

<b>Notas Técnicas</b> <b>para a Construção em Tijolo</b>  Brick Industry Association 11490 Commerce Park Drive, Reston, Virginia 20191 USA	<b>23 A</b> <b>REVISTA</b>
	<b>Junho</b> <b>1985</b>

[http://www.bia.org/html/frmset\\_thnt.htm](http://www.bia.org/html/frmset_thnt.htm)

## **EFLORESCÊNCIAS PREVENÇÃO E CONTROLO PARTE II de II**

**Resumo** : Os projectistas devem compreender não apenas as causas e os mecanismos dos vários tipos de eflorescência que podem surgir nas paredes de tijolo, mas devem estar avisados quanto aos meios para a prevenção da eflorescência e para o seu controlo, se ela efectivamente aparecer. Esta *Nota Técnica* apresenta uma discussão sobre a importância do projecto, da pormenorização, da selecção dos materiais, do uso de “gatos” e dos selantes assim como sobre a importância da boa prática construtiva. É sugerido um procedimento de análise, consistindo numa lista de verificações com sete pontos, para uso na prospecção de problemas na construção. A discussão de conclusão indica métodos para a remoção da eflorescência.

**Palavras chave** : aditivos, procedimento de análise, enchimento, tijolo, remates e selantes, tratamentos superficiais, práticas construtivas, projecto, eflorescência, argamassa, prevenção, remoção.

### **INTRODUÇÃO**

A eflorescência, normal e inofensivo depósito de cristais brancos de sais na face da alvenaria de tijolo, pode ser evitada. O conhecimento da natureza e mecanismos da eflorescência, tal como das possíveis origens dos sais e da humidade, é essencial na prevenção da eflorescência.

Na *Nota Técnica 23 Revista*, “Eflorescência – Causas e mecanismos”, está disponível uma discussão detalhada destes mecanismos, origens dos sais solúveis e da humidade. É recomendável a leitura dessa discussão antes do uso da presente publicação das Notas Técnicas.

Esta Nota Técnica contém recomendações para a prevenção e controle da eflorescência, uma lista de verificação para os problemas da eflorescência, e procedimentos para a remoção das eflorescências.

### **PREVENÇÃO DA EFLORESCÊNCIA**

Não é prático pretender-se excluir todos os sais solúveis e toda a humidade do contacto com a alvenaria. Contudo, a redução de cada um destes factores contributivos é altamente praticável e geralmente irá reduzir ou evitar a ocorrência e a severidade da eflorescência.

### Seleção dos materiais

Selecionem-se os materiais, isto é, o tijolo exterior, o tijolo ou blocos de enchimento, os guarnecimentos e a argamassa, com um conteúdo mínimo de sais solúveis e um desempenho máximo na protecção hidrófuga da estrutura é o primeiro passo na prevenção da eflorescência. As recomendações seguintes são apresentadas para auxílio do projectista na selecção dos materiais com a finalidade de se limitar a ocorrência da eflorescência.

**Tijolos** – Como afirmado na Nota Técnica 23 Revista, existem unidades de tijolo que não contém sais solúveis nem contribuem para a eflorescência e que estão à venda por todos os Estados Unidos e Canadá. Recomenda-se que todas as faces sólidas e perfuradas do tijolo sejam testadas quanto à sua tendência para a eflorescência pelo teste de eflorescência constante do ASTM C 67, Standard Methods of Sampling and Testing Brick and Structural Caly Tile.

Este teste consiste em imergir parcialmente amostras representativas de tijolo em água destilada por um período de 7 dias. No final deste período, deixam-se secar as unidades, e pesquisam-se as eflorescências por comparação com amostras que não foram imersas. O tijolo deve ser classificado nunca acima de “ligeiramente eflorescido” para ser aceitável.

**Enchimento** – Muitos materiais de enchimento contém relativamente altas percentagens de alcalis que podem contribuir para a eflorescência na face de uma parede em alvenaria de tijolo. Sugere-se, portanto, que as unidades de enchimento sejam testadas quanto ao seu conteúdo em sais pelo teste de eflorescência, conforme descrito por W.E. Brownell (W.E. Brownell, “The Causes and Control of Efflorescence on Brickwork”, Research Report N.º 15, Structural Clay Products Institute, 1969).

Quando são usados materiais de enchimento que contém sais solúveis, recomenda-se que todos os pormenores da parede e o projecto sejam tais que os materiais que contenham sais estejam separados dos tijolos exteriores aparentes. Esta precaução de projecto evita a migração através da parede dos sais solúveis em água que leva à eflorescência. Isto pode ser feito através do uso de paredes com caixa de ar, por exemplo.

**Argamassa** – Na *Nota Técnica 23 Revista*, regista-se que a principal contribuição das argamassas para a eflorescência é o alto conteúdo em alcalis do cimento Portland. A tendência do cimento para a eflorescência pode ser prevista com razoável rigor pela sua análise química. Os cimentos de alto teor em alcalis são mais sujeitos a produzirem eflorescências do que os cimentos de baixo teor em alcalis.

A especificação ASTM Standard Specification for Portland Cement, C 150, contém a seguinte nota como parte da secção 4, Chemical Resistance :

“Nota 3 – Cimentos que contenham mais que 0,6% de alcalis calculados pela percentagem de  $\text{Na}_2\text{O}$  mais 0,628 vezes a percentagem de  $\text{K}_2\text{O}$  podem ser especificados quando se pretenda usar esses cimentos no betão com agregados que podem ser deletériamente reactivos. Deve ter-se em atenção a Specification for Concrete Aggregates (ASTM Designation : C 33) para critérios apropriados de reactividade deletéria”.

Os alcalis referidos são totais, ou seja, solúveis em ácido, o que inclui as fracções de alcalis solúveis em água. Em geral, o conteúdo de alcalis solúveis em água serão da ordem dos 60% do total. Isso é afirmado por Brownell :

“A experiência mostrou que 0,1% dos alcalis livres num cimento Portland usado em argamassas comuns irão provocar “flores da construção nova”; no entanto, para se evitarem tais eflorescências, os alcalis livres do cimento devem ser inferiores a este teor, e devem ser especificados como tão baixos quanto possível”.

Esta especificação severa quanto ao teor em alcalis solúveis em água apenas pode ser encontrada nalguns cimentos, além do cimento Portland de escórias de alto-forno e de cimentos para alvenaria feitos com cimento de escórias.

Deve-se afirmar, no entanto, que nem todos os investigadores concordam. Muitos acreditam que Brownell é extremamente conservador.

Os outros componentes das argamassas, isto é, a cal, a areia e a água, devem ser seleccionados cuidadosamente, apesar de a sua contribuição para a eflorescência ser menos frequente (ver *Nota Técnica 23 Revista*).

Os tipos de argamassas e as suas proporções devem ser seleccionados na base de requisitos estruturais e de exposição para cada projecto específico. As recomendações quanto às argamassas estão contidas na *Nota Técnica 8 Revista* e na *Nota Técnica 8A*.

**Aditivos** – Os aditivos para argamassas não são geralmente recomendáveis por causa dos seus componentes desconhecidos e da falta de dados sobre os seus efeitos na força de coesão e, conseqüentemente, na resistência hidrófuga das alvenarias.

### **Projecto**

Os mais meticulosos projecto e pormenorização podem ser postos em causa pela selecção de materiais impróprios ou por assentamento defeituoso. O inverso também é verdadeiro; o uso dos melhores materiais possíveis e o melhor assentamento não irão só por si assegurar uma estrutura permanente e de sucesso se o seu projecto for deficiente.

**Secção das paredes** – O projecto de uma parede em alvenaria e a selecção dos materiais para a sua construção deveriam, sob o ponto de vista da resistência à penetração pela água da chuva, ser baseados conforme a exposição a que cada parede irá estar sujeita.

Existem dois métodos principais empregues para a prevenção da penetração da chuva impulsionada pelo vento no corpo da alvenaria. Um consiste em se prever uma caixa de ar ou espaço atrás do pano de alvenaria exterior para se conduzir a água, por meio de furos drenantes, novamente para fora das paredes. O segundo método consiste em se prever uma barreira interior contra a penetração da água, por detrás do pano exterior. Estes dois tipos de paredes são geralmente referidos como paredes dos tipos “drenante” e “barreira”, respectivamente, e são discutidos nas *Notas Técnicas* da série 7. Geralmente, são recomendadas paredes do tipo “drenante” para uma máxima resistência à penetração pela chuva e uma eflorescência mínima.

**Pormenores** – Como anteriormente afirmado, uma das condições necessárias para a ocorrência da eflorescência é a pressão da humidade no conjunto da parede. A prevenção desta humidade fazer frustrar os mecanismos da eflorescência. Portanto, depende muito do projecto e da atenção dada a certos pormenores críticos. São de importância prioritária os pormenores associados com a prevenção da entrada da humidade no conjunto da alvenaria. São também importantes os pormenores que irão encaminhar directamente a água para fora dos topos da parede e das superfícies horizontais.

As recomendações de projecto, os tipos de parede, as características do assentamento, os pormenores, as goteiras, as pingadeiras e os furos drenantes são alguns dos pontos aos quais deve ser dada atenção cuidadosa, com a finalidade de se evitar a ocorrência da eflorescência. Estes assuntos estão discutidos nas *Notas Técnicas* da série 7.

**Remates e selantes** – Muito frequentemente, usam-se remates como forma de se corrigir ou esconder um assentamento deficiente, mais do que como uma parte integrante da construção que devia ser projectada e instalada da mesma maneira que outros elementos da estrutura.

Juntas entre a alvenaria e os aros de portas e janelas, juntas de dilatação e outras localizações onde os remates são necessários, são muito frequentemente origens de penetração da chuva no interior das alvenarias. Estas localizações vulneráveis devem ser alvo de atenção cuidadosa durante o projecto e a construção. E ainda, devem ser estabelecidos programas de manutenção para se inspeccionar e substituir materiais de remate ou selantes que tenham secado e ficado ineficientes. Constata-se que a vida expectável dos melhores materiais selantes é apenas de 4 a 10 anos, dependendo da sua exposição.

## Práticas construtivas

Como se discutiu anteriormente, é bastante evidente que as práticas construtivas e o assentamento empregues na construção de paredes em alvenaria podem afectar seriamente a sua tendência para a eflorescência. Seguem-se alguma discussão e recomendações sobre boas práticas construtivas.

**Assentamento** – É desejável o assentamento caracterizado pelo total enchimento de todas as juntas que é suposto serem preenchidas com argamassa, tal como é a necessidade de se manterem as caixas-de-ar limpas e livres de pingos de argamassa. A atenção dada a estes dois aspectos é de prioritária importância na prevenção da penetração de humidades no interior da alvenaria. Também é da máxima importância na prevenção da ocorrência da eflorescência. A *Nota Técnica 7B Revista* discute as práticas de assentamento que devem ser empregues na construção das paredes em alvenaria.

**Protecção** - As paredes parcialmente concluídas e expostas à chuva e aos outros elementos durante a construção ficam saturadas com água e podem ser necessárias de semanas, ou até meses (conforme as condições climatéricas), após a conclusão da construção do edifício para as alvenarias secarem. Esta saturação prolongada pode provocar que muitos sais “ligeiramente” solúveis, tal como sais altamente solúveis, entrem em dissolução. Tais condições também podem contribuir para a contaminação da alvenaria com sais solúveis oriundos de outras partes da construção (betão, rebocos, cantarias, etc.).

Durante a construção, todas as paredes devem ser conservadas secas e cobertas com uma membrana forte impermeável, no fim de cada dia de trabalho ou durante cada período de encerramento da obra. Estâncias de argamassa, tábuas de andaime, folhas leves de plástico carregadas com tijolos não são aceitáveis como cobertura conveniente. Estão à venda grampos metálicos, semelhantes às molas de ciclista, com uma grande variedade de tamanhos para abrangerem diversas espessuras de paredes. Devem ser usadas em conjunto com plástico de manga ou com lona impermeável, e proporcionam uma excelente protecção durante períodos de tempo alargados. Para a construção de alvenarias durante o tempo frio, ver as *Notas Técnicas* da série 1 sobre recomendações de protecção no inverno e sobre procedimentos construtivos.

**Armazenamento dos materiais** – O método de se armazenarem os materiais num estaleiro de construção pode influenciar a futura ocorrência da eflorescência. Os materiais devem ser armazenados de tal forma que se evite a sua saturação pela chuva, neve ou humidade do solo, tal como a sua contaminação com sais e outros materiais que possam contribuir para a eflorescência.

**Unidades de alvenaria** – As unidades de alvenaria (tijolos) devem ser armazenadas afastadas do solo para se evitar a sua contaminação pela terra e pela água superficial que possa conter sais solúveis. Devem também ser tapadas com uma membrana impermeável para que mantenham secas.

**Materiais cimentícios** – Os materiais cimentícios para as argamassas devem ser armazenados afastados do solo e de preferência debaixo de cobertura ou dentro de casa.

**Areia** – A areia para as argamassas deve ser armazenada afastada do solo para se evitar a sua contaminação com terra, plantas, materiais orgânicos ou águas superficiais, todos eles podendo contribuir para a eflorescência. Além de que, é aconselhável armazenar-se a areia e os outros inertes debaixo de uma membrana de protecção, se possível.

## Procedimentos de análise

O exame de um problema numa estrutura, usando-se a seguinte lista de verificação, pode ser suficiente para se determinar a causa e extensão do problema da eflorescência, e para se sugerir métodos para o seu melhoramento ou reparação .

1. *Determinar a idade da estrutura* ao tempo em que a eflorescência apareceu. Se estiver envolvida a “flor da construção nova” (estrutura com menos que um ano), a origem dos sais é frequentemente o cimento da argamassa, e a origem da humidade é habitualmente a água de construção. Se, contudo, o edifício tiver mais que um ano, devem ser consideradas outras origens.

Se a estrutura tiver mais que dois anos, devem ser examinados os pormenores construtivos para a prospecção de possíveis fugas na parede ou na construção envolvente. O aparecimento da eflorescência num edifício estabilizado, que tem estado livre de eflorescências, é geralmente causado por uma nova fonte de água na alvenaria.

2. *A localização da eflorescência*, quer na estrutura quer nas unidades individuais, também deve ser cuidadosamente verificada. A localização no edifício proporciona algumas informações sobre por onde a água entra. A localização de cristais de sais nas juntas ou nas unidades pode ser útil na determinação da origem dos sais. O uso ou ocupação recentes do edifício também devem ser verificados. Por exemplo, esteve vazio durante algum tempo ou esteve em obras de remodelação? Resumidamente, o que aconteceu que possa ter causado ou despoletado o aparecimento da eflorescência.
3. *A condição da alvenaria* deve ser cuidadosamente examinada. O perfil das juntas de argamassa, a qualidade do assentamento empregue, a condição dos remates ou selantes das juntas, a condição das goteiras e dos furos de drenagem, alguma deterioração ou erosão nas juntas de argamassa dos capeamentos e dos peitoris devem ser cuidadosamente anotados.
4. *As secções da parede e os pormenores* construtivos devem ser examinados para a detecção de possíveis pontos de passagem ou de transmissão de humidade, e de possíveis origens de contaminação com sais solúveis. Deve ser feito um exame cuidadoso do telhado, das uniões entre paredes e dos pormenores de remate. Uma comparação entre os desenhos do "projecto de contrato" e os das "telas finais" pode ser útil. Este exame também pode ser útil para a posterior determinação dos passos do melhoramento ou da reparação da eflorescência.
5. Devem ser examinados *relatórios de testes laboratoriais* sobre os materiais de construção, se estiverem disponíveis. Isto irá ajudar na determinação da origem dos sais solúveis, e pode ser útil na análise e na tomada de decisões sobre a reparação.
6. *A identificação da eflorescência* é por vezes útil. Isto pode ser feito por testes em laboratoriais comerciais. Usa-se algumas vezes a análise por Raios X. Também é possível a análise petrográfica ou química. Em certos casos, é útil saber-se quer o tipo de sais existentes quer a sua quantidade relativa.  
A tabela 1 foi retirada do relatório de Brownell e é descrita como uma tabela das mais prováveis origens dos sais.
7. Devem ser também consideradas *origens variadas para a água* se todas as outras origens tiverem sido eliminadas. Algumas destas origens são: condensação dentro da parede, tubagens rotas, drenos defeituosos e condensação sobre as canalizações de água ou de aquecimento. Embora um pouco rara, se a análise da condensação for necessária, os seus métodos estão descritos nas *Notas Técnicas 7C e 7D*.

### **Correcções e soluções**

Quando os mecanismos que provocam o aparecimento dos sais eflorescentes tiverem sido estabelecidos e as origens dos sais e da humidade identificadas (normalmente estas últimas) pode-se encarar a questão de se tomarem medidas correctivas adequadas. Tais soluções para o problema da eflorescência normalmente envolvem a prevenção da entrada da água na alvenaria e a remoção da eflorescência da parede.

Nas *Notas Técnicas* da série 7 estão contidas recomendações para a correcção da penetração da água nas paredes em alvenaria.

**Tabela 1**  
**Origens correntes da eflorescência**

Principais sais eflorescentes		Origem mais provável
Sulfato de cálcio	$\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	Tijolo
Sulfato de sódio	$\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$	Reacções tijolo - cimento
Sulfato de potássio	$\text{K}_2\text{SO}_4$	Reacções tijolo - cimento
Carbonato de cálcio	$\text{CaCO}_3$	Base em argamassa ou betão
Carbonato de sódio	$\text{Na}_2\text{CO}_3$	Argamassa
Carbonato de potássio	$\text{K}_2\text{CO}_3$	Argamassa
Cloreto de potássio	$\text{KCl}$	Limpeza com ácido
Cloreto de sódio	$\text{NaCl}$	Água do mar
Sulfato de vanádio	$\text{VOSO}_4$	Tijolo
Cloreto de vanádio	$\text{VOCl}_2$	Limpeza com ácido
Óxido de manganês	$\text{Mn}_3\text{O}_4$	Tijolo
Óxido de ferro	$\text{Fe}_2\text{O}_3$ ou $\text{Fe}(\text{OH})_3$	Contacto com aço ou tijolo com núcleo preto
Hidróxido de cálcio	$\text{Ca}(\text{OH})_2$	Cimento

### Tratamentos superficiais

As aplicações de silicone ou de acrílico estão entre as soluções abertamente sugeridas para a prevenção da eflorescência. A aplicação de um tratamento superficial numa alvenaria pode evitar a ocorrência da eflorescência. No entanto, a aplicação de um tratamento superficial sobre uma alvenaria que tenha a tendência para eflorescer, sem que se tenha detido o mecanismo que causa essa eflorescência, pode levar à desintegração dessa alvenaria.

Como afirmado na *Nota Técnica 7E*, a água que consegue entrar na alvenaria vai dissolver os sais solúveis. Então, conforme essa água viaja em direcção à superfície tratada, a maioria dela ficará retida na camada mais profunda da face penetrada pelo tratamento (normalmente 1/8 a 1/4 in. [3 a 6 mm]). Neste ponto, a água irá evaporar, passando através da área tratada como vapor e não apresentará problemas. No entanto, os sais solúveis nela contidos irão ser depositados no interior da alvenaria no ponto onde a água evaporar. O crescimento cristalino, neste ponto, pode desenvolver pressões tremendas que podem resultar no estilhaçamento do tijolo. É por essa razão que os tratamentos superficiais não são recomendados como tratamento para os problemas de eflorescência.

### REMOÇÃO DA EFLORESCÊNCIA

Como regra geral, a remoção dos sais solúveis da face de uma alvenaria é uma operação relativamente simples. Conforme afirmado, a maioria dos sais eflorescentes são hidrossolúveis e muitos deles irão desaparecer por si próprios com a normal exposição ao tempo. Isto é particularmente verdade com a "flor da construção nova".

Não é geralmente aconselhável lavar-se a eflorescência da alvenaria excepto em tempo quente e seco, já que em consequência da muita disponibilidade de humidade irão ser transportados mais sais para a superfície. Muitos sais eflorescentes podem ser removidos por escovagem a seco.

Ver a *Nota Técnica 20 Revista* para mais recomendações acerca da remoção dos sais solúveis e de outras manchas da alvenaria. Deve ser tomada especial atenção durante uma operação de limpeza de alvenaria nova, já que procedimentos impróprios podem contribuir para ou mesmo gerar eflorescências e / ou outras manchas.

## SUMÁRIO

Conforme afirmado, os mecanismos da eflorescência requerem a presença de sais solúveis e de humidade. Para se evitar ou deter a ocorrência da eflorescência, a eliminação de ambos será suficiente.

Nesta *Nota Técnica* foram disponibilizadas recomendações para a adequada selecção dos materiais, das secções das paredes e para os pormenores tendo em vista a redução ao mínimo dos sais disponíveis e da oportunidade para a penetração da água. Na *Nota Técnica 23 Revista* está incluída uma discussão sobre as origens da humidade e dos sais, bem como dos mecanismos da eflorescência.

A informação contida nesta *Nota Técnica* está baseada nos dados disponíveis e na experiência do pessoal técnico do Brick Institute of America. Estas informações devem ser entendidas como recomendações que, se forem seguidas com bom senso, podem resultar em alvenarias de tijolo com um desempenho de sucesso.

As decisões finais quanto ao emprego dos pormenores e materiais que foram discutidos nesta *Nota Técnica* não estão entre os objectivos do Brick Institute of America e devem ser tomadas pelo projectista, pelo dono da obra ou por ambos.

## REFERÊNCIAS

Nas seguintes publicações está contida informação sobre o assunto discutido nesta *Nota Técnica* :

1. *Selected ASTM Standards for Brick*, compiladas pela ASTM para o Brick Institute of America, Agosto 1985.
2. *Technical Notes on Brick Construction 1*, "Cold Weather Masonry Construction – Introduction", Reissued July 1981.
3. *Technical Notes on Brick Construction 1A*, "Cold Weather Masonry Construction – Construction and Protection Recommendations", Reissued December 1982.
4. *Technical Notes on Brick Construction 1B*, "Cold Weather Masonry Construction – Winter Building Techniques in Europe", Reissued December 1984.
5. *Technical Notes on Brick Construction 1C*, "Cold Weather Masonry Construction – Contemporary Bearing Masonry Construction", Reissued July 1981.
6. *Technical Notes on Brick Construction 7 Series*, sobre o assunto da Resistência à Água das Alvenarias de Tijolo.
7. *Technical Notes on Brick Construction 8 Revised*, "Portland Cement – Lime Mortars for Brick Masonry", September 1972.
8. *Technical Notes on Brick Construction 20*, "Cleaning Brick Masonry", Sept – Oct. 1977.
9. *Technical Notes on Brick Construction 23 Revised*, "Efflorescence, Causes and Mechanisms, Part I of II", May 1985.