

## CONCRETOS COM RCD: COMPORTAMENTO DA DURABILIDADE SOB ATAQUES POR SULFATOS

Gustavo Cavalcanti Concerva<sup>1\*</sup>, André Luiz Santos Patriota<sup>2</sup>, Camila Macêdo Medeiros<sup>3</sup>, Marcos Antônio Padilha Júnior<sup>4</sup>, Eduardo da Cruz Teixeira<sup>5</sup>

1. Estudante de IC do Curso de Edificações do IF Sertão PE campus Salgueiro
2. Professor e Pesquisador do IF Sertão PE, campus Salgueiro
3. Professora e Pesquisadora do IF Sertão PE, campus Salgueiro
4. Professor e Pesquisador do IF Sertão PE, campus Salgueiro
5. Professor e Pesquisador do IF Sertão PE, campus Salgueiro / orientador

### Resumo:

A área da construção civil vem sempre a cada dia mostrando sua importância para o crescimento econômico e social, uma atividade de extrema importância, mas que também gera um grande nível de impacto ambiental com sua produção de resíduos. Diante desta situação várias pesquisas como está, vem sendo realizadas no intuito de reaproveitar os resíduos gerados na construção civil, produzindo assim concretos com RCD e estudando a viabilidade técnica e econômica de concretos sustentáveis, pois é de extrema importância que o concreto continue desempenhando com qualidade suas funções previstas, testando assim sua capacidade de resistir a ações intempéries como o ataque de sulfato.

**Palavras-chave:** Sustentáveis; Intempéries; Sulfato.

**Apoio financeiro:** IF-Sertão PE campus Salgueiro.

**Trabalho selecionado para a JNIC pela instituição:** IF Sertão PE.

### Introdução:

A indústria da construção civil além de ser reconhecida como uma atividade extremamente importante para o desenvolvimento econômico e social, também se comporta como uma grande geradora de impactos ambientais, sendo pelo consumo de recursos naturais, pela modificação da paisagem ou pela geração de resíduos, como afirma Silva (2007).

Na geração de resíduos, estima-se que para cada tonelada de resíduo sólido urbano recolhido, são coletadas 2 toneladas de resíduos proveniente da atividade de construção civil, ou demolição (Bidone, 2001). O problema principal causado por esse resíduo, no ponto de vista ambiental, é a sua

deposição irregular, ocasionando pontos de lixo e contaminando o solo.

Diante deste contexto, tomado pela premissa do desenvolvimento econômico da cidade de Salgueiro e do Sertão Central de Pernambuco, no nordeste do Brasil, no IF Sertão PE, campus Salgueiro, os grupos de pesquisa ITEC (Inovação e Tecnologia na Engenharia Civil) e Desenvolvimento de Materiais não convencionais, ambos sediados no campus Salgueiro, vêm estudando a viabilidade técnica e econômica de concretos sustentáveis, utilizando agregados oriundos de resíduos da indústria da construção civil (RCD).

Estudos iram permitir a utilização de agregados reciclados em concretos para fins não estruturais, porém, estudos sobre comportamento mecânico, durabilidade e microestrutura estão sendo desenvolvidos tendo objetivo de utilizar o concreto reciclado para fins estruturais e garantir sua viabilidade técnica e financeira.

É essencial que a estrutura do concreto continue a desempenhar suas funções previstas. Têm sido realizadas várias análises para melhor compreender a durabilidade do concreto feito com agregado reciclado. Esta propriedade do concreto é definida como a sua capacidade de resistir à ação das intempéries, ataques por sulfatos, abrasão ou qualquer outro processo de deterioração, ou seja, um concreto durável conservará sua qualidade e capacidade exposto a determinado meio ambiente.

Segundo Pereira, et al (2012), essa é uma área de trabalho que precisa ser bem mais extraída principalmente aqui no Brasil, pois só irá ganhar espaço no mercado a utilização de concretos com agregados quando conhecermos bem sua durabilidade comparada com o concreto convencional. Então, esta pesquisa estudou concretos com agregados reciclados, as propriedades de absorção, consistência, resistência mecânica e

aspectos de durabilidade, como ataques por sulfatos.

### Metodologia:

Área de pesquisa:

A área de estudo desta pesquisa é o município de Salgueiro. Salgueiro é uma cidade brasileira do interior do estado de Pernambuco, Região Nordeste do Brasil. Pertence à Mesorregião do Sertão Pernambucano e à Microrregião de Salgueiro, localizando-se a oeste da capital estadual, estando distante dela 513 km. Possui uma extensão territorial de 1 733,7 km<sup>2</sup>, sendo 6,75 km<sup>2</sup> em perímetro urbano, tendo sua população estimada em 2014 em 59 409 habitantes. A sede municipal tem uma temperatura média de 26,0 °C, tendo a Caatinga como sua vegetação original e predominante. Com aproximadamente 80,7 % da população vivendo na área urbana, o seu Índice de Desenvolvimento Humano (IDH-M) é de 0,669, considerado médio em relação ao valor estadual. A prestação de serviços e a indústria destacam-se como os principais geradores de renda para o município (Prefeitura de Salgueiro, 2013).

Materiais:

O agregado miúdo reciclado originado do processo de britagem do RCD utilizado neste trabalho é oriundo da cidade de Salgueiro-PE, e foi o material utilizado como base da pesquisa executada pelo IF Sertão PE, Campus Salgueiro. Trata-se de um material no qual será usado em substituição ao agregado miúdo natural, a areia lavada.

A areia lavada utilizada é originada de leito de riacho e possui diâmetro máximo de 2,40mm, módulo de finura de 1,41, segundo a ABNT NBR NM 248:2003, e massa específica de 2,36g/cm<sup>3</sup> segundo a ABNT NBR NM 52:2009.

O agregado miúdo reciclado possui diâmetro máximo de 2,26mm, módulo de finura de 2,40, segundo ABNT NBR NM 248:2003, e massa específica de 2,28g/cm<sup>3</sup>, segundo a ABNT NBR NM 52:2009.

O agregado graúdo utilizado neste trabalho foi o agregado convencional oriundo da rocha granítica, com diâmetro máximo de 25,4mm segundo ABNT NBR NM 248:2003, índice de forma de 2,1, segundo ABNT NBR 7809:2006, desgaste a abrasão de 37% segundo a ABNT NBR NM 51:2001, e teor de material pulverulento de 9,7%, segundo a ABNT NBR NM 46:2003.

O cimento utilizado foi o CPIII, 40 Mpa, o Cimento Portland de alto-forno, contém adição de escória no teor de 35% a 70% em

massa, o que lhe confere propriedades como; baixo calor de hidratação, maior impermeabilidade e durabilidade, sendo recomendado tanto para obras de grande porte e grande agressividade, pela sua resistência aos sulfatos.

O traço usado tanto no concreto de referência quanto no concreto com 25%, 50% e 75% agregado reciclado de RCD foi 1:2:2:0,5, conforme Tabela1, a mistura e o adensamento foram feitos mecânicamente. Foram moldados 12 corpos de prova para cada tipo de concreto, sendo 6 destinados ao ensaio de resistência mecânica, 3 para absorção por capilaridade e 3 para o ensaio de ataques por sulfatos.

**Tabela 1: Proporção de mistura dos concretos**

Mistura	w/c	Teor de substituição de agregado miúdo reciclado
Família 1	1:2:2	0%
Família 2	1:2:2	25%
Família 3	1:2:2	50%
Família 4	1:2:2	75%

\* para mistura dos concretos, foi feita a pré-molhagem do agregado reciclado

Métodos:

Os corpos de prova e a cura foram feitas de acordo com a ABNT NBR 5736/2003: Concreto – Procedimento para moldagem e cura de corpos-de-prova, os 6 corpos de prova com concreto de referência e os 6 com concreto preparado com material reciclado para cada fração de substituição, foram rompidos com base na ABNT NBR 5739:2007: Concreto – Ensaio de compressão de corpos-de-prova cilíndricos, em uma prensa hidráulica, onde obteve-se resistência à compressão de cada um.

Com a finalidade de usar um método experimental acelerado, a análise de ataques por sulfatos, os corpos de prova ficaram imersos em uma solução de sulfato de potássio anidro, numa concentração de 10% em água destilada, a temperatura do ambiente foi mantida constante em 40°C (+/- 2°C), conforme Figura 1.



Figura 1: Corpo de prova cilíndrico imerso em solução de sulfato.

### Resultados e Discussão:

Ataques por sulfato: Os concretos foram submetidos ao procedimento conforme a metodologia deste trabalho, em que os corpos de prova, imersos em solução de sulfato de potássio anidro, concentração de 10% em água destilada.

As dimensões (diâmetro das faces e altura) dos corpos de prova foram medidas a cada 24 horas com paquímetro digital, possibilitando identificação da sensível mudança de volume destes, de 4 famílias distintas testados por 15 dias.

Varição do volume dos corpos de prova: O concreto com 75% de substituição pelo agregado RCD (família 4) teve uma variação de 3,846% do volume quando imerso na solução de sulfato por 15 dias, o concreto da família 3, com 50% de substituição, teve variação de volume de 2,853%, já os concretos com teor de 25% de substituição e o referência (família 2 e 1) apresentaram variação de volume de valores aproximados, sendo 1,331% o concreto de referência, com 0% de agregado reciclado e 1,231% o concreto da família 2, com 25% de agregado reciclado em sua mistura.

Percebe-se também, que nos primeiros 5 dias, os concretos permanecem com variação de volume igual a zero, mesmo com solução em alta concentração de sulfato e ambiente com temperatura elevada.



Figura 2: Corpo de prova (família 1, 2, 3 e 4) após ataque por sulfato.



Figura 3: Corpo de prova família 4

### Conclusões:

Portanto para que fosse feita a utilização do resíduo de construção como agregado miúdo em concretos, segundo limites da Norma brasileira, é necessário a lavagem para reduzir o teor de pulverulentos, principalmente o agregado reciclado com frações significativas de material cerâmico.

A norma brasileira não recomenda a alta concentração da solução de sulfato de potássio e o curto período de ensaio, aconselha uma concentração de 5%, porém neste trabalho foi feito um ensaio experimental para análise do comportamento dos concretos imersos na solução com temperatura de 40°C.

Concretos com teor de substituição  $\geq$  50% de agregado reciclado tem maiores coeficientes de absorção por capilaridade, permitindo com mais facilidade a entrada de agentes externos, porém o concreto com 25% de substituição se comportou de maneira semelhante ao concreto de referência.

Esta pesquisa registra e recomenda o aprofundamento dos estudos de durabilidade de concreto com agregado reciclado, incluindo também um período de tempo maior para ataques por sulfatos.

### Referências bibliográficas

Silva, Alex Fabiane Fares da. Gerenciamento de resíduos da construção civil de acordo com a resolução Conama nº 307/02: Estudo de caso para um conjunto de obras de pequeno porte / Alex Fabiane Fares de Silva. — 2007. Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Minas Gerais, Escola de Engenharia.

Bidone, F.R.A. (2001) Resíduos sólidos provenientes de coletas especiais: eliminação e valorização. PROSAB ABES/RJ. 240 p.

Pereira, E.; MEDEIROS, M. H. F; LEVY, S. M.;

Durabilidade de concretos com agregados reciclados: uma aplicação de análise hierárquica. Ambiente Construído, Porto Alegre, v. 12, n. 3, p. 125-134, jul./set. 2012.

ABNT NBR NM 248:2003 - Agregados - Determinação da composição granulométrica, Rio de Janeiro.

ABNT NBR NM 52:2009 - Agregado miúdo - Determinação da massa específica e massa específica aparente, Rio de Janeiro.

ABNT NBR 7809:2006 - Agregado graúdo - Determinação do índice de forma pelo método do paquímetro - Método de ensaio, Rio de Janeiro.

ABNT NBR NM 51:2001 - Agregado graúdo - Ensaio de abrasão "Los Angeles", Rio de Janeiro.

ABNT NBR NM 46:2003 - Agregados - Determinação do material fino que passa através da peneira 75 µm, por lavagem, Rio de Janeiro.

ABNT NBR 5736/2003-: Concreto – Procedimento para moldagem e cura de corpos-de-prova, Rio de Janeiro.

ABNT NBR 5739, 2007 - Concreto - Ensaio de compressão de corpos-de-prova cilíndricos, Rio de Janeiro.