

CARACTERIZAÇÃO DAS ARGAMASSAS DO PALÁCIO CAPANEMA – RJ

CHARACTERIZATION OF GUSTAVO'S CAPANEMA MORTARS PALACE

Elson Rian Rodrigues de Albuquerque

Aluno de Graduação em Geologia, 5º período, UFRJ

Período PIBIC: Setembro de 2020 a julho de 2021

elsonalbuquerque00@gmail.com

Roberto Carlos da Conceição Ribeiro

Orientador, Engenheiro Químico, D.Sc.,

rcarlos@cetem.gov.br

Rosana Elisa Coppedê Silva

Co-orientadora, Eng. Geóloga, D. Sc.

rosanacoppede@gmail.com

RESUMO

A caracterização de argamassas históricas é importante para auxiliar na escolha de materiais iguais ou substitutos com as mesmas características originais. Por tratar-se de uma mistura de agregados, aglutinantes e aditivos é necessária a caracterização para indicar os materiais utilizados. O local estudado é o Palácio Gustavo Capanema, que passa por restauro, no centro da cidade do Rio de Janeiro. Foram coletadas dez amostras, submetidas aos ensaios de análise química por fluorescência de raios x (FRX), análise mineralógica por difração de raios x (DRX), índices físicos (porosidade e absorção de água) e reconstituição do traço pela relação $\text{SiO}_2/\text{CaCO}_3$. A análise química indica a presença majoritária de sílica e cálcio em todas as amostras, confirmada pela difração de raios x e com acréscimo da portlandita e etringita (minerais do cimento). A reconstituição do traço indica o teor de areia corresponde a 2 vezes o de cal na maioria das argamassas, e valores de porosidade média em torno de 30% e absorção média de 15% em quase todos os andares. Pode-se concluir que as argamassas que constituem os andares do Palácio Capanema são constituídas de cimento, areia e cal, que em média o traço dessas argamassas é 1:2:1, nessa ordem, com algumas exceções em que há mais ou menos areia.

Palavras chave: restauração, argamassa, traço.

ABSTRACT

The characterization of historic mortars is important to help choose the same or substitute materials with the same original characteristics. As it is a mixture of aggregates, binders and additives, characterization is necessary to indicate the materials used. The studied site is the Gustavo Capanema Palace, which is undergoing restoration, in the center of Rio de Janeiro. Ten samples were collected and submitted to chemical analysis by x-ray fluorescence (XRF), mineralogical analysis by x-ray diffraction (XRD), physical indices (porosity and water absorption) and trace reconstitution by $\text{SiO}_2/\text{CaCO}_3$ ratio. Chemical analysis indicates the majority presence of silica and calcium in all samples, confirmed by X-ray diffraction and with addition of portlandite and ettringite (cement minerals). The reconstitution of the mix indicates the sand content corresponds to twice that of lime in most mortars, and average porosity values around 30% and average absorption of 15% in almost all floors. It can be concluded that the mortars that make up the floors of Palácio Capanema are made of cement, sand and lime, that on average the trace of these mortars is 1:2:1, in that order, with some exceptions where there is more or less sand.

Keywords: restoration, mortar, trace.

1. INTRODUÇÃO

As argamassas são empregadas na história da humanidade desde os povos mais antigos e com o passar do tempo alteraram sua composição e empregabilidade (Sousa, 2014). São materiais constituídos por aglomerante aéreo ou hidráulico, agregados, nem sempre na forma cristalina, e aditivos (Chiari *et al.*, 1992) sendo empregadas para assentamento de tijolos, blocos, revestimentos, etc. Servem ainda para revestimento das paredes e tetos, e nos reparos de peças de concreto. A escolha de um determinado tipo de argamassa está condicionada às exigências da obra. Atualmente são utilizados, como agregados, a areia como aglomerante, a cal aérea, o cimento Portland, gesso e pedriscos; e como aditivos, impermeabilizantes de massa e agentes de adesividade (Varela, 2020; Kanan, 2008). Por ser um material compósito, se faz necessária uma caracterização para indicar os materiais utilizados nas argamassas históricas.

Segundo o *Committee on the Characterization of Materials* da *U.S. National Academy of Sciences* estudos de caracterização de argamassas permitem a reprodução fiel, respeitando-se as características químicas e físicas, das argamassas originais durante o processo de restauração por parte dos arquitetos (SPQ, 1986). Saber a origem, tratamento e preparação dos materiais que compõem as argamassas é essencial para que o patrimônio que existe hoje seja conservado para as futuras gerações.

2. OBJETIVO

Caracterizar tecnologicamente as argamassas que compõem cada andar do Palácio Gustavo Capanema na cidade do Rio de Janeiro, fundado na década de 1940.

3. METODOLOGIA

Para realização dos ensaios foram coletados pequenos pedaços contendo cerca de 300g de argamassas do 2º ao 14º andar a fim de se observar a homogeneidade das argamassas, que foram avaliadas quimicamente por meio da técnica de fluorescência de raios-X (FRX), mineralogicamente, por meio do método de difração de raios-X (DRX), determinação dos índices físicos segundo a norma ABNT 12.766/92 e reconstituição do traço utilizando-se a relação $\text{SiO}_2/\text{CaCO}_3$ obtida por FRX.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Fluorescência de Raios-X

Na Tabela 1 verificam-se os resultados da análise química por FRX das amostras e observa-se um comportamento muito similar na composição das argamassas com valores de SiO_2 em média de 60%, referente à quantidade de areia/cimento e cálcio, em média de 15%, referente à presença da cal. Os teores de alumínio encontram-se, em média, na ordem de 7,5%, associado com o silício, confirmando a presença de alumina silicatos, talvez oriundos de argila e/ou cimento aplicado.

Em alguns andares específicos verifica-se um comportamento diferenciado, como é o caso do 4º andar, com teor de sílica em 78% e baixo teor de alumina, 0,3%, indicando que nesse ponto avaliado, praticamente a amostra é de areia pura com baixo teor de argila e cal. Já o 5º andar apresenta o menor teor de sílica (~30%) e altos valores de CaO (~30%) e PPC de (~30%), indicando o altíssimo teor de cal nessa amostra. A perda por calcinação (PPC) está relacionado com a presença de carbonatos e está conjugada com o cálcio na formação do carbonato de cálcio. Dessa forma, essa amostra apresenta cerca de 60% de cal. Já no 13º andar a situação é complementemente oposto, observando-se um alto teor de SiO_2 (~70%) e teores de cálcio e PPC juntos na ordem de 10%, ou seja, a amostra em questão apresenta majoritariamente areia e cimento, visto que o teor de alumina aumenta substancialmente nesse ponto (15%).

Tabela 1. Composição Química (%) por FRX das argamassas.

Andares	SiO ₂	CaO	Na ₂ O	MgO	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	PPC
2°	60,3	16,0	1,1	0,6	7,8	1,2	11,0
3°	60,0	15,7	1,0	0,6	8,0	1,1	12,0
4°	78,0	10,5	0,8	0,1	0,3	1,0	9,0
5°	27,8	29,7	1,6	0,5	3,3	0,9	28,8
6°	65,0	14,1	1,0	0,7	7,0	1,2	11,0
8°	62,0	14,7	1,3	0,5	7,3	1,2	13,0
11°	61,2	15,0	0,9	0,4	7,4	1,5	12,0
12°	61,0	14,1	1,1	0,6	7,0	1,2	15,0
13°	68,0	6,1	3,0	2,0	15,0	1,5	4,0
14°	64,8	13,9	1,2	0,5	7,0	1,5	11,0

4.2. Difração de Raios-X

Em termos de composição mineralógica, todas as amostras apresentaram pico intenso de quartzo de 60.000 c.p.s em 30° e pico de calcita em 34° com intensidade média de 20.000 c.p.s.. Observam-se picos de portlandita e etringita, minerais típicos da hidratação do cimento, comprovando a presença desse material no traço das argamassas.

4.3. Reconstituição do Traço

Em relação à reconstituição do traço, tomando-se como base a relação SiO₂/CaCO₃ apresentada na Tabela 2 verifica-se que o teor de areia corresponde a 2 vezes o de cal na maioria das argamassas. Em andares específicos verifica-se um teor substancialmente alto de areia, sendo 4 e 7 vezes superior ao teor de cal, no 4° e 13° andares. Já no quinto andar, a relação areia e cal é de 1 para 1. Dessa forma, tomando-se como base a presença de cimento apontada pelo DRX, define-se o traço médio das argamassas de 1:2:1 (na ordem, cimento, areia e cal). No entanto, há diferenças em alguns andares apontados na Tabela 2. Vários autores consideram que os traços volumétricos 1:2 e 1:3 são os mais adequados para argamassas de cal e componentes pozolânicos (Coutinho, 2002).

Tabela 2. Reconstituição do traço das argamassas.

Andares	SiO ₂	CaO + PPC	SiO ₂ /CaCO ₃	Cimento:Areia:Cal
2°	60,3	27,0	2	1:2:1
3°	60,0	27,7	2	1:2:1
4°	78,0	19,5	4	1:4:1
5°	37,8	48,5	1	1:1:1
6°	65,0	25,1	3	1:3:1
8°	62,0	27,7	2	1:2:1
11°	61,2	27,0	2	1:2:1
12°	61,0	29,1	2	1:2:1
13°	68,0	10,1	7	1:7:1
14°	64,8	24,9	3	1:3:1

4.4. Índices Físicos

Na Tabela 3 constam os resultados obtidos nos ensaios de porosidade aparente e absorção de água. Cabe mencionar que segundo os critérios de conservação, percentuais próximos a zero são os melhores valores para a porosidade e absorção de água. Por indicarem que o material está

menos sujeito a percolação de água, já que esta é um vetor significativo para alterações no material.

As argamassas apresentam valores de porosidade média em torno de 30% e absorção média de 15% em quase todos os andares, indicando que os mesmos elementos e suas proporções foram respeitadas em quase todos os andares. Verificam-se diferenças substanciais no 5º andar, onde a porosidade é de 70% e absorção de água 40% e no 13º observa-se maior integridade da argamassa, com 10% de porosidade e apenas 5% de absorção de água. Isso ocorre, pois, segundo Quarcioni e Cincotto (2005), a cal hidratada é um material que apresenta uma área específica, em geral, superior à do cimento Portland e ao ser incorporada nas argamassas, exige um aumento na demanda de água de amassamento para manter uma mesma consistência. Essa água adicional, que não é consumida na hidratação do cimento, permanecerá livre no sistema e, ao evaporar, implicará uma maior porosidade da argamassa endurecida. Por outro lado, a incorporação de cal em argamassas de revestimento tem um apelo favorável relacionado ao ganho de plasticidade no estado fluido e na deformabilidade das argamassas endurecidas.

Tabela 3. Índices físicos (%) das argamassas.

Andares	Porosidade (%)	Absorção de água (%)
2º	25	10
3º	30	15
4º	25	10
5º	70	40
6º	30	15
8º	30	15
11º	30	15
12º	35	20
13º	10	5
14º	35	20

5. CONCLUSÕES

Pode-se concluir que as argamassas que constituem os andares do Palácio Capanema são constituídas de cimento, areia e cal, que em média o traço dessas argamassas é 1:2:1, nessa ordem. Porém, há andares onde há praticamente areia, como o 4º e 13º, onde os traços são 1:4:1 e 1:7:1. Há também o 5º andar onde a alta quantidade de cal faz com que o traço seja 1:1:1. A porosidade e absorção dessas argamassas é em geral de 30 e 15%, porém no 5º andar essa porosidade é de 70%, pois a cal hidratada apresenta área específica superior à do cimento e ao ser incorporada nas argamassas, exige um aumento na demanda de água de amassamento, que não é consumida na hidratação do cimento e permanece livre no sistema. Ao evaporar, resulta em uma maior porosidade da argamassa endurecida como observado. Já no 13º andar a situação é o inverso, verificando-se a menor porosidade, visto que há menor percentual de cal, porém maior teor de cimento (maior teor de alumina), pois ocorre menor consumo de água e a evaporação mais rápida permitindo um fechamento mais adequado dos poros da argamassa.

6. AGRADECIMENTOS

Agradeço ao CETEM pela infraestrutura e ao CNPq pela bolsa de iniciação científica.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CHIARI, G.; SANTARELLI, M. e G. TORACCA. (1992). Characterizzazione dele malte antiche mediante l'analisi di campioni non frazionati. *Materiali e Strutture*, n. 3, p. 111 _ 137.

KANAN, M. I. Manual de conservação e intervenção em argamassas e revestimentos à base de cal. – Brasília, DF. Iphan / Programa Monumenta, 2008. 172 p.: il.; 20cm. – (Cadernos Técnicos; 8)

MARTINELLI, F. D. Entre o concreto e o papel: a memória arquitetônica do Palácio Gustavo Capanema. 2017. 189 f.: il. Dissertação (Mestrado) – Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional, Mestrado em Preservação do Patrimônio Cultural, Rio de Janeiro, 2017.

QUARCIONI, V. A. e CINCOTTO, M. A. Influência da Cal em Propriedades Mecânicas de Argamassas. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE TECNOLOGIA DAS ARGAMASSAS, 6., 2005, Florianópolis. Anais... Florianópolis: UFSC; ANTAC, 2005. p. 233-250.

SPQ. Boletim da sociedade portuguesa de química. Sociedade Portuguesa de Química, v. 2, n. 24, 1986. Disponível em: <<http://www.spq.pt/>>.

SOUSA, A. K. D. Argamassas do grupo escolar Augusto Severo/RN: caracterização e incidência de manifestações patológicas. 2014. 140 f. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Centro de Tecnologia, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2014.

VARELA, M., (2020) Materiais de construção. Disponível em: <<http://docente.ifrn.edu.br/marciovarela/disciplinas/materiais-de-construcao>>.