

DETERMINAÇÃO DOS TIPOS DE SAIS EM EDIFICAÇÕES COM EFLORESCÊNCIA NA CIDADE DE MONTEIRO- PB

Iracira José da Costa Ribeiro
iracira@hotmail.com

Rafaela Samária Patriota de Freitas
rafasamaria@gmail.com

Valéria da Silva Nogueira
Val.silgueira@hotmail.com

Daniela Nóbrega
danielabna@gmail.com

Valdeci José da Silva Neto
nethynhusilva@gmail.com

Adilson Bezerra da Silva Junior
Torresjunior1@hotmail.com

ÁREA: (PATOLOGIA)

Resumo

O termo eflorescência provém do latim *efflorescentia* que significa o estado ou período de florescer. Em português, especificamente na patologia das construções, pode designar o depósito de sais minerais que pela ação do ar se cria na superfície de determinados corpos, como a camada salitrosa que aparece nas paredes úmidas. Esse fenômeno ocorre devido ao surgimento de formações salinas sobre algumas regiões superficiais. A cristalização de sais na superfície das peças cerâmicas não produz esforços mecânicos importantes. Ao contrário, quando a cristalização se dá no interior do material, nos poros e rede capilar, podem ser produzidos esforços mecânicos consideráveis. Assim, as eflorescências causam degradação microestrutural apenas nas zonas próximas a superfície, bem como degradação estética no produto cerâmico. As eflorescências constituem uma patologia frequente nos produtos cerâmicos tradicionais, cuja solução é particularmente difícil ou impossível.

Palavras-chave: Sais solúveis
Eflorescências
Edificação



DETERMINACIÓN DE LOS TIPOS DE SAIS EN EDIFICACIONES CON EFLORESCENCIA EN LA CIUDAD DE MONTEIRO - PB

Iracira José da Costa Ribeiro

iracira@hotmail.com

Rafaela Samária Patriota de Freitas

rafasamaria@gmail.com

Valéria da Silva Nogueira

Val.silgueira@hotmail.com

Daniela Nóbrega

danielabna@gmail.com

Valdeci José da Silva Neto

nethynhusilva@gmail.com

Adilson Bezerra da Silva Junior

Torresjunior1@hotmail.com

AREA: (PATOLOGÍA)

Resumen

O termo eflorescência provém do latim *efflorescentia* que significa o estado ou período de florescer. Em português, especificamente na patologia das construções, pode designar o depósito de sais minerais que pela ação do ar se cria na superfície de determinados corpos, como a camada salitrosa que aparece nas paredes úmidas. Esse fenômeno ocorre devido ao surgimento de formações salinas sobre algumas regiões superficiais. A cristalização de sais na superfície das peças cerâmicas não produz esforços mecânicos importantes. Ao contrário, quando a cristalização se dá no interior do material, nos poros e rede capilar, podem ser produzidos esforços mecânicos consideráveis. Assim, as eflorescências causam degradação microestrutural apenas nas zonas próximas a superfície, bem como degradação estética no produto cerâmico. As eflorescências constituem uma patologia frequente nos produtos cerâmicos tradicionais, cuja solução é particularmente difícil ou impossível.

Palabras clave: Sales Solubles
Eflorescencias
Edificación

Introdução

Os sais solúveis podem causar danos consideráveis em materiais porosos como as argamassas alterando os padrões estéticos do revestimento, diminuindo a habitabilidade das edificações além de gerar custos com reparos frequentes. Os sais podem ser introduzidos na alvenaria pela própria água do solo, estar presentes nos materiais de construção ou ainda formar-se por reação com poluentes atmosféricos.

As eflorescências são depósitos cristalinos, formados na superfície e no interior de painéis de alvenaria por cristalização de soluções salinas. Esse fenômeno ocorre como resultado do processo de evaporação ou variação de temperatura geralmente acompanhando a presença de umidade. Na teoria parece bem simples compreender o mecanismo de surgimento das eflorescências, mas na prática, é um tanto complexo. Em outras palavras, a solução aquosa forma-se no interior da peça cerâmica pelo contato que há entre a água e os sais solúveis presentes no material. Monteiro (2009) aponta em seus estudos que os sulfatos de cálcio e de magnésio são as impurezas das argilas que, com mais frequência, formam sais.

A eflorescência é causada pelos sais solúveis existentes em um determinado material, de modo geral, quanto maior à quantidade de sais solúveis presentes em um material, maior será sua capacidade de eflorescência. Monteiro (2009) aponta em seus estudos que os sulfatos de cálcio e de magnésio são as impurezas das argilas que, com mais frequência, formam sais. A formatação dos artigos deverá seguir estas instruções, que podem ser usadas como modelo. Solicita-se que sejam respeitadas o mais possível.

Revisão

A água é o principal agente de degradação de um amplo grupo de materiais de construção, estando presente no solo, na atmosfera, nos sistemas e procedimentos de higiene da habitação. De acordo com Salles Neto (2010) a umidade presente nas edificações representa, quando descontrolada ou em limites inadequados, um dos principais agentes de deterioração da edificação, bem como da saúde de seus ocupantes e usuários.

Souza (2008) relata que os defeitos devidos a umidade geram problemas bastante graves e de difíceis soluções, como prejuízos de caráter funcional da edificação; desconforto dos usuários e em casos extremos os mesmos podem afetar a saúde dos moradores; danos em equipamentos e bens presentes nos interiores das edificações e diversos prejuízos financeiros.

Diversas manifestações patológicas são associadas à presença ou variação da umidade nas edificações, podendo-se salientar, dentre outras: corrosão; manchas de umidade; bolor, fungos e líquens; eflorescências; escorrimento e/ou gotejamento de água líquida; água condensada; descolamento e mudança de coloração dos revestimentos; fissuras e odores desagradáveis (SALLES NETO, 2010).

Segundo Verçoza (1983, *apud* SILVA; SALES, 2013) as goteiras são provenientes de águas das chuvas e/ou da ocorrência de vazamentos ou infiltrações em marquises, terraços, floreiras; As manchas são o resultado da saturação de água em um devido local; O mofo é resultante de fungos vegetais que ocasionam a deterioração dos materiais empregados na edificação, da madeira e até mesmo da alvenaria; Oxidação é o processo químico que acontece em um metal que permaneceu sujeito à umidade.

Os solos salinizados são os que apresentam uma maior concentração de sais solúveis ou de sódio trocável ou de ambos. Os sais solúveis do solo contêm principalmente os cátions sódio, cálcio e magnésio e os ânions cloretos e sulfatos e, em menor quantidade, ocorrem potássio, bicarbonatos e carbonatos. Geralmente 98% dos sais solúveis dos solos são formados por esses íons (RICHARDS, 1954).

Os sais de metais alcalinos terrosos são os mais indesejáveis porque têm temperatura de decomposição mais alta, e originam por reação com os componentes das argilas produtos que não se fundem e/ou reagem à temperatura de queima dos tijolos (FERREIRA, 2009).

Conforme Verduch e Solana (2000), nas eflorescências mais comuns, existem os cátions Ca^{+2} , Mg^{+2} , Na^{+2} e potássio (K^{+}), assim como os ânions SO_4^{-2} , carbonato (CO_3^{-2}), cloretos (Cl^{-}), e nitratos (NO_3^{-2}), podendo intervir hidróxidos, silicatos, diversos compostos de alumínio, ferro, vanádio, molibdênio, cromo, níquel e cobre. Os autores apontam ainda, que os compostos mais comuns que formam a eflorescência são: nitrato de sódio (NaNO_3), nitrato de potássio (KNO_3), sulfato de magnésio heptahidratado ($\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$), $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, sulfato de potássio (K_2SO_4) carbonato de cálcio (CaCO_3), cloreto de potássio (KCl) e hematita (Fe_2O_3).

O sal pode ser originado, segundo Netto (1995 *apud* NAPPI; LALANE, 2010), como compostos provenientes ou dos ácidos, pela substituição total ou parcial dos seus hidrogênios ionizáveis por cátions, ou das bases, pela substituição total ou parcial dos grupos OH pelos ânions dos ácidos. Em outras palavras é uma substância iônica, que resulta da reação química entre um ácido e uma base.

Os materiais argilosos como tijolos e telhas são porosos, e ao entrar em contato com a água a absorvem por capilaridade. Como consequência, dependendo da composição das matérias-primas e condições de uso, pode haver formação de sais, gerando eflorescências (BASEGIO; BERUTTI; BERGMANN, 2000).

De acordo com Nappi e Lalane (2010), dentre os problemas existentes sobre degradação, destacam-se aqueles decorrentes da salinidade. Quando estes sais têm um alto grau de solubilidade e estão em permanente situação de cristalização e hidratação, podem provocar a incorporação de água na estrutura molecular. A solução mais adequada é a eliminação da umidade e/ou dos sais.

Ainda de acordo com os mesmos nem todos os sais trazem problemas para as edificações. Para que isto ocorra, duas características vão determinar a periculosidade de sua ação e a sua responsabilidade pelos danos na construção: o grau de solubilidade e o nível de higroscopicidade. O grau de solubilidade é a capacidade que possuem de se dissolverem em meio aquoso. O nível de higroscopicidade é a condição em que este sal adsorve água do meio ambiente.

Como um possível supridor de cloretos na argamassa, o próprio cimento Portland contém em torno de 0,01 % da massa total, de sal. A água potável pode conter aproximadamente de 250 ppm de íons cloreto e numa relação água/cimento 0,4 esta água contribuirá com a mesma quantidade de íons com o próprio cimento (NAPPI; LALANE, 2010)

Os tijolos fabricados com argilas contaminadas por pirita (FeS_2) que, durante o cozimento, transformam-se em sulfato de um metal alcalino (potássio, sódio) ou metal alcalino terroso (cálcio, magnésio) podem ser uma fonte de contaminação dos edifícios (NAPPI; LALANE, 2010).

As reações químicas que têm originado degradação em revestimentos de alvenarias, como uma consequência da interação entre os materiais utilizados, de acordo com Collepari (1990), são basicamente duas e ambas requerem a presença de sais de sulfato, acompanhados de muita umidade. Conforme o mesmo, os produtos que podem se originar dessas reações são denominados de etringita e taumasita, bem conhecidos componentes da química do cimento Portland.

Em que:



Foi através de visitas nos bairros de Monteiro, que as coletas das amostras foram feitas, durante duas semanas pela parte da tarde, as residências onde foram feitas as coletas, apresentaram algumas patologias nos tijolos (salinização), e em cada visita realizou-se duas coletas, uma amostra retirada numa parte mais alta e outra numa parte mais baixa, isso vai servir para sabermos se quanto mais baixo for a coleta dessas amostras maior será seu teor de sal, e quanto mais alto a amostra menor esse teor de sal. Tive-se algumas dificuldades para fazer essas coletas, pelo fato do clima predominantemente quente e abafado e a falta de algumas ferramentas para facilitar a coleta.

Foram coletadas 12 amostras onde nossa outra etapa foi fazer os ensaios de laboratório que foi feita em duas partes, a primeira parte foi realizada no laboratório do Campus IFPB Monteiro, que foi destorrear 40g de cada amostra para misturar com 400 ml de água destilada e depois deixar filtrar para obter amostra líquida que foi guardada, Os dados das amostras, referentes ao tipo e localização da edificação.

Objetivo

O objetivo do projeto é coletar amostras de alvenarias e revestimentos afetados por sais solúveis e analisar quais tipos de sais existentes nas amostras que causam danos nas edificações, através de ensaios em laboratórios.

Materiais e Métodos

A metodologia desenvolvida durante a pesquisa foi realizada através de vistorias nas casas, observações visuais, e coleta das amostras com o auxílio de espátula e potes de polietileno com capacidade de armazenar 40 g. A extração das amostras de sais solúveis nas alvenarias foi realizada por meio da raspagem da área afetada, da qual foi retirada cerca de 40 g de reboco e/ou alvenaria, acondicionados em recipientes para serem analisados em laboratório.

As amostras foram todas retiradas de residências com alturas diferentes onde apresentavam eflorescência. Veja a seguir na Tabela 1.



AMOSTRA	ENDEREÇO	LOCAL INSPECIONADO	ALTURA DA COLETA (Metros)
1 A	Rua Coronel Francisco Torres S/N Centro	Tijolo Maciço do Muro, Local Posterior Lado Externo	0,70
1 B	//	//	0,84
2 A	Dr. Alcindo Bezerra de Menezes, 173, Centro	Tijolo Maciço do Muro, Lado Externo, Lateral	0,86
2 B	//	//	1,05
3 A	Rua Francisco Alcantra Torres,82 Centro	Tijolo Maciço do Muro, Lado Externo, Lateral	0,93
3 B	//	//	1,07
4 A	Rua Inocêncio Lopes de Almeida, 14, Centro	Tijolo Maciço do Muro, Local Posterior Lado Externo	0,19
4 B	//	//	0,91
5 A	Rua Rodolfo Simões, SN, Centro	Parede de tijolo	1,00
5 B	//	Reboco	1,00

Tabela 1: Dados referentes às amostras coletadas na cidade de Monteiro-PB

Resultados:



ANÁLISE DO EXTRATO SOLÚVEL	AMOSTRAS									
	1A	1B	2A	2B	3A	3B	4A	4B	5A *	5B *
ALTURA DE COLETA DA AMOSTRA (m)	0,70	0,84	0,86	1,05	0,93	1,07	0,19	0,91	1,00	1,00
CONDUTIVIDADE ELÉTRICA ($\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$)	9.540	5.670	5.170	370,80	4.140	2.340	5.730	1.710	430,20	21.520
CÁLCIO (meq L^{-1})	35,89	18,89	12,04	2,95	12,65	0,46	23,34	7,22	0,76	17,21
MAGNÉSIO (meq L^{-1})	9,50	7,46	2,88	0,41	3,77	0,56	13,10	14,17	0,15	5,44
SÓDIO (meq L^{-1})	71,75	35,86	29,42	0,45	25,75	22,05	28,50	4,58	4,03	276,00
POTÁSSIO (meq L^{-1})	5,59	3,73	14,88	0,94	5,58	1,86	3,72	0,92	0,43	3,91
CARBONATOS (meq L^{-1})	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,64	0,00
BICARBONATOS (meq L^{-1})	0,55	0,52	0,65	0,47	0,45	0,89	0,77	0,35	3,09	0,99
CLORETO (meq L^{-1})	99,45	38,62	28,40	0,52	24,95	15,65	32,22	5,00	0,90	239,07
SULFATOS (meq L^{-1})	PRESENÇA	PRESENÇA	PRESENÇA	AUSÊNCIA	PRESENÇA	PRESENÇA	PRESENÇA	AUSÊNCIA	PRESENÇA	PRESENÇA
PH	6,00	6,10	6,50	7,05	6,44	7,07	6,65	6,20	8,23	7,00

*5A – Se refere à amostra de tijolo. *5B – Se refere à amostra de reboco.

Tabela 2: Análise química das amostras

Como constatado na Tabela 1, nos resultados das amostras com alturas próximas à 1,00 metro (2B, 3B, 4B) a quantidade de cálcio, magnésio, sódio, potássio e cloretos, foi bem menor que nas amostras próximas ao solo (2A, 3A, 4A), a amostra 5A e 5B foram retiradas na mesma altura de (1,00 metro), mas de materiais diferentes, mostrando que a quantidade de sais da amostra 5B foi maior comparada à amostra 5A devido esta ter sido retirada no tijolo, enquanto que a 5B foi retirada no reboco. Em relação à presença de carbonatos, só houve na amostra 5A ($0,64 \text{ meq L}^{-1}$), enquanto que no restante de todas as amostras não houve a presença dos mesmos. Quanto aos sulfatos, só esteve ausente nas amostras 2B e 4B e presente no restante de todas as amostras. Em referência aos bicarbonatos, houve uma diferenciação nas amostras 3A e 3B (em que o resultado obtido na amostra 3B foi maior do que à 3A, diferença esta de $0,44 \text{ meq L}^{-1}$).

Conclusão

Na maioria das residências avaliadas há uma grande presença de sais nas alvenarias e rebocos, uns em forma de cristais e outros em forma de pó, geralmente de cor esbranquiçadas. Isso pode provocar a destruição do revestimento e da alvenaria, além de afetar a armadura, visto que os sais podem ser levados pela umidade através dos poros das peças se depositando no interior, acelerando a corrosão. Os principais tipos de sais encontrados nas amostras foram Cálcio, Magnésio, Sódio, Potássio, Carbonatos, Bicarbonatos, Cloreto e Sulfatos, onde os maiores teores de sais existentes nas amostras foram o de Sódio e de Cloretos. Com esse tipo de patologia, existe a queixa dos moradores, pois ao realizar a reforma na área afetada, em pouco tempo os problemas voltam a aparecer, principalmente pelo desconhecimento de técnicas de prevenção, como a impermeabilização e de técnicas apropriadas para correção.

Bibliografia

- (1) ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15575**: Desempenho de edifícios habitacionais de até cinco pavimentos. Rio de Janeiro, 2008.
- (2) BASEGIO, T.M.; BERUTTI, F.A.; BERGMANN, C.P. **Suscetibilidade à eflorescência de massas cerâmicas vermelhas**. CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA E CIÊNCIA DOS MATERIAIS, São Pedro - SP. Anais, 2000.
- (3) COLLEPARDI, M. Degradation and restoration of masonry walls of historical buildings. **Materials and Structures**. RILEM, p. 81-102, 1990.
- (4) FERREIRA, C.C. **FORMAÇÃO DA EFLORESCÊNCIA EM CERÂMICA VERMELHA: FATORES DE INFLUÊNCIA NO TRANSPORTE DOS ÍONS SO_4^{-2} E CA_2^{+2}** . 2009. 102 f. Tese (Doutorado em Engenharia) – Escola de Engenharia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2009.
- (5) MONTEIRO, C. M. O. L. **Influência da gipsita no surgimento de eflorescência em telhas cerâmicas**. 2009. 77 f. Dissertação (Mestrado em Ciências e Engenharia dos Materiais)-Centro de Ciências Exatas e da Terra, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2009.
- (6) NAPPI, S. C. B.; LALANE, M. M.A **Salinidade em Edifícios Antigos**. VI CONGRESSO INTERNACIONAL SOBRE PATOLOGIA Y RECUPERACIÓN DE ESTRUCTURAS. Córdoba, Argentina, 2010.
- (7) RAMALHO, M. B. *et. al.* **Avaliação das manifestações patológicas da umidade de edificações em cidades do Vale do Jequitinhonha e Mucuri – MG**. XLII CONGRESSO BRASILEIRO DE EDUCAÇÃO EM ENGENHARIA: MÚLTIPLOS SABERES E ATUAÇÕES. Juiz de Fora, 2014.
- (8) RICHARDS, L.A. Diagnosis and improvement of saline and alkali soils. **Agriculture Handbook 60**, U.S. Dep. of Agriculture, New York, 1954.
- (9) SALLES NETO, Moacyr. **Estudo do mecanismo de formação de eflorescências em revestimentos de argamassa aplicados a substrato cerâmico e o efeito de barreira**. 2010. 266 f. Tese (Doutorado em Construção Civil) - Universidade de Brasília, Brasília, 2010.
- (10) SILVA, I. S.; SALES, J. C. **Patologias ocasionadas pela umidade: Estudo de caso em edificações da Universidade Estadual Vale do Acaraú – UVA**. IX CONGRESSO INTERNACIONAL SOBRE PATOLOGÍA Y RECUPERACIÓN DE ESTRUCTURAS. João Pessoa, 2013.
- (11) SOUZA, Marcos Ferreira. **PATOLOGIAS OCASIONADAS PELA UMIDADE NAS EDIFICAÇÕES**. 2008. 64 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Especialização em Construção Civil) - Escola de Engenharia da Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, Jan. 2008.
- (12) VERDUCH, A. G.; SOLANA, V. S. Formação de eflorescência na superfície de tijolos. **Cerâmica Industrial**, São Paulo, v.5, n.5, p.38, 2000.