

ANÁLISE DAS COMPOSIÇÕES DOS BLOCOS CERÂMICOS INFLUENTES NA EFLORESCÊNCIA

L. B. T. Gonzaga¹, J. Costa e Silva¹, L. B. C. Paiva¹, D. D. PEREIRA¹

¹Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Av. Francisco Mota 572, Costa e Silva, Mossoró-RN, CEP: 59.625-090; 55 84 3317 8500 – Ramal 1383.

E-mail: lourena_paiva@hotmail.com

RESUMO

Este trabalho teve como objetivo investigar os fatores que governam o aparecimento do fenômeno da eflorescência e compreender a ação dos sais solúveis em blocos cerâmicos fabricados com argila vermelha, utilizados para elevação de alvenarias, no município de Russa-CE. As eflorescências são patologias indesejáveis causadas por sais solúveis que se cristalizam na superfície do material, afetando a estética da alvenaria e até mesmo a sua estrutura. Com base nisso, foram realizados ensaios, segundo o método 23 adotado pela Embrapa, quantificando através da condutividade elétrica a concentração de sais solúveis presentes nos blocos cerâmicos e nas suas matérias-primas. Os resultados obtidos permitiram identificar que a argila possui uma concentração de sais solúveis maior, comparada com a água de poço utilizada para a fabricação do bloco e o aparecimento de eflorescência está diretamente associado às características do processamento de fabricação e armazenamento dos blocos cerâmicos.

Palavras-Chave: Bloco Cerâmico; Eflorescência; Sais Solúveis.

INTRODUÇÃO

A construção civil no decorrer dos últimos anos progrediu consideravelmente, simultâneo as técnicas e materiais adotados para a execução de uma obra que se aprimoraram. Entretanto, patologias continuam surgindo nas estruturas das construções, uma das principais causas é a eflorescência tanto nos edifícios antigos, como novos, causando problemas estéticos, diminuição das condições de habitabilidade, perda de vestígios históricos ou mesmo redução da segurança estrutural ⁽¹⁾

O bloco cerâmico é utilizado em ampla escala na construção civil. Sendo vulnerável às ações de agentes internos e externos. Os agentes que mais degradam os tijolos são: a umidade, os sais e os esforços mecânicos. Esses sais presentes no

bloco podem formar manchas esbranquiçadas, designadas por eflorescências. Os sais são pequenos cristais que se cristalizam e dissolvem com a variação da umidade do ar ou na ascensão capilar da água por via do terreno e dos lençóis freáticos, provocando a degradação dos materiais porosos em contato, tanto perto da costa marítima como nos solos ⁽²⁾.

A eflorescência se caracteriza pelo surgimento de formações salinas sobre algumas superfícies, podendo ter caráter empoeirado ou ter forma de crostas duras e insolúveis em água. Na maioria dos casos, o fenômeno é visível com aspecto desagradável, porém em alguns casos específicos pode ocorrer no interior dos corpos, imediatamente abaixo da superfície ⁽³⁾.

Os depósitos salinos, ou eflorescência, em materiais sólidos feitos de argila vermelha são originados pela cristalização dos sais contidos nas soluções aquosas, cuja saturação foi atingida em consequência da evaporação do solvente. A formação da solução aquosa é realizada no interior da peça cerâmica pelo contato entre a água e sais solúveis presentes no material⁽⁴⁾.

Os sais solúveis são os que sofrem o processo de dissolução no qual uma grande quantidade de íons fica na solução, já os sais insolúveis uma pequena quantidade vai para a solução. Nos blocos cerâmicos os sais são dissolvidos pela água e transportados por capilaridade através do material até superfície. Quando a solução atinge a superfície, a água evapora, os sais cristalizam e ficam depositados. Este processo depende da pressão exercida pelos sais, do tipo de sal e do tamanho dos poros. Alguns sais podem ser encontrados em solos adubados ou contaminados industrialmente, como por exemplo: nitrato de sódio, potássio e amônio, que aumentam a solubilização dos sais alcalinos, devendo existir um cuidado com esses tipos de terrenos ⁽⁵⁾.

A água é o fator primordial para que ocorra a eflorescência, considerada como o agente mobilizador dos sais. Em uma edificação, logo que a umidade relativa aumenta os sais dissolvem-se, quando a umidade relativa baixa os sais cristalizam. No momento em que as formações de depósitos salinos resultam de ciclos de cristalização e de dissolução de acordo com a variação da umidade relativa geram uma deterioração do material em contato ⁽²⁾.

O Nordeste brasileiro apresenta condições favoráveis para grande concentração de sais solúveis no solo, aliado a escassez de água, fazendo com que os produtores utilizem no processo de fabricação de produtos cerâmicos água com

grandes concentrações de sais, proveniente de poços, na maioria dos casos. Essas águas tem uma intensificação da salinidade nos períodos de estiagem, quando a concentração de sais solúveis nesses poços pode chegar a uma salinidade superior à água do mar, sendo assim um agravante para que ocorra a eflorescência ⁽⁴⁾. Dessa forma, podendo causar maior incidência a patologia, atestando a necessidade de verificar as condições que possam influenciar na formação de eflorescência em blocos cerâmicos.

A fim de prevenir a eflorescência (causada principalmente pelos sais) nos blocos cerâmicos, faz-se necessário estudo que revelem as possíveis causas da eflorescência encontrada no bloco cerâmico. Dessa forma, esse trabalho tem como objetivo analisar os fatores que contribuem o aparecimento da eflorescência e compreender a ação dos sais solúveis em blocos cerâmicos fabricados com argila vermelha, provenientes do município de Russa-CE, através de testes de condutividade elétrica.

MATERIAIS E MÉTODOS

Os materiais utilizados são provenientes de 5 fábricas de beneficiamento no Distrito de Flores do município de Russas – CE, localizado no Baixo Jaguaribe, onde foram coletados em cada uma as seguintes amostras: argila, blocos cerâmicos com 6 furos (cru e cozido) e água de poços (utilizada para a fabricação do bloco cerâmico), foram coletadas e depois analisadas no laboratório de Irrigação e Drenagem, do Departamento de Engenharia Agrícola da Universidade Federal Rural do Semi-Árido – UFERSA.

Os ensaios foram realizados com o auxílio de uma peneira 2 mm, balança de precisão, recipiente plástico, espátula de aço inoxidável, papel alumínio, funil de *Buckner*, papel filtro, kitasato, bomba de sucção (ou bomba a vácuo), recipiente de alumínio, estufa e condutímetro de mesa com célula de condutividade e termômetro.

As medidas da condutividade elétrica dos extratos das pastas de saturação foram efetuadas com o auxílio de um condutímetro, onde foi utilizada a mesma técnica que determina a salinidade do solo, realizando o monitoramento dos sais solúveis presentes nas amostras.

De modo geral, quanto maior for à quantidade de sais solúveis presentes em um material, maior será sua capacidade de eflorescência. O nível de salinidade de

um determinado meio pode ser obtido através do método adotado pela Embrapa⁽⁶⁾ de verificar a quantidade de sais solúveis no solo, fazendo a medição de cátions e ânions no extrato aquoso, obtido através da pasta de saturação, estimada pela condutividade elétrica do extrato ⁽⁶⁾.

A condutividade elétrica, também conhecida como condutância específica, é a capacidade de uma solução de conduzir a corrente elétrica. O mecanismo da condução de corrente elétrica em soluções eletrolíticas difere da dos metais. Nos metais a corrente é composta unicamente de elétrons livres, já nos líquidos a condução é feita por íons. A condutividade é proporcional à temperatura, ou seja, a condutividade aumenta com o aumento da temperatura. Para equipamentos que não possuam o sistema de compensação automático de temperatura, a condutividade deve ser determinada a 25 °C, que é a temperatura de referência ⁽⁷⁾.

PROCEDIMENTOS EXPERIMENTAIS

Preparação do extrato de saturação

No ensaio para quantificação dos íons presentes nas argilas e blocos cerâmicos, foi utilizado o extrato de saturação, sendo extraído de cada amostra de acordo com o método 23.2 da Embrapa⁽⁶⁾, que constitui o procedimento de preparação do extrato aquoso de saturação.

A obtenção do extrato de saturação é concedida através da pasta de saturação, com essa finalidade, o material de cada amostra (argilas e blocos cerâmicos) foi seco e destorroado manualmente, afim que sua granulometria fosse a menor possível. Posteriormente, foram peneirados em uma peneira com malha de 2 mm, para se obter a TFSA (terra fina seca ao ar). Após as amostras serem peneiradas, pesou-se aproximadamente 300 g de cada amostra em uma balança de precisão como mostra a Figura 1(a). Em seguida, adicionou-se água destilada ao material, amassando com uma espátula de aço inoxidável, acrescentando água, pouco a pouco, até a pasta apresentar um aspecto brilhante ou espelhado, deixando em repouso tampado com papel alumínio.

Ao final de 24 horas em repouso, transferiu-se a pasta saturada para um funil de *Buckner* contendo papel filtro e adaptado a um kitasato de 500 ml, acoplados juntamente a uma bomba a vácuo, como expõe a Figura 1(b). Extraíndo assim, a solução aquosa da amostra.

A solução filtrada da pasta de saturação foi transferida para um recipiente de plástico com tampa. E uma pequena amostra da pasta de saturação, pesada e colocada na estufa, com o intuito de verificar a porcentagem de água presente na pasta.



Figura 1: (a) Balança de precisão com material a ser pesado. (b) Pasta de saturação no funil de *Buckner*. (c) Verificação da condutividade elétrica no meio aquoso.

Verificação da condutividade elétrica no extrato de saturação

As medidas da condutividade elétrica dos extratos de saturação foram realizadas com base no método 23.3 da Embrapa⁽⁶⁾. Este método é o procedimento realizado para medir a condutividade elétrica, utilizando o extrato de saturação obtido e um condutímetro de leitura direta. O aparelho foi ligado com antecedência e aferiu-se a leitura do mesmo com uma solução conhecida, KCl 0,001N com condutividade elétrica conhecida de 1,4 dS/m.

Lavou-se a célula de condutividade e termômetro, com água destilada, para não ocorrer contaminação da solução. Logo após, aferiu a condutividade elétrica do extrato de saturação a uma temperatura média de 25°C. A condutividade elétrica das águas de poços foi verificada com leituras diretas, assim como a água utilizada para fazer as pastas de saturação. Na Figura 1(c) pode-se observar como as leituras foram realizadas.

Cálculo da Concentração de Sais

No Brasil, a Embrapa⁽⁶⁾ adota a metodologia da condutividade elétrica do extrato de saturação para classificar os solos agrícolas. É uma metodologia rápida e prática, a fim de avaliar o teor de sais nos solos que pode ser adaptada para estimar

o teor de sais solúveis nos corpos cerâmicos ⁽⁴⁾. Utilizamos esta metodologia para classificar amostras de argilas e materiais cerâmicos. A equação a seguir (A), proposta por Menezes (2006) ⁽⁴⁾, para converter os valores das condutividades elétricas dos extratos de saturação em porcentagem de sais totais na amostra.

$$\frac{\% SAIS = CE.640.PS}{10^3.10^3} \quad (A)$$

Onde:

CE = condutividade elétrica;

PS = porcentagem de água utilizada na pasta de saturação

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os resultados obtidos nos testes de quantificação da condutividade elétrica efetivados com 20 amostras (misturas de argila, tijolos cru e cozido e águas de poço), segundo a metodologia proposta nesse trabalho e os mesmos serão discutidos de acordo com algumas literaturas. Todas as medidas das amostras foram à temperatura de aproximadamente 25º C.

A Tabela 1 apresenta a condutividade elétrica (CE) e a concentração de sais solúveis presentes nas argilas de 5 fábricas de beneficiamento (Cerâmicas). Pode-se observar que a amostra de argila da cerâmica A possui uma condutividade elétrica cerca de 7 vezes maior que a Cerâmica B, sendo a cerâmica com a menor CE. A Cerâmica A, também, apresentou maior concentração de sais solúveis. Dado o exposto, pode-se afirmar que a Cerâmica A terá grande influência da sua composição argilosa, no surgimento de eflorescência.

Tabela 1- Condutividade elétrica (CE) e concentração dos sais solúveis nas misturas de argilas (massa cerâmica).

Cerâmicas	CE (dS/m)	% Sais
A	10,250	0,2910
B	1,4015	0,0330
C	2,1550	0,0473
D	1,5590	0,0302
E	1,6170	0,0401

A Tabela 2 é referente aos tijolos crus (mistura de argilas moldadas) depois da fase de secagem, nela são apresentados os dados obtidos no teste de condutividade elétrica e a concentração dos sais solúveis presentes nas amostras

provenientes de 5 fábricas de beneficiamento. Observa-se que a amostra da Cerâmica A apresentou maior CE, comparada com a Cerâmica B que possui a menor CE, dos tijolos crus.

Tabela 2- Condutividade elétrica (CE) e concentraçãodos sais solúveis nos tijolos crus.

Cerâmicas	CE (dS/m)	% Sais
A	3,095	0,0935
B	1,242	0,0315
C	1,937	0,0447
D	1,826	0,0420
E	1,872	0,0635

As amostras de argilas das Cerâmicas D e E da Tabela 1 quando comparadas com a Tabela 2, apresentou uma maior condutividade elétrica, e conseqüentemente uma maior concentração de sais, que pode ter sido causado pela atmosfera de secagem ou pela água de poço utilizada na moldagem. Além disso, a forma de armazenamento pode originar novos sais na superfície. Entretanto, as amostras das cerâmicas A, B e C apresentaram uma diminuição na condutividade elétrica no processo de secagem. Porém, na cerâmica C não houve diminuição na sua concentração de sais, assim como ocorreu nas cerâmicas A e B, isso ocorre devido os dados da concentração de sais serem obtida através da porcentagem de água de saturação, (veremos na Tabela 4 que a água do poço da Cerâmica C possui alta salinidade) podendo à água, utilizada para fazer a pasta de saturação ter sido em quantidade maior que o necessário, em virtude disso, influenciado a concentração dos sais.

Podemos observar que quando o tijolo é queimado a sua CE diminui, como é mostrado na Tabela 3. Quando comparados com os resultados obtidos na Tabela 2, nota-se que a CE diminui em média 66%, tornando-se favorável, pelo fato de que quanto menor for a CE, menor será a tendência do material à eflorescência. Assim como no tijolo cru (Tabela 2), a condutividade elétrica do bloco cerâmico é maior na amostra proveniente da Cerâmica A. Se comparada com a menor CE dos blocos cerâmicos consolidados, a Cerâmica A é quase 54% maior que a menor CE, no caso a Cerâmica E. Apesar disso, a Cerâmica A não possui a maior concentração de sais, como era esperado. Essa divergência pode ter sido causada pela

quantidade de água utilizada para a obtenção da pasta de saturação, pois para se obter a porcentagem de sais faz-se uso da porcentagem de água utilizada para saturar o material.

Tabela 3 - Condutividade elétrica e concentração dos sais solúveis nos tijolos queimados.

CERÂMICA	CE (dS/m)	% Sais
A	0,7928	0,0070
B	0,5373	0,0080
C	0,5879	0,0071
D	0,7437	0,0090
E	0,5125	0,0050

A salinidade da água de amassamento influi no teor de sais solúveis dos corpos cerâmicos e na sua tendência eflorescente ⁽⁴⁾. Essas águas são predominantes de poços, em consequência da escassez de água na região, podem apresentar altas concentrações de sais, intensificando na época de estiagem. Com isso, houve a necessidade de fazer uma análise da condutividade elétrica dessas águas de poços usadas no processo de fabricação dos blocos cerâmicos.

A Tabela 4 apresentamos a CE das águas de poços utilizadas no processo de fabricação das 5 fábricas de beneficiamento. Analisando esta tabela podemos observar que a água de poço da Cerâmica C apresenta a maior CE quando comparada com as outras.

Tabela 4- Condutividade elétrica (CE) das águas dos poços utilizados no processo cerâmico.

CERÂMICA	A	B	C	D	E
CE (Ds/m)	0,6802	0,5653	1,1240	0,3388	0,761

De acordo com a COGERH (Companhia de gestão dos recursos hídricos do Ceará), a condutividade elétrica entre 0,75 e 2,25 dS/m considera-se a água com alta salinidade, entre 0,25 e 0,75 dS/m é considerada a água com média salinidade. A bacia do Baixo Jaguaribe, região do presente estudo, apresenta em média a CE de 0,81dS/m e uma concentração de cloretos de 208,9 mg/L, caracterizada pela presença de águas com alta salinidade. Dessa forma, como a salinidade da água é alta, é provável que isso influencie significativamente na formação de eflorescências,

pois quanto maior for à salinidade presente no bloco cerâmico, maior será sua tendência de eflorescência.

Acredita-se que a alta salinidade das águas do baixo Jaguaribe pode ser proveniente dos sedimentos gerados pela rocha calcária, assim como os sais presentes nas argilas aluvionais. O calcário é considerado da rocha o mais susceptível a gerar sais que irão eflorescer por conter carbonato de cálcio. Isso é possível, ao analisar a influência da bacia hidrográfica de origem das argilas, observa-se que o ambiente aluvionar no baixo curso do rio Jaguaribe é formado pelo embasamento cristalino e pelas rochas do Grupo Apodi (Arenito Açú e Calcário Jandaíra), que apresentam erosão fluvial ⁽⁸⁾.

A partir dos resultados obtidos, mostrados nas tabelas (1-4), foi feita médias das condutividades elétricas das amostras e com isso obtidos os seguintes dados: para a massa cerâmica a CE de 3,397 dS/m, para os tijolos cru a CE de 2,014 dS/m, para os tijolos cozidos a CE de 0,645 dS/m, para as águas de poço a CE foi de 0,577 dS/m. Então, podemos concluir que a massa cerâmica apresenta uma maior condutividade elétrica, contendo uma grande concentração de sais solúveis comparada com as outras fases do processo. O que faz dela o maior agravante para que ocorra a eflorescência, pois só há eflorescência se existir sais solúveis o suficiente para eflorescer. A origem desse elevado teor de sais solúveis presentes na massa cerâmica, pode ser proveniente das chuvas que lavam o solo, levando os sais presentes nele para o interior de rios ou jazidas, associado à demanda evaporativa da água uma característica marcante do Semi-árido.

Depois do processo de queima, os blocos cerâmicos analisados apresentaram significativa diminuição na sua condutividade elétrica, conseqüentemente uma diminuição na concentração dos sais solúveis, isso ocorre devido às peças serem submetidas a elevadas temperaturas na queima, havendo alteração na microestrutura do material. Quando se tem uma maior temperatura de queima a microestrutura apresenta capilares de menor diâmetro, poros não interconectados, uma menor absorção de água, e uma maior quantidade de sais insolubilizados, seja por estarem em sua fase vítrea ou por terem reagidos com outros constituintes do material cerâmico, formando compostos não solúveis em água, impossibilitando que a água leve uma grande quantidade de sais para a superfície do bloco⁽⁴⁾. Devido a isso, os blocos cerâmicos consolidados apresentaram menor concentração de sais

comparados com a fase de moldagem, mas isso não significa que eles não têm tendência à eflorescência.

Analisando os dados obtidos para todas as amostras, observa-se que não existe uma correlação exatamente definida entre as matérias primas (argila e água de amassamento) e a quantidade de sais presentes nos materiais cerâmicos, isso ocorre devido o processo de fabricação e o armazenamento influenciarem nos sais solúveis, não podendo essas fases ser quantificadas através do método adotado nesse trabalho. Verifica-se, também, que os sais estão presentes nas matérias-primas e em todas as fases do processo de fabricação, sendo inviável a sua produção livre de sais. Dessa forma, quando esses materiais são empregados na construção civil torna-se praticamente impossível anular a tendência de eflorescência na alvenaria, se houver uma concentração de sais solúveis que permita a eflorescência. A maneira mais acessível de evitar o surgimento da eflorescência na alvenaria é impedir que esses materiais tivessem contato com a água.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Levando em consideração os aspectos levantados pelos resultados obtidos neste trabalho, podemos determinar qual o material mais influência na concentração dos sais nos blocos cerâmicos. Em virtude do que foi mencionado, é possível aferir as seguintes conclusões:

Matérias-primas com elevadas concentrações de sais formam blocos cerâmicos com considerável tendência a eflorescência. Levando-se em conta o que foi observado nos resultados, podemos concluir que a massa cerâmica é o maior agravante para que ocorra a eflorescência, pois só há eflorescência se existir sais solúveis o suficiente para florescer. De fato, a massa cerâmica apresentou uma maior condutividade elétrica e conseqüentemente uma elevada concentração de sais solúveis comparada com as outras fases do processo.

Não há uma correlação bem definida entre as concentrações de sais solúveis nos materiais de origem do bloco cerâmico (água de amassamento e argila) e a concentração de sais no bloco cerâmico, pois não são apenas esses materiais de origem que influenciam na concentração de sais, o ambiente de secagem pode, também, induzir se houver uma contaminação no ar.

A salinidade da água de amassamento influi na concentração de sais solúveis dos blocos cerâmicos. Se houver uma maior concentração de sais nessas águas, aumentará a tendência de eflorescer do bloco, agravando quando a quantidade de água para amassamento for maior que o necessário.

O aparecimento de eflorescência nos blocos cerâmicos é essencialmente associado às características do processamento de fabricação e armazenamento, ou seja, a exposição das argilas e o seu manuseio pode influenciar, assim como, o modo de empilhamento na fase de secagem pode originar novos sais na superfície dos blocos cerâmicos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. PUIM, Pedro Garoupa Albergaria de Chaves. **Controlo e reparação de anomalias devidas à presença de sais solúveis em edifícios antigos**. 83 f. Dissertação (Mestrado) – Curso de Engenharia Civil, LNEC e IST, Lisboa. 2010. Disponível <
http://www.lnec.pt/organizacao/dm/nbpc/pdfs/dissertacao_Pedro_Puim.pdf> Acesso em: 15 jan. 2014.
2. PINTO, Tiago Rafael Oliveira Moura. **EFEITO DAS SOLUÇÕES AQUOSAS SALINAS NOS PROCESSOS DE EMBEBIÇÃO E CINÉTICA DE SECAGEM DE MATERIAIS POROSOS**. 2013. 100 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Civil, Departamento de Engenharia Civil, Faculdade de Engenharia, Universidade do Porto, Porto, Portugal, 2013.
3. ROSCOE, Márcia Taveira. **PATOLOGIAS EM REVESTIMENTO CERÂMICO DE FACHADA**. 2008. 81 f. Monografia (Especialização) - Curso de Especialização em Construção Civil, Departamento de Engenharia de Materiais e Construção, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2008.
4. MENEZES, R. R. et al. Sais solúveis e eflorescência em blocos cerâmicos e outros materiais de construção – revisão. **Revista Cerâmica**, v. 52, p. 37-49. 2006.
5. BAUER, L. A. F. **Materiais de construção**. Rio de Janeiro: LTC, 2001.v. 2
6. EMBRAPA. **Manual de métodos de análise de solo**, Parte 2 – Análises químicas. 1997.
7. BRAGA, E.C.A. **Físico-Química**. Apostila de Aulas Práticas. USP – Ribeirão Preto. 2008.
8. DNPM – DEPARTAMENTO NACIONAL DE PRODUÇÃO MINERAL. **Projeto organização e formalização das atividades de extração de argila no Baixo**

Jaguaribe – Ceará. 125f. Fortaleza, 2013. Disponível em:
<<http://www.dnpm.gov.br/conteudo.asp?IDSecao=68&IDPagina=3156>> Acesso em:
19 jan. 2014.

ANALYSIS OF COMPOSITIONS OF CERAMIC BLOCKS IN INFLUENTIAL EFFLORESCENCE

ABSTRACT

This work aimed to investigate the factors that govern the appearance of the phenomenon of efflorescence and understand the action of soluble salts in ceramic blocks made with red clay, used for lifting of masonry, in the municipality of Russian-EC. Efflorescence are undesirable pathologies caused by soluble salts which crystallize on the surface of the material, affecting the aesthetics of masonry and even its structure. Based on this, assays were performed according to the method adopted by Embrapa 23, quantified by the electrical conductivity of the concentration of soluble salts in ceramic blocks and its raw materials. Thus, knowledge of which may have phase and component in the manufacturing process are more likely to generate this pathology. The results allowed us to identify that the clay has a higher concentration of soluble salts, compared with the well water used to make the block and the appearance of efflorescence is directly associated with the characteristics of manufacturing processing and storage of ceramic blocks.

Keywords: Ceramic block, Efflorescence, Soluble salts.