

Durabilidade de materiais cimentícios à reação álcali agregado (RAA) e o cimento supersulfatado (CSS): Teste de reatividade do agregado

Durability of cementitious materials to the alkali aggregate reaction (RAA) and supersulfated cement (CSS): Aggregate reactivity test

RESUMO

Visando atender a maiores tempos de vida útil das estruturas de concreto, os estudos de durabilidade passaram a proporcionar grandes avanços na área dos materiais de construção. Entretanto, muitas questões precisam ser definidas também a novos produtos que passaram a surgir nessa área, como é o caso dos novos cimentos sustentáveis, como o cimento supersulfatado (CSS). A reação álcali-agregado (RAA) causa grandes prejuízos às estruturas de concreto quando ela passa a acontecer, porque surgem fissuras e cada vez mais vai sendo prejudicada a vida útil da estrutura. O objetivo deste trabalho é definir a reatividade do agregado quanto à presença de álcalis seguindo o método da NBR 15577-4:2018, para que possa dar sequência ao estudo de durabilidade do CSS quando a ação deletéria da RAA. O resultado do teste de reatividade mostrou que o agregado está sob condições de ser utilizado nos próximos passos da pesquisa, pois a variação dimensional média dos corpos de prova com agregado potencialmente reativo ultrapassou o limite estabelecido pela norma, o que consequentemente o caracteriza como agregado reativo.

PALAVRAS-CHAVE: Cimento Supersulfatado. Durabilidade. Sustentabilidade.

ABSTRACT

In order to meet the longer service life of concrete structures, durability studies have started to provide great advances in the area of construction materials. However, many issues still need to be defined also for new products that have started to emerge in this area, as is the case with new sustainable cements, such as supersulfated cement (CSS). The alkali-aggregate reaction (RAA) causes great damage to the concrete structures when it happens, because cracks appear and the structure's useful life is increasingly being damaged. The objective of this work is to define the reactivity of the aggregate with regard to the presence of alkalis following the method of NBR 15577-4: 2018, so that it can continue the study of the durability of the CSS when the harmful action of the RAA. The result of the reactivity test showed that the aggregate is under conditions to be used in the next steps of the research, because the average dimensional variation of the specimens with potentially reactive aggregate exceeded the limit established by the standard, which consequently characterizes it as a reactive aggregate

KEYWORDS: Supersulfated cement. Durability. sustainability.

Isabel Cristina Magro
isabelmagro@alunos.utfpr.edu.br
Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Pato Branco, Paraná, Brasil

Caroline Angulski da Luz
angulski@hotmail.com
Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Pato Branco, Paraná, Brasil

Erica Caroline Szydloski
ericaszy@hotmail.com
Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Pato Branco, Paraná, Brasil

Recebido: 19 ago. 2020.

Aprovado: 01 out. 2020.

Direito autorial: Este trabalho está licenciado sob os termos da Licença Creative Commons-Atribuição 4.0 Internacional.



INTRODUÇÃO

O cimento supersulfatado, de acordo com Aitcin (2008), foi criado e patenteado pelo alemão Hans Kuhl em 1908. É um material aglomerante baseado totalmente na propriedade hidráulica da escória, podendo conter em sua composição de 80 a 85% de escória, somado a 10 ou 15% de sulfato de cálcio e 5% de um ativador alcalino para a mistura (NEVILLE, 2013). Além de suas principais propriedades que são: o baixo calor de hidratação e a capacidade de resistir à água do mar e ambientes com grandes concentrações de sulfatos, ainda pode ser visto como um possível substituto do CP visando a sustentabilidade da construção civil, um patamar que faz-se muito necessário ser alcançado por ser uma das áreas de atuação responsável por elevados índices de degradação do meio ambiente.

A durabilidade do concreto e dos compósitos de cimentos na construção civil é uma propriedade essencial. Tudo o que é projetado e executado na área da engenharia civil precisa ser levado em consideração o tempo de vida útil dessas obras. E se os materiais estruturais não forem capazes de suportar algumas condições de possível degradação, diminuirá drasticamente a vida útil tanto funcional como estrutural dessa obra (BRANCO, GARRIDO, PAULO; 2013). Devido a isso, faz-se necessário o estudo da durabilidade dos novos materiais que passam a se inserir no mercado da construção civil, entre eles o CSS. Nos estudos de durabilidade, se inclui a reação álcali-agregado.

A reação álcali-agregado (RAA), na sua forma mais comum, acontece entre aos álcalis do cimento e a sílica reativa dos agregados na presença dos hidróxidos de cálcio da hidratação do cimento que resulta na formação de um gel que em contato com a água se expande, ou seja, acontece sempre que o material cimentício tem contato com um agregado potencialmente reativo e se encontra em um ambiente com presença de umidade, como por exemplo obras hidráulicas, como as barragens (NEVILLE, 2013). O produtos dessa reação causa expansão na matriz cimentícia que pode acarretar em consequências negativas, tanto nas características físicas quanto mecânicas do material (METHA, 2008).

Como forma preventiva à RAA sabe-se que a utilização de cimentos com adições de pozolana e escória, como CPIV e CP III, reduzem a quantidade de álcalis na composição do Cimento Portland devido a menor quantidade de clínquer na mistura, com isso, conseqüentemente diminuindo a probabilidade dessa reação acontecer (MUNHOZ, 2007). Por isso, acredita-se que o CSS, por possuir em sua composição de 80 a 85% de escória e 10 a 15% de sulfato de cálcio teria bons índices de se apresentar como uma ótima opção a essa questão.

Este trabalho tem como objetivo apresentar os resultados do teste de expansão para a análise de resultados quanto à reatividade do agregado.

MATERIAIS E MÉTODOS

Para pesquisas que envolvem estudos sobre a reação álcali-agregado, faz-se necessário saber quanto a reatividade do agregado a ser utilizado, se ele irá proporcionar essa reação com a matriz cimentícia, e então poder compreender o comportamento dos cimentos quanto a ela. Essa pesquisa sobre a RAA iniciou-se por determinar se o agregado miúdo disponível, areia de britagem, seria reativo para dar continuidade aos estudos e ensaios.

Por isso, primeiramente foi realizado o teste de reatividade do agregado seguindo a norma brasileira NBR 15577-4:2018 que normatiza o ensaio de determinação da expansão em barras de argamassa pelo método acelerado.

- a) CPV: O Cimento Portland tipo V utilizado foi da marca Itambé.
- b) Areia de Britagem: Os agregados utilizados no estudo são do tipo basáltico, provenientes de uma jazida localizada no município de Pato Branco – PR, a sua granulometria precisa conter proporções de material retidos nas peneiras 2,36 mm, 1,18 mm, 600 µm, 300 µm e 150 µm.

Quadro 1 – Proporções da areia de britagem para a argamassa

Peneira	%	Massa(g)
2,36 mm	10	99
1,18 mm	25	247,5
600 µm	25	247,5
300 µm	25	247,5
150 µm	15	148,5

Fonte: NBR 15577-4(2018)

- c) Areia Normal Brasileira: A areia normal brasileira é um material, provindo do Instituto de Pesquisas Tecnológicas e é utilizado como referência por todos os laboratórios nacionais que realizam ensaios físico-mecânicos de cimento Portland.

Quadro 2 – Proporções da areia do IPT para a argamassa

Peneira	%	Massa(g)
Grossa	25	247,5
Média Grossa	25	247,5
Média Fina	25	247,5
Fina	25	247,5
Grossa	25	247,5

Fonte: NBR 15577-4(2018)

- d) Solução de Hidróxido de Sódio: A solução para submersão dos corpos de prova é feita na concentração de 1mol/L, ou seja, é necessário 40g de Hidróxido de Sódio e 900 ml de água destilada e depois da mistura, completa-se o 1 litro, seguindo as recomendações de NBR 15577-4:2018.

As argamassas desse teste foram formuladas também de acordo com NBR 15577-4:2018. No quadro 3 temos a proporção da argamassa definida em norma e que com essas proporções é possível moldar 3 corpos de prova em forma de barra.

Quadro 3 – Proporções da formulação da argamassa

Cimento(g)	Agregado(g)	A/C (em massa)
400	990	0,47

Fonte: NBR 15577-4(2018)

A mistura das argamassas, nas proporções definidas no quadro 3, foi feita em uma argamassadeira mecânica e se inicia com a mistura da água com o cimento por 30 segundos em velocidade baixa, após esse tempo, sem parar a mistura,

começa-se a colocar gradualmente o agregado num período de mais 30 segundos. Então, em velocidade alta segue a mistura de todos os materiais por mais 30 segundos. Finalizado o tempo, desliga o misturador e aguarda o descanso da mistura por 1 minuto e 30 segundos com um pano úmido e limpo por cima da cuba de mistura. Em seguida, retorna em velocidade alta novamente, mistura por mais 1 minuto. Totalizando um tempo de mistura de 4 minutos

Foram moldadas 3 barras de argamassa, conforme na figura 1, para cada uma das misturas. A argamassa foi moldada no molde de 25mmx250mm que possua pinos de medidas nas pontas para depois ser possível a alocação desses corpos de prova no comparador de comprimento. Seguiu-se todas as etapas da NBR 15577-4:2018.

Figura 1 - Corpos de prova no molde especificado pela norma



Fonte: Autoria Própria.

Após a moldagem foram necessárias 24 horas de cura inicial em câmara úmida com a face superior protegida. Passado esse período, as barras foram removidas dos moldes e então imergidas totalmente em água destilada em um recipiente de inox que em seguida é colocado em aquecimento na estufa até 80°C por 24 horas, tendo essa taxa de elevação de temperatura entre 4 e 8 horas. O recipiente, como na figura 2, deve ser fechado com a tampa para não haver a evaporação da água da solução.

Figura 2 - Recipiente que abriga os corpos de prova sob a solução dentro da estufa.



Fonte: Autoria Própria.

Para a obtenção de resultados da expansão das barras, foi preciso realizar pelo menos as medidas, no relógio comparador mostrado na figura 3, em 16 e 30 dias contados a partir da moldagem, ou seja, 14 e 28 dias em submersão na solução de hidróxido de sódio. Escolheu-se realizar medidas intermediárias em 5, 7, 12, 19, 21 e 26 dias contados a partir da submersão na solução.

Figura 3 - Recipiente que abriga os corpos de prova sob a solução dentro da estufa.

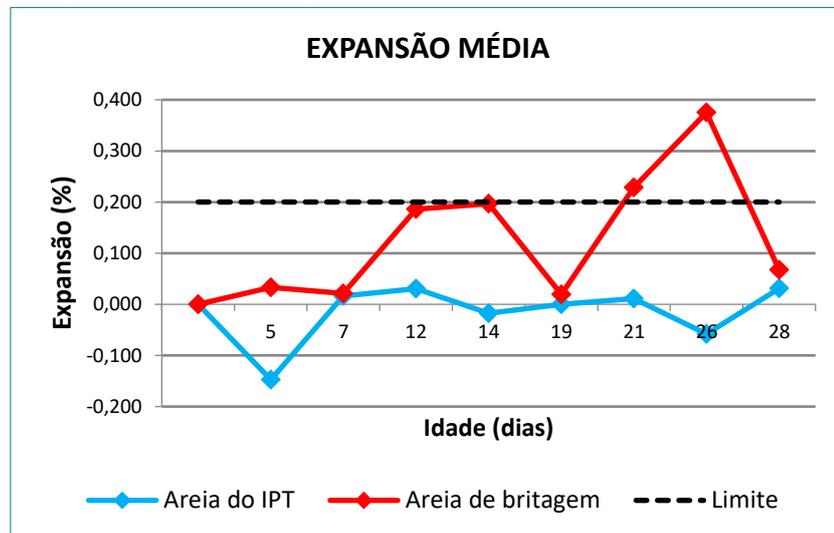


Fonte: Autoria Própria.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

À variação dimensional das barras no método acelerado da NBR 15577-4:2018, está apresentado na figura 4.

Figura 4 – Gráfico da expansão média das barras submetidas ao teste.



Fonte: Autoria Própria.

Foi possível perceber que a média das expansões na barra de areia de britagem superou o limite e chegou próximo dos 0,4% aos 26 dias. É possível perceber que na idade de 19 dias houve uma queda bem brusca na média, mostrando que nesse dia pode ter ocorrido algum erro na hora de medição, visto que havia uma tendência dos outros pontos a mostrar o aumento da expansão conforme as idades. Nas realizações das medidas, pode-se citar dois fatores que podem interferir nos resultados obtidos, são eles: a diferença de umidade que causa grande taxa de evaporação de água contida nos corpos de prova e a

diferença de temperatura entre os ambientes, o recipiente onde os corpos de prova ficam totalmente submersos e o laboratório.

Já as barras de areia do IPT, na maioria dos dias de análise, não passaram a porcentagem de 0,05%. Para alguns dias que apareceu retração, pode ser devido as dificuldades nas medições como citado anteriormente.

CONCLUSÃO

O agregado provindo de uma jazida de basalto da região de Pato Branco, se apresentou então potencialmente reativo aos álcalis da solução, por esse motivo é de extrema importância o estudo das reações álcali-agregado e considerar que pode acontecer esse tipo de patologias nessa região. O objetivo é identificar a durabilidade de cimentos supersulfatado, portanto, esse agregado pode ser utilizado para seguir os estudos dessa área de pesquisa.

Algumas dificuldades podem surgir no decorrer da execução das próximas etapas como o acontecido no teste se não houver um cuidado com a constância dos movimentos e tempo nesse momento do ensaio. Faz-se então a necessidade de maior cuidado para que resultados mal obtidos afetem negativamente a pesquisa.

Espera-se com a sequências dos estudos que a durabilidade quanto a RAA no CSS seja boa, visto que o agregado é potencialmente reativo a álcalis, mas o CSS apresenta baixos teores deles em sua composição.

AGRADECIMENTOS

Agradeço à Universidade Tecnológica Federal do Paraná, ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico e à Fundação Araucária, pela oportunidade de desenvolvimento da pesquisa e a professora orientadora e colegas de laboratório por todo apoio e auxílio prestados.

REFERÊNCIAS

AİTCIN, P. C. **Binders for durable and sustainable concrete**. Modern concrete technology 16. Taylor and Francis Inc., Nova Iorque, USA.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15577-4: Agregados – RAA – Ensaio Acelerado de barras de argamassa**. Rio de Janeiro. 2008.

BRANCO, F.A; GARRIDO, M; PAULO, P. Vida útil na construção civil. **Boletim Técnico ALCONPAT**, n.4. 2013. Disponível em: <http://alconpat.org.br/wp-content/uploads/2012/09/B4-Vida-%C3%9Atil-na-Constru%C3%A7%C3%A3o-Civil.pdf>. Acesso em: 29 ago. 2020.

MEHTA, P.K.; MONTEIRO, P.J.M. **Concreto – microestruturas, propriedades e materiais**. 3ª ed; São Paulo: Ed. Pini, 2008.

MUNHOZ, F. A. C. **Efeito de adições ativas na mitigação das reações álcalisilicato.**2007. 189 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Construção Civil e Urbana) – Escola Politecnica, Universidade de São Paulo. São Paulo, 2007.

NEVILLE, A.M. **Tecnologia do Concreto.** 2. Ed. Porto Alegre: Bookman, 2013.