Caracterização das argamassas históricas em casa tombada do século XVIII: Um estudo de caso

Characterization of historical mortars in the 18th century house landmark: A case study

DOI:10.34117/bjdv7n3-511

Recebimento dos originais: 08/02/2021
Aceitação para publicação: 20/03/2021

José Sebastião de Oliveira Neto
Graduando em Engenharia Civil
Universidade Potiguar (UnP)
Av. Engenheiro Roberto Freire, 2184 - Capim Macio, Natal - RN, 59082-902
E-mail: eng.josenetto@gmail.com

Aline Ferreira de Lima
Mestranda em Neuroengenharia
Instituto de Ensino e Pesquisa Alberto Santos Dumont (ISD)
Av. Santos Dumont, Nº 1.560, Zona Rural CEP 59280-000, Macaíba - RN, 59280-000
E-mail: alinelima789@outlook.com

Yasmim Freire Xavier Limeira
Engenheira Civil
Universidade Potiguar (UnP)
Av. Engenheiro Roberto Freire, 2184 - Capim Macio, Natal - RN, 59082-902
E-mail: yasmim_ymim@hotmail.com

Cláudia Patrícia Torres Cruz
Doutora em Física da Matéria Condensada.
Universidade Potiguar (UnP)
Av. Engenheiro Roberto Freire, 2184 - Capim Macio, Natal - RN, 59082-902
E-mail: claudiacruz.dfte@gmail.com

RESUMO
A ação do tempo e as influências humanas são os principais responsáveis por deteriorar os prédios antigos, fazendo com que estes necessitem de interferências para manter sua integridade física e estrutural. O objetivo deste artigo foi caracterizar amostras de argamassas históricas de revestimento de uma construção do século XVIII. Foram realizados ensaios de DRX, de FRX e de Microscopia Eletrônica de Varredura com microanálise de raios X (MEV/EDS). Através desses ensaios, verificou-se a presença de argila na mistura do traço original, permitindo concluir que as amostras coletadas eram de argamassas com porcentagens consideráveis de argila, areia e cal.

Palavras-chave: Argamassas históricas, caracterização, DRX, FRX, MEV.

ABSTRACT
The action of time and human influences are the main responsible for the deterioration of old buildings, making them need interferences that aim to keep their structural integrity intact. The general objective of this article was to characterize samples of historic lining mortars from an 18th century construction. XRD, FRX and Scanning Electron Microscope tests with X-ray microanalysis (SEM/EDS) were performed. Through these tests, the presence of clay was verified in the mixture of the original trace. We concluded that the samples collected were mortars rich in considerable percentages of clay, sand and lime.

Keywords: Historical mortars, characterization, XRD, XFR, SEM.

1 INTRODUÇÃO

Edificações e monumentos carregam uma série de informações referentes à sua época de origem e ao tempo decorrido desde então (MOTTA, 2004). Além disso, é evidente o peso histórico-cultural dos prédios antigos, uma vez que suas formas arquitetônicas conferem beleza às cidades e demarcam o passar do tempo e a evolução através do contraste existente entre o antigo e o novo.

As influências humanas e a ação do tempo são responsáveis por deteriorar os prédios antigos, fazendo com que estes necessitem de interferências para mantê-los íntegros (FERREIRA, D. M. et al., 2016; SANTIAGO, 2007). Para evitar evitar a incompatibilidade de materiais no momento de uma restauração, há a necessidade de estudar as argamassas usadas nas edificações. Portanto, caracterizar a argamassa é de fundamental importância quando o objetivo é garantir a compatibilidade entre o substrato antigo e o substrato novo da reconstituição (RODRIGUES, 2013).

Ações de conservação de edifícios antigos exigem prudência e fornecem resultados precisos e eficazes (FERREIRA, D. M. et al., 2016). Para que isso ocorra, as análises físico-química identificam a composição das argamassas antigas, cujas características diferem das usadas atualmente – heterogeneidade, maior cristalização, alteração de constituintes, desgastes e ação de agentes deteriorantes (KANAN, 2008). Essa disparidade de características é um indicativo de que o uso de materiais atuais na recuperação de prédios históricos provocaria a incompatibilidade entre a base anterior e a que está sendo usada para restaurar a estrutura. De modo geral, esses procedimentos de análise são realizados quando se tem a intenção de executar alguma intervenção.

A adequada constituição de materiais para simular o traço é de grande importância para a restauração de um edifício histórico. Estudos recentes usam resíduos de polimentos de porcelanato para simular um traço para reboco com a mistura de cal e

areia, pois a granulometria do polimento é bem mais fina que a da areia. O resíduo do polimento de porcelanato substitui parcialmente a areia para assim ter um melhor empacotamento de grãos, diminuindo seu índice de vazios e melhorando seu desempenho mecânico, aderência e durabilidade. (BREITENBACH, S. B. et al., 2018)

Porém, cautelas devem ser tomadas ao se iniciar um estudo de simulação de traço para restauração de um patrimônio histórico. O cimento, aglomerante mundialmente conhecido na construção civil não pode ser incluído no traço de reparos para essas edificações antigas, devido a sua rapidez de endurecimento, o que não é uma vantagem quando se trata de aplicar esse aglomerante em edifícios históricos, em função da sua lenta acomodação com uma estrutura que perdura por tantos anos onde geralmente não há presença de cimento na mistura do traço, pois antigamente o aglomerante mais usado em construções era a cal.

Outra desvantagem no uso de cimento para traços de reparos é um eventual dano à estrutura devido à sua menor porosidade em relação a uma argamassa à base de cal, significando uma maior retenção de água em seu interior, o que pode causar patologias como mofo/bolor. (KANAN, 2008; FERREIRA., &GARCIA 2016).

Desta forma, o objetivo desse artigo é caracterizar as amostras de argamassas de revestimento da Casa do Patrimônio localizada em Natal/RN e construída no século XVIII. Essa caracterização se deu através de ensaios laboratoriais de Fluorescência de Raios X (FRX), de Difração de Raios-X (DRX) e de Microscopia Eletrônica de Varredura com microanálise de raios-X (MEV/EDS) que é uma técnica de caracterização de microestruturas cristalinas que determina a composição mineralógica do material (NASCIMENTO, 2009; SOUZA, M. et al., 2015; MOTTA, 2013).

2 METODOLOGIA

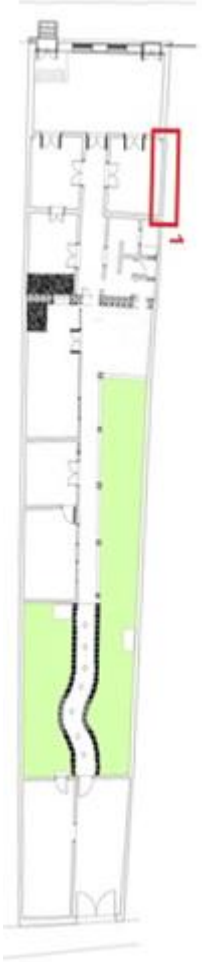
Buscando atender ao objetivo principal do artigo, que é o de reconstituir um traço de argamassa de revestimento similar ao original de um edifício tombado e com mais de dois séculos desde a sua construção, foi necessária a realização de revisões bibliográficas de revistas nacionais, monografias, artigos científicos e dissertações de mestrados referente ao assunto, e ensaios de caracterização física, mineralógica e química das amostras coletadas do edifício tombado. Paralelamente a isso, foi realizada uma entrevista com o corpo técnico do Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional (IPHAN - RN) que disponibilizou um edifício histórico para a realização do projeto. O IPHAN

disponibilizou a Casa de Patrimônio, localizada em Natal/RN, que foi construída em 1731.

Segundo informações do IPHAN, o edifício escolhido está no aguardo da liberação de orçamento para passar por obras de restauração. Dessa forma, o prévio estudo das características dos materiais usados nas estruturas originais possibilitaria a correta intervenção, prevenindo a ocorrência de incompatibilidades entre o que foi usado originalmente e o que será aplicado. É importante ressaltar também que, conforme afirmado pelos técnicos do IPHAN, o prédio já passou por intervenções antes, inclusive durante o período em que funcionou como sede do próprio órgão, porém não se tem os dados dessas intervenções de forma catalogada.

Foi realizada uma visita técnica à Casa do Patrimônio, também chamada Casa do Padre João Maria, e foram coletadas três amostras de argamassas de revestimento da parede 1 do cômodo ilustrado na Figura 1 e na Figura 2.

Figura 1 – Planta Baixa da Casa do Padre João Maria



Fonte: IPHAN (Adaptado)

Figura 2 – Parede de alvenaria para coleta de amostras



Fonte: Autores (2019)

Foram coletadas três amostras de 40x40cm, a níveis superior, médio e inferior da argamassa de revestimento, sendo que a camada de tinta da parede foi retirada para não interferir nas análises (Figura 3). Para a retirada das amostras, as ferramentas utilizadas foram trena, lápis, esquadro, nível, pincel, marreta, picadeira, martelo e serra mármore (Figura 4).

Figura 3 – Retirada das amostras de argamassa de revestimento.



Fonte: Autores (2019)

Figura 4 - Ferramentas usadas para a coleta das amostras



Fonte: Autores (2019)

Posteriormente, para encaminhar as amostras ao laboratório onde foram realizados os ensaios necessários para traçar o perfil das argamassas de estudo (Figura 5), as amostras foram nomeadas com a seguinte nomenclatura: A1 para o nível superior; A2 para o nível médio; e A3 para o nível inferior. Para os ensaios realizados para tal caracterização foram realizadas as análises de Fluorescência de Raios X (FRX), de Difração de Raios X (DRX) e de Microscopia Eletrônica de Varredura com microanálise de raios X (MEV/EDS).

Figura 5 – Amostra preparada para ser ensaiada



Fonte: Autores (2019)

Os parâmetros utilizados para a análise de difração de raios X foram os seguintes:

- Faixa angular (2θ): de 10° a 80°

- Passo: 0,02°

- Velocidade de varredura: 5°/min

Já em relação a fluorescência de raios X, o parâmetro utilizado foi a análise química das amostras, permitindo a visualização das porcentagens aproximadas dos elementos presentes nelas.

O último ensaio realizado foi o de Microscopia Eletrônica de Varredura (MEV) para um estudo de microanálise das amostras. O MEV utiliza um feixe focalizado de elétrons de alta energia para gerar uma variedade de sinais na superfície das amostras sólidas. Foi necessário quebrar as amostras até ficar em uma dimensão de 1x1 cm cada. Devido à necessidade de interação do feixe de elétrons com a amostra, é necessário que esta se comporte como um material condutor. Assim, foi utilizado o revestimento das amostras com uma película fina de carbono. Houve certa dificuldade, pois, o material detinha muita umidade, porém depois de 24 h de tentativas, as amostras foram revestidas e colocadas no equipamento para estudo.

3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Frente aos dados visualizados, duas possíveis conclusões poderiam ser feitas. Primeiramente, os resultados apontam a presença de argila nas amostras e essa possibilidade não causaria estranheza, uma vez que esse agregado era amplamente utilizado em épocas antigas. Segundamente, os resultados podem indicar também a presença de cimento Portland. Considerando a informação cedida pelos técnicos do IPHAN, de que o prédio passou por intervenções não catalogadas e a observação de amostras com camadas de chapisco, como é verificado na Figura 6 nas marcações em vermelho, a presença de compostos cimentícios seria compreensível. Logo, há a possibilidade de que as regiões de estudo passaram por processos de intervenção que tiveram como base o uso de argamassas de cimento.

Figura 6 – Exemplo de amostra com presença de chapisco.



Fonte: Autores (2019)

A Tabela 1 apresenta os resultados fornecidos a partir da análise de FRX. Nas amostras das argamassas de revestimento (A1, A2 e A3) percebe-se um maior teor de SIO2 (quartzo/sílica/óxido de silício), seguido do CaO (óxido de cálcio/calcita), do Al2O3 (óxido de alumínio/alumina) e do Fe2O3 (óxido de ferro/hematita). A parcela de sílica aponta para a presença de areia. A grande porcentagem de óxido de cálcio indica que na argamassa foi usada a cal. A presença de argila pode ser confirmada pelas porcentagens do óxido de alumínio, da hematita, do zircônio, do dióxido de titânio, óxido de potássio, do óxido de estrôncio, do óxido de manganês e do óxido de zinco (esse último presente somente na amostra A3). O teor de óxido de magnésio pode estar relacionado a impurezas da cal.

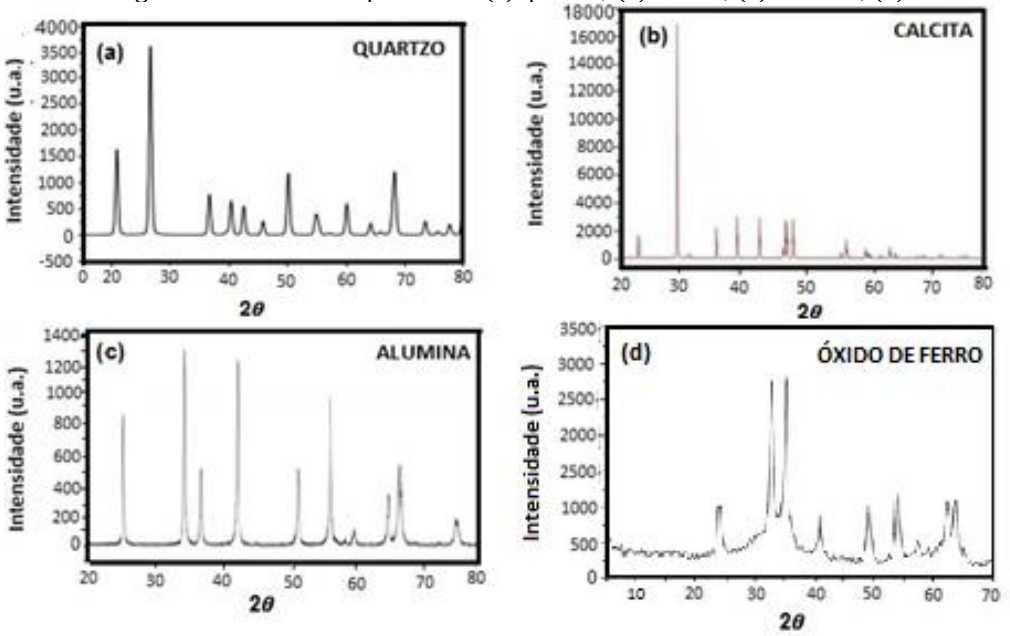
Tabela 1 – Resultado do FRX das amostras de argamassa de revestimento

ANÁLISE ESPECTROMÉTRICA POR FLUORESCÊNCIA DE RAIO X			
COMPONENTE	AMOSTRA - ARGAMASSA DE REVESTIMENTO		
	A1 (%)	A2 (%)	A3 (%)
SiO_2	36.953	35.749	37.986
CaO	22.725	26.677	26.669
Al_2O_3	18.369	18.109	14.968
Fe_2O_3	12.595	13.341	13.780
ZrO_2	5.313	2.372	2.515
TiO_2	2.048	1.737	1.789
K_2O	0.814	1.103	1.252
MgO	0.421	0.626	0.632
SrO	0.662	0.156	0.231
MnO	0.100	0.131	0.103
ZnO	-	-	0.075

Fonte: Autores (2020)

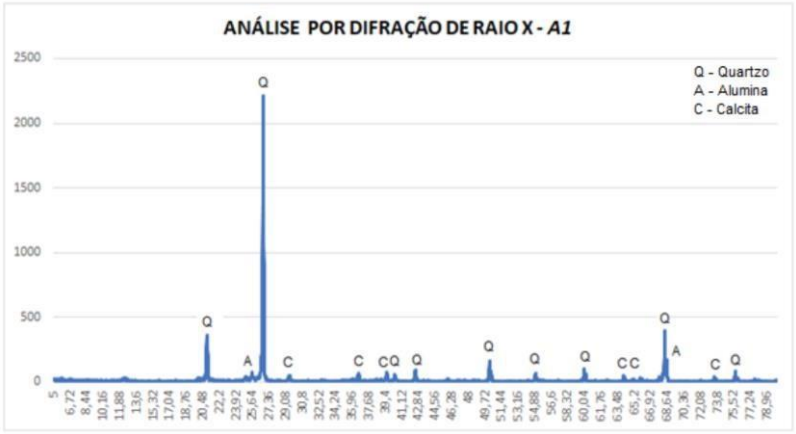
Com relação ao ensaio de DRX, os dados fornecidos foram convertidos em gráficos e comparados com os gráficos padrões de cada elemento, a fim de encontrar picos semelhantes entre as amostras e o modelo padronizado. Os difratogramas apresentados foram submetidos a comparações com os padrões do quartzo (SiO2), da calcita (CaO) e da alumina (Al2O3) encontrados nas literaturas pesquisadas (SOUSA, 2014; BLEICHER, L. et al., 2000; DIAS, 2015; CARREGOSA, J. D. C. et al., 2016) e ilustrado no Gráfico 1. Para cada porção coletada foi realizado um ensaio de DRX, de modo que cada amostra possui o seu difratograma (Gráficos 2, 3 e 4). Os picos mais significativos foram identificados de acordo com os gráficos padrões (SOUSA, 2014; BLEICHER, L. et al., 2000; DIAS, 2015; CARREGOSA, J. D. C. et al., 2016).

Gráfico 1. Difratograma de Raios X do padrão de: (a) quartzo; (b) calcita; (c) alumina; (d) óxido de ferro



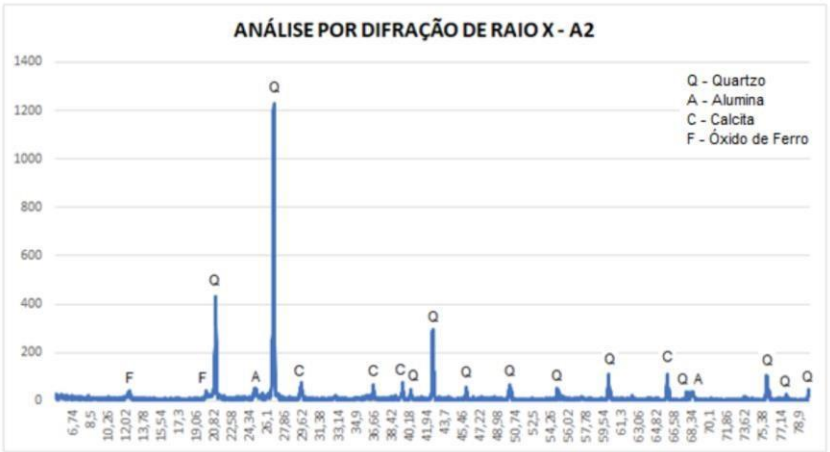
Fonte: (a) Bleicher e Sasaki (2000) (b) Dias et al. (2015) (c) Adaptado de Carregosa e Oliveira (2016) (d) Adaptado de Oliveira et al. (2016)

Gráfico 2. Difratograma de raios X da amostra A1



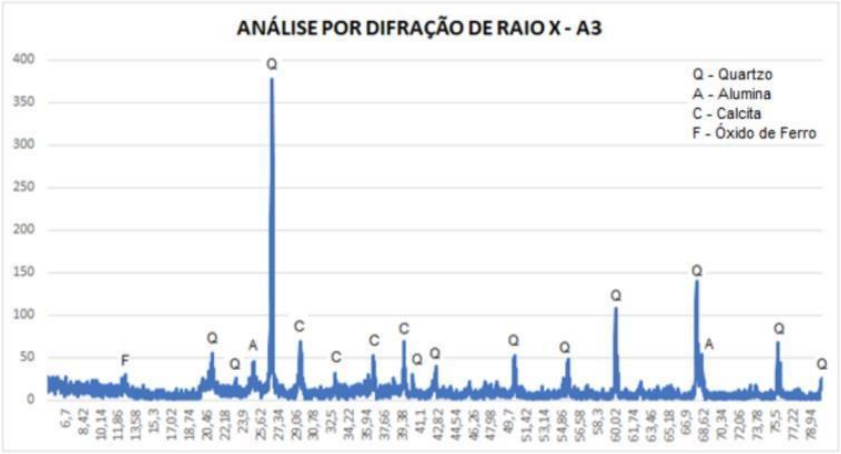
Fonte: Autores (2020)

Gráfico 3. Difratograma de raios X da Amostra A2



Fonte: Autores (2020)

Gráfico 4. Difratograma de raios X da Amostra A3

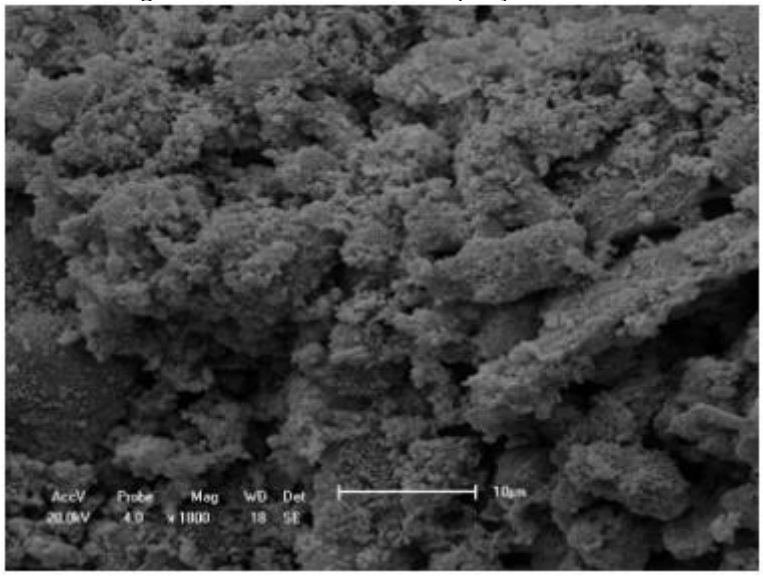


Fonte: Autores (2020)

De forma geral, os gráficos obtidos para todas as amostras foram bem semelhantes e demarcaram picos que compreendiam majoritariamente a quartzo (SIO2), calcita (CaO), alumina (Al2O3) e óxido de ferro (Fe2O3). O grau de cristalização diferenciou cada difratograma, de forma que picos menores permitiram a melhor visualização de mais detalhes de outros picos. Comparando cada um deles entre si, vê-se que o quartzo e a calcita foram presenças marcantes e que apresentam picos consideráveis em todos eles. Essa constatação já era esperada, baseando-se nos resultados de outros estudos realizados e verificados na literatura da área. Logo, em alguns gráficos foi possível ver a presença das quatro substâncias e em outros somente daquelas com maiores picos. Entretanto, a análise por difração de raios-X confirmou as informações coletadas a partir da análise por fluorescência de raios-X.

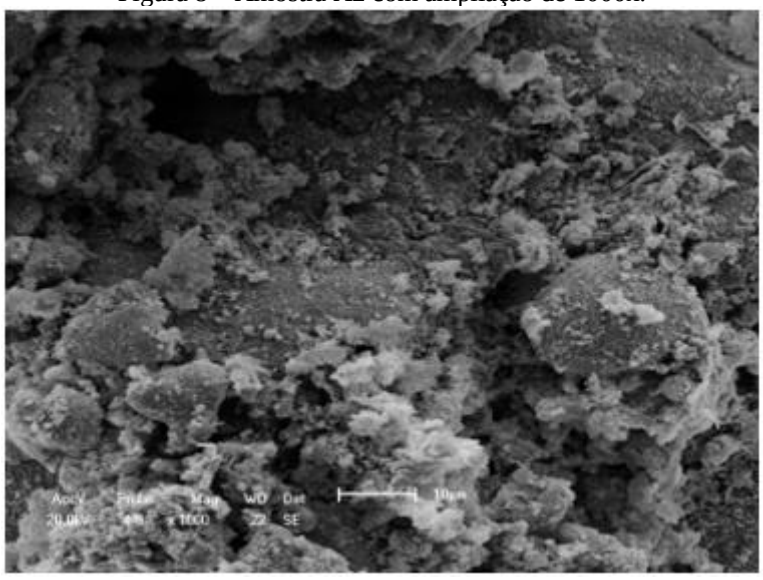
As Figuras 7, 8 e 9 ilustram a Microscopia Eletrônica de Varredura (MEV) das amostras A1, A2 e A3, respectivamente.

Figura 7 – Amostra A1 com ampliação de 1800x.



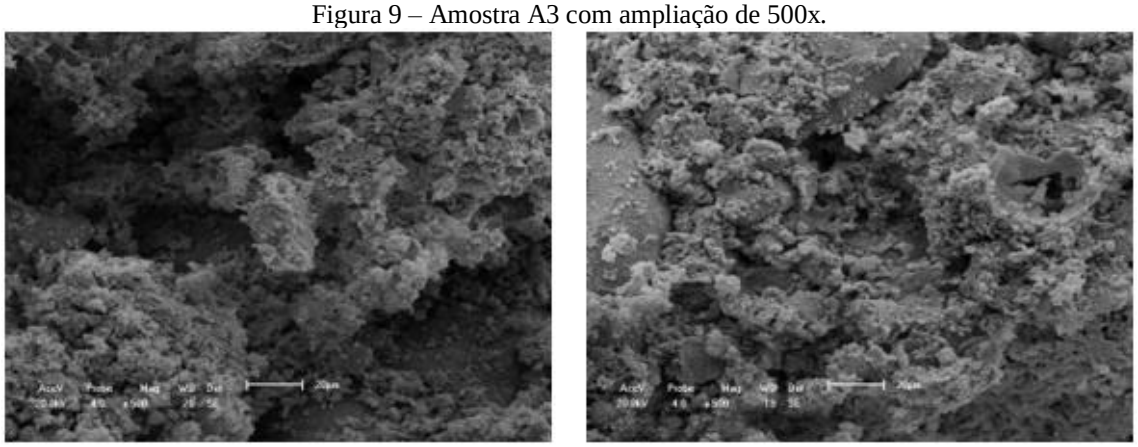
Fonte: Autores (2020)

Figura 8 – Amostra A2 com ampliação de 1000x.



Fonte: Autores (2020)

Figura 9 – Amostra A3 com ampliação de 500x.



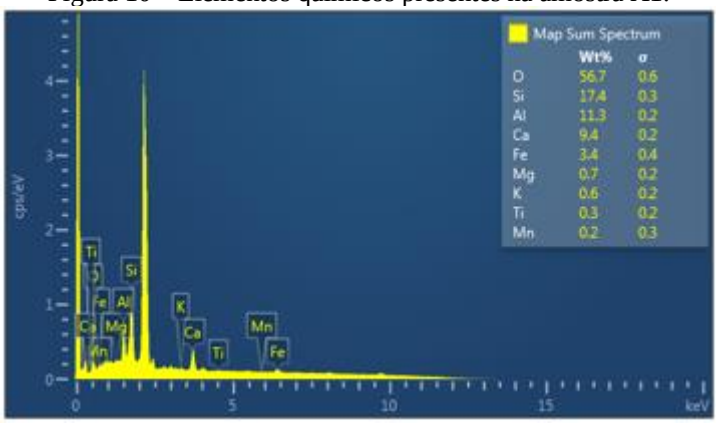
Fonte: Autores (2020)

Analisando quanto à forma, constata-se que a amostra é heterogênea, sendo que as partículas de menor dimensão são arredondadas e as partículas de maior dimensão são trapezoidais e pontiagudas. Além disso, as diferenças de tamanhos entre as partículas de maior e menor dimensão são consideráveis. Enquanto as partículas de menor dimensão têm por volta de 10 µm, as de maior dimensão tem cerca de 500 µm, sendo três as amostras, portanto, bastante heterogêneas quanto ao tamanho de suas partículas.

Juntamente com o MEV, foi usada a espectrometria por dispersão de energia de raios X (EDS) com o objetivo de identificar os elementos químicos mais relevantes nos materiais analisados. O oxigênio (O), apesar de constar nas três amostras, não foi considerado, pois pode derivar de componentes orgânicos ou ser parte integrante dos componentes.

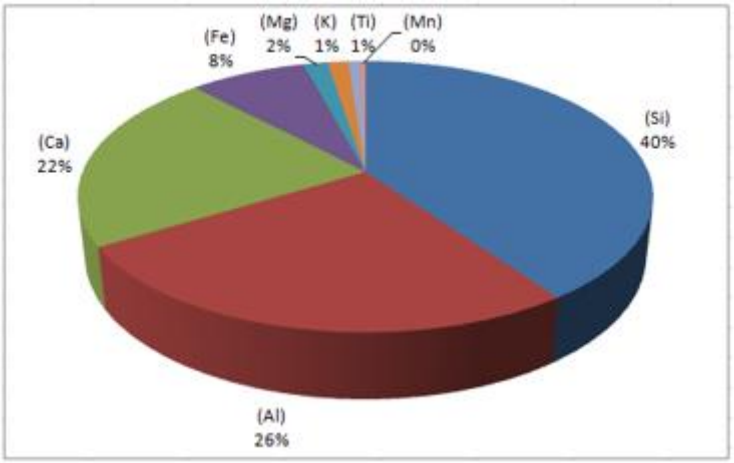
As Figuras 10, 11 e 12 e os Gráficos 5, 6 e 7 mostram os elementos químicos presentes nas amostras A1, A2 e A3, respectivamente. Da análise verifica-se que Si, Al e Ca são os elementos mais abundantes.

Figura 10 – Elementos químicos presentes na amostra A1.



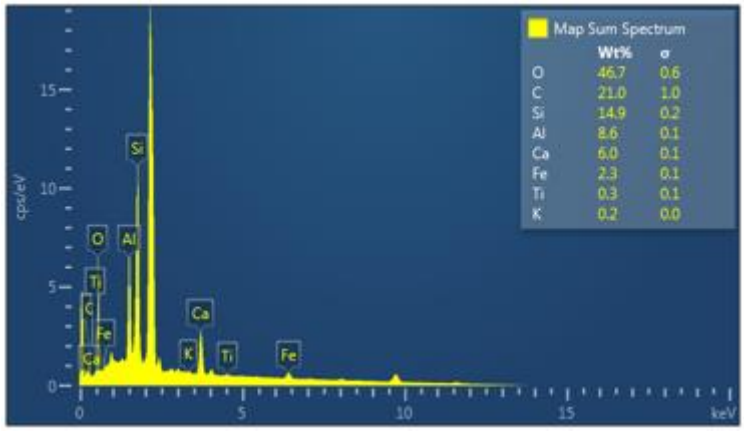
Fonte: Autores (2020)

Gráfico 5 – Percentual de elementos químicos presentes na amostra A1.



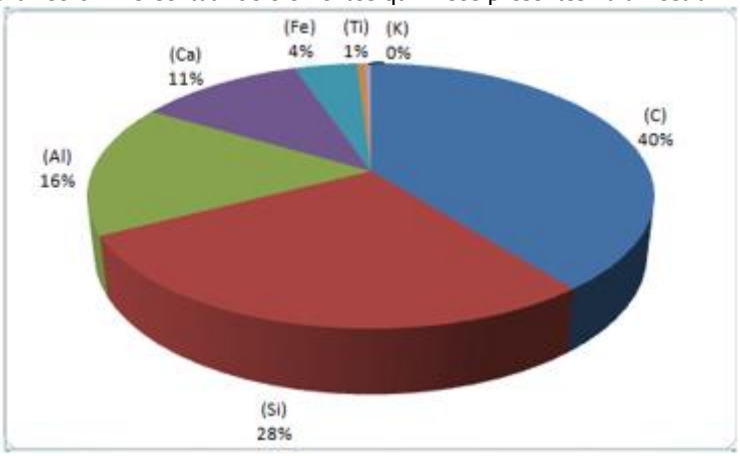
Fonte: Autores (2020)

Figura 11 – Elementos químicos presentes na amostra A2.



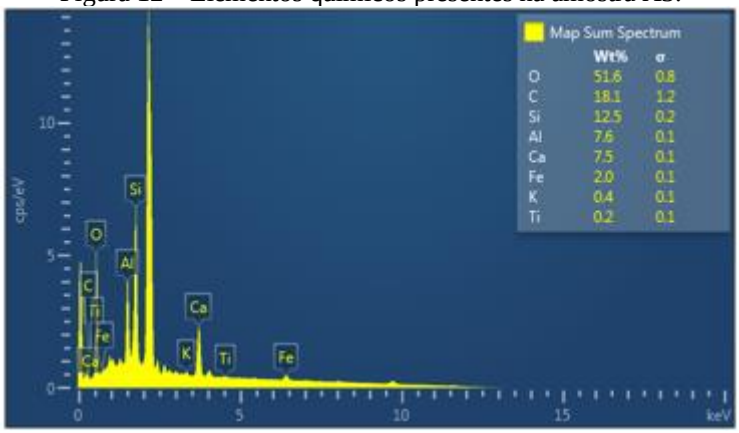
Fonte: Autores (2020)

Gráfico 6 – Percentual de elementos químicos presentes na amostra A2.



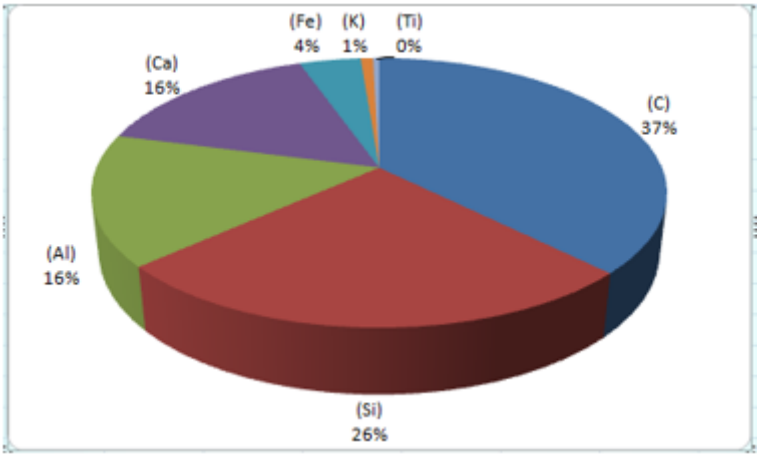
Fonte: Autores (2020)

Figura 12 – Elementos químicos presentes na amostra A3.



Fonte: Autores (2020)

Gráfico 7 – Percentual de elementos químicos presentes na amostra A3.



Fonte: Autores (2020)

A análise dos espectros revela a presença dos elementos silício (Si) e cálcio (Ca), que são característicos da constituição de argamassas à base de cal. Examinando os gráficos é possível ver que os constituintes químicos que aparecem em maior percentual são, exatamente, o silício e o cálcio. Na amostra A1 o percentual de silício é de 40%, enquanto o percentual de cálcio é de 22%. Na amostra A2 estes percentuais são, respectivamente, de 38% e 18%. Já na amostra A3 são de 28% e 11%, respectivamente. A presença de argila na composição das argamassas pode ser confirmada pelas porcentagens do óxido de alumínio, o que corrobora os resultados apontados pelos ensaios de FRX e DRX.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente estudo teve como objetivo principal a caracterização da argamassa de revestimento de uma parede da Casa de Patrimônio (Natal/RN), através de análises laboratoriais por Difração de Raios X (DRX), por Fluorescência de Raios X (FRX) e Microscopia Eletrônica de Varredura (MEV). As análises e ensaios realizados permitiram a caracterização das amostras e mostraram-se coerentes uns em relação aos outros e, também, em relação a resultados encontrados em estudos semelhantes encontrados na literatura de referência.

As amostras coletadas apresentaram características que permitiram concluir que se tratam de argamassas com porcentagens consideráveis de argila, areia e cal, informação que foi comprovada pelos resultados compatíveis entre os diferentes ensaios realizados. Esse dado é aceitável, já que confirma o que a literatura entende como característico das

argamassas antigas: a presença de cal como aglomerante, de areia como agregado e de parcela considerável de finos, no caso a argila.

Por fim, os ensaios feitos e a sua continuidade e ampliação com as amostras da Casa do Patrimônio permitirão uma melhor caracterização do material usado na construção original do local, a fim de auxiliar, ainda mais, nas possíveis intervenções e restaurações que poderão ser feitas no prédio.

REFERÊNCIAS

1. SOUSA, A. K D; Argamassas do grupo escolar Augusto Severo/RN: caracterização e incidência de manifestações patológicas. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Rio Grande do Norte. 2014.

2. SANTIAGO, C. C. Argamassas tradicionais de cal. SciELO-EDUFBA. 2007.

3. KANAN, M. I. C. Manual de conservação e intervenção em argamassas e revestimentos à base de cal. Brasília: Iphan, 2008.

4. ADRIANO, P; et al. Determinação da composição de argamassas antigas. In: º Congresso Nacional de Argamassas de Construção. 2007.

5. NASCIMENTO, C. B. do et al. Método de caracterização de argamassas históricas: proposição e estudos de caso. Jornada de Técnicas de Restauración y ConservacióndelPatrimonio, v. 1, 2009.

6. MOTTA, E. V. et al. Caracterização de argamassas de edificações históricas de Santa Catarina. 2013.

7. Souza, M., & Carneiro, A; Caracterização da argamassa de assentamento do Mosteirinho da Irmandade de São Francisco em Paudalho-PE. Revista CPC, (19), 164-186. 2015.

8. LIMA, A.. F.; XAVIER, Y.;F.; Caracterização de argamassas históricas: Um estudo de caso na casa do patrimônio / Padre João Maria em Natal/RN;. Trabalho de conclusão de curso; Universidade Potiguar/RN.2017.

9. BREITENBACH, S. B. et al.Adição de resíduo do polimento de porcelanato em argamassas de restauro à base de cal. Cerâmica, v. 63, n. 367, p. 395-401, 2018.

10. BLEICHER, L.; SASAKI, J. M. Introdução à Difração de Raios-X em Cristais.Apostila da Universidade Federal do Ceará, 2000.

11. DIAS, F. A. Cury et al. SÍNTESE E CARACTERIZAÇÃO DE NANOPARTÍCULAS DE CALCITA. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE QUÍMICA, 55., 2015, Goiânia. Artigo.Goiânia: Associação Brasileira de Química, 2015.

12. OLIVEIRA, J. S. de et al. Preparação do sistema Fe2O3/ZSM-5 para uso como catalisador na reação foto-Fenton. Cerâmica, [s.l.], v. 62, n. 363, p.281-287, set..FapUNIFESP (SciELO).2016.

13. CARREGOSA, J. D. C.; OLIVEIRA, R. M. P. B..Processamento e Caracterização de CompósitosMagnesianos com Adição de Grafite e Alumina. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIAE CIêNCIA DOS MATERIAIS, 22., Natal. Anais... .Natal: Associação Brasileira de Cerâmica, 2016. p. 1876 - 1887. 2016.