ESTUDO SOBRE METODOLOGIAS PARA ENSAIO DE POTENCIAL DE EFLORESCÊNCIA

BAPTISTA, Adriana (1); CARNEIRO, Aryane (2); PARSEKIAN, Guilherme Aris(3)

(1) Mestrado em Estruturas da Construção Civil, UFSCar, adrianacmbaptista@gmail.com;

(2) Graduação em Engenharia Civil, UFSCar, aryane.carneiro@hotmail.com;

(3) Professor da Pós-graduação do PPGECiv, UFSCar, parsekian.ufscar@gmail.com

Resumo: *A eflorescência é uma das manifestações patológicas que pode ocorrer em construções de alvenaria, e a sua presença pode afetar diversos elementos das edificações. Assim esse problema pode se revelar danoso para as construções, sendo importante a sua minimização e prevenção. Atualmente não há nenhum método presente na norma brasileira que explore a determinação da presença de eflorescência nos componentes cerâmicos da alvenaria, existindo, entretanto, proposta de inclusão na revisão da NBR 15270. Baseado em padrões internacionais e propostas nacionais que apresentam um conjunto de procedimentos para determinação do potencial de eflorescência de blocos cerâmicos, este estudo analisou duas metodologias de ensaio: uma incluída pela norma americana ASTM C67, e outra proposta em Franco (2012). Essa segunda metodologia de ensaio não está presente em nenhuma norma. O objetivo da pesquisa foi analisar ambos os métodos quanto a sua eficácia e no final comparar as duas metodologias. Franco (2012) propõe que o ensaio seja realizado em corpos de prova de seção transversal aproximada de 2x2 cm e 20 centímetros de comprimento e que estes fiquem imersos em água destilada por 5 dias em copos individuais cobertos por bexigas, a uma profundidade de 5 cm. A ASTM C67 propõe que o ensaio seja realizado com o bloco íntegro, sendo que esse deve ser imerso em água destilada à profundidade de 2,54 cm por 7 dias dentro de bandejas. No decorrer da pesquisa foram analisados blocos fornecidos por 10 fabricantes oriundos de diversos estados do país. No final dos ensaios foi possível concluir que a metodologia presente na ASTM C 67 revelou-se a mais simples e com bons resultados para determinar o potencial de eflorescência, sendo essa a proposta para inclusão na normalização brasileira.*

Palavras-chave: *Eflorescência, ensaios de eflorescência, normalização, bloco cerâmico*

Área do Conhecimento: *Aspectos Metodológicos de Desempenho Técnico – subgrupo*

1 INTRODUÇÃO

A eflorescência é um fenômeno recorrente em alvenarias e que não deve ser considerado meramente estético. Quando o material cerâmico entra em contato com ambientes que propiciam o desenvolvimento de um depósito salino na superfície do mesmo, pode haver um desenvolvimento contínuo dessa manifestação patológica, podendo evoluir para problemas mais graves. Apesar desse fenômeno não ser muito abordado em normas nacionais, é necessário que se avalie o potencial de eflorescência do material empregado nas construções para que se possa prevenir ou minimizar seu desenvolvimento da melhor forma possível.

Para prever o aparecimento e analisar a eflorescência dos componentes de alvenaria, Sanders e Brosnan (2010) explicam que os ensaios de eflorescência podem ser considerados empíricos ou analíticos. Os ensaios empíricos são aqueles que normalmente envolvem na sua metodologia a saturação da unidade de alvenaria durante um período, seguido de uma fase de secagem, para então ser avaliada visualmente quanto à manifestação de eflorescência. Os ensaios analíticos são mais detalhados e permitem identificar a composição dos depósitos de eflorescência presente no composto cerâmico, fazendo uso de tecnologias mais avançadas e programas de computador.

Atualmente não é possível encontrar nas normas brasileiras nenhuma metodologia de ensaio, analítica ou empírica, que avalie a manifestação deste fenômeno em blocos cerâmicos de alvenaria. Este é, portanto, o objetivo desta pesquisa, analisar e comparar metodologias de ensaio para eflorescência e possivelmente sugerir a inclusão na norma de componentes cerâmicos NBR 15270.

O que se tem conhecimento no país é de uma proposta de ensaio sugerida por Franco (2012), que avalia o potencial de eflorescência dos componentes. Para atestar a eficácia desse método foi sugerido compará-lo com o ensaio presente na norma americana ASTM C67. Estes dois ensaios podem ser considerados empíricos, uma vez que não se busca identificar a composição dos depósitos salinos, e sim o potencial de sua manifestação, classificando as amostras como eflorescentes ou não eflorescentes, num processo de aprovação e reprovação.

Os dois ensaios de eflorescência foram realizados em blocos cerâmicos de alvenaria estrutural e de vedação provenientes de 10 fabricantes diferentes. O Quadro 1 abaixo indica a proveniência e tipo de bloco de cada um dos fabricantes para determinação de eflorescência.

Quadro 1 – Tipo de blocos ensaiados para determinação de eflorescência

Estado de Origem	Tamanho	Tipo de Bloco
SP	14x19x29	Blocos Estruturais de Paredes Vazadas
SP	14x19x29	Blocos Estruturais de Paredes Vazadas
MG	14x19x29	Blocos Estruturais de Paredes Vazadas
SP	14x19x29	Blocos Estruturais de Paredes Vazadas
SP	14x19x29	Blocos Estruturais de Paredes Vazadas
RJ	14x19x29	Blocos Estruturais de Paredes Vazadas
RJ	14x19x29	Blocos Estruturais de Paredes Vazadas
RN	09x19x19	Blocos de Vedação Horizontal
RJ	09x19x19	Blocos de Vedação Horizontal
PA	14x19x29	Blocos de Vedação Vertical

Fonte: Autor(a)

2 REVISÃO DA LITERATURA

A eflorescência é definida por Chin (2009), como um depósito cristalino, geralmente branco, de componentes solúveis em água na superfície da alvenaria, que ocorre através da dissolução desses compostos, seguida de evaporação dessa solução por transporte capilar. Esta manifestação patológica pode ser danosa aos revestimentos e pinturas, à aparência da alvenaria e em alguns casos pode chegar a atingir as armaduras presentes e comprometer a integridade da estrutura, e este fenômeno está diretamente ligada aos compostos presentes no sistema e a água exposta a esses compostos. Assim, segundo Menezes et al. (2006), as condições necessárias para que ocorra a formação desses depósitos em alvenarias são a coexistência de: água, sais solúveis em água e condições ambientais e de estrutura que proporcionem a percolação e evaporação da água. Se um destes três itens deixar de existir, não é possível a formação de depósitos de sais.

A eflorescência constitui numa manifestação patológica que merece estudos mais aprofundados, pois sua solução é particularmente difícil, em que, segundo Ferreira e Bergmann (2011), evitar a eflorescência esbarra na impossibilidade física de realizar a total eliminação de sais solúveis quando presentes no corpo cerâmico. Dessa forma torna-se importante avaliar o potencial de eflorescência dos blocos cerâmicos e promover medidas para reduzir a probabilidade do seu desenvolvimento.

Isberner (1985) aponta que existem vários ensaios que podem ser efetuados que permitem demonstrar as características físicas e químicas necessárias para a ocorrência de eflorescência. Esta pode ocorrer nos elementos isolados, neste caso, na argamassa e no bloco e pode ocorrer quando estes elementos estão em contato.

Dos ensaios que propõem estudar a interação entre bloco e argamassa de cimento é possível encontrar a metodologia proposta por Tanaka e Matsuo (2005), o seu estudo propõe avaliar estruturas de alvenaria reforçadas com concreto. A metodologia desenvolvida por eles consistiu em vários ciclos intensos de molhagem e secagem, onde a análise dos resultados permitiu observar que a eflorescência ocorre quando blocos com teor de água maior que 5%. Isto acontece porque a água se move no estado liquido dentro do bloco, fazendo com que os sais solúveis migrem para a superfície do bloco.

Ensaios que testam os componentes isolados também são possíveis de encontrar na literatura, como por exemplo, o ensaio de eflorescência proposta pela norma Americana ASTM C67.

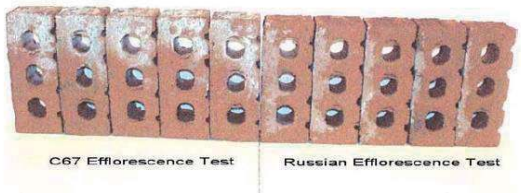
O método de ensaio sugerido na norma americana ASTM C67, utilizado internacionalmente, proporciona resultados muito satisfatórios na determinação do potencial de eflorescência, como demonstrado nos estudos de Bezerra et al. Ilustrados na Figura 1, e no estudo comparativo entre diferentes métodos realizado por Chin (2010) indicados na Figura 2.

Figura 1- Resultados de Bezerra et al.(2012)



Fonte: Bezerra et al. (2012)

Figura 2- Resultados de Chin (2010)



Fonte: Chin (2010)

Este trabalho propõe comparar o método de ensaio da norma americana ASTM C67 com o método de ensaio proposto por Franco (2012). Apesar de, aparentemente, este método ser mais rápido e prático que o presente na ASTM C67, não é possível encontrar na literatura estudos que comprovem a sua eficácia.

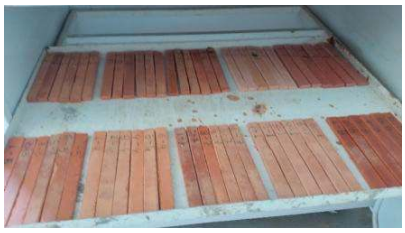
Apesar do ensaio proposto por Tanaka e Matsuo (2005) apresentar uma analise mais completa esta metodologia de ensaio não será analisada neste trabalho.

3 METODOLOGIA

3.1 Proposta de Franco (2012)

A sugestão desenvolvida por Franco (2012) pede que sejam extraídos dos blocos cerâmicos 6 prismas de 2 cm de largura, 20 cm de altura e espessura do bloco. Dentro de uma mesma amostra, os exemplares devem ser retirados de blocos diferentes, contribuindo para uma maior variabilidade de composições. A Figura 3 ilustra como foram cortadas as amostras.

Figura 3- Amostras colocadas em estufa



Fonte: Autor(a)

Após 24 horas de estufa, as amostras são colocadas por 5 dias em copos (capacidade mínima de 200 ml) com água destilada a uma profundidade de 5 cm cobertos por bexigas, num ambiente sombreado e ventilado. Os corpos de prova devem ser supervisionados diariamente e até o final deste período, analisando se não há surgimento de eflorescência, principalmente na face exposta a ventilação, assim como a necessidade de reposição de água. As Figuras 4 e 5 ilustram como foram preparados e como foram armazenados os corpos de prova.

Figura 4- Layout de corpo de prova preparado



Fonte: Autor(a)

Figura 5- Ensaio segundo método proposto por Franco (2012)



Fonte: Autor(a)

O ensaio foi realizado de acordo com as sugestões feitas por Franco (2012), porém, com o objetivo de equipara-lo com o ensaio da norma americana ASTM C67, foram introduzidas duas novas etapas ao processo, a primeira etapa consistiu na colocação das amostras em estufa por 24 horas antes da realização do ensaio e a segunda etapa introduzida no ensaio consistiu novamente na colocação das amostras em estufa por 24 horas no final do ensaio, após essas serem retiradas dos copos cobertos com água.

3.2 ASTM C67

O ensaio é realizado num período de 7 dias, em blocos cerâmicos intactos, sem qualquer alteração. Devem ser retiradas 10 unidades de um lote, onde 5 devem ser imersos em água destilada a uma profundidade de 1 polegada (2,54 cm), como mostra a Figura 6, e os outros cinco são colocadas no mesmo ambiente sem contato com água para servirem de comparação no final do ensaio.

As unidades em contato com água devem ser posicionadas a uma distância mínima de 2 polegadas (5,08 cm) entre si e o nível de água deve ser mantido constante até o final do ensaio, repondo a água destilada sempre que necessário. A Figura 7 indica como foram posicionadas as unidades.

As unidades devem ser secas em estufa antes da sua colocação nas travessas com água e no final do ensaio por um período de 24 horas. No final do ensaio as amostras devem analisadas para verificar se houve aparecimento de eflorescência.

Figura 6- Controle de nível de água das amostras



Fonte: Autor(a)

Figura 7- Corpos de prova colocados em bandejas com água e corpos de prova de observação ao lado

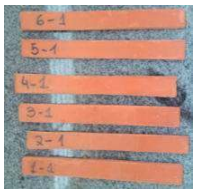


Fonte: Autor(a)

4 RESULTADOS

Os ensaios foram realizados de acordo com as metodologias descritas nos pontos 2.1 e 2.2. No final do ensaio que foi efetuado de acordo com a proposta de Franco (2012), não foi possível observar nenhuma eflorescência aparente. A Figura 8, Figura 9, Figura 10, Figura 11, Figura 12, Figura 13, Figura 14, Figura 15, Figura 16, e Figura 17 demonstram os resultados encontrados na realização do ensaio.

Figura 8- Amostras fabricante 1



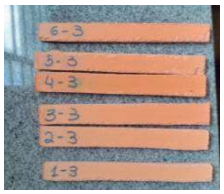
Fonte: Autor(a)

Figura 9- Amostras fabricante 2



Fonte: Autor(a)

Figura 10- Amostras fabricante 3



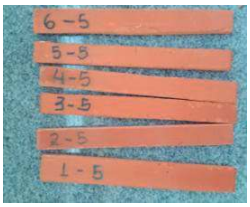
Fonte: Autor(a)

Figura 11- Amostras fabricante 4



Fonte: Autor(a)

Figura 12- Amostras fabricante 5



Fonte: Autor(a)

Figura 13- Amostras fabricante 6



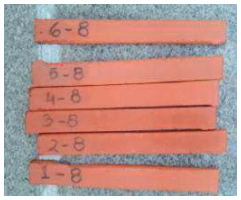
Fonte: Autor(a)

Figura 14- Amostras fabricante 7



Fonte: Autor(a)

Figura 15- Amostras fabricante 8



Fonte: Autor(a)

Figura 16- Amostras fabricante 9



Fonte: Autor(a)

Figura 17- Amostras fabricante 10



Fonte: Autor(a)

As amostras 3-10 e 4-10 suscitaram dúvida na hora da análise quanto à manifestação de eflorescência, mas, como os resultados eram pouco expressivos, foi considerado que não houve manifestação de eflorescência nessas duas amostras.

Quanto aos ensaios realizados segundo a norma americana ASTM C67 alguns blocos apresentaram desenvolvimento de eflorescência aparente. Em todas as amostras do fabricante 2 e 6, assim como algumas amostras do fabricante 10, foi observado o desenvolvimento de eflorescência aparente. O quadro 2 apresenta um resumo dos resultados encontrados e a Figura 18, Figura 19, Figura 20, Figura 21, Figura 22, Figura 23, Figura 24, Figura 25, Figura 26, Figura 27, Figura 28 e Figura 29 representam as amostras dos

fabricantes que tiveram manifestação de eflorescência aparente.

Quadro 2- Resumo de blocos com manifestação de eflorescência

Manifestação de Eflorescência	
Fabricante	**Situação**
1	NÃO EFLORESCENTE
2	EFLORESCENTE
3	NÃO EFLORESCENTE
4	NÃO EFLORESCENTE
5	NÃO EFLORESCENTE
6	EFLORESCENTE
7	NÃO EFLORESCENTE
8	NÃO EFLORESCENTE
9	NÃO EFLORESCENTE
10	ELORESCENTE

Fonte: Autor(a)

Figura 18- Amostra eflorescente 1-10



Fonte: Autor(a)

Figura 19- Amostra eflorescente 2-10



Fonte: Autor(a)

Figura 20- Amostra eflorescente 1-6



Fonte: Autor(a)

Figura 21- Amostra eflorescente 2-6



Fonte: Autor(a)

Figura 22- Amostra eflorescente 3-6



Fonte: Autor(a)

Figura 23- Amostra eflorescente 4-6



Fonte: Autor(a)

Figura 24- Amostra eflorescente 5-6



Fonte: Autor(a)

Figura 25- Amostra eflorescente 1-2



Fonte: Autor(a)

Figura 26- Amostra eflorescente 2-2



Fonte: Autor(a)

Figura 27- Amostra eflorescente 3-2



Fonte: Autor(a)

Figura 28- Amostra eflorescente 4-2



Fonte: Autor(a)

Figura 29- Amostra eflorescente 5-2



Fonte: Autor(a)

5 CONCLUSÃO

Com os resultados encontrados neste experimento comparativo, foi possível extrair duas conclusões. A primeira delas se dá em relação à praticidade executiva dos métodos. Supõe-se que o ensaio proposto por Franco (2012) tenha como objetivo principal ser mais rápido e prático do que o proposto pela norma americana, sugerindo 5 dias de contato com água enquanto essa sugere contato por 7 dias. Porém este objetivo não chega ser alcançado, visto que para preparação de todas as 60 amostras foram despendidas cerca de 5 horas, incluindo as etapas de cortes das amostras, preparação dos copos com água e colocação das bexigas, enquanto que o ensaio sugerido pela norma americana, apesar de durar 2 dias a mais, não exige nenhuma forma complexa de preparação das amostras que antecede a colocação das mesmas em água, além da limpeza das mesmas, tornando o ensaio muito prático e fácil de se executar.

Outro ponto analisado na realização dos ensaios foi a eficácia dos dois métodos. O potencial de eflorescência foi verificado em alguns fabricantes pelo ensaio segundo a norma americana ASTM C67, enquanto que na proposta de Franco (2012) não foi possível verificar este potencial, mesmo que ele exista.

Conclui-se então ser adequado utilizar o procedimento da norma americana ASTM C67, visto que o ensaio é prático de se realizar e propicia resultados satisfatórios. E como resultado desta pesquisa, será sugerida inserção desta norma na norma brasileira de componentes cerâmicos, NBR 15270.

6 REFERÊNCIAS

ASSOSSIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 15270-3: Blocos Cerâmicos Para Alvenaria Estrutural E De Vedação - Métodos De Ensaio**. Rio de Janeiro, 2005.

ASTM – American Society for testing Materials. **ASTM C67 – Standart Methods for Sampling And Testing Brick and Structural Clay Tile.** In Annual Book of ASTM, 2014

BEZERRA, A. P. L.; BARBOZA, J. S.; PAIVA; T.F.; FERREIRA, T. S.; RIBEIRO, I. J.; Ensaio de eflorescência baseado na norma da ASTM C 67-92ª, *VII CONNEPI*, Palmas, Tocantins, 2012

CHIN, I. R.; BEHIE B. 2009. Efflorescence: Evaluation of Published Test Methods for Brick and Efforts to Develop a Masonry Assembly Test Method, West Conshohocken: ASTM International.

FERREIRA C. C.; BERGMANN C. P., Formação da eflorescência em cerâmica vermelha: fatores de influência no transporte de íons SO4 2- e Ca2+, *Cerâmica 57*, São Paulo, 2011

FRANCO, L. S. Ensaio De Avaliação De Eflorescência De Componentes Cerâmicos. ARCO- Assessoria Em Racionalização Construtiva. 2012.

ISBERNER, A. W.;A Test Method for Measuring the Efflorescence Potential of Masonry Mortars; *Masonry: Research, Application, and Problems*, ASTM STP 871, J. C. Grogan and J. T. Conway, Eds., American Society for Testing and Materials, Philadelphia, 1985, pp. 27-37.

SANDERS, J. P.; BROSNAN D. A. 2009. Test Methos for Determining the Efflorescence Potential Of Masonry Materials Based On Soluble Salt Content, West Conshohocken: ASTM International

MATSUO, T.; TANAKA, K.; Mechanism of Efflorescence on Historical Brick Masonry Buildings Reinforced with Concrete, *10DBMC international Conférence on Durability of Building Materials and Components,*Lyon, 2005

MENEZES, R.R; FERREIRA, H. S.; NEVES, G. A.; FERREIRA, H. C. Sais solúveis e eflorescência em blocos cerâmicos e outros materiais de construção – revisão**,** *Cerâmica*, v.52 n.321 São Paulo, 2006