Anais do Congresso Brasileiro de Patologia das Construções
CBPAT2016

Abril de 2016
ISSN 2448-1459

ESTUDO DO COMPORTAMENTO DE BLOCOS CERÂMICOS E DE CONCRETO, SUBMETIDOS A ATAQUES DE CLORETOS

D. LOPES
Acadêmico em Engenharia Civil
Universidade Federal Rural do Semi-Árido
Rio Grande do Norte; Brasil
junyer.lopes@hotmail.com

R. PALHARES
Acadêmico em Engenharia Civil
Universidade Federal Rural do Semi-Árido
Rio Grande do Norte; Brasil
rodolfo.palhares@hotmail.com

L.BRASIL
Acadêmico em Engenharia Civil
Universidade Federal Rural do Semi-Árido
Rio Grande do Norte; Brasil
brasil.lh@hotmail.com

M. NÓBREGA
Professora Doutora
Universidade Federal Rural do Semi-Árido
Rio Grande do Norte; Brasil
marcilenenobrega@ufersa.edu.br

RESUMO

A existência de manifestações patológicas que afetam direta e indiretamente as edificações torna-se a cada dia mais comum. Entre os danos triviais estão as eflorescências, que geralmente são causadas inicialmente por infiltrações, e nessas infiltrações estão geralmente presentes os sais solúveis, que afetam as alvenarias e os demais sistemas construtivos, modificando esteticamente e até mesmo reduzindo a vida útil da obra, já que danificam os elementos e as estruturas. As manifestações patológicas causadas por sais incidem de diversas maneiras, através de absorções capilares, difusões iônicas que são depósitos de sais sobre a superfície e cristalização dos sais respectivamente no interior dos elementos construtivos que geralmente são transportadas pelo ar, água, solo e até mesmo estão presentes nos materiais de construções, havendo agentes diretos e indiretos. Este trabalho tem como objetivo analisar o comportamento de blocos cerâmicos e de concreto submetidos a soluções de Cloreto de Sódio e Cloreto de Cálcio em ordens de 3% e 2%, respectivamente. Foi observado com a realização dos testes que o cloreto de sódio agiu de forma mais acentuada no bloco cerâmico. O cloreto de cálcio agiu de forma menos agressiva nos dois blocos analisados. Foi contatado aumento de peso nos blocos submetidos ao Cloreto de Cálcio em função da cristalização interna dos sais e perda de massa nos blocos submetidos no NaCl.
Palavras-chave: Manifestações Patológicas. Blocos Cerâmicos. Blocos de Concreto.

ABSTRACT

Nowadays, is usually the presence of some buildings pathological manifestations that compromise direct and indirect the quality of constructions. Efflorescence is one of these damages, which are usually caused by infiltration. The soluble salts are generally present on these infiltrations, which affect the masonry and other building systems, modifying aesthetically and even reducing the useful life of the project. The salt's pathological manifestations act in different ways through overs capillaries, ionic broadcasts that are deposits of salts on the surface and crystallisation of salts respectively within the constructive elements that are generally transported by air, water, soil and even are present in the materials of construction. This work aims to analyze the behavior of ceramic brick and concrete subjected to solutions of Sodium chloride and Calcium chloride in orders of 3% and 2 %, respectively. It was observed in these tests that the sodium chloride acted more intensively on ceramic block. The calcium chloride acted in a manner less aggressive in two blocks analyzed. Was checked the increment of weight on blocks subjected to the Calcium Chloride in function of internal crystallization of salts and loss of mass in the blocks subjected on NaCl.
Keywords: Pathological Manifestations. Ceramic Brick. Concrete blocks.

1. CONTEXTO E MOTIVAÇÃO

A construção civil é um setor que está em constante evolução, no que diz respeito aos materiais empregados e também as novas técnicas construtivas, onde as máquinas e equipamentos se modernizam dia após dia. Apesar do homem desenvolver estas técnicas, materiais e métodos de projeto, ainda existem problemas como falhas involuntárias,

Abril de 2016
ISSN 2448-1459

acidentes, imperícias, deterioração de estruturas e materiais, podendo estes últimos, serem responsáveis pela desestabilização das estruturas e dos seus outros elementos construtivos [1].

Os processos de deterioração são classificados de forma direta e indireta, onde os causadores de forma direta são os agentes físicos, químicos e os esforços mecânicos. Já as causas indiretas são erros de projetos, de execução, e que possibilitam as ações dos agentes diretos [2].

No que diz respeito às formas de deterioração, estão as manifestações patológicas e as suas origens. De acordo com [3], as formas de manifestações estão ligadas ao transporte de sais e a forma das suas infiltrações. O mesmo afirma que manchas, bolor, corrosão eflorescências, fissuras e adulteração nas tonalidades geralmente são dadas por infiltrações, umidade por capilaridade, umidade de construção, umidade de precipitação, mostrando que a água está diretamente ligada ao transporte dos sais.Esses depósitos de sais, com cor predominante branca, passam a existir nas superfícies de diversos tipos de revestimentos, como paredes, pisos e tetos e são decorrentes da migração e volatilização de soluções aquosas salinizadas e eles acontecem quando esses sais solúveis são conduzidos pela água e pelo ar, infiltrando nos poros, solidificando quando em contato com o ar.

Essas solidificações, também chamadas de cristalização dos sais podem acontecer na superfície dos materiais empregados, no interior dos poros e nas redes capilares destes materiais. Quando nas superfícies externas não há produção de esforços comprometedores, já nos internos existem esforços mecânicos estimáveis, pode-se inferir que as eflorescências podem causar degradações macroestruturais, geralmente nas proximidades das superfícies dos materiais, podendo ser identificadas esteticamente [4].

Dentro dos materiais empregados na construção civil, os que apresentam grandes índices de manifestações patológicas são os blocos cerâmicos e de concreto, onde [5] diz que blocos cerâmicos de vedação são membros da alvenaria de vedação, composto basicamente de argila em estado plástico conformadas e queimadas no qual possuem furos prismáticos perpendiculares as suas faces. Já para [6] os blocos de concreto têm como elementos fundamentais o cimento e a brita, sendo misturados e conformados de acordo com as medidas pré-determinadas.

Para uma análise elaborada sobre tais manifestações é preciso avaliar a origem de tais causas. Desta forma é muito importante analisar estes elementos construtivos, onde abordaremos com ênfase os blocos cerâmicos e de concreto e o ingresso de sais sobre eles.

Esse trabalho tem como objetivo realizar um estudo para acompanhar um processo de degradação de blocos cerâmicos e de concreto submetidos a ataques de cloretos. Onde os objetivos específicos são atacar blocos cerâmicos e de concreto com dois tipos de cloretos, analisar a degradação durante o processo de realização dos testes, acompanhar modificações geométricas nos blocos analisados e verificar qual tipo de material foi mais sensível ao ataque.

2. MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS EM ALVENARIAS

O termo patologia vem sendo muito utilizado na engenharia civil, onde se especifica como o estudo das anomalias das edificações. Atualmente são encontradas diversas formas de manifestação patológica, que em algumas situações são simples, porém em outras são tão complexas que afetam diretamente a vida útil da obra [7].

Segundo [8], um dos principais motivos de manifestações patológicas é relacionada à umidade que são provocadas por infiltrações, onde alguns mecanismos podem ser os responsáveis por isso, sendo eles: absorção capilar de água; absorção de água de infiltração ou de fluxo superficial de água; absorção higroscópica de água; absorção de água por condensação capilar; absorção de água por condensação.

Sendo assim, alguns dos principais tipos de manifestações patológicas encontradas são dadas pelas:

- Fissuras: Considerada por muitos como uma das mais predominantes, é ocasionada por muitos fatores como por exemplos irregularidades no acabamento, umidade, variações de temperaturas, onde estas fissuras deixavam os elementos construtivos vulneráveis a ataques biológicos, existindo a proliferação de fungos, manchas, e ate mesmo rompimento das estruturas [9].

- Infiltrações: São relativos à presença de água, o que pode ocasionar diversas manifestações patológicas seguintes, como bolor, fungos, corrosões entre outras e são geralmente formadas por absorções capilares, fluxos de água e de forma higroscópica [7].

- Eflorescência: é a cristalização de sais de metais alcalinos solúveis em água. Sendo que esses sais podem ser transportados por diversos meios, como o ar, o solo e a água [9].

3. MATERIAIS E MÉTODOS

Nesta pesquisa foi adotada uma metodologia adaptada de [2]. A seguir, especifica-se os materiais utilizados, bem como o processo de degradação dos blocos, que constituem a metodologia aplicada. Os experimentos foram realizados no Laboratório de Química I da Universidade Federal Rural do Semi Árido, Campus Angicos.

3.1 Materiais Utilizados

3.1.1 Blocos

Foram utilizados 3 (três) blocos cerâmicos (Figura 1.A) com dimensões 9x19x19 do Tipo A, de acordo com a Norma NBR 12270-1. Ainda com relação a estes, 1 (um) bloco foi utilizado como referência. Utilizou-se também blocos de concreto da Família 9, de acordo com Norma NBR 6136, (Figura 3.B) com dimensões 9x19x39.

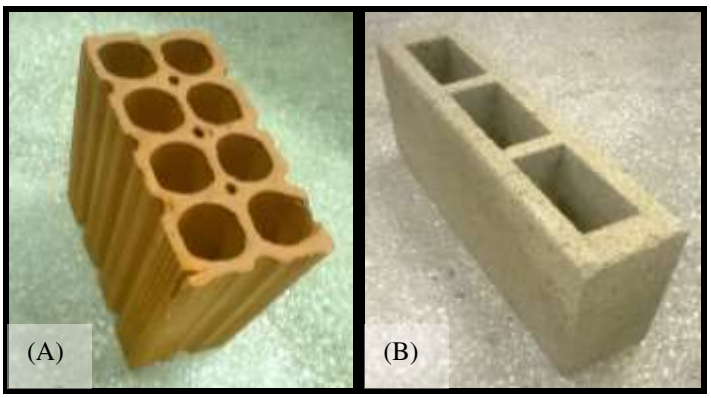


Figura 1: Bloco Cerâmico (A) e de Concreto (B) utilizados na pesquisa

3.1.2 Cloretos

Para essa pesquisa foi utilizado o Cloreto de Sódio (NaCl) (Figura 2.B) na proporção de 3%, aproximando-se com a concentração existente na atmosfera, e o Cloreto de Cálcio puríssimo (Figura 2.A) na proporção de 2%, pois de acordo com a [10], é o limite sugerido para adição em argamassa como acelerador. Estas proporcionalidades foram adotadas com o intuito de simular situações em que os materias empregados na construção civil podem estar expostos, seja os blocos de vedação para alvenarias, bem como as armaduras para as estruturas de concreto armado.

Abril de 2016
ISSN 2448-1459



Figura 2: Cloreto de Cálcio (A) e de sódio (B)

3.2 Processo de Degradação dos Blocos

Os blocos todos os dias eram pesados para acompanhamento dos pesos ciclo a ciclo, por ser um fator importante a ser considerado quando se refere à degradação dos materiais.

Na referida técnica os blocos eram submersos em solução de NaCl e Cloreto de cálcio (Figura 3) por 1h (uma hora).



Figura 3: Blocos Submersos nas soluções de NaCl e Cloreto de Cálcio

Depois de submersos nas substâncias, os blocos eram colocados em estufa, em temperatura de 40°C (Figura 4) durante 10 (dez) horas. Essa temperatura escolhida representava a média das temperaturas ambientes a que os blocos estariam expostos.



Figura 4: Blocos na Estufa

Em seguida à estufa, os blocos eram expostos à temperatura ambiente na qual permaneceriam durante aproximadamente 12 horas (Figura 5) com temperatura aproximada de 33ºC e chegando aos 40ºC (Figura 6).



Figura 5: Temperatura Inicial de Exposição



Figura 6: Blocos Expostos ao ambiente

Todo esse processo foi replicado durante 7 dias ou seja, uma repetição de (7 ciclos), a fim de analisar o comportamento desses blocos durante esse período

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.2 Resultados Obtidos Com a Exposição Dos Blocos aos Cloretos

4.2.1 Primeiro ciclo

Pode-se observar, nesse primeiro ciclo, alguns aspectos importantes com relação à submissão dos cloretos aos blocos. Percebeu-se borbulhamentos referentes as infiltrações após a imersão na solução, com maior ênfase na solução de Cloreto de Cálcio atuante no bloco cerâmico, em que o mesmo apresentava características semelhantes com efervescentes (Figura 7).

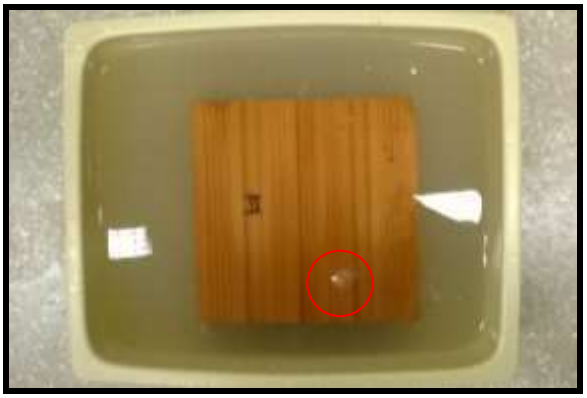


Figura 7: Ação do cloreto de cálcio no bloco cerâmico.

Logo após a retirada da estufa os blocos foram expostos à temperatura ambiente, que inicialmente era de 33ºC, mas atingia os 40ºC no decorrer do dia. Observou-se que, após ás 10h de exposição à temperatura ambiente, os blocos cerâmicos já apresentavam mudanças em relação aos blocos de referência como também entre eles (Figura 8).

Abril de 2016
ISSN 2448-1459



Figura 8: Mudança visível do bloco cerâmico submetido ao NaCl em relação ao bloco de referência

Nos blocos que foram submersos na solução de NaCl (Figura 9), podemos observar o início de depósitos salinos na superfície do bloco cerâmico (Figura 9.A e B), no bloco de concreto, aparentemente não observou-se com clareza esses depósitos salinos.

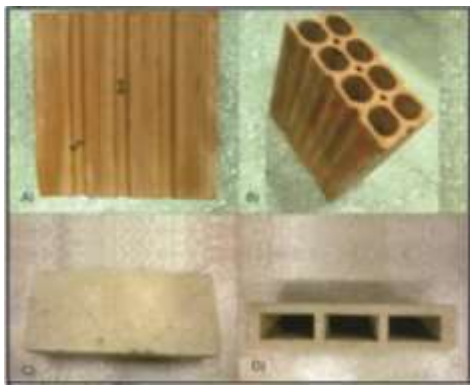


Figura 9: Primeiro ciclo do Cloreto de Cálcio

De acordo com [11], as possíveis manifestações patológicas apresentadas inicialmente, com a presença de NaCl, podem estar relacionadas com as infiltrações. É notória, também uma maior porosidade nos blocos de concreto, podendo este fato influenciar no comportamento do bloco ao longo do tempo.

Estes fluxos de soluções faz com que as primeiras manifestações sejam devidas as absorções capilares que é o transporte de sais em um meio líquido, para os 2 (dois) blocos, de acordo com o mesmo autor.

Os blocos submetidos ao cloreto de cálcio (Figura 10), no primeiro ciclo, não apresentaram aparentemente depósitos salinos e outros tipos de manifestações patológicas.

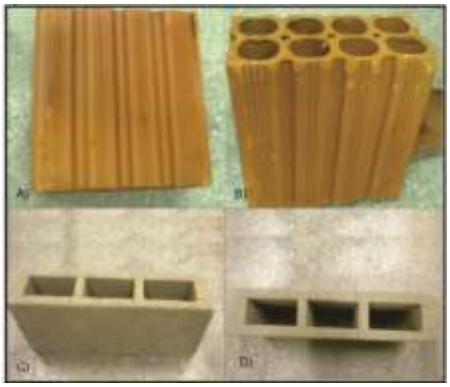


Figura 10: Primeiro ciclo do Cloreto de cálcio

Abril de 2016
ISSN 2448-1459

4.2.2 Segundo ciclo

Após a finalização do primeiro ciclo, os mesmos blocos foram novamente submersos durante 1h (uma) hora nas soluções, levados a estufa durante 10 horas e em seqüência, finalizando com a exposição á temperatura ambiente durante 12 horas.
Neste ciclo os blocos submetidos à solução de NaCl, observou-se uma presença maior de depósitos salinos (Figura 29) nas superfícies dos mesmos, com maior ênfase visual no bloco cerâmicos (Figura 11. A e B) Porém há um intenso clareamento no bloco de concreto (Figura 11. C e D).



Figura 11: Segundo Ciclo NaCl

Pode- se observar que houve uma intensificação das manifestações patológicas por meio de absorção capilar, com ênfase nos blocos de concreto, que devido a sua alta permeabilidade, teve um grande avanço podendo existir até mesmo difusões iônicas que são cloretos nos interiores do bloco, formando possíveis cristais, conforme [11].

Nos blocos submetidos à solução de cloreto de cálcio (Figura 12) houve pequenas mudanças, onde em ambos houve um pequeno clareamento não uniforme devido aos depósitos salinos.



Figura 12: Segundo ciclo do Cloreto de cálcio

Este pequeno clareamento conforme [11] pode ter ocorrido devido à absorção capilar, já que os sais estão solúveis e existe a possibilidade de ocorrência de difusões iônicas relacionadas às infiltrações, já que as mesmas acontecem internamente.

4.2.3 Terceiro ciclo

No terceiro ciclo houve uma continuidade no processo de deposição de sais nos blocos submersos em NaCl, além do avanço destas manifestações patológicas, outro aspecto importante a ser considerado foi a perda de massa, verificada visualmente nos reservatórios, principalmente para o bloco de concreto. (Figura 13). A intensificação dos depósitos salinos, de acordo com [11], são referentes à absorção capilar, que em cada ciclo apresenta um aumento gradativo.

Abril de 2016
ISSN 2448-1459

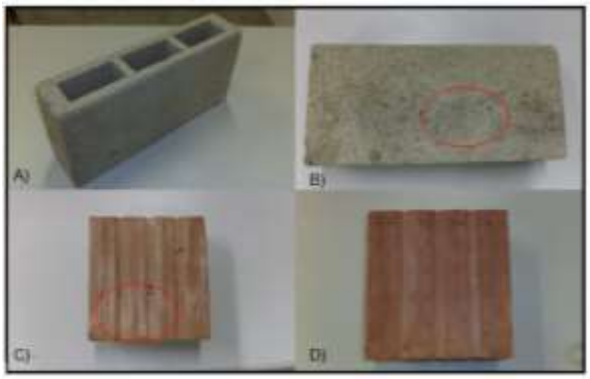


Figura 13: Terceiro Ciclo NaCl

Muito provavelmente a perda de massa que é mais relevante no bloco de concreto, conforme [11], refere-se as difusões iônicas, onde após a saída da água, os sais se cristalizam entre os poros, gerando tensões internas, desfragmentando grãos constituintes do corpo do bloco.

Já os blocos imersos ao cloreto de cálcio, aparentemente permaneceram com os mesmos aspectos do ciclo anterior (Figura 14)

4.2.4 Quarto ciclo

Neste ciclo percebemos que os blocos em solução de NaCl, além das manchas brancas decorrentes dos depósitos salinos, observou-se regiões em que foi possível notar uma degradação mais específica, onde os blocos permaneciam perdendo de massa como pode ser observado na Figura 14 e na pesagem da Tabela 05.

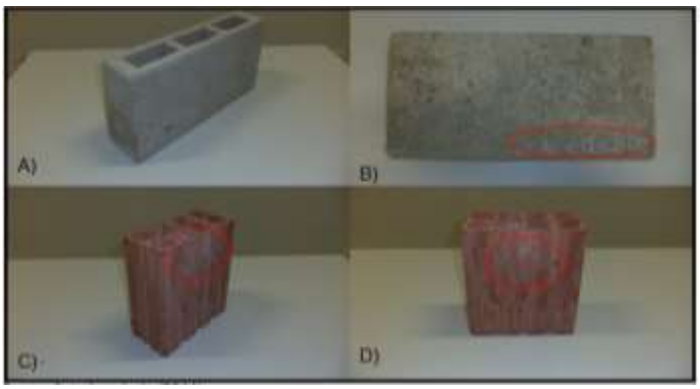


Figura 14: Quarto ciclo NaCl

Este ciclo é caracterizado pela intensificação dos resultados obtidos no ciclo anterior, onde os depósitos salinos aumentaram devido às absorções capilares e o aumento da perda de massa do bloco de concreto provavelmente em decorrência das difusões iônicas, conforme [11].

Os blocos da solução de Cloreto de Cálcio, continuam aparentemente com um aspecto constante, com o aparecimento de pequenos depósitos salinos, porém nos reservatórios pode-se observar resíduos (Figura 15), onde são referente a degradação dos blocos da figura 16.

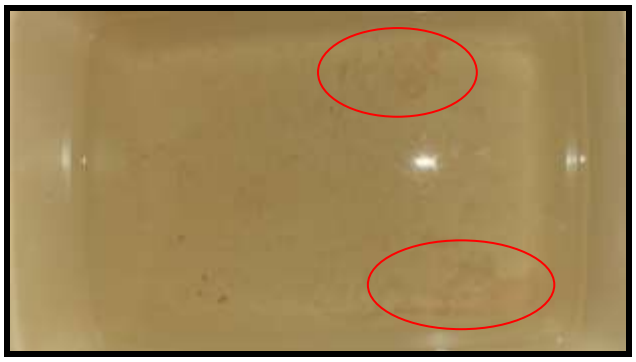


Figura 15: Resíduo do bloco cerâmico no reservatório

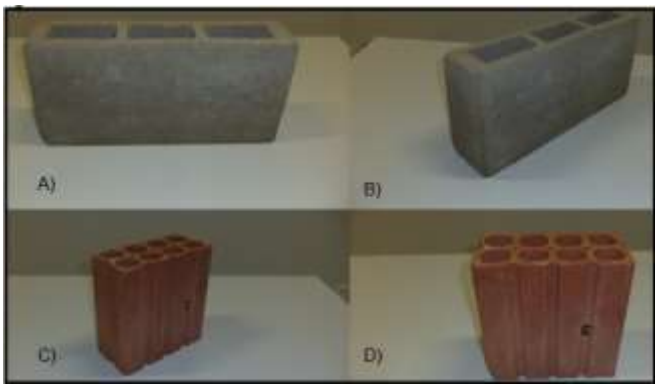


Figura 16: Quarto ciclo NaCl

Nesses blocos submetidos a solução de Cloreto de Cálcio, pode existir as criptoflorescências, que são aquelas não visíveis, pois os depósitos salinos se formam sobre as superfícies, além das possíveis difusões iônicas responsáveis pela cristalização dos sais interna [4].

4.2.5 Quinto ciclo

No quinto ciclo os blocos submetidos ao NaCl, acentua a sua degradação e deposição dos sais na superfícies dos blocos cerâmicos e de concreto, havendo uma evolução da perda de massa do bloco de concreto (Figura 17).

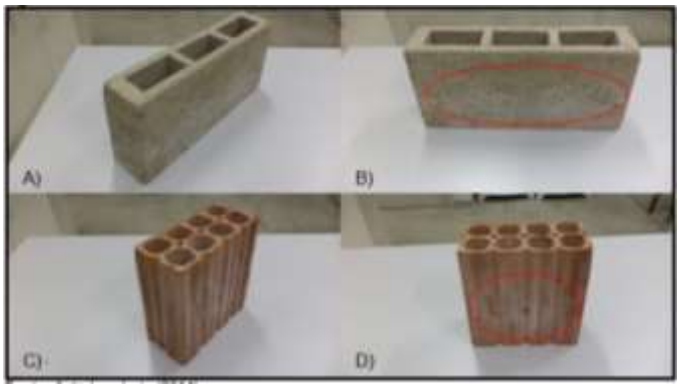
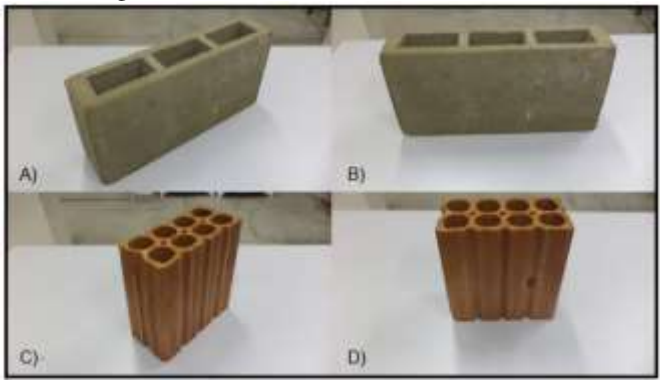


Figura 17: Quinto ciclo NaCl

Os resultados no quinto ciclo é caracterizado pelo avanço das eflorescências que de acordo com [9] é a cristalização de sais de metais alcalinos solúveis em água, por meio das infiltrações das soluções salinas, ocasionada depósitos salinos e conforme [11] a perda de massa pode ser caracterizada pelas difusões iônicas.
Os blocos submetidos na solução de cloreto de cálcio se mostraram com aspecto semelhante ao ciclo anterior, não sendo notória visualmente mudanças nos blocos (Figura 18)

Abril de 2016
ISSN 2448-1459

Figura 18: Quinto ciclo do Cloreto de cálcio



4.2.6 Sexto ciclo

Os blocos que foram submersos na solução de NaCl (Figura 22) assim como os demais ciclos houve um progressão da degradação, avançando os depósitos salinos e por parte dos blocos de concreto existência de um aumento da perda de massa.

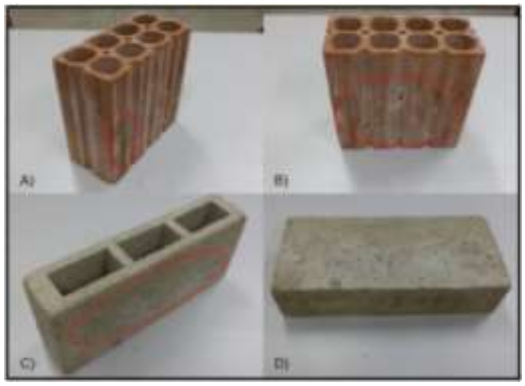


Figura 19: Quinto ciclo do Cloreto de cálcio

Este ciclo é marcado pela intensificação das eflorescências que conforme [9] são provocadas pela cristalização de sais o que contribui para a acentuação dos depósitos salinos. Já [11] relaciona a perda de massa com as difusões iônicas.

Os blocos submetidos à solução de Cloreto de Cálcio (Figura 20) permanecem com aspectos semelhantes aos ciclos anteriores, não havendo visualmente manifestações patológicas.



Figura 20: Sexto ciclo do Cloreto de cálcio

4.2.7 Sétimo ciclo

Finalizando os ciclos, percebe se que foi um avanço gradual da degradação, principalmente nos blocos submetidos à solução de NaCl (Figura 21), havendo o aumento dos depósitos salinos em ambos os blocos e uma perda de massa referente ao bloco de concreto.

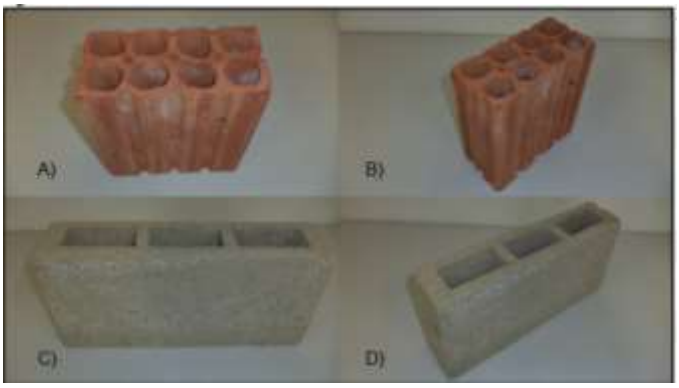


Figura 21: Sétimo ciclo NaCl

Nessa etapa houve uma continuidade no processo sendo perceptível através do exame visual, onde são constatadas manchas que são referentes às absorções capilares.

Os blocos submetidos a Cloreto de Cálcio (Figura 22) aparentemente permanece com mesmas características podendo apresentar manifestações patológicas internamente.

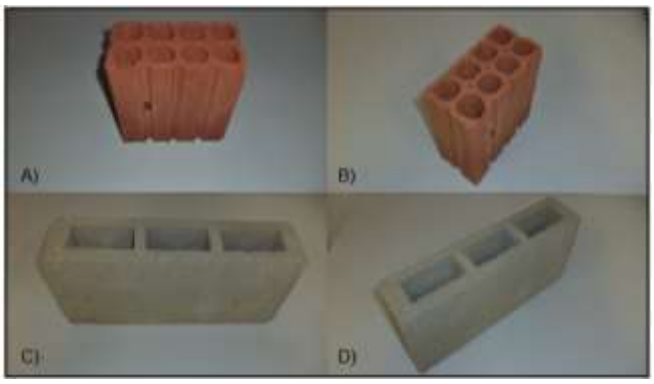


Figura 22: Sétimo ciclo do Cloreto de cálcio

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho teve como objetivo realizar em laboratório submersões de blocos de concretos e cerâmicos em soluções salinas de Cloreto de Sódio e Cloreto de Cálcio, para analisar o comportamento e visualizar as manifestações patológicas. De acordo com essas condições de trabalho, foi possível fazer as seguintes considerações:

- Analisando as possíveis formas de manifestações patológicas, observa-se que os blocos submetidos as solução de NaCl apresentaram claramente depósitos salinos, caracterizando as eflorescências.
- Os blocos submetidos ao Cloreto de Cálcio não apresentaram visivelmente manifestações patológicas nos 7 (sete) ciclos, havendo possibilidades de manifestações internas.
- No bloco de concreto submetido à solução de NaCl, foi constatado uma perda de massa, que a curto prazo, pode ser insignificante, mas em um maior espaço de tempo deve ser levado em consideração, pois pode danificar os sistemas construtivos.
- Os blocos submetidos ao Cloreto de Cálcio, diferentemente do que foi exposto ao NaCl, foi constatado que seu peso aumentou gradualmente ciclo a ciclo, possivelmente devido a cristalização dos sais internamente.

- Os blocos submetidos ao NaCl, apresentaram de forma rápida as manifestações patológicas, enquanto os expostos a Cloreto de Cálcio não apresentaram visualmente estas manifestações.

Sendo assim, pode-se concluir que as manifestações patológicas são problemas que afetam de maneira rápida os elementos construtivos. São dadas inicialmente pela umidade, onde os sais, particulamente o Cloreto de Sódio e Cloreto de Cálcio, infiltram pelas fissuras e poros destes elementos (no caso da pesquisa os Blocos de Concreto e Cerâmico), formando as eflorescências que prejudicam de forma direta e indireta.

Verifica-se que o Cloreto de Sódio, apesar de um curto espaço de tempo de simulações é um elemento ofensivo as edificações e seus elementos constituintes, sendo que sua atuação se intensifica com o aumento dos teores de sua presença. Já o Cloreto de Cálcio, no tempo proposto não alterou visualmente os blocos, não caracterizando que sejam totalmente inofensivos.

6. REFERÊNCIAS

[1] SOUZA, Vicente Custódio Moreira de; RIPPER, Thomaz. Patologia, recuperação e reforço de estruturas de concreto. São Paulo: PINI, 2009. 262 p.

[2] COSTA, Renato Alison. Análise comparativa e visual em bloco de concreto da família 39 e bloco cerâmico tipo a (8 furos) submetidos à ação de Cloretos. 2013. 57 f. Monografia (Engenharia Civil) – Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Mossoró, 2013.

[3] CECHINEL, Bruna Moro. et al. Infiltração em alvenaria. Estudo de caso em edifício na grande Florianópolis. 2009. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Santa Catarina- IF-SC. Florianópolis, 2009.

[4] MENEZES, R. R. et al. - Sais solúveis e eflorescência em blocos cerâmicos e outros materiais de construção. Revisão, CERÂMICA v.52 n.321 São Paulo Jan./Mar. 2006.p. 37-49.

[5] ABNT. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (2005). NBR 15270-2 Componentes cerâmicos Parte 2: Blocos cerâmicos para alvenaria estrutural - Terminologia e requisitos. 2005. 15 f.

[6] DA SILVA, Lindoaldo Deodato. Técnicas e procedimentos para assentamento de alvenaria de vedação e estrutural. 2007. 61 f. Monografia- Curso de Engenharia Civil, Universidade Anhembi Morumbi, São Paulo, 2007.

[7] CORRÊA, Ederson Souza. Patologias decorrentes de alvenaria estrutural. 2010. 47 f. Monografia (Engenharia Civil) – Universidade da Amazônia, Belém, 2010.

[8] BAUER, L. A. F.Caderno Técnico Alvenaria Estrutural. Patologias em alvenaria estrutural de blocos vazados de concreto, p. 1-6, 2001.

[9] SALOMÃO, Maria Claudia de Freitas. Estudo da umidade ascendente em painéis de alvenaria de blocos cerâmicos. 2012. 193 f. Dissertação (Mestrado) –¬ Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2012.

[10] BRICK INDUSTRY ASSOCIATION. Notas Técnicas para a Construção em Tijolo. Nota Tecnica 23 Revista. Fevereiro de 1997. Disponível em:<http://www.bia.org/html/frmset_thnt.htm>. Acesso em: 4 nov. 2013.

[11] ROMANO, Fátima. S. Estudo do ingresso de cloretos em concretos localizados no litoral norte do Rio Grande do Sul. 2009. 153 f. Dissertação (Pós graduação em Engenharia Civil)- Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 2009.