

O FENÔMENO DA EFLORESCÊNCIA

As eflorescências são uma patologia muito comum em obras e que preocupa cada vez mais os construtores. A sua manifestação pode trazer dois tipos de problema:

- O impacto negativo no aspecto estético das construções, e
- Os efeitos nocivos que entendem poder provocar nessas construções.

Esses fatos podem levar à rejeição de produtos da Selecta, uma vez que o mercado pode recorrer aos fornecedores concorrentes.

Mais, a existência de eflorescências pode afetar a certificação de produto acabado, pois mesmo que o mesmo seja certificado não significa que, uma vez aplicado, não possa desenvolver eflorescências e ser alvo de críticas ou de reclamação por parte do cliente. A nossa experiência em casos desta natureza sugere que as eflorescências podem estar apenas tanto ao material cerâmico quanto à aplicação em obra. Isto é, quando o material cerâmico é colocado em contato com alguns tipos de argamassa.

As eflorescências são fenômenos de deposição de diversas formas de sais, nas mais e diversas constituições, na superfície dos materiais cerâmicos e das argamassas.

Os depósitos de eflorescências são originados pela migração da água carregada de sais do interior para a superfície do material por capilaridade. As condições necessárias para o seu aparecimento são:

1. Presença de sais solúveis, ou de substâncias susceptíveis de formar sais por reação, no material.
2. Umidificação do material e dissolução dos sais contidos no interior.
3. Textura capilar do material permitindo a migração da água do interior para o exterior.
4. Secagem do material.

Manifestam-se geralmente nas alvenarias externas logo no início da construção, ou em estações de calor mais intenso. É importante frisar que as eflorescências podem se manifestar durante as várias fases do processo produtivo, e não apenas quando os produtos são assentados em obra.

As eflorescências caracterizam-se classicamente pela presença de manchas brancas, mas podem ter igualmente uma forma castanha, amarela ou verde de acordo com as suas origens. Elas aparecem em várias formas: véu fino muito solúvel em água e facilmente removível, ou na forma de um depósito muito aderente, ou ainda sobre a forma de uma camada espessa e pulverulenta.

O principal problema causado pelas eflorescências é a degradação estética imposta à obra. A remoção das manchas causadas pela deposição de sais na superfície dos materiais pode acontecer de forma natural no caso de eflorescências ligeiras, ou com uma lavagem apropriada com produtos específicos comercializados, acrescentando desta forma o custo de manutenção da obra.

Em alguns casos, além do aspecto inestético, os sais podem ter um efeito mais nocivo. O processo de cristalização dos sais pode criar tensões na zona superficial onde se formam, com consequências desastrosas, degradando progressivamente os cerâmicos e contribuir para alteração das propriedades mecânicas e seu envelhecimento.

Não existe uma solução capaz de eliminar completamente o fenómeno e sua mitigação passa pela seleção cuidada das matérias-primas, de modo que a primeira ação corretiva, em caso de se observar o problema, é alterar a composição das matérias-primas para diminuir os teores das substâncias responsáveis pelas eflorescências.

Os sais solúveis são responsáveis pelo fenómeno de eflorescência. Tais sais encontram-se associados às matérias-primas ou resultam do processo de queima ou ainda do contato e/ou reações com outros materiais presentes em obra.

As pastas cerâmicas podem conter numerosos tipos de sais, mas também outros

componentes que podem ser fonte de eflorescência após reações químicas. De facto, durante o processo de queima, alguns componentes passam por diversas reações que favorecem a formação ou o desaparecimento de sais solúveis.

As eflorescências podem ter também origem extrínseca ao material cerâmico, nomeadamente através de contaminações e reações promovidas pelos ligantes (cimento) e/ou elementos neles incorporados (areia, água, etc). Devido à complexidade dessas pastas e a extensão das reações que podem ocorrer, assim como a influência dos parâmetros de preparação e de queima, avaliar a possibilidade de ocorrência de eflorescências é tarefa de grande complexidade.

As eflorescências não se distinguem só pelo tipo de sais depositados, mas também pelo momento e mecanismo de aparecimento na vida do material cerâmico. Podemos distinguir dois grandes tipos de eflorescências:

- Precipitação antes da aplicação em obra, ou seja durante o processo produtivo (secagem e queima) e armazenamento (Tabela 1);
- Precipitação após a colocação em obra.

A classificação das eflorescências em obra (Tabela 2) é resultante da diversidade dos elementos em jogo e da interação entre eles. A maior parte das eflorescências encontradas é de tipo I. As eflorescências de tipo II, V, VI e VII são pouco frequentes.

Tabela 1: Classificação das eflorescências (antes de aplicação em obra).

Tipo	Natureza dos sais	Origem	Profilaxia
Eflorescências de secagem	CaSO ₄ Sulfatos alcalinos e de magnésio	Matérias-primas Condensação de SO ₂ proveniente dos combustíveis	Seleção das matérias-primas (isenta de sulfatos); Utilização de combustíveis (pobres em S); Adição de aditivos como BaCO ₃ , BaCl ₂ ou Na ₃ PO ₄ (neutralização de sulfatos)
Eflorescências de queima	Sulfatos alcalinos e alcalino-terrosos	Condensação do SO ₂ proveniente dos combustíveis; Decomposição da pirita FeS ₂ (liberta SO ₂) Decomposição de outros sulfatos	Introdução de produtos secos no forno; Manter um fluxo de gás elevado; Melhorar a circulação nas zonas críticas
Eflorescências de armazenamento	Sulfatos e carbonatos alcalinos e alcalino-terrosos	Intempéries favorecem a migração dos sais contidos na cerâmica; Contaminações pelos solos e locais de armazenamento.	Armazenamento em local seco; Aumentar a reatividade dos constituintes das pastas com uma moagem fina; Optimização da curva de cozedura de forma a decompor os sais solúveis e facilitar a combinação dos óxidos livres com as fases silicatadas (atendendo à curva óptima de redução dos sulfatos, aumento dos patamares e da temperatura de queima).

Tipo	Aspecto	Natureza dos sais	Origem	Consequências
I	Depósitos superficiais de sais brancos muito solúveis. Surgem após saturação da alvenaria e posterior secagem.	Sais alcalinos: Na_2SO_4 , K_2SO_4 MgSO_4 , CaSO_4	A oxidação da pirita das argilas durante a queima produz SO_3 , o qual reage com os óxidos livres da matéria-prima. Reações entre os componentes do cerâmico e do cimento formam sais alcalinos Ex.: $\text{CaSO}_4 + 2 \text{NaOH} \rightarrow \text{Ca(OH)}_2 + 2 \text{Na}_2\text{SO}_4$	Sem perigo para a construção Aspecto inestético
		Carbonatos alcalinos: K_2CO_3 , Na_2CO_3	Hidratação dos alcalis livres do cimento, formando carbonatos após contato com ar	
II	Criptoflorescências Presença de sais brancos muito solúveis. Arrebatamento na superfície. Destacamento de películas superficiais.	CaSO_4 Na_2SO_4 MgSO_4	Essas eflorescências geralmente surgem quando: - A água circula lentamente nos materiais porosos - Os sais são abundantes - Os cerâmicos são compactos e têm uma baixa absorção de água. - Cristalização dos sais perto da superfície do cerâmico gerando pressões consideráveis: Ex.: $\text{Na}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot n\text{H}_2\text{O}$ ($P = 250 \text{ kg/cm}^2$)	Degradação em obra em função da localização da cristalização
III	Depósitos brancos na forma de rasgos muito aderentes, pouco solúveis, efervescentes em presença de ácido clorídrico	CaCO_3	A hidratação do cimento liberta Ca(OH) , que migra para a superfície. Durante a evaporação, transforma-se em carbonato de cálcio na presença de CO_2 : $\text{Ca(OH)} + \text{CO}_2 \rightarrow \text{CaCO}_3 + \text{H}_2\text{O}$	Sem perigo para a construção Aspecto inestético Sais difíceis de eliminar na sua totalidade

IV	Depósitos brancos do tipo I Fissuração das juntas da alvenaria	$\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	Cristalização do sulfato de cálcio proveniente do cerâmico ou da reação entre os sulfatos alcalinos do cerâmico e cal livre do cimento: $\text{Ca}(\text{OH}) + 2 \text{Na}_2\text{SO}_4 + 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O} + 2 \text{NaOH}$	Desastroso para a alvenaria: Fissuração favorece a penetração de água. Empenos de alvenaria pouco carregada
V	Rasgos de cor castanha e vermelha, tanto nas paredes exteriores como interiores	$\text{Fe}(\text{OH})$; FeO Fe_2O_3 ; Fe_3O_4	Libertação de sulfatos de ferro do cerâmico que se transformam ao contacto do ar sucessivamente em hidróxidos ferrosos e óxidos de cor castanha - vermelha	Sem perigo para a construção Aspecto inestético
VI	Eflorescências de cor amarelo - verde, em geral dispersadas nas eflorescências de tipo I	Sal de vanádio : VOSO_4	Sal encontrado em algumas argilas	Sem perigo para a construção Aspecto inestético
VII	Eflorescências de cor castanho - preto	Óxido de manganês: Mn_3O_4	Utilizado como corante na fabricação de alguns tijolos de face-à-vista, para formar o sulfato de manganês solúvel. Ao entrar em contato com o cimento, ocorre a precipitação do hidróxido de manganês $\text{Mn}(\text{OH})$, que se transforma em óxido ao entrar em contato com o ar.	Sem perigo para a construção Aspecto inestético