Anais do Congresso Brasileiro de Patologia das Construções
CBPAT2016

Abril de 2016
ISSN 2448-1459

ESTUDO DAS EFLORESCÊNCIAS EM ALVENARIAS

I. J. C. RIBEIRO
Professora
IFPB, Monteiro
Paraíba; Brasil
iracira@hotmail.com

A. E. A. FERREIRA
Bolsista PIBICT
IFPB, Monteiro
Paraíba; Brasil
annyeloyssetce@gmail.com

A. B. SILVA JUNIOR
Voluntário PIBICT
IFPB, Monteiro
Paraíba; Brasil
annyeloyssetce@gmail.com

V. J. SILVA NETO
Voluntário PIBICT
IFPB, Monteiro
Paraíba; Brasil
nethynhusilva@gmail.com

RESUMO

Os sais solúveis provocam manchas esbranquiçadas e destruição das alvenarias, por migrarem através da rede capilar, depositando-se nas faces das peças. Esse fenômeno ocorre por causa da porosidade dos materiais e ciclos de molhagem e secagem. É um tipo de manifestação patológica, conhecido por eflorescência, que causa prejuízos aos moradores e construtores, pois apesar de muitas edificações serem reparadas o problema persiste. O objetivo da pesquisa é determinar a porcentagem de sais nos tijolos de várias edificações que apresentam deterioração na alvenaria. Para isso foram coletadas amostras em diversas alturas nas paredes de oito edificações térreas e, através dos métodos adotados pela EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, realizar o ensaio de condutividade elétrica e verificar qual a porcentagem de sais presentes, formulando limites inferiores e superiores que provocam esse tipo de patologia. Os resultados variaram de 0,19 mS/cm a 22,58 mS/cm, correspondendo respectivamente ao teor de sais mínimo de 0,02% e máximo de 2,89%, indicando limites de salinidade que provocam a destruição da alvenaria. Como também foi verificada uma concentração maior de sais nas amostras próximas do solo.
Palavras-chave: Eflorescência, Sais solúveis, Alvenaria, Condutividade elétrica.

ABSTRACT

Soluble salts cause whitish spots and destruction of masonry by migrating through the capillary, depositing on the faces of the bricks. This phenomenon occurs because of the porosity of the materials and cycles of wetting and drying. It is a type of pathological manifestation, known as efflorescence, which causes damage to residents and builders, because although many buildings are repaired the problem persists. The aim of the research is to determine the percentage of salts in the bricks of various buildings that show deterioration in masonry. For both samples were collected from various heights in eight one storey buildings and, using the methods adopted by EMBRAPA - Brazilian Agricultural Research Corporation, perform the electrical conductivity test and verify what percentage of salts present, determining lower and upper limits of salts that cause this type of pathology. The results for the electrical conductivity varies between 0.19 mS/cm to 22.58 mS/cm, respectively corresponding to the minimum amounts of salts of 0.02% and a maximum of 2.89%, indicating salinity limits which cause the destruction of the masonry.
Keywords: *Efflorescence, Soluble salts, Masonry, Electrical conductivity.*

1. INTRODUÇÃO

Os sais solúveis são os principais agentes da degradação dos materiais de construção porosos, e um motivo de grande frustração para as pessoas envolvidas na construção e conservação das edificações. Esse tipo de manifestação além de afetar esteticamente o ambiente interno e externo, causa problemas de insalubridade e contribuem no aceleramento e deterioração dos materiais de construção contaminados [1].

Abril de 2016
ISSN 2448-1459

São muitas as edificações afetadas pela cristalização de sais solúveis, tanto os edifícios antigos quanto os novos, apresentando grande complexidade no mecanismo de formação, por isso muitos estudos têm sido realizados, envolvendo diversas áreas como a química, a física, a engenharia, a geologia entre outras. Mesmo conseguindo muitos avanços, não foram ainda totalmente compreendidos vários aspectos importantes deste tipo de degradação, dificultando a adoção de estratégias adequadas de prevenção e de mitigação [2].

As rochas expostas na superfície da terra sofrem intemperização através de processos físico-mecânicos e/ou químico-orgânicos, originando assim a camada de sedimentos da superfície. Os sais contidos no solo podem ser provenientes destes processos e da solubilização dos minerais primários, como também do transporte de outras regiões, tendo como fonte os oceanos . A presença de sais no solo depende também da variação do lençol freático que permite a acumulação de sais na superfície por evaporação, principalmente quando a profundidade varia entre um e dois metros e meio. A salinização dos solos ocorre devido às condições climáticas desfavoráveis como elevada evaporação, baixa infiltração, ventos contínuos e baixa precipitação, o que explica a existência de maior concentração de sais nas regiões áridas e semi-áridas [3].

O termo sais solúveis quando aplicado a solo, designa aqueles constituintes que apresentam apreciável solubilidade em água. Do ponto de vista agronômico, um solo se torna salinizado quando apresenta uma alta concentração de sais solúveis ou de sódio trocável ou ambos, ou seja, quando a condutividade elétrica apresenta valores superiores a 4,0 mmhos/cm a 25ºC e isso ocorre quando as condições climáticas são desfavoráveis [1]. Do ponto de vista da construção, a Associação Brasileira de Normas Técnicas [4] estabelece o teor de sais na água de amassamento do concreto armado, cujos valores de cloretos e sulfatos não deve exceder 1000 mg/l e 2000 mg/l, respectivamente, podendo baixar para 500 mg/l no caso de concreto protendido e para o concreto simples, os cloretos podem chegar a 4500 mg/l.

A presença de sais no solo, na água subterrânea, na atmosfera e nos materiais de construção promove o fenômeno conhecido por eflorescência e, a causa imediata do surgimento das mesmas se deve a migração da umidade através da rede capilar dos corpos cerâmicos, transportando os sais para a superfície das peças e após a evaporação da água há a formação de manchas esbranquiçadas [5]

As eflorescências podem surgir durante o processo de manufatura que se formam durante a queima do produto cerâmico devido a reações entre os constituintes da matéria-prima e os gases sulfurosos originados dos combustíveis e também surgem durante a vida útil das edificações, em forma de cristais prismáticos e depósitos pulverulentos pouco coesos com o substrato, apresentando grãos muito finos (forma de pó). Como também podem se apresentar em forma de gel, ou seja, uma exudação viscosa que aparece geralmente nas juntas de revestimentos cerâmicos [6].

A presença de sais nos produtos cerâmicos não pode ser evitada, portanto, avaliar o seu deslocamento em ambiente poroso pode ajudar na melhor compreensão do fenômeno da quantificação da eflorescência, pois evitá-la esbarra na impossibilidade física de realizar a total eliminação dos sais solúveis. Mesmo tendo conhecimento que este tipo de manifestação patológica venha sendo investigada há muito tempo, os mecanismos e fatores que controlam a formação de cristais em meios porosos e o desenvolvimento do dano não são ainda totalmente compreendidos [7].

1.1 Compostos químicos das eflorescências

As eflorescências são formadas por diferentes tipos de compostos tais como sulfatos, carbonatos, cloretos e nitratos, sendo o sulfato de sódio e o sulfato de potássio mais frequentemente detectados [8].

Popularmente as eflorescências são conhecidas pelo termo salitre. Porém, segundo [9], o salitre é um composto de nitrato de cálcio que se forma nas paredes quando estão em contato com substâncias nitrogenadas decompostas, principalmente urinas, excrementos e vapores amoniacais. [8] afirma que o salitre é um composto de nitrato de potássio e que denominar as outras eflorescências a base de sulfatos e outros sais com este termo deve ser evitado.

Durante a queima ocorrem reações que podem gerar sulfatos, favorecendo à formação de eflorescências nos produtos cerâmicos. Segundo [10], a pirita se oxida pela ação do ar e da umidade, formando o sulfato de ferro e quando reage com calcário resultará em sulfato de cálcio. Logo o controle da temperatura de queima dos materiais em questão, minimiza os problemas de eflorescência, pois os sulfatos são eliminados a temperaturas acima de 950ºC.

Se o produto acabado contiver anidrido sulfúrico (SO3), este pode se transformar, pelo contato com água de chuva, em ácido sulfúrico que ataca os componentes dos tijolos e da argamassa, produzindo eflorescências, como também podem

ocorrer reações entre os hidratos alcalinos do cimento e os sulfatos contidos nos tijolos, durante o processo de cura da argamassa, surgindo os hidróxidos de cálcio [8].

Quando o sulfato de cálcio reage com o aluminato hidratado de cálcio do cimento, aparece o sulfoaluminato hidratado de cálcio ou sal de Candlot. Também o sulfato de magnésio reage com o aluminato hidratado de cálcio do cimento formando o mesmo sal e, sendo este muito expansivo, danifica as alvenarias e concretos, fazendo-as fissurar, desagregar e até ruir. Estas reações e outras mais ocorrem quando o cimento está associado a outros materiais da argamassa e em contato com os tijolos [8], [11].

1.2 Ataque dos sais

As causas comuns em construções que favorecem o ataque de sais são atmosfera salina de ambientes próximo ao mar; ambientes poluidos de fábricas; fatores biológicos como excrementos de pássaros; calhas sujas sem escoamento da água; vazamentos em tubulações de esgoto; tijolos cerâmicos úmidos; produtos usados na limpeza e urinas e sangue de animais abatidos [12].

A ação dos sais solúveis em edifícios causam problemas de nível estético, de diminuição das condições de habitabilidade, de perda de vestígios históricos e da possível diminuição da segurança estrutural. Embora a degradação por sais solúveis seja um problema muito frequente nas construções antigas, muitas vezes a falta de conhecimento técnico leva a ações de controle e reparação de anomalias mal planejadas ou deficientemente executadas e, por isso, podem levar ao agravamento do problema ou a reparações recorrentes que implicam em aumento do custo de manutenção [13].

As eflorescências apresentam danos estéticos, pois os sais se depositam nas superfícies das alvenarias, provocando manchas visivelmente desagradáveis e, muitas vezes não interfere na integridade das paredes. No entanto, estes sais podem ser reabsorvidos e migrarem para o interior das paredes e por sua vez recristalizarem criando criptoflorescências. O fenómeno de criptoflorescência provoca estragos em paredes antigas, uma vez que são normalmente constituídas por materiais porosos e hidrófilos e argamassas com pouca coesão, absorvendo com facilidade água e sais no seu interior, estando susceptíveis às pressões que as criptoflorescências exercem. Na maioria dos edifícios antigos, as paredes exteriores, onde muitas vezes se apresentam depósitos salinos, têm funções estruturais, tornando os efeitos dos sais ainda mais graves [14].

Quanto ao grau de solubilidade os sais podem ser mais ou menos agressivos, como afirma [15]:

> Nem todos os sais causam problemas para as edificações. Para que isso ocorra fazem-se necessárias duas características: o grau de solubilidade e a higroscopicidade. O grau de solubilidade é a capacidade que possuem os sais de se dissolverem em meio aquoso, ou seja, condição em que o sal adsorve a água do meio ambiente e a higroscopicidade é a condição em que o sal adsorve água do meio ambiente [15, p.26].

1.3 Quantificação dos sais

Um dos métodos para quantificar os sais no solo ou nos materiais é medindo a condutividade elétrica da solução salina. Essa solução tem a propriedade de conduzir corrente elétrica, uma vez que os sais podem se dissociar em cátions e ânions, fornecendo parâmetros para a estimativa da salinidade. A condutividade pode ser medida por contato, fazendo passar uma corrente elétrica em eletrodos isolados, ou indiretamente, com o uso de corrente induzida por um campo magnético, sem contato com o solo [5].

Segundo [16], a quantidade de sais presentes em blocos cerâmicos furados suficientes para provocar eflorescências, variou de 0,004% a 0,176%, obtidos a partir do ensaio de condutividade elétrica e, quando comparados com o ensaio de eflorescência [17] apresentou boa correlação linear, ou seja, quanto mais manchas de sais tinha o bloco mais elevada a condutividade elétrica e, consequentemente maior quantidade de sais. Já os resultados publicados por [18], cujos teores de sais nos rebocos e alvenarias variaram de 3,88 mS/cm (0,25%) a 733,00 mS/cm (46,91%) mostraram que superam todos os limites já vistos em outros estudos, além dos limites estabelecidos por [4] como também foi visto por [15] que a quantidade de sais nas alvenarias danificadas tende a aumentar, ao analisar tijolos danificados e não danificados em uma mesma parede e os teores de sais aumentaram quando aparecem as eflorescências.

Abril de 2016
ISSN 2448-1459

1.4 Tratamento dos sais e umidade ascendente

De acordo com [12], o controle e tratamento para construções afetadas por sais deve seguir as orientações:
i. Inspecionar qualquer sinal de ataque de sais em áreas que são propensas a isso como paredes de banheiros, tanto internas como externas;
ii. Determinar a umidade e a altura da ascensão capilar na parede afetada;
iii. Realizar estudos científicos através da coleta de amostras na parede afetada, a fim de determinar o teor e tipos de sais presentes;
iv. Aplicar o tratamento adequado na parede afetada para erradicar o problema de ataque de sais;
v. Fazer ensaios em laboratório para verificar a eficácia do tratamento. Se não, uma nova rodada de tratamento deve ser aplicada até que o teor de sal na parede fique em um nível seguro de acordo com as normas internacionais.
vi. Preparar um guia de prevenção para o ataque de sais que servirá como referência futura.

Ainda segundo [12] as orientações para o tratamento da umidade ascendente são semelhantes aos itens anteriores e recomendam aplicar um tratamento apropriado, dependendo do tipo de parede, que pode ser uma injeção química, injeção de argamassa, eletro-osmose e inserção de impermeabilizantes hidrofugantes.

Muitos são os métodos de controle da degradação por sais, sendo classificados de acordo com o seu princípio de funcionamento, que seja para eliminação dos sais e da umidade; ou alteração do comportamento dos sais; ou controle das condições ambientes; ou alteração das características do meio físico. [19] relata vários métodos, como a remoção mecânica das eflorescências, a remoção de materiais contaminantes, o uso de compressas, a remoção eletroquímica de sais, o uso de microrganismos, os modificadores de cristalização, o uso de revestimentos, o controle climático, o controle da umidade ascendente e o método do hidróxido de bário.

Há sistemas de drenagem da água em paredes, denominados por eletro-osmose, baseados no princípio de uma pilha elétrica, cujo funcionamento é garantido pela diferença de potencial elétrico que existe entre o solo e a parede, desde que sejam fixados na parede materiais diferentes dos que ficam no solo, gerando uma corrente elétrica que será suficiente para eliminar a umidade [20].

Tendo em vista a grande quantidade de problemas gerados por sais, priorizamos como objetivo pesquisar a quantidade deles em alvenarias danificadas através do ensaio de Condutividade Elétrica, usando a metodologia da EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária [21], e fazer um estudo comparativo do teor de sais em duas alturas distintas da mesma parede. Para tanto foram coletadas amostras de tijolos visualmente danificados em edificações térreas de vários bairros da cidade de Monteiro-PB, assim analisando a porcentagem mínima e máxima de sais que provocam eflorescências e danificam a alvenaria. As edificações foram escolhidas por apresentarem alta destruição do bloco cerâmico e pelo livre consentimento dos moradores em fornecer as amostras.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

Para coleta de amostras, o primeiro passo foi realizar visitas em edificações, observando onde existia alvenaria danificada e tivesse acesso para retirada das mesmas. Após a identificação da alvenaria afetada, foram coletados dois tipos de amostras em alturas distintas, que foram classificadas em duas categorias A e B. A amostra A seria próximo ao solo e a B seria em altura superior, ambas na mesma parede. As amostras foram colhidas em blocos cerâmicos maciços e blocos cerâmicos furados. As edificações foram escolhidas por apresentarem visualmente deterioração da alvenaria e os moradores concordarem com a retirada da amostra. No total foram colhidas dezesseis amostras em oito edificações térreas. As especificações das amostras coletadas são mostradas na Tabela 1.

Tabela 1 – Especificações das amostras coletadas

Amostra	Tipo da Edificação	Endereço	Peça Inspecionada	Altura (m)	Observações
1A	Comércio	Rua João Santo Cruz, Centro	Tijolo da fachada frontal	0,60	Umidade na base da parede, reboco deteriorado
1B				2,25	Sem umidade visível
2A	Residência	Rua José Araújo Japyassu, Centro	Tijolo maciço da parede interna do muro	0,30	Reboco pulverulento
2B				1,65	Sem umidade visível
3A	Residência	Desconhecido	Tijolo maciço da parede externa do muro	0,67	Reboco pulverulento
3B				1,97	Sem umidade visível
4A	Comércio	Rua Leopoldino José da Silva, Centro	Tijolo de 6 furos da parede interna da escada	0,70	Apresenta umidade, reboco deteriorado
4B				1,30	Sem umidade visível
5A	Residência e Comércio	Rua Coronel Manoel Rafael, Braz	Tijolo maciço da fachada	0,36	Reboco deteriorado
5B				2,28	Sem umidade visível
6A	Residência	Rua Antônio de Sousa Leal, Feliz Retiro	Tijolo maciço da fachada frontal	0,40	Reboco deteriorado
6B				0,56	Amostra com pouca deterioração
7A	Residência	Rua Francisco Torres, Centro	Tijolo maciço da parede externa da fachada	0,75	Reboco deteriorado
7B				0,82	Tijolo pulverulento
8A	Residência	Rua Givonaldo Cavalcante, Alto São Vicente	Tijolo maciço da parede externa do muro	0,27	Apresenta manchas de umidade; tijolo pulverulento
8B				0,57	Sem umidade visível

Normalmente a amostra era coletada na fachada ou no muro de divisa e não foi adotada uma altura padrão, pois a coleta se dava na parte mais destruída e que não tivesse mais revestimento. Muitas edificações apresentaram alto grau de destruição, mas os moradores não permitiram a coleta. As amostras foram coletadas com o auxílio de espátula e armazenadas em potes de polietileno com capacidade de armazenar 40 gramas. A extração das mesmas nas alvenarias foi realizada por meio da raspagem da área afetada, da qual foi retirada cerca de 40g do tijolo, acondicionados em recipientes para serem analisados em laboratório.

Na preparação das amostras, foi primeiramente determinada a massa da amostra, utilizando a balança do tipo Marte com massa mínima de 0,5 g e precisão de 0,01g. As amostras foram destorroadas com auxílio de um almofariz e em seguida, para obtenção do extrato solúvel, foi misturado 20,0 g de amostra com 0,40 l de água destilada e filtrada em papel filtro com diâmetro de 15,0 cm, gramatura de 80 g/m, espessura de 205,0 µm e permeabilidade ao ar de 14,0 l/s.m². O filtro foi adaptado a um funil acoplado a uma proveta para a filtração. O extrato obtido foi usado para determinar a condutividade elétrica, usando o condutivímetro de bancada para soluções aquosas Tecnopon, modelo CA 150.

A primeira amostra (1A) foi retirada em uma altura de 0,60 m a partir do piso da calçada, onde se verifica uma alvenaria bem danificada, como mostra a Figura 1.



Figura 1: Coleta da amostra 1A

3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os resultados de condutividade elétrica e porcentagem de sais totais estão na Tabela 2.

Tabela 2 – Condutividade Elétrica (CE) e teor de sais para alturas distintas

Amostras	Altura (m)	CE (mS/cm) a 25ºC	% Sais Totais
Água destilada	-	0,0038	-
1A	0,60	19,90	2,55
1B	2,25	0,21	0,03
2A	0,30	8,19	1,05
2B	1,65	1,04	0,13
3A	0,67	7,69	0,98
3B	1,97	0,19	0,02
4A	0,70	13,75	1,76
4B	1,30	4,84	0,62
5A	0,36	6,64	0,85
5B	2,28	0,47	0,06
6A	0,40	22,58	2,89
6B	0,56	8,25	1,06
7A	0,75	13,12	1,68
7B	0,82	6,09	0,78
8A	0,27	19,12	2,45
8B	0,57	4,71	0,60

A porcentagem de sais foi determinada pela equação (1), com dados oriundos de [2] e adaptado por [17].

$$\% \text{ Sais} = \frac{CE \times 640 \times VA \times 100}{10^3 \times P} \quad (1)$$

Onde,

CE é o valor da condutividade elétrica (mS/cm);
640 é o fator de transformação em ppm (mg/l);
VA volume de água destilada adicionada ao extrato (l);
P é a massa da amostra (g).

Os resultados da condutividade elétrica têm uma correlação linear perfeita e positiva com a porcentagem de sais, como mostrado no gráfico 1, onde comprova-se por apresentar coeficiente de correlação igual a um.

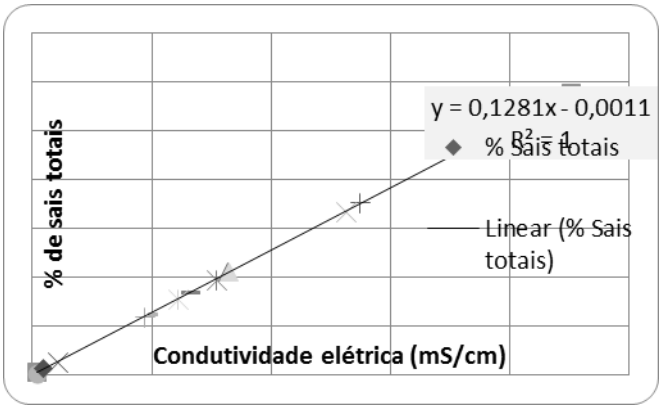


Gráfico 1 - Correlação entre condutividade elétrica e % de sais totais

A correlação entre altura da coleta e condutividade elétrica apresentou correlação fraca e negativa, como mostrado no gráfico 2, como também mostra um coeficiente de correlação negativo (R = - 0,72), ou seja a medida que aumenta a altura há diminuição da condutividade elétrica.

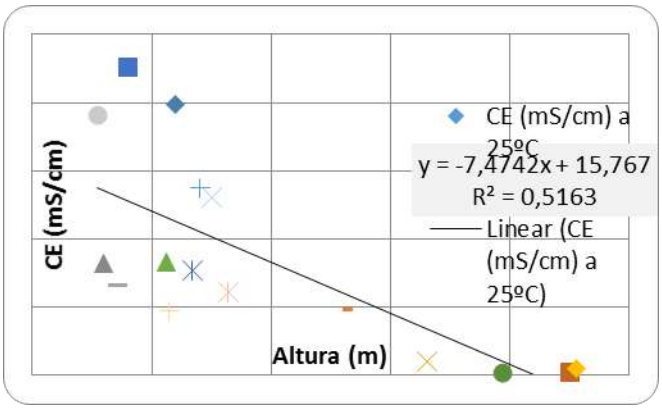


Gráfico 2 - Correlação entre altura da amostra e condutividade elétrica

A correlação entre % de sais e altura, mostrada no Gráfico 3, também apresentou correlação fraca e negativa, como também mostra um coeficiente de correlação negativo (R = - 0,72), ou seja a medida que aumenta a altura há diminuição da % de sais, como também o coeficiente de correlação se igualou ao do obtido na correlação do Gráfico 2, mostrando que isso ocorreu porque houve uma correlação perfeita entre condutividade elétrica e % de sais.

Abril de 2016
ISSN 2448-1459

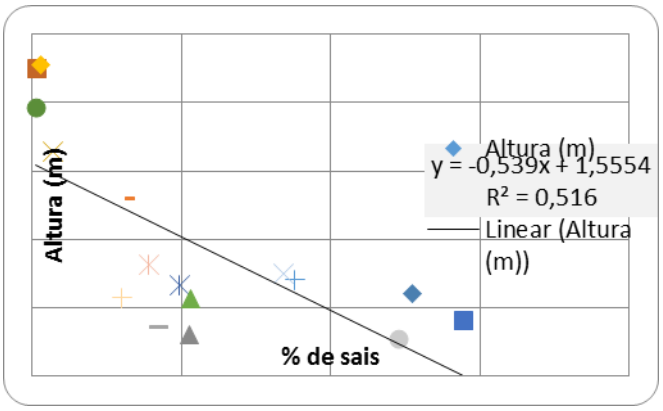


Gráfico 3 - Correlação entre % de sais e altura da amostra

Como constatado na tabela 2, todas as amostras apresentam quantidades significantes de sais, variando de 0,19 mS/cm (0,02%) a 22,58 mS/cm (2,89%), correspondendo a valores mínimos e máximos, superando os valores obtidos por [17] que variaram de 0,004% a 0,176%, mas estão abaixo dos valores encontrados por [19], cujos teores de sais nos rebocos e alvenarias variaram de 0,25% a 46,91% . A pesquisa atual se assemelha a de [17] porque em ambas foram coletadas amostras de tijolos, sendo que uma se difere da outra por analisar o tijolo saido da fábrica e a outra analisa o tijolo em uso há bastante tempo. As pesquisas realizadas sobre o teor de sais nos tijolos mostraram que a quantidade de sais aumenta dentro do tijolo durante o uso e isso é comprovado na teoria, pois a porosidade dos materiais cerâmicos permitem a percolação da água e o transporte dos sais. Nos resultados das amostras com alturas próximas a 2,00 metros (1B, 3B e 5B) a quantidade de sais foi bem menor (0,03%, 0,02% e 0,06%) que nas amostras próximas ao solo (2A com 1,05%,, 6A com 2,89% e 8A com 2,45%). Isso se deve a ascenção capilar da água do lençol freático, que leva os sais para a superfície das peças e, quanto mais próximos do solo, maior a quantidade de sais.
A água destilada usada na pesquisa (Tabela 2) mostrou uma condutividade de 0,0038 mS/cm, ou seja, 0,0000038 S/cm que é aproximadamente igual a zero, visto que consideramos duas casas decimais. Esse dado comprova que as amostras contém considerável quantidade de sais, pois o menor valor encontrado foi de 0,19 mS/cm para a amostra 3B.

As amostras foram retiradas de edificações com danos visíveis na alvenaria como pode ser constatado na Figura 2, mostrando poucos danos, ou seja, o reboco está solto e o tijolo aparente (Figura 2.a) e muitos danos em que o tijolo está aparente e se desmanchando, com aspecto pulverulento e úmido, facilitando inclusive a retirada da amostra (Figura 2.b), correspondendo respectivamente a amostra 6B com 1,06% de sais e a amostra 1A com 2,55% de sais.



Figura 2: Amostras danificadas. (a) Amostra 6B e (b) Amostra 1A

4 CONCLUSÕES

As eflorescências causam danos a nível estético, pois as aparências das fachadas em várias edificações visitadas estavam comprometidas, tornando o imóvel desvalorizado, como também influencia na diminuição das condições de habitabilidade e na possível diminuição da segurança estrutural, pois muitas paredes que estavam úmidas e os tijolos danificados tinham função estrutural.

Com esta pesquisa foi comprovado que as amostras coletadas próximos ao solo contêm mais sais solúveis do que as retiradas em alturas superiores, como visto na tabela 2, na comparação das amostras A e B.

As amostras apresentaram uma porcentagem de sais acima dos valores encontrados por [16], que é uma quantidade suficiente (0,004% a 0,176%) para deteriorar a alvenaria de blocos cerâmicos. Das dezesseis amostras estudadas, todas apresentaram uma quantidade significativa de sais, passíveis de destruição da alvenaria que variaram de 0,19 mS/cm (0,02%) a 22,58 mS/cm (2,89%).

5 AGRADECIMENTOS

A Pró-Reitoria de Pesquisa, Inovação e Pós-Graduação (PRPIPG) do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba (IFPB), *Campus* Monteiro, que concedeu bolsa para a realização da pesquisa.

6 REFERÊNCIAS

[1] BIANCHIN. A. C. *Influência do proporcionamento dos materiais constituintes no desempenho de argamassas para reboco de recuperação de alvenarias contaminadas por umidade e sais*. Dissertação (mestrado em Engenharia Civil) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1999, 153p.

[2] GONÇALVES, T. D. e RODRIGUES, J. D. "Argamassas de Revestimento para Paredes Afectadas por Cristalização de Sais Solúveis: Influência do substrato". In 3º Congresso Portugues de Argamassas de Construção, Anais, Lisboa, 2010.

[3] RICHARDS, L. A. *Diagnosis and improvement of saline and alkali soils.* Washington: united states salinity laboratory, Usda. Agriculture handbook, 60, 1954, 160 p.

[4] ABNT NBR 15900 - Água para amassamento do concreto. Parte 1: Requisitos. Rio de Janeiro, 2009.

[5] FERNANDES, P. H. C. *Estudo sobre a influência do massará no processo de formação de salitre em rebocos na região de Teresina – PI*. Dissertação de Mestrado, UFRN, Natal, 2010.

[6] BARZAGHI, L., "Eflorescência em ladrilho esmaltado", Cerâmica**,** v. 29, n. 164, pp. 187-190, São Paulo, 1983.

[7] FERREIRA, C. C. e BERGMANN, C. P. "Formação da eflorescência em cerâmica vermelha: fatores de influência no transporte dos íons SO42- e Ca2+". Cerâmica v. 57, n. 343, pp. 356-363, São Paulo, 2011.

[8] MUZZIN, G. "Les efflorescences dans lês maçonneries en briques". C.S.T.C. Revue, 4, pp. 2-11, 1982.

[9] KLEINLOGEL, A. *Influencias físico-químicas sobre los hormigones en masa y armados*, Labor, p. 151-260, Barcelona, 1955.

[10] REYNOLDS, M. E. "Scumming and efflorescence", Am. Ceramic Society Bulletin, 4(12), pp. 677-683, 1925.

[11] VERÇOSA, E. J. *Materiais de construção,* Vol. 1, p. 132-133, Sagra: Porto Alegre, 1975.

[12] AHMAD, A. G. e RAHMAN, H. F.A. "Treatment of Salt Attack and Rising Damp in Heritage Buildings in Penang, Malaysia", Journal of Construction in Developing Countries, Vol. 15 (1), 93–113, 2010.

[13] PUIM, P. G. A. C. *Controlo e reparação de anomalias devidas á presença de sais solúveis em edifícios antigos.* Dissertação de Mestrado. Universidade Técnica de Lisboa, 2010.

[14] TUNA, J. M. R. *Caracterização in-situ de eflorescências e de outros compostos salinos em paramentos.* Dissertação de mestrado em Engenharia Civil, Instituto Superior Técnico, Universidade Técnica de Lisboa, 2011.

[15] RIBEIRO. A. G. *Ação de sais minerais solúveis em alvenaria de tijolos cerâmicos no município de Petrolina- PE.* Dissertação (mestrado em engenharia civil) - Universidade Católica de Pernambuco, Recife, 2013.

[16] RIBEIRO, I. J. C. *Os sais solúveis na construção civil*. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil). Centro de Ciências e Tecnologia. UFPB, Campina Grande, 1996.

[17] ASTM C-67-92a - American Society Testing and Materials. Standard test methods of sampling and testing brick and structural clay tile, EUA, 2013.

[18] RIBEIRO, I. J. C. *et al*. "Estudo das eflorescências nas alvenarias através da condutividade elétrica". 59º Congresso Brasileiro de Cerâmica, Barra dos Coqueiros-SE, 2015.

[19] PUIM, P. *et al*. "Controlo e reparação de anomalias devidas à presença de sais solúveis em edifícios antigos". 4º Congreso de Patología y Rehabilitación de Edificios - PATORREB, Santiago de Compostela, 2012.

[20] GEWEHR, U. *Aplicabilidade e eficiência de dois métodos de saneamento de paredes degradadas por umidade e sais a partir de uma revisão bibliográfica e de um estudo de caso.* Dissertação de mestrado profissionalizante em Engenharia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2004.

[21] EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Manual de métodos de análise de solo. 2 ed. Rio de Janeiro: EMBRAPA, 1997. 212 p.