

Received:
January 26, 2023

Accepted:
April 03, 2023

Published:
April 30, 2023

Study of the technical feasibility of using colored mortar for wall cladding

Gabriel Fróis Fernandes de Oliveira¹ , Eder Júnior de Souza¹ , Antônio Jorge de Lima Gomes¹ 

¹ Federal University of Jequitinhonha and Mucuri Valleys, Teófilo Otoni, Brazil.

Email address

gabriel.frois@ufvjm.edu.br (Gabriel F. F. Oliveira) – Corresponding author.

eder.junior@ufvjm.edu.br (Eder J. Souza)

antonio.gomes@ufvjm.edu.br (Antônio J. L. Gomes)

Abstract

This technical characterization work analyzed the possible variations of the colors of 16 samples of colored mortars for wall cladding that were submitted to the weather in the city of Teófilo Otoni - MG and protected for 28 days. Together with this analysis, its resistance to compression was also observed with the same inorganic pigments based on iron oxide for red coloring and cobalt oxide for blue coloring with contents varying between 2% and 5%, where 60 specimens were made and broken at the ages of 14 and 28 days of cure. The results of the experiments tested under compression were satisfactory after 28 days, given that there was an emphasis on the 1:3 mixes with the addition of 2% inorganic red pigment, which had a higher resistance of 2.08 MPa than the reference mix, which is equivalent to 31.51 MPa. As for the 1:5 mix with the addition of 5% inorganic blue pigment, it obtained a gain of 1.03 MPa higher in terms of its compression strength when compared to the reference mix, which is equivalent to 14.80 MPa. The visual evaluation also took place for two exceptions, where the 1:5 trace with the addition of 5% blue pigment suffered with the period that was in visual observation of the external environment. However, it is also worth noting that the 1:5 mix with the addition of 5% red pigment had its surface modified to the point of not being considered suitable for use both indoors and outdoors.

Keywords: Colored mortar, Wall Cladding, Weather, Compressive strength.

1. Introdução

Na construção civil brasileira a introdução de novos materiais e conceitos de execução, corriqueiramente encontram barreiras para sua aplicação (Silva e Nakamura, 2007). Uma vez que, grande parte do consumo desses materiais são demandados pelo chamado “consumidor formiga”, que pode ser definido como consumidor que compra o produto ensacado em revendedoras varejistas em pequenas quantidades, cuja principal utilização é a autoconstrução. Entretanto, com a modernização no setor da construção civil surge a necessidade de implementar inovações que facilite o cotidiano no setor construtivo. A aplicação de argamassa colorida para revestimento de paredes torna-se uma alternativa em destaque, pois a utilização desse tipo de inovação agiliza a obra, elimina os custos com a

pintura, além de reduzir a necessidade de manutenção sobre a pintura.

De acordo com a norma ABNT NBR 13281 (2005), argamassa pode ser definida como uma mistura homogênea de agregado (s) miúdo (s), aglomerante (s) e água, ainda que pode conter ou não aditivos com propriedades que ajudem na aderência e endurecimento desta mistura.

Ainda assim, deve-se ressaltar que a norma não determina a porcentagem de água a ser utilizada no traço, sendo assim, é de suma importância quantificar esse valor pois a relação água/cimento (A/C) afeta diretamente na resistência e intensidade da pigmentação da amostragem.

Os revestimentos das edificações remetem-se a assumir duas funções: proteção e estética. Corroborando a essa ideia, as argamassas de revestimento assumem funções muito específicas,

sobretudo no que diz respeito ao embelezamento e proteção da superfície das alvenarias de edifícios. Todavia, quando o seu uso é destinado a fins estéticos, as intenções de sua utilização relacionam-se a alguns fatores, como exemplo: imitação de outros materiais, haja vista que o uso dessa técnica se torna mais econômico, seja por mecanismo, pelo uso de texturas ou pelo uso de adições à argamassa para alterar pigmentos pela sua cor (Teixeira e Belém, 1998). Por fim, a adequação para fins estéticos passa então a utilizar argamassas texturizadas e coloridas (Carvalho, 2011).

Nesta mesma linha, quando o revestimento assume a função de proteção, este desempenha-se como uma camada de defesa que ao longo do tempo se desgasta, evitando a degradação da superfície que foi aplicada. Frisando a função de defesa da utilização da argamassa, como supracitado, essa atua se desgastando diminuindo os impactos gerados por objetos e as intempéries do local onde foi construído sobre a alvenaria. Dessa forma, a argamassa assume um papel de barreira térmica higroscópica, o que diminui as tensões exercidas devido às variações climáticas, permitindo ainda uma permeabilidade das paredes, o que resulta, por conseguinte na evaporação de água existente na estrutura (Raposo, 2007).

Segundo a *America's Cement Manufacturers* (2022), para a fabricação de argamassas coloridas, utilizar cimento de alvenaria branco ou cimento Portland branco em substituição ao cimento cinza simples (comumente utilizado), não apenas produz uma cor mais limpa e brilhante como facilita a criação de cores como a de marfim e rosa.

Não obstante, é importante lembrar que todos os ingredientes afetam as propriedades do produto. O comportamento das argamassas e revestimentos, incluindo os elementos que lhes conferem a cor, dessa forma, é necessário testar a argamassa, avaliar seu comportamento, verificar ambos os aspectos funcionais e claro, sua estética (Veiga *et al.*, 2008).

O objetivo principal deste trabalho é analisar visualmente os pigmentos empregados na argamassa utilizada na confecção dos corpos de prova cilíndricos e quadrados, considerando a ausência e a presença das intempéries climáticas localizadas na cidade Teófilo Otoni - MG durante um período de 28 dias. As argamassas coloridas estudadas são utilizadas para revestimento de paredes, portanto, a análise visual do ambiente externo e interno são essenciais.

Vale ressaltar que, para enriquecer a condução deste estudo, também foi analisado o comportamento mecânico dos traços utilizados, isto é, foram realizados testes de compressão em corpos de prova cilíndricos e estes abertos à um indicativo de comparação aos traços convencionais (ou seja, sem adição de pigmentos).

2. Metodologia

Para realização deste trabalho foi empregado metodologias de caracterização qualitativa e quantitativa, ressaltando a utilização de pesquisas bibliográficas atualizadas sobre o tema abordado para compreensão e domínio da temática trabalhada durante a sua elaboração.

Não obstante, é cabível citar que o traço é caracterizado por forma de proporção e volume dos materiais. Segundo o SINAPI (2019), existem algumas recomendações que podem ser seguidas através de sua linha de composições de serviços, haja vista que não possuímos nenhuma norma regente quanto a determinação de traços de argamassa no Brasil.

Dessa forma, cabe dizer que foram definidos 2 traços em massa T1 e T2 com as respectivas proporções, 1:3 e 1:5, ou seja, para cada 1 kg de cimento tinha-se o equivalente a 3 kg de areia, de modo preciso, foram utilizados um total de 6,65 kg de cimento para cada 20 kg de areia com um equivalente a 4 L de água. Essa mesma proporção foi utilizada para o traço 1:5, resultando em uma proporção de 4 kg de cimento, 20 kg de areia e 4 L de água.

Foram produzidos 60 corpos de prova de argamassa colorida, sendo 24 com adição de 2% e 24 com adição de 5%, onde os 12 restantes não continham adição do pigmento. Corroborando com essa ideia, estes sem adição de pigmentos foram utilizados como parâmetros de comparação de resistência nos ensaios de compressão com idades de rompimento para 14 e 28 dias.

Conforme a legenda utilizada na Tabela (1) foram empregados os traços coloridos T1P2, T2P2, T1P5 e T2P5, ou seja, traços com adições de 2% e 5% respectivamente.

Tabela 1– Variação dos traços e pigmentos utilizados.

Teor	T1	T2
2%	T1P2	T2P2
5%	T1P5	T2P5

Os experimentos foram realizados na concreiteira Concrewolff Concretagem Serviços LTDA, situada na cidade de Teófilo Otoni – MG. Dessa forma, os materiais empregados durante a elaboração das misturas para produção da argamassa foram: cimento Portland de alto forno de escória, classificação do tipo CPIII – 40RS – granel, da marca Cauê; areia artificial com 2,5% de umidade; água da rede de abastecimento próprio (poço artesiano) e pigmentos inorgânicos, sendo eles, Xadrez Azul Óxido de Cobalto e Preparação Pigmentária e Carga Mineral e Xadrez Vermelho Óxido Férrico da empresa LANXESS.

Foi iniciado o processo para a fabricação dos corpos de prova de argamassa colorida, onde foi realizado a princípio os cálculos para dosagem dos materiais que compõem cada traço trabalhado. Não obstante, para uma maior precisão das quantidades que foram utilizadas contou-se com o auxílio de uma balança digital da marca Elgin, modelo DP-3005 com taxa de precisão estabelecida em ± 5 g, conforme o fabricante. A Figura (1) representa de forma exemplificada o modo de pesagem dos materiais utilizados.



Figura 1 – Pesagem dos agregados.

Dessa forma, foi utilizado um total de 50,59 kg de cimento, 40 L de água e 200 kg de areia industrializada para elaboração de 60 corpos de prova cilíndricos e 16 formas quadradas, sendo estas, usadas para avaliação visual do trabalho em questão.

Após a pesagem, a mistura dos materiais para fabricação das argamassas foi realizada através de uma betoneira, conforme representado nas Figuras (2) e (3).



Figura 2 – Betoneira realizando a mistura dos agregados com adição de pigmento vermelho.



Figura 3 – Betoneira realizando a mistura dos agregados com adição de pigmento azul.

Retiradas da betoneira, parte das misturas foram alocadas em moldes cilíndricos com dimensões de 10 x 20 cm e formas quadradas com dimensões de 20 x 20 x 2,5 cm. Não obstante, foram confeccionados 12 corpos de prova cilíndricos T1P2, 12 T1P5, 12 T2P2, 12 T2P5, 6 T1 e 6 T2. Corroborando com essa ideia, também foram confeccionadas 4 formas quadradas T1P2, 4 T1P5, 4 T2P2 e 4 T2P5, vide Figura (4).



Figura 4 – Formas quadradas e corpos de prova.

Após 24h da produção dos corpos de prova cilíndricos de argamassa colorida, foram retirados dos seus respectivos moldes e levados para o processo de cura.

Segundo Melo (2018), é constatado que a cura úmida melhora de forma significativa o desempenho dos revestimentos executados com argamassa inorgânica. Assim, os corpos ficaram submersos em uma caixa d'água conforme ilustrado na Figura (5).



Figura 5 – Cura dos corpos de prova.

Após removidos do reservatório de água onde estava acontecendo a sua cura, os corpos de prova cilíndricos foram submetidos a um processo de retificação, realizado através de um maquinário apropriado da marca *Stuhlert*. Este processo nada mais é do que uma correção das imperfeições das extremidades que a peça apresenta ao ser removida do molde cilíndrico, conforme ilustrado nas Figuras (6) e (7).



Figura 6 – Retificação dos corpos de prova.



Figura 7 – Corpos de prova retificados.

Posteriormente, os mesmos foram submetidos a ensaios de compressão uniaxial através de uma prensa hidráulica da marca EMIC, modelo PCE 100 D, para obtenção das resistências mecânicas das argamassas referentes ao período de 14 e 28 dias, vide Figuras 8 e 9.



Figura 8 – Ensaio de resistência à compressão.



Figura 9 – Ensaio de resistência à compressão.

3. Resultados e discussões

Os resultados analisados ao longo do processo de observação das formas quadradas deu-se por satisfatório, haja vista que não houve alteração

visual entre as formas que ficaram submetidas às intempéries da cidade de Teófilo Otoni - MG e as que ficaram em ambientes internos, exceto nos traços T2P5 na cor azul e T2P5 na cor vermelha em que foi notado uma alteração da intensidade desses pigmentos desde a primeira semana de observação, onde os corpo de estudo que ficaram submetidos ao ambiente externo tiveram suas cores mais modificadas.

Não obstante, foi notado que houve um craquelamento na superfície no traço T2P5 na cor

vermelha, tornando visualmente inviável sua utilização para o seu devido fim, revestimento.

Para facilitar a visualização e entendimento dessas comparações obtidas, foram expressos por registros fotográficos as análises realizadas durante as semanas de observação das formas, onde as imagens apresentadas ao lado esquerdo são caracterizadas pelo traço 1:3 e a sua direita pelo traço 1:5, conforme apresentado nas Figuras (10), (11) e (12).



Figura 10 – Resultados comparativos visuais após 7 dias submetidos às intempéries da cidade de Teófilo Otoni – MG e colocadas em proteção.



Figura 11 – Resultados comparativos visuais após 14 dias submetidos às intempéries da cidade de Teófilo Otoni – MG e colocadas em proteção.



Figura 12 – Resultados comparativos visuais após 28 dias submetidos às intempéries da cidade de Teófilo Otoni – MG e colocadas em proteção.

Paralelamente a esse estudo, foram realizados testes de resistência à compressão para analisar se houve ganho de resistência com o acréscimo dos pigmentos utilizados durante a elaboração do estudo.

Os resultados obtidos nos ensaios dos corpos de prova da argamassa colorida são apresentados na Tabela (2).

Tabela 2– Resultados dos testes de compressão da argamassa colorida.

Teor	T1 – 14 dias (MPa)	T2 – 14 dias (MPa)	T1 – 28 dias (MPa)	T2 – 28 dias (MPa)
Referência	18,26	12,01	28,48	13,61
Referência	25,01	11,04	28,25	15,70
Referência	21,14	12,39	31,55	15,10
Azul 2%	22,74	12,40	27,37	14,71
Azul 2%	23,20	11,87	26,32	14,17
Azul 2%	23,77	12,22	29,11	14,73
Vermelho 2%	25,49	12,18	32,21	14,62
Vermelho 2%	24,87	12,06	30,43	13,45
Vermelho 2%	25,71	12,20	31,89	14,58
Azul 5%	25,91	13,11	28,33	16,12
Azul 5%	23,39	13,09	28,76	15,93
Azul 5%	22,74	12,97	29,06	15,46
Vermelho 5%	23,15	11,57	26,94	13,62
Vermelho 5%	24,46	11,94	28,56	14,83
Vermelho 5%	23,21	11,96	27,85	13,80

Diante dos resultados obtidos e apresentados, foram traçados gráficos comparativos para facilitar o entendimento das resistências obtidos.

A Figura (13) corresponde as resistências médias obtidas através do traço 1:3 referente aos dias de rompimento 14 e 28 dias.

Conforme a análise, observa-se que no gráfico referente a 14 dias houve um ganho de resistência dos corpos de provas que foram adicionados os pigmentos na coloração azul e vermelha, em relação ao corpo sem a adição (referência). Entretanto, quando comparado com o gráfico relacionado a 28 dias nota-se que somente o vermelho a 2% se manteve com uma resistência maior do que o corpo sem adição.

Dessa forma, quando analisado o traço T1P2 na coloração azul nota-se um ganho de resistência de 9,94% quando se comparado ao traço convencional sem adição de pigmentação (referência) com 14 dias. Nessa mesma linha de raciocínio, quanto ao traço T1P2 na cor vermelha houve um ganho de 19,96%.

Para o traço T1P5 nas cores azul e vermelho tiveram um ganho de 13,61% e 11,69%, respectivamente, também aos 14 dias de cura.

Tratando-se dos corpos de prova com cura em 28 dias, foi feita a mesma análise. Para o traço T1P2 nas cores azul e vermelha foi observado que o traço na coloração vermelha ficou 7,08% acima da resistência quando comparado, diferentemente do traço na cor azul que quando relacionado ao traço referência teve uma perda de 6,22% em sua resistência.

Em relação ao traço T1P5 nas cores azul e vermelha, estes ficaram abaixo da resistência encontrada pelo traço convencional em 2,42% e 5,6%, respectivamente aos 28 dias de cura da argamassa.

Não diferente, a Figura (14) corresponde analogamente as resistências médias que foram obtidas através do traço T2 referente aos dias de rompimento 14 e 28 dias.

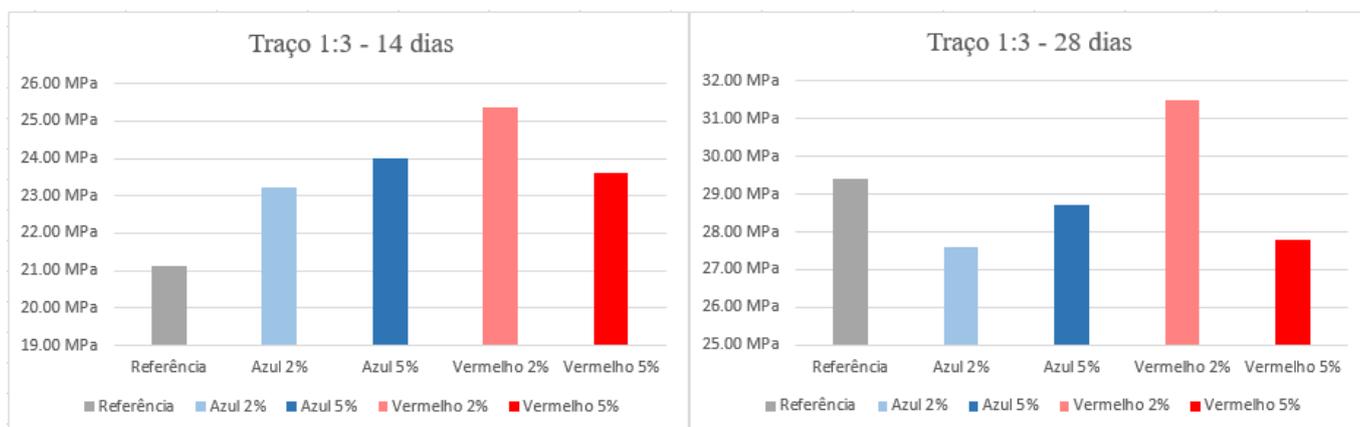


Figura 13 – Resistência média obtida do traço 1:3.

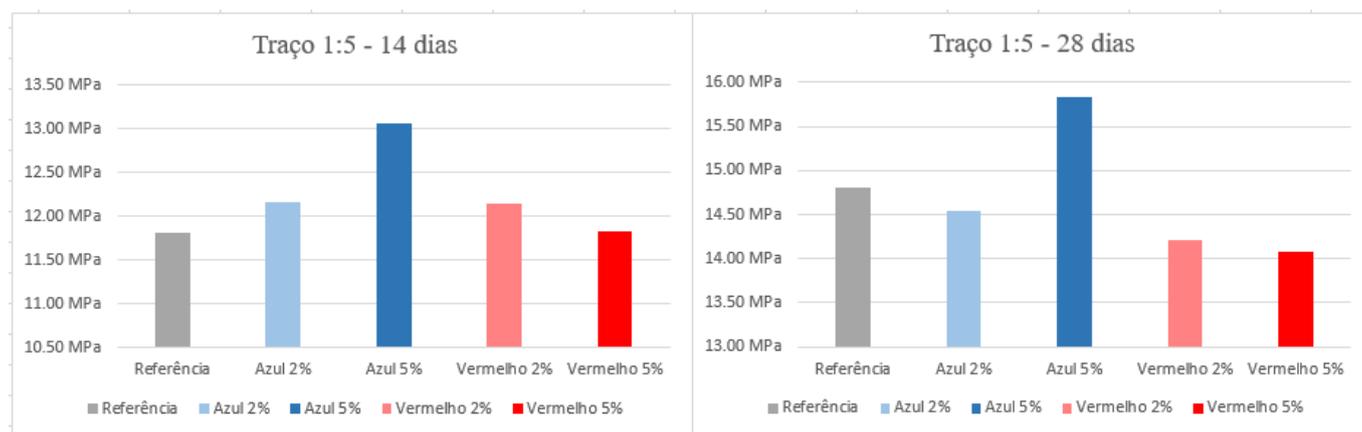


Figura 14 – Resistência média obtida do traço 1:5.

Conforme encontra-se na Figura (14), percebe-se que os corpos de prova com pigmentação azul 5% tiveram um ganho de resistência bem superior aos demais. Não obstante, os corpos de prova com 28 dias de rompimento tiveram sua resistência reduzida em relação aos corpos sem as pigmentações, com exceção dos corpos de prova azul 5%.

Dessa forma, conforme feito para o traço anterior T1P2 na coloração azul nota-se um ganho de resistência de 2,98% para o traço T2P2 quando se comparado ao traço convencional sem adição de pigmentação com 14 dias. Corroborando com essa ideia, quanto ao traço T2P2 na cor vermelha houve um ganho de 2,84%.

Para o traço T2P5 nas cores azul e vermelho tiveram um ganho de 10,56% e 0,1%, respectivamente, também aos 14 dias de cura.

Tratando-se dos corpos de prova com cura em 28 dias, foi feita a mesma análise. Para o traço T2P2 nas cores azul e vermelha foi observado que os traços tiveram uma perda de resistência respectivamente em 1,81% e 3,99%.

Para o traço T2P5 nas cores azul e vermelha foi observado que o traço na coloração azul ficou 6,97% acima da resistência quando foi comparado, diferentemente do traço na cor vermelha que quando relacionado ao traço convencional teve uma perda de 4,85% em sua resistência aos 28 dias de cura.

4. Conclusão

Diante dos resultados observados e obtidos neste trabalho, é possível verificar que a análise obteve pequenas variações que pouco significavam na intensidade da cor, o que torna a análise expressivamente satisfatória, considerando que o

estudo foi feito em cima de parâmetros visuais e de proteção, ou seja, a cor da amostragem.

A variação da coloração da tinta se apresentando como despidiendo torna perfeitamente viável o uso de argamassa colorida para revestimentos internos e externos. Porém, após analisar as resistências medidas, pode-se concluir que a adição de pigmentos à argamassa aumenta sua resistência em curto prazo, ou seja, durante os primeiros 14 dias de cura, a resistência aumenta significativamente para todas as amostras testadas quando comparados aos traços convencionais, supracitada no trabalho como referência.

No entanto, sua resistência em geral teve um comportamento inverso em relação à cura de 28 dias, exceto para o traço vermelho T1P2, que se manteve superior ao traço referência após este prazo obtendo um resultado de ganho sobre o mesmo em 7,08% o que equivale um ganho de 2,08 MPa, ou seja, o traço usado como referência ficou com sua resistência medida em 28,43 MPa enquanto o traço com adição de pigmento inorgânico vermelho T1P2 ficou estabelecida em 31,51 MPa.

Essa ideia também foi corroborada pelo traço azul T2P5, que se mostrou mais resistente que o traço referência após 28 dias de cura em 6,97%, o que equivale a um ganho de 1,03 MPa, ou seja, o traço com adição de pigmento inorgânico azul T2P5 ficou com sua resistência medida em 15,83 MPa enquanto o traço sem adição de pigmentação ficou determinado em 14,80 MPa. Contudo, importa referir que o traço azul T2P5 não o torna viável a sua utilização em revestimento nos exteriores de edificações devido às alterações visuais mais abruptas relativamente às restantes vias comparativas. Diferentemente da análise

citada, quando este ficou sob proteção das intempéries, mostrou-se completamente viável em vias internas, ou seja, na parte interna da edificação, haja vista que sua resistência foi expressamente satisfatória como corroborado na pesquisa evitando desgastes diários do cotidiano.

Quanto ao traço vermelho T2, observou-se um craquelamento que o tornou inutilizável para o mesmo fim, quer para o interior do edifício, quer para os revestimentos da parte externa. No entanto, para aumentar a confiabilidade e precisão dos resultados, mais pesquisas sobre argamassas coloridas são necessárias para permitir mais comparações no futuro. A realização de testes em corpos prismáticos para determinação da resistência à tração na flexão e à compressão da argamassa conforme ABNT NBR 13279 (2005) é um indicativo de resultados aprimorados e mais precisos.

Referências

- ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas, 2005. *NBR 13281: Argamassa para assentamento e revestimento de paredes e tetos – Requisitos*. Rio de Janeiro: ABNT.
- America's Cement Manufacturers, 2022. *White and Colored Masonry Mortars*. [online]. Available at: <<https://www.cement.org/learn/materials-applications/masonry/masonry-construction/white-and-colored-masonry-mortars>> [Accessed 27 September 2022].
- Carvalho, C.R., 2011. *Estudo da cor e de argamassas de revestimento de edifícios do Centro Histórico de Tomar*. MSc. Polytechnic Institute of Tomar. Available at: <<http://hdl.handle.net/10400.26/22365>> [Accessed 30 September 2022].
- Melo, F.D., 2018. *Estudo da influência da cura em argamassa estabilizada para revestimento*. B.S.E. Federal Institute of Education Science and Technology of Santa Catarina. Available at: <<https://repositorio.ifsc.edu.br/handle/123456789/379>> [Accessed 27 September 2022]
- Raposo, I., 2007. *Guia da reabilitação e construção*. Loulé City Council and Faculty of Architecture of the University of Lisbon.
- Silva, C.O. and Nakakura, E.H. 2007. *A utilização de argamassa de revestimento em obras de pequeno porte - avaliação de estudo de caso de argamassa preparada em obra x argamassa industrializada*. Available at: <<https://demc.ufmg.br/tec3/Argamassa%20Preparada%20em%20Obra%20x%20Argamassa%20Industrializada.pdf>> [Accessed 13 January 2023].
- SINAPI – Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil, 2019. *Cadernos Técnicos de Composições para Argamassas*. Available at: <https://www.caixa.gov.br/Downloads/sinapi-composicoes-afetadas-lote1-habitacao-fundacoes-estruturas/SINAPI_CT_MT1_ARGAMASSAS_v001.pdf> [Accessed 25 September 2022].
- Teixeira, G. and Belém, M., 1998. *Diálogos de edificação*. Centro Regional de Artes Tradicionais. Porto: CRAT.
- Veigar, M.R., Velosa, A.L. and Tavares, M., 2008. *A cor das argamassas*. Construction Magazine. Available at: <http://conservarcal.Inec.pt/pdfs/A_COR_DAS_ARGAMASSAS_RVAVMT.pdf> [Accessed 30 September 2022].