de Cimento	1200	979,2	825,6	720	672	537,6	470,4
Metro Cúbico de Areia	1,25	1,02	0,86	0,75	0,7	0,56	0,49
Litro de água	623	493	490	490	370	328	265
Horas de Pedreiro	25	25	25	25	25	22	18
Ferramentas (% do jornal)	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%
Quebras no amassadoiro (% dos materiais)	2%	2%	2%	2%	2%	2%	2%

Tabela 03: Argamassas hidráulicas de cimentos de cimento romano ou de presa rápida, dados retirados de (Cohen 1913, 134-135).

Tipo de cimento	'Argamassas hidráulicas de cimento romano ou de presa rápida (Voreppe)'							
Base Nº	430	431	432	433	434	435	436	437
Traço Volum. (Lig.:Agre.)		1:1	10:11	9:11	8:11	7:11	6:11	5:11
Quilogramas de Cimento	1496	814	775	725	672	615	546	475
Metro Cúbico de Areia		0,74	0,775	0,805	0,84	0,878	0,91	0,95
Litro de água	480	320	310	302	294	281	268	266
Horas de Pedreiro	12	12	12	12	12	12	12	12
Ferramentas (% do jornal)	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%
Quebras no amassadoiro (% dos materiais)	2%	2%	2%	2%	2%	2%	2%	2%

Introduz-se, na secção relativa aos cimentos de presa lenta, um tipo de cimento não referido nas edições anteriores, o “cimento de rolão”, que é “obtido pela moagem do rolão que constitui o residuo da fabricação da cal hidráulica, e se separa por extinção e peneirações sucessivas” (Cohen 1913, 623) com tempos de presa idênticas ao cimento de jorra (entre 1 e 15 horas).

O artigo 5º, relativo aos cimentos naturais, tem mais uma base que a edição anterior (bases n.º 430 a 438), passa a chamar-se “Argamassas hidráulicas de cimento romano ou de presa rápida”, e volta a aparecer a designação de uma marca, neste caso Voreppe, explicando que “este cimento tem a baridade de 1100 q. por m.c. É fabricado por Thorrand & C.º, em Voreppe, departamento de Isère, França. Os cimentos romanos fabricados no departamento de Isère, são presentemente considerados os melhores cimentos franceses desta espécie” (Cohen 1913, 133). Os traços apresentados são 1:1, 10:11, 9:11, 8:11, 7:11, 6:11, 5:11 (Cohen 1913, 134-135), para além de uma pasta sem adição de areia [tabela 03]. As quantidades são já unicamente explicitadas em kg de cimento para metro cúbico de areia, correspondendo a um doseamento com muito mais rigor do que na edição anterior e desaparecem as argamassas extremamente ricas (traços 2:1 e 3:2).

A quarta edição corresponde a uma republicação com ligeiras alterações. Justifica-se, segundo Artur Cohen, porque “esgotada em pouco tempo a 3ª edição” era necessário “atender aos pedidos instantes de publicação de uma nova edição que se estavam recebendo, não só de todos os pontos dos nossos territórios, como também do Brasil” (Cohen 1930, 3). Explicita-se que se “procurou completar a parte referente a construções de sidero cimento, publicando tabelas e fórmulas que permitirão o cálculo rápido das suas peças componentes” (Cohen 1930, 3). Os dois regulamentos estrangeiros que constavam na

terceira edição são retirados e em seu lugar inclui-se o primeiro regulamento português – o “*Regulamento para o emprego do betom armado, aprovado pelo decreto n.º 4036 de 28 de Março de 1918*”.

3.2. BIBLIOTECA DE INSTRUÇÃO PROFISSIONAL

Herdeira e depositária de uma dinâmica editorial que vem do século XIX, a ‘Biblioteca de Instrução Profissional’ inicia a sua publicação em 1904, pelas mãos de Thomaz Bordallo Pinheiro, correspondendo a um projeto de grande envergadura que se vai consolidando ao longo dos anos e liga fortemente Portugal e o Brasil. Não apenas porque os livros eram comercializados dos dois lados do Atlântico, mas também porque um dos seus editores, Francisco Alves, era um brasileiro de origem portuguesa (Vale 2015, 2018b). Esta biblioteca, com uma abrangência de assuntos grande, tem uma série dedicada à Construção Civil, tendo também, na série Manual do Operário, títulos que se integram ou se cruzam com a construção, como seja o Manual do Formador e Estucador, Elementos de Modelação ou a Indústria da Cerâmica. A série Construção Civil fica nas mãos de José Emílio dos Santos Segurado, engenheiro industrial, que altera substancialmente o plano inicial de Bordallo Pinheiro, dando mais conteúdo e força a esta série.

A análise no âmbito deste artigo irá centrar-se nas primeiras edições dos livros ‘*Materiais de Construção*’, ‘*Alvenaria e Cantaria*’, ‘*Acabamento das Construções*’, ‘*Cimento Armado*’, e ‘*Alvenaria, Cantaria e Betão*’, quer para analisar o que é escrito relativamente aos cimentos naturais, quer para evidenciar a ausência de referências. Complementarmente analisa-se uma 6ª edição do livro ‘*Materiais de Construção*’, para identificar a informação que se mantém, a que é suprimida e a que é adicionada. A apresentação da análise é feita pela ordem cronológica da edição do livro, de acordo com a datação estabelecida por Vale (2018b).

No livro ‘*Materiais de Construção*’, volume 1, cuja publicação se iniciou em fascículos, provavelmente a partir de 1905, Segurado dedica o Capítulo IX ao “Cimento e pozzolana”, começando por esclarecer que “*os calcareos que contemham 20 a 40% d’argila podem, por uma cozedura prévia, dar origem a cimentos*”, acrescentando que os mesmo podem classificar-se “*em dois grupos principais: cimento romano ou de presa rápida e cimento Portland ou de presa lenta*”. Informa o leitor que “*a denominação de cimento romano proveio da ideia erronea que se fazia da constituição da argamassa usada pelos romanos, a qual passados muitos séculos apresenta uma dureza e resistencias extraordinarias*” (Segurado [1905?], 84).

Explica que o cimento romano, ao contrário da Cal, diminuiu de volume ao ganhar presa, e que a sua resistência e dureza é dependente da “*qualidade do calcareo argiloso que serviu de materia prima e com o systema de fabrico*” (Segurado [1905?], 85). Apresenta a composição do cimento romano de Vassy e nas páginas seguintes composições de outros cimentos naturais e artificiais, que se resumem na tabela 04. Indica que os cimentos naturais “*também se podem obter pela mistura intima de cal e argila em proporção conveniente*” (Segurado [1905?], 85).

Relativamente à sua durabilidade afirma que “*os cimentos só offerecem garantias de duração debaixo d’agua ou em fundações em terra humida (...) o cimento empregado puro ao ar livre não é de duração nem de confiança porque se contrae e fende, devido à quantidade de água que sempre contém (16 a 20%). Só se consegue que a contracção diminua juntando-lhe areia em proporção conveniente*” (Segurado [1905?], 85-86). No tocante a usos indica que “*o cimento romano é muito empregado nas construções, especialmente hydraulicas. Presta-se á confecção de molduras delicadas que se podem cobrir de estuque e pintar. Usa-se no refechamento das cantarias e na chapa das abobadas; serve no fabrico de tubagens para gás e agua, etc*”, indicando que “*um dos cimentos romanos mais empregados é o de Vassy (...) faz presa em um ou dois minutos*” (Segurado [1905?], 86).

No ponto seguinte, na sequência da explicação do processo de fabrico do cimento Portland (indicando-se também nesse ponto o fabrico do cimento Tejo, nacional) refere-se que “*o cimento Francez de Boulogne-sur-Mer, é natural*” explicitando-se em seguida o processo de fabrico (Segurado [1905?], 88). Indica-se

ainda que “a associação austriaca dos engenheiros e architectos definiu, em 1888, os cimentos Portland como ‘produtos obtidos pela calcinação até ao amolecimento, seguida de pulverização até á finura da farinha, das suargas [sic] naturaes e das misturas artificiaes de materiaes argilosos e calcareos, contendo, em pêso, pelo menos 1,7 de cal para 1 de substancia hydraulica’. Aquela associação só dá o nome de cimentos Portland aos que contiverem menos de 2% de substancias estranhas” (Segurado [1905?], 88-89), mostrando que numa fase inicial de produção ainda existiria pouca sistematização nas designações.

Tabela 04: Composição de diversos tipos de cimento, dados retirados de (Segurado [1905?], 85-87).

	Cimento de Vassy	Cimento natural Inglês	Cimento de Boulogne	Cimento artificial Inglês	Cimento artificial Francês
Cal	56,60	43,45	49,28	63,70	61,75
Protóxido de ferro	13,70	12,05			
Magnésia	1,10	13,95	2,58		
Sílica	21,20	19,50	28,02	20,84	25,10
Alumina	6,90	5,60	9,58	6,66	7,25
Água e ácido carbónico		2,50		2,30	1,40
Acido Sulfúrico		0,80	0,51	1,20	
Alcalis		2,15			
Peroxido de ferro			5,73	5,30	4,50
Perdas	0,50				
Matéria inerte			4,31		
Total	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00

No Capítulo XI, referente a Argamassas, indica-se que “há tres typos d’argamassas usadas nas construções: a ordinaria, a hydrylica e a refractaria. (...) As argamassas hydraulicas podem ter composição muito variavel. Podem ser constituídas exclusivamente pela pasta do cimento de prêsa rapida ou de prêsa lenta, o que só de se emprega para vedar infiltrações ou fugas de agua (...)” (Segurado [1905?], 99) explicando-se em seguida em que contextos se usam os diversos traços, não voltando a fazer referência explícita ao tipo de cimento (presa rápida ou lenta).

No livro ‘Alvenaria e Cantaria’, publicado em 1908, também não existe referência explícita aos cimentos naturais. Quando se explicam como se podem assentar as cantarias referem-se argamassas de cimento, sem especificar o tipo (Segurado [1908], 33-34).

No livro ‘Acabamento das construções’, publicado provavelmente em 1911, seria onde esperávamos encontrar mais referência aos cimentos naturais, contudo os mesmos não são explicitamente referidos. Isto é, existe referência ao uso do cimento, sem indicar se é Portland ou Romano, e existe referência explícita ao cimento Portland. No conjunto de informações relativas a revestimentos considera-se que

“o acabamento das paredes pode fazer-se com argamassa ordinária; com gesso amassado com água; com argamassa hidráulica, de cimento ou pozzolana e areia”. (...) “Nas paredes exteriores onde não se pode usar o gesso faz-se o ‘guarnecimento’, isto é a aplicação de argamassa de cal e areia numa primeira camada e de cal em pasta na segunda. Pode fazer-se branco ou cores também” (...). “O revestimento com argamassa hidráulica pode constituir um rebôco liso ou uma espécie de chapado regularmente áspero e a que se da o nome de ‘crespido’ (seguramente do Francês crépi)” (Segurado [1911?], 122). “Pode fazer-se com argamassa ordinaria ou com argamassa de cimento, devendo neste caso executar-se com rapidez. (...) Geralmente o crespido de cimento não se pinta” (Segurado [1911?], 130).

“Faz-se o ordinariamente o rebôco com argamassa ordinaria (...). O reboco deve ter entre um e um e meio centimetro de espessura. (...) Quando se tenha pressa do trabalho ou no inverno, quando o rebôco custa muito a secar, mistura-se à argamassa um pouco de gesso, constituindo o ‘pardo’, sobre o qual se aplica depois o estuque. Também se aplica argamassa hydraulica, de cimento Portland e areia, para rebocar as superficies

expostas ao tempo ou que tenham de estar em contacto com a água” (Segurado [1911?], 127-129).

“A ‘escaióla’ é a imitação do marmore e outras pedras caras, feita de estuque a que se incorporam diversas substâncias. (...) Na preparação da escaióla também pode entrar o cimento Portland branco, de fabrico ingles ou americano, além das diversas tintas em pó, que se misturam convenientemente na massa” (Segurado [1911?], 167-169)

“(...) para exteriores faz-se uso do guarnecimento a massa de areia, usado largamente nas frentes dos edificios, em socos, fachas, cimalthas, etc.” (Segurado [1911?], 173).

O livro ‘Cimento Armado’ publicado em 1923 (ou ‘Betão Armado’, designado assim a partir de terceira edição) não faz qualquer referência aos cimentos naturais. A questão da denominação é matéria de discussão no prefácio, adoptando “a designação ‘cimento armado’, a mais corrente entre nós, apesar de ser discutível a sua correcção, pois outros lhes chamam ‘betom armado’, ‘betom de cimento armado’, ‘sidero-cimento’, ‘concreto armado’ e ‘formigão armado’” (Segurado [1923]), mostrando ainda a fase inicial deste sistema construtivo em Portugal. O mesmo se passa com o livro ‘Alvenaria, Cantaria e Betão’, uma revisão do ‘Alvenaria e Cantaria’ publicado cerca de 1947, já depois do falecimento de Segurado (Segurado & Guimarães [1947?]), sem qualquer referência aos cimentos naturais.

A 6ª edição do livro ‘Materiais de Construção’, publicada provavelmente em 1948, mantém a maior parte do texto da primeira edição, havendo, contudo, algumas pequenas actualizações. Assim, indica-se que “podem classificar-se os cimentos em três grupos principais, segundo o tempo que levam a fazer presa, ou endurecer depois de serem aplicados sós ou em argamassas: a) cimentos de presa rápida, ou romanos; b) cimentos de presa lenta ou Portland; c) cimentos especiais, como aluminoso, o de jorra, etc. Ocupa o primeiro lugar entre os cimentos o Portland (...)” (Segurado [1948], 217). Informa-se também que “na Alemanha, onde perdeu toda a importância, considera-se hoje o cimento romano como pertencente ao grupo das cais hidráulicas (...)” (Segurado [1948], 218), continuando-se a afirmar que um tipo muito usado é o de Vassy (não sabemos se por ainda ser verdade ou por não se ter alterado o texto) (Segurado [1948], 221).



Figura 03 – Fábrica de cimentos ‘Secil’, junto ao rio Sado.
Fonte: (Segurado [1948], 245).

Acrescentam-se mais algumas informações. “A cor do cimento romano é em geral amarela” (Segurado [1948], 219). “O cimento romano emprega-se puro ou misturado com areia formando argamassa, sendo os traços mais usuais o de 1:1 e de 1:2. Um metro cúbico de pasta de cimento puro exige 1.500 quilos; para o traço 1:1 são precisos 900 kg de cimento e 0,900 m³ de areia e para o traço 1:2 são necessários 500 quilos de cimento romano e 1 metro cúbico de areia” (Segurado [1948], 220), que não contradiz a

informação do *'Bases para orçamentos'* (Cohen 1913, 1930), mas usa uma forma distinta de definir os traços, quilos por metro cúbico de areia, em vez de usar os traços volúmicos.

Continua falando do fabrico nacional e das fábricas Liz, Secil e Tejo. Menciona ainda a *"Fábrica da Rasca, pertencente à 'Secil', Companhia Geral de Cal e Cimento, [que] fica perto da torre do Outão (...). Primitivamente o cimento era natural, isto é obtinha-se pela cozedura simples do calcário argiloso da Serra da Arrábida, que fica perto da fábrica (...) mais tarde foi o fabrico aperfeiçoado, passando o cimento a ser artificial e a ter largo emprego sob as marcas Audaz e Tenaz"* (Segurado [1948], 244). Junta uma fotografia da fábrica de cimento 'Secil', apresentada na figura 03.

4. MARQUES DA SILVA E O TEATRO NACIONAL DE S. JOÃO

José Marques Silva (1869-1947) é um arquiteto português, que fez o complemento da sua formação em Paris, na 'École de Beaux-Arts', tendo obtido o grau de Diplomado pelo Governo Francês em 1896. É um dos mais importantes arquitetos Portugueses do início do século XX, arquiteto na Câmara do Porto, diretor da Escola de Belas Artes do Porto, e com importantes obras que se estendem por cerca de meio século, fazendo a transição do ecletismo para a modernidade. A sua formação escolar parisiense colocou-o também em contacto com a vanguarda europeia em termos de processos construtivos, materiais, e equipamentos para edifícios, tendo tido um papel importante na introdução e disseminação dos mesmos em Portugal. Manteve o contacto com o estrangeiro ao longo da vida, quer viajando, quer adquirindo publicações (livros de arquitectura, manuais de construção e revistas) e recebendo correspondência e actualizações de editores e da indústria da construção. A sua biblioteca foi mantida na família após a sua morte, e atualmente integra a Fundação criada em seu nome (Fundação Instituto Marques da Silva – FIMS) e que funciona como um centro de documentação para a Arquitectura Portuguesa, recolhendo toda a sua documentação profissional (biblioteca, correspondência, documentação de projetos e obras, arquivo fotográfico), conjuntamente com os espólios de outros importantes arquitetos.

4.1. O TEATRO DE S. JOÃO

O Real Teatro de S. João, um edifício construído em 1798, do lado exterior das muralhas medievais, junto a uma das suas portas, incendiou-se e ardeu completamente em 1908. Em vez de fazer uma reconstrução nas condições originais, a opção foi pela construção de um novo Teatro, moderno, que fizesse jus ao prestígio que a cidade do Porto buscava, assente numa subscrição pública. Efetivamente, desde meados do século XIX, a cidade procurava ombrear com as mais modernas cidades europeias, até na definição dos princípios legais que a deviam reger (Visconde da Trindade 1856, Vale 2013).

É lançado um concurso público, a que respondem oito projetistas, saindo vencedor José Marques da Silva (Carvalho 1992, 601), com o segundo lugar atribuído a João de Moura Coutinho (que fará o projeto do Theatro Circo em Braga, a cujo concurso Marques da Silva também irá concorrer).

A consulta da biblioteca do arquiteto permite-nos ter a noção do tipo e quantidade de informação a que tinha acesso entre o final do século XIX e o início do Século XX, encontrando-se entre os numerosos livros, para além de vários livros dedicados aos desenho de Teatros e suas instalações técnicas comprados provavelmente em 1910 (Carvalho 1992, 606), vários tratados de construção, como por exemplo o *'Traité de constructions civiles'*, de E. Barberot, o *'Cours de construction: Traité des fondations, mortiers, maçonneries'* de Gustave Oslet e J. Chaix, ou a *'Bibliographie des Sciences et de l'Industrie: Organe mensuel de la Librairie Speciale et de l'Information Industrielle'* com as novidades técnicas e científicas.

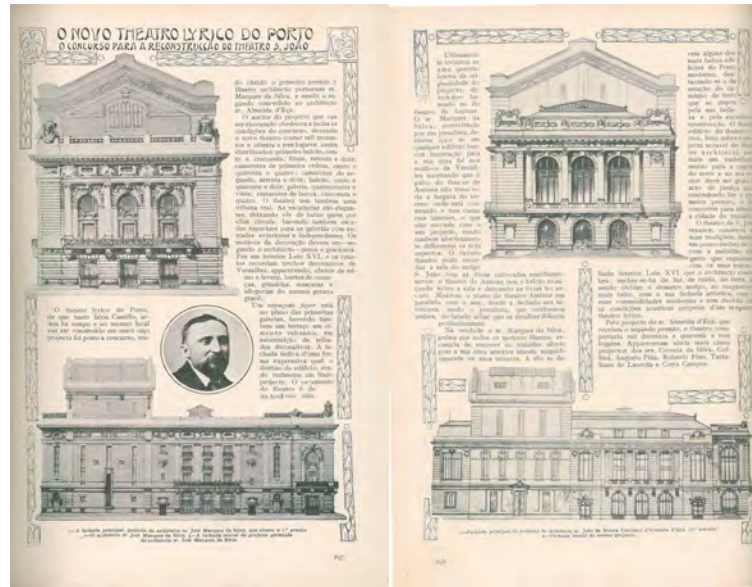


Figura 04 – Concurso para o Teatro de São João, primeiro e segundo prémios.
Fonte: (S.N. 1910)

A opção de projeto, por questões estéticas, mas certamente também por questões económicas, foi a utilização de revestimentos decorativos executados em argamassas, quer mimetizando cantarias rusticadas, quer desenhando florões, grupos escultóricos, ou acrotérios. Segundo Carvalho (1992, 606) “são aplicados revestimentos exteriores lisos, moldurados e ornamentais, de argamassa de cimento”, não tendo sido encontrada (ainda) a indicação do tipo de cimento. É uma forma de revestimento nova na cidade do Porto. Virá a ser utilizado pouco tempo depois no Mercado do Bolhão projectado por António Correia da Silva (outro dos concorrentes ao Teatro de S. João), e por Oliveira Ferreira e Marques da Silva em edifícios do novo centro cívico portuense – a Avenida das Nações Aliadas. Na memória descritiva do Clube Os Fenianos, Oliveira Ferreira refere mesmo que as cantarias “serão toscas para serem revestidas em cimento e areia, á semelhança do teatro de S. João ou mercado do Bolhão” (CMP & Ferreira 1920), mostrando o impacto desses dois edifícios na cidade.



Figura 05 – Estado de conservação da Envolvente Exterior.
Fonte: Autores, 2014

4.2. INTERVENÇÃO DE REABILITAÇÃO

Desde a sua construção, o Teatro Nacional de São João (TNSJ) foi alvo de várias intervenções de manutenção, tendo sido introduzidas algumas modificações, visíveis nas várias camadas de diferentes colorações que compõem as argamassas. Apesar disso, em 2009, a elevada degradação dos revestimentos externos e ornamentos, manifestada por fissuras, fraturas e destacamentos, tornou necessária uma intervenção nestes elementos. Em 2010 foi elaborado um relatório de inspeção e diagnóstico pelo Instituto da Construção e um relatório de ensaio de argamassas pela Universidade de Aveiro (Vila Pouca 2015). O estado das amostras obtidas caracterizou-se pela presença de agentes de degradação resultantes da poluição urbana, dejetos de aves e oxidação de armaduras, com consequente aumento de volume.



Figura 06 – Mísulas executadas em rede de arame tipo “galinheiro” e argamassa.
Fonte: Autores, 2014

4.3. ENSAIOS LABORATORIAIS

Um conjunto de amostras foi recolhido para caracterização extensiva dos materiais utilizados nos elementos ornamentais das diferentes fachadas do TNSJ. Foram determinadas as propriedades das argamassas [relação ligante/agregados, granulometria, absorção de água por capilaridade e carbonatação] e as características químicas e mineralógicas dos vários elementos existentes [usando fluorescência de raios-X e difração de raios-X] (Velosa et al. 2011, Silva 2014).

Da análise das argamassas através da dissolução ácida observou-se que as proporções mais comuns entre a massa de ligante e agregado foram 3:7 e 4:6, não havendo relação entre estes rácios e os diferentes ornamentos ou fachadas. Foi também encontrada uma argamassa com uma relação ligante/agregado de 1:1 sendo resultado de uma intervenção mais recente. A granulometria dos agregados resultantes da dissolução foi variada, sugerindo diferentes origens para as areias.

Os resultados dos ensaios químicos e mineralógicos mostraram a presença de elementos e minerais concordantes com a utilização de ligantes hidráulicos, compatíveis com o esperado para cimentos do início do século XX (Velosa et al. 2013). A elevada resistência mecânica da generalidade das argamassas estudadas foi também o esperado para argamassas de cimento.



Figura 06 – Recolha de amostras no TNSJ.
Fonte: (Velosa et al. 2011)

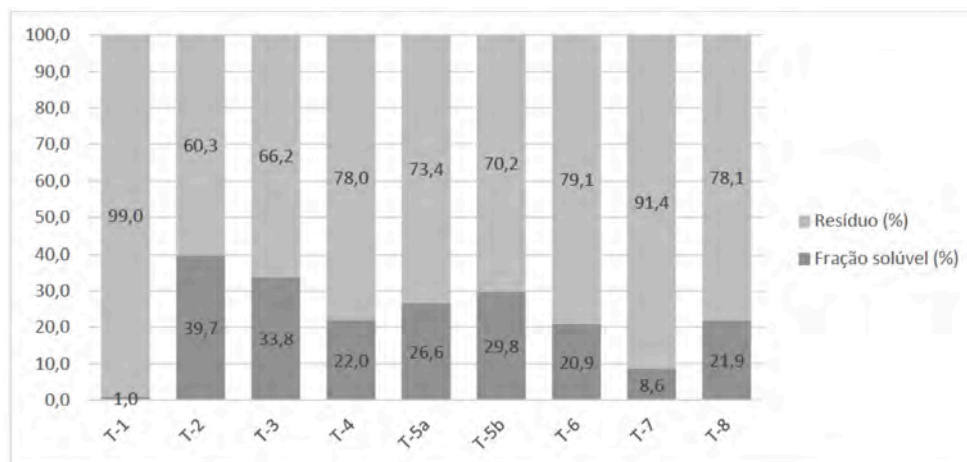


Figura 07 – Fração solúvel e resíduo após dissolução ácida - Amostras TNSJ
Fonte: (Silva 2014)

5. TRABALHOS FUTUROS E CONCLUSÕES

Integrado no projeto CemRestore em curso, irão ser realizados mais testes às amostras já recolhidas, e serão recolhidas conjuntos de amostras em edifícios deste período localizados em Lisboa e Porto – edifícios projeto do Arquiteto Marques da Silva, no Porto, e os edifícios Prémio Valmor em Lisboa. Paralelamente serão analisados os documentos de obra nos arquivos municipais, na Fundação Instituto Marques da Silva, e de outros arquivos estatais e particulares. Espera-se, com a conclusão do projeto, poder tirar conclusões mais seguras relativamente às condições de utilização de cimentos naturais neste período de transição e em relação às características que os distinguem dos outros ligantes hidráulicos, bem como estabelecer formas de intervenção (diagnóstico, conservação, reparação) para estes tipos de revestimentos.

A investigação sobre as fontes bibliográficas, nesta altura centrada nestas duas obras referidas, permite perceber que apesar de ter existido importação, utilização e mesmo produção de cimentos naturais em Portugal, praticamente não foi retida memória desse uso.

Da análise da bibliografia fica a percepção de que existem muitos tipos de cimentos que cabem dentro da designação de '*cimentos naturais*', podendo esses diversos tipos traduzir-se numa variabilidade

significativa de composições e de características químicas, físicas e mecânicas. A análise de amostras de argamassas e betões do início do século XX em Portugal, no âmbito do projeto CemRestore, deverá também permitir uma melhor sistematização dessas variações, nomeadamente no território português, e uma definição mais rigorosa do que é um cimento natural, por contraponto, quer à cal hidráulica, quer ao cimento Portland.

AGRADECIMENTOS

Trabalho cofinanciado pelo Fundo Europeu de Desenvolvimento Regional (FEDER) através do COMPETE 2020 – Programa Operacional Competitividade e Internacionalização (POCI) e por fundos nacionais através da FCT, no âmbito do projeto POCI-01-0145-FEDER-007744 e POCI-01-0145-FEDER-031612.

REFERÊNCIAS

AA.VV. 1845. *Dessins et notices relatifs à diverses constructions en ciment de l'exploitation de Vassy-les-Avallon (Yonne), appartenant à MM. Gariel et Garnier*: Bonaventure et Ducessois.

AA.VV. 2012a. "Historic Roman cements: development, production, use and distribution." In *Manual on best practices in the application of Roman Cements. Roman cement, past and present. Conservation theory and practice.*, edited by Christian Gurtner, Georg Hilbert, Dave Hughes, Roman Kozłowski&Johannes Weber, 4-18.

AA.VV. 2012b. *Manual on best practices in the application of Roman Cements. Roman cement, past and present. Conservation theory and practice.* Edited by Christian Gurtner, Georg Hilbert, Dave Hughes, Roman Kozłowski&Johannes Weber: rocare project.

Almeida, Luís, António Santos Silva, Maria Veiga & Jose Mirão. 2016. *Caracterização de Revestimentos de Edifícios Galardoados com o Prémio Valmor de Arquitetura (1902 a 2002)*. Porto.

Almeida, Luís, António Santos Silva, Rosário Veiga, Jose Mirão & Manuel Vieira. 2018. "Betões de edifícios galardoados com o Prémio Valmor de Arquitectura. Caracterização e contributos para a sua salvaguarda." Encontro Nacional Betão Estrutural - BE 2018, Lisboa, 7 – 9 novembro.

Bees, Abraham. 1819. *The Cyclopaedia; Or, an Universal Dictionary of Arts, Sciences....* Vol. VII.

Bouichou, Myriam, Elisabeth Marie-Victoire, A. Texier & T. Blondiaux. 2019. "How to Identify a Natural Cement: Case Study of the Vassy Church, France." In *Historic Mortars: Advances in Research and Practical Conservation*, edited by John J. Hughes, Jan Válek&Caspar J. W. P. Groot, 3-19.

Carvalho, António Cardoso Pinheiro de. 1992. "O Arquitecto José Marques da Silva e a Arquitectura do Norte do País na Primeira Metade do Sec. XX." Tese de Doutoramento, Faculdade de Letras, U.Porto.

CMP & Francisco de Oliveira Ferreira. 1920. "Licença nº 723/1920" Avenida dos Aliados, 339 [Fenianos], AHMP, Porto.

Cohen, David Xavier. 1880. *Bases para Orçamentos. Seguidas d'uma serie de preços, muito completa, dos jornaes e materiaes em Lisboa, de um caderno geral de encargos, e de diferentes posturas municipais, decretos e portarias sobre construcções e empreitadas.* [primeira edição] ed. Lisboa: Typ. de Gutierrez.

Cohen, David Xavier. 1896. *Bases para Orçamentos. Seguidas d'uma serie de preços, muito completa, dos jornaes e materiaes em Lisboa e de um caderno geral d'encargos.* Segunda edição muito correcta e augmentada com 1:026 bases novas ed. Lisboa: José António Rodrigues.

Cohen, David Xavier. 1913. *Bases para orçamentos. Seguidas de alguns modelos de cadernos de encargos, do regulamento italiano para as construcções de sidero-cimento, do regulamento francês para os projectos e provas das armações das coberturas dos edificios e de diversas tabelas de pesos especificos e baridades.* Terceira edição correcta e muito aumentada ed. Lisboa: J. Rodrigues & C.ia - Editores.

Cohen, David Xavier. 1930. *Bases para Orçamentos. Seguidas de alguns modelos de cadernos de encargos, do regulamento português para as construcções de sidero-cimento e de diversas tabelas de pesos especificos e baridades, bem como de formulas e tabelas para calculo rapido de peças de sidero-cimento.* Quarta edição correcta e muito aumentada ed. Lisboa: J. Rodrigues & C.ia - Editores.

Conselho Superior de Obras Públicas e Minas. 1877-1914. "Cohen, David Xavier [Processo pessoal]", Arquivo Histórico do Ministério da Economia (cota: PT/AHMOP/PI/041/059).

Duseigne, Vincent & Michel Sanel. 2017. *Les ciments du grenoblois: La ruée vers l'or gris*.

Eckel, Edwin Clarence. 1922. *Cements, Limes and Plasters*.

Elsen, Jan, Gilles Mertens & Ruben Snellings. 2011. "Portland Cement and other Calcareous Hydraulic Binders: History, Production and Mineralogy." In *Advances in the characterization of industrial minerals*, edited by George E. Christidis.

Gosselin, C., V. Verges-Belmin, A. Royer & G. Martinet. 2008. "Natural cement and stone restoration of Bourges Cathedral (France)." *Conservar Património* 7:5-19. doi: DOI:10.14568/cp7_2.

Gourdin, Pierre. 1976. *Le plâtre-ciment, 1802-1878*. Edited by Congrès national des sociétés savantes, *Comptes-rendus du 100e Congrès national des sociétés savantes. Histoire des sciences et des techniques. Section des sciences, fascicule III*. Paris: FeniXX réédition numérique.

Hughes, David, Simon Swann & Alan Gardner. 2007. "Roman Cement. Part One: Its Origins and Properties." *Journal of Architectural Conservation* 13 (1):21-36. doi: 10.1080/13556207.2007.10784986.

Lecocq, Luiz Victor, Manuel Affonso de Espergueira, David Xavier Cohen, Pedro Ignacio Lopes & Frederico Augusto Pimentel. 1876. "Parecer da comissão encarregada de estudar a rede dos caminhos de ferro em Portugal : apresentado na sessão de 6 de Maio de 1876", Associação dos Engenheiros Civis Portugueses.

Mahan, Dennis Hart. 1838. *An elementary course of civil engineering*. Edited by Professor Barlow. Edinburgh, London: A. Fullarton and Co.

Mahan, Dennis Hart. 1846. *An Elementary Course of Civil Engineering ... New Edition, Mostly Rewritten*. New York: Wiley & Putnam.

Mallet, M. 1829. *Ciment de Pouilly: Rapport*. Vol. 2, *Industriel ou revue des revues, bulletins, journaux, magazines, annales et recueils des arts et des sciences physiques, chimiques, technologiques, géographiques, statistiques, agricoles, économiques et commerciales*. Bruxelles: A la lithographie royale.

Moore, Dylan. 2010a. "Parker's "Roman Cement"." Accessed 2019-03-26. <https://www.cementkilns.co.uk/cement.html#parker>.

Moore, Dylan. 2010b. "Parker's "Roman Cement" Patent." Accessed 2019-03-26. <https://www.cementkilns.co.uk/cemkilndoc006.html>.

Nicholson, Peter. 1845. *The Mechanic's Companion, Or, The Elements and Practice of Carpentry,* Philadelphia: John Locken.

Oslet, Gustave & J. Chaix. 1890. *Cours de construction. 3, Traité des fondations, mortiers, maçonneries*

Prévost, J. 1907. "Une Industrie de L'Avallonnais: Le ciment de Vassy." *Bulletin de la Société d'études d'Avallon*:147-158.

Rocha, Diana Vizinho da. 2015. "Argamassas de cimento romano utilizadas em edifícios no início do Século XX." Dissertação de Mestrado Integrado em Engenharia Civil, Universidade de Aveiro.

S.N. 1910. "O novo Theatro Lyrico do Porto. O concurso para a reconstrução do Theatro de São João." *Ilustração Portuguesa*, 7 de Março, 297-298.

Segurado, João Emílio dos Santos. [1905?]. *Materiaes de construção, volume I*. [1ª Ed.] ed. Vol. I, *Bibliotheca de Instrucção Profissional*. Lisboa: Bibliotheca de Instrucção e Educação Profissional.

Segurado, João Emílio dos Santos. [1908]. *Alvenaria e Cantaria*. [1ªEd.] ed. Vol. III, *Bibliotheca de Instrucção Profissional. Construção Civil*. Lisboa: Bibliotheca de Instrucção Profissional.

Segurado, João Emílio dos Santos. [1911?]. *Acabamento das Construções*. [1ª Ed.] ed, *Bibliotheca de Instrucção Profissional*. Lisboa: Bibliotheca de Instrucção Profissional.

Segurado, João Emílio dos Santos. [1923]. *Cimento Armado*. [1ªEd.] ed, *Bibliotheca de Instrucção Profissional. Construção Civil*. Lisboa: Livrarias Aillaud e Bertrand e Livraria Francisco Alves.

Segurado, João Emílio dos Santos. [1948]. *Materiais de Construção*. 6ªEd. ed, *Bibliotheca de Instrucção Profissional*. Lisboa: Livraria Bertrand e Editora Paulo de Azevedo.

Segurado, João Emílio dos Santos & Raul Jales Guimarães. [1947?]. *Alvenaria, Cantaria e Betão*. [1ª Ed.] ed, *Biblioteca de Instrução Profissional*. Lisboa: Livraria Bertrand e Editora Paulo de Azevedo.

Silva, Ana Patrícia Coelho Pereira da. 2014. "Revestimentos do início do século XX." Dissertação de Mestrado Integrado em Engenharia Civil, Universidade de Aveiro.

Smeaton, John. 1791. *A Narrative of the Building and a Description of the Construction of the Eddystone Lighthouse with Stone*. London: Longman.

Société Anonyme des Ciments de Vassy. 1906. *Le ciment de Vassy. Les travaux en ciment*.

Vale, Clara P. 2018a. "Bases para Orçamentos de David Xavier Cohen. Contributo para o (re)conhecimento das formas de construção correntes entre 1880 e 1930." *Construção* 2018, Porto, 21 a 23 de Novembro.

Vale, Clara Pimenta do. 2013. "Códigos de Posturas da Cidade do Porto entre o Liberalismo e a República. Influências e reflexos na forma de construir corrente." I Congresso Internacional de História da Construção Luso-Brasileira, Vitória do Espírito Santo, Brasil, 4 a 6 de Setembro de 2013.

Vale, Clara Pimenta do. 2015. "«Biblioteca de Instrução Profissional» como fuente para la Historia de la Construcción del siglo XX." IX Congreso Nacional y I Congreso Internacional Hispanoamericano de Historia de la Construcción, Segovia, 13-17 de Outubro.

Vale, Clara Pimenta do. 2018b. "As Instalações Técnicas e as Redes Prediais no Início do Século XX: Uma caracterização a partir dos manuais da 'Biblioteca de Instrução Profissional'." In *História da Construção em Portugal. Consolidação de uma disciplina*, edited by João Mascarenhas Mateus, 137-165. Lisboa: By the book.

Velosa, Ana Luísa, Fernando Rocha, Aníbal Costa, João Coroado, Ana Fragata & Esmeralda Paupério. 2011. "Characterization of the Conservation State of the Façade of Teatro Nacional de S. João, Porto." XIIDBMC - International Conference on Durability of Building Materials and Components, Porto, April 12th-15th.

Velosa, Ana, Fernando Rocha, Aníbal Costa & Esmeralda Paupério. 2014. "Teatro Nacional de S. João (Porto, Portugal). Caracterização de argamassas na arquitetura do início do século XX." CINCOS 2014, Porto, 13-14 Novembro

Velosa, Ana, Fernando Rocha, Annika Haugen & Ellen Hole. 2013. "Teatro Nacional de S. João (Porto, Portugal). Mortar characterization in early 20th Century Architecture." 3rd Historic Mortars Conference, Glasgow, Scotland, 11-14 September.

Vila Pouca, Esmeralda Maria Dias de Castro Paupério. 2015. "Reabilitação de edifícios da primeira metade do Séc. XX: Discussão metodológica." Mestrado em Engenharia Civil, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto.

Visconde da Trindade. 1856. "Código de Posturas, e polícia municipal." In *Relatorio da Gerencia da Camara Municipal do Porto no Biennio de 1854 e 1855*,. Porto: Typographia da Revista.

Yves, Nicolas. 1987. "L'or gris de Grenoble." *Le Monde alpin et rhodanien. Revue régionale d'ethnologie*, 145-162.