

USO DO NITRATO DE LÍTIO COMO AGENTE MITIGADOR CONTRA A REAÇÃO ÁLCALI-AGREGADO EM ESTRUTURAS DE CONCRETO ARMADO

JESSYCA PRISCYLLA DE ALMEIDA NUNES FERNANDES¹, FELIPE CESARIO DE OLIVEIRA²

¹Ma. em Engenharia Civil, Prof. Efetiva, AESGA, Garanhuns-PE, jessycanunes@aesga.edu.br;

²Me. em Engenharia Civil, Garanhuns-PE, felipe.cesario@ufpe.br

Apresentado no
Congresso Técnico Científico da Engenharia e da Agronomia – CONTECC
06 a 09 de outubro de 2025

RESUMO: No estudo e desenvolvimento da produção de concreto para obras de pequeno a elevado porte, a atenção em executá-lo da melhor forma possível, atendendo aos parâmetros normativos de durabilidade estão cada vez mais rigoroso, com o objetivo de minorar ao máximo o desenvolvimento de manifestações patológicas futuras. Entretanto, no âmbito da construção civil, existem obras que já estão em fase de deterioração, devido a atuação de mecanismo deletérios, dentre eles, destaca-se a Reação álcali- agregado (RAA). Essa manifestação patológica desenvolve-se internamente nas estruturas de concreto armado, pela presença de três elementos, que atuando de forma simultânea, a saber: álcalis, agregados reativos e umidade. Diante dessa problemática, a presente pesquisa tem por objetivo analisar a influência do nitrato de lítio, como elemento mitigador contra a RAA, através da pesquisa bibliográfica extensiva da produção acadêmica a partir de 1951 até o presente momento, bem como os seus resultados benéficos. Além disso, examinou se as consequências da incorporação desse componente químico no tocante a mudanças de característica elementares na estrutura de concreto armado, como resistência a compressão. Ademais, analisou-se as melhores proporções do $LiNO_3$, para o uso adequado e eficaz.

PALAVRAS-CHAVE: Manifestação Patológica, Agregados Reativos, Resistência a Compressão, Mecanismo Deletérios.

USO DE NITRATO DE LÍTIO COMO AGENTE AMIGATÓRIO DA REAÇÃO ÁLCOOL-AGREGADO EM ESTRUTURAS DE CONCRETO ARMADO

ABSTRACT: In the study and development of concrete production for small to large-scale projects, the focus on executing it in the best possible manner, meeting normative durability parameters, is increasingly rigorous, with the aim of minimizing the development of future pathological manifestations. However, in the construction industry, some projects are already deteriorating due to the action of deleterious mechanisms, among them, the alkali-aggregate reaction (AAR). This pathological manifestation develops internally in reinforced concrete structures due to the presence of three elements acting simultaneously: alkalis, reactive aggregates, and moisture. Given this issue, this research aims to analyze the influence of lithium nitrate as a mitigating element against AAR through extensive bibliographic research of academic literature from 1951 to the present, as well as its beneficial results. Furthermore, it examined the consequences of incorporating this chemical component in terms of changes in elementary characteristics of the reinforced concrete structure, such as compressive strength. Furthermore, the best proportions of $LiNO_3$ were analyzed for proper and effective use.

KEYWORDS: Pathological Manifestation, Reactive Aggregates, Compression Resistance, Deleterious Mechanism.

INTRODUÇÃO

No decorrer dos avanços tecnológicos e do estudo relacionados as manifestações patológicas em estruturas de concreto armado, nos últimos 60 anos de estudo no território nacional, com o aumento de caso da ocorrência da reação álcali-agregado, doravante RAA, percebeu-se a necessidade de desenvolver pesquisas concernente as principais características dessa manifestação, como origem, elementos causadores, mecanismos de desenvolvimento, mineralogia dos agregados envolvidos, bem como sua reatividade e suas respectivas consequências nas estruturas de concreto armado.

Primeiramente, os casos da RAA que foram diagnosticados se deram completamente em ambiente de teor de umidade elevado e agressivo, como barragens, vertedouros e pontes (NOGUEIRA,2010). Com isso, concluiu-se que a RAA é composta por três componentes, a saber: Umidade, presença de álcalis e agregados reativos, que relacionando-se de forma mútua geram um gel higroscópico expansivo, com potencial elevado de deterioração das peças de concreto armado.

No começo do século 21, após um crescimento das pesquisas acadêmica acerca da RAA, que a princípio o conhecimento que se desenvolvia apenas em estruturas que estavam submetidas de forma direta e predominantemente em ambientes marítimos, porém percebeu-se as primeiras ocorrência em blocos de fundação e sapatas nos prédios localizados no Recife-PE e Fortaleza-CE (OTOCH,2009). Além disso, em meio ao avanço das pesquisas relacionadas a RAA, após o colapso do edifício Areia Branca em 2004, localizado no grande Recife, mesmo após a perícia confirmar que a causa do colapso não ser ocasionado pela RAA, contudo, intensificou-se as pesquisas acadêmicas em torno dos demais prédios nessa localidade, como também outros casos específicos que começaram a ocorrer com recorrência nos prédios que foram construídos com poucos anos de utilização no Recife.(BATTAGIM et al., 2016). Dessa forma, despertou-se na comunidade acadêmica a necessidade urgente de compreender quais eram os fatores causadores do aumento de casos de RAA, principalmente no Recife, tendo em vista que não se sabia com propriedade quais eram as consequências no tocante a estabilidade global da estrutura e também se a sua capacidade portante poderia ser diminuída.

Outro avanço importante nas pesquisas sobre essa manifestação patológica em âmbito nacional foi a publicação da NBR 15577/2008, primeira norma brasileira que tratava especificamente sobre a RAA em estruturas de concreto armado, no qual contempla em sua versão mais atual diretrizes de ações preventivas e ensaios que determinam os potenciais reativos nos agregados graúdos e miúdos. Entretanto, por mais que a NBR vigente possa contribuir de forma decisiva na ação preventiva, para que as estruturas de Concreto armado não desenvolvam a RAA, a norma não contempla especificamente os métodos e soluções corretivas adotadas em estruturas que já sofrem por essa manifestação patológica.

Tendo em vista essa problemática, percebeu-se a necessidade de estudar meios pelos quais pudessem diminuir os efeitos deletérios em estruturas já afetadas. Os mecanismos de mitigação das reações álcali-silica(RAS) pode ser dividido em dois grupos, a saber: mitigação dos sintomas da reação e tratamento da causa da reação. (STARK et al 1993, THOMAS et al., 2007 apud CÂNDIDO.W,2009). A mitigação dos sintomas se dá por meio de atividades que permitem a estrutura se deformar, não ocasionando fissuras por mecanismos de expansão. Por sua vez, dentre os tipos de tratamento das causas da reação, destaca-se o uso do nitrato de lítio ($LiNO_3$), que conforme Cândido (2009), atua nas estruturas de concreto armado afetadas pela RAA de diversas formas, como: alteração microscópica dos produtos internos da RAA; diminuição das expansões internas e dissolução dos elementos derivados da sílica.

MATERIAL E MÉTODOS

A metodologia utilizada na presente pesquisa será do tipo exploratória, utilizando a pesquisa bibliográfica como técnica, que de acordo com Lakatos e Marconi (2021), pode ser definida como o levantamento de informações acerca do tema abordado, a partir de referências já publicadas, sejam eles em forma de artigos científicos (impressos ou virtuais), livros, teses de doutorado, dissertações de mestrado O objetivo desse tipo de pesquisa é permitir que o pesquisador tenha contato mais próximo

com os materiais publicados, possibilitando o livre acesso as informações já existentes no meio acadêmico, a fim de desenvolver estudos individuais em novas áreas que não foram exploradas por pesquisas passadas.

A presente pesquisa terá por base o estudo criterioso dos ensaios experimentais já realizados em outras pesquisas acadêmicas, juntamente com a análise dos seus respectivos resultados. A classificação desta pesquisa quanto à abordagem será qualitativa, no qual utilizará dos dados já publicados na comunidade acadêmica, com o intuito de demonstrar a eficácia da solução adotada como elemento mitigador do problema proposto. Além disso, conforme Lakatos e Marcone (2021), o estudo qualitativo desenvolve-se numa situação normal, oferecendo grande riqueza de dados descritivos, bem como focalizando a realidade de forma complexa e contextualizada, possibilitando assim realizar a análise e interpretar os dados da pesquisa.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As pesquisas acadêmicas relacionadas ao desenvolvimento de mecanismos e medidas corretivas, com o intuito de mitigar os efeitos da RAA nas estruturas de concreto armado tem aumento progressivamente. O quadro 1 descreve sinteticamente e de forma preliminar os trabalhos produzidos, tanto em âmbito nacional e internacional, utilizando como elemento químico mitigador o lítio.

Quadro 1. Trabalhos acadêmico relacionados ao tema

Autor	Nome da Pesquisa	Ano	Tipo	Universidade
Doria	Ativação alcali-silica por aplicação de micro-ondas e passivação de agregado reativo por tratamento com nitrato de lítio	2020	Tese	Universidade Federal de Sergipe
Hu Et al	A “Double-Multi” Model for Electromigration of Lithiums and Chlorides in ASR Affected Concrete	2018	Artigo	University of Leeds
Souza	Electrochemical lithium migration to mitigate alkali-silica reaction in existing concrete structures	2016	Tese	Delft University of Technology
Rolim	Reação álcaliagregado: avaliação do método químico de ensaio	2010	Dissertação	Universidade Federal de Santa Catarina
Cândido	Estudo de tratamentos com lítio no combate da reação álcali-agregado	2009	Dissertação	Universidade Federal de Goiás
Silva	Estudo dos efeitos do nitrato de lítio na expansão de argamassas sujeitas a reação álcali-silica	2007	Dissertação	Universidade Estadual Paulista
Folliard et al	The Use of Lithium To Prevent or Mitigate Alkali-Silica Reaction in Concrete Pavements and Structures	2007	Livro	-
McCoy e Caldwell	New approach to inhibiting alkaliaggregate expansion	1951	Artigo	American Concrete Institute

A princípio, um dos primeiros estudos concernentes a busca de elementos químicos, com esse propósito foi em 1951, por McCoy e Caldwell, que ensaiaram mais de 100 compostos químicos diferentes para mitigar os efeitos da RAA. Dentre eles, compostos que continham lítio apresentaram grande eficácia para o controle da reação (MCCOY E CALDWELL apud DORIA,2020 p.41). Além disso, após a caracterização desses elementos por meio de ensaios, percebeu-se que a expansão foi em grande parte eliminada se a relação lítio-sódio fosse igual ou maior do que 0,74(MCCOY E CALDWELL apud THOMAS el al,2007 p.29). Após isso, outros estudos acadêmico tiveram grande relevância, no tocante a comprovação do uso do nitrato de lítio, dentre eles, destaca-se o estudo realizado por Thomas el al(2007), que propôs comprovar a eficácia da diminuição expressivas de expansão em pavimentações de concreto armado já afetadas, por meio dessa solução química. Além disso, conforme Feng el al(2005 apud SILVA 2007,p.39) o $LiNO_3$ pode apresentar um efeito benigno nas propriedades do concreto, resistência elétrica, retração por secagem e resistência ao gelo e degelo. Outro ponto relevante no que tange à as características relacionadas a capacidade portante da estruturas é que o lítio não afeta propriedades do concreto, como a resistência à compressão (KIM e OLEK, 2015 apud DORIA,2020,p.42) Outrossim, conforme Haspariky(2005), a utilização de $LiNO_3$ em testemunho de concreto se tornou eficiente no combate a RAA, reduzindo em até 17% a redução do gel exsudo, responsável pela expansão deletéria nas estruturas. Além disso, destaca-se que o uso do ($LiNO_3$) se tornou benéfico, dependendo da utilização e também das proporções utilizadas, caso contrário, tornase ineficiente ao combate da RAA.

CONCLUSÃO

A partir das análises dos diversos trabalhos no que tange ao referido tema, conclui-se que o uso do nitrato de lítio no combate a RAA tem grande potencial de mitigação do processo de expansão em estruturas de concreto armado, tendo em vista que atua de forma direta nos produtos responsáveis pelo potencial reativo expansivo nos elementos de concreto, resultando assim na estabilidade química dos compostos do concreto e um menor grau de expansão volumétrica nas peças que estão sujeita a essa manifestação patológica. Além disso, como sugestão para trabalhos futuros, torna-se necessário analisar de forma minuciosa os efeitos corretivos do $LiNO_3$ em longo período de duração, bem como caracterizar os agregados utilizados na região do agreste Pernambuco, observando a existência de potencial reativo.

AGRADECIMENTOS

Órgão de Fomento: Programa Pernambuco na Universidade – PROUNI-PE, pela concessão de bolsa de pesquisa ao segundo autor.

REFERÊNCIAS

- BATTAGIN. Arnaldo, et al A evolução da cultura da prevenção da reação álcaliagregado no mercado nacional. Revista Concreto e Construções, São Paulo, v.83,2016, p.39 -43. Disponível em:< <https://concretoeconstrucoes.org.br/index.php/revista/edicao-83>>. Acesso em: 17 de Jun.2022
- CÂNDIDO. Wilson.Ferreira Estudo de tratamentos com lítio no combate da reação álcali-agregado..Dissertação(mestrado em Geotecnia e construção civil). Escola de Engenharia Civil. Universidade Federal de Goiás. Goiânia,2009.
- DORIA.Mariana Rezende. Ativação álcali-sílica por aplicação de micro-ondas e passivação de agregado reativo por tratamento com nitrato de lítio. Tese(Doutorado), Universidade Federal de Sergipe, Programa de pós-graduação em ciência e engenharia de materiais.2020.
- HASPARYK,Nicole.Pagan. Investigação de concretos afetados pela reação álcaliagregado e caracterização avançada do gel exsudado. Tese (Doutorado), Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Escola de Engenharia Civil. 2005.
- LAKATOS, Eva Maria; MARCONI, Marina de Andrade.Metodologia do trabalho Científica. 9.ed. São Paulo: Atlas, 2021. 9788597026559. Disponível em: <https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788597026559/>. Acesso em: 05 jul. 2022.

- NOGUEIRA,Kelson.Antunes Nogueira. Reação álcali-agregado: diretrizes e requisitos da abnt nbr 15577/2008. Monografia (Curso de Especialização em Construção Civil). Universidade Federal de Minas Gerais, Escola de Engenharia,2010.
- OTOCH. Sérgio. Reação álcali-agregado: o que é e como evitar? Revista Concreto e Construções, São Paulo, ano 83, 2016, p.27-29.:Disponível em:<
<https://concretoeconstrucoes.org.br/index.php/revista/edicao-83>>. Acesso em: 17 de Jun.2022
- SILVA. Domingos Jorge Ferreira. Estudo dos efeitos do nitrato de lítio na expansão de argamassas sujeitas a reação álcali-sílica. Dissertação(Mestrado em Engenharia Civil). Universidade Estadual Paulista, programa de pós-graduação em engenharia civil,2007.
- THOMAS,M.D.A.et al. The Use of Lithium to Prevent or Mitigate Alkali-Silica Reaction in Concrete pavements and Structures. Publication No. FHWA-HRT-06- 133, Federal Highway Administration, U.S.Department of Transportation, DC, March,2007.