



## DURABILIDADE EM CONCRETO ECOLÓGICO COM REUSO DE EFLUENTES

DOI: <http://dx.doi.org/10.55449/conresol.7.24.XV-003>

Rafael Melo Torres (\*), Fabíola da Costa Catombé Dantas, Pedro Canisio Azevedo de Souza, Amanda Virgínia de Oliveira Soares

\* Instituto Federal do Rio Grande do Norte

### RESUMO

A construção civil depende de um consumo moderado de água, portanto, essa pesquisa visa o reaproveitamento de efluentes no concreto, para assim, diminuir o consumo de água potável que é destinada ao consumo humano. Por meio de análises físico-químicas, é observável que efluente tratado pode ser utilizada para a fabricação do concreto a partir do momento que ele atende aos padrões estabelecidos pelas normas. Os concretos produzidos foram avaliados em diversos parâmetros, como: resistência à compressão axial, resistividade elétrica, pulso ultrassônico e absorção de água por capilaridade. Observamos que o emprego do efluente na produção de concreto pode ser reaproveitado no setor da construção civil, com resultados promissores, visto que os parâmetros avaliados foram estatisticamente iguais em relação ao uso de água potável.

**PALAVRAS-CHAVE:** reuso, concreto, durabilidade

### ABSTRACT

Civil construction depends on a moderate consumption of water, therefore, this research aims to reuse wastewater in concrete, in order to reduce the consumption of potable water intended for human consumption. Through physical-chemical analyses, it is clear that treated effluent can be used to manufacture concrete as soon as it meets the standards established by the regulations. The concretes produced were evaluated in several parameters, such as: resistance to axial compression, electrical resistivity, ultrasonic pulse and water absorption by capillarity. We observed that the use of wastewater in concrete production can be reused in the construction sector, with promising results, since the parameters evaluated were statistically the same in relation to the use of potable water.

**KEY WORDS:** reuse, concrete, durability

### INTRODUÇÃO

Atualmente, o problema da escassez de água é um dos mais significativos na sociedade. As razões mais importantes para a crise da água são: o aumento da população, as mudanças climáticas e a ineficiência da gestão dos recursos hídricos. As recentes análises indicaram que os melhores projetos de reutilização de água com viabilidade econômica e aceitação pública são os que substituíram a água potável por água residuária na irrigação e na área industrial (ASADOLLAHFARDI et al., 2016). As águas residuárias são compostas por 99,9% de água e 0,1% materiais orgânicos e minerais que são formados a partir de partículas em suspensão.

Na busca de soluções sustentáveis na construção civil, destaca-se a utilização de processos construtivos racionalizados que minimizem os impactos ambientais negativos. Neste contexto, os métodos de reuso são uma forma de enfrentar o problema da falta de água, por ser um processo com tecnologias consolidadas, eficientes e adequadas para utilização de diversos fins, trazendo resultados positivos para o meio ambiente (MOTA ; VON SPERLING, 2009).

O concreto é o material mais utilizado na construção civil e desempenha um papel importante na engenharia. Nos últimos anos o concreto auto adensável (CAA) tem se tornado cada vez mais popular, material com grande fluidez de trabalhabilidade, possibilitando um concreto plástico, sem a necessidade de realizar o adensamento. A indústria do concreto é a maior consumidora de água, depois do consumo humano, sendo utilizada na produção, na cura e na lavagem de caminhões de mistura de concreto (MEHTA; MONTEIRO, 2013). A qualidade da mistura de água desempenha um papel importante nas características do concreto. As impurezas existentes nos materiais constituintes do concreto podem afetar o tempo de pega de pega, a sua hidratação e a durabilidade, desse modo, verificamos a importância da avaliação da qualidade do efluente para água de amassamento como também a durabilidade do concreto no estado endurecido.



Alguns estudos compararam o uso de efluente com diferentes porcentagens no concreto em relação ao uso de água potável. A resistência à compressão em diversas idades foi semelhante com o concreto feito com 100% de água potável. No entanto, há lacunas de dados e informações acerca da durabilidade do concreto, nesse sentido, estudos das propriedades no concreto endurecido é de extrema relevância técnica.

## OBJETIVOS

O objetivo do trabalho é propor o reuso de efluente tratado para água de amassamento na produção de concreto autoadensável; e analisar o comportamento dos concretos autoadensáveis ecológico - CAAE (com uso de efluentes tratados) em relação ao concreto autoadensável convencional - CAAC (com uso de água potável).

## METODOLOGIA

Inicialmente foi realizada a coleta do efluente na Estação de Tratamento de Esgoto com o objetivo de avaliar as características físico-químicas. A análise das características do efluente tratado descrita na NBR 15900-3, consiste na análise das características, através dos parâmetros: Açúcares, Fosfatos, Nitratos, Chumbo, Zinco, Sulfatos, Álcalis, Óleos e gorduras, Detergentes, Cor, Material sólido, Odor.

O segundo momento do acompanhamento e a avaliação do projeto trata-se da realização de ensaios de caracterização dos constituintes do concreto (areia, brita, cimento) que serão importantes para a dosagem do concreto, como: granulometria, massa específica e aparente dos agregados e aglomerantes.

Na terceira etapa foi introduzido os efluentes tratados na mistura de concreto e em seguida realizado ensaios mecânicos e de durabilidade com a finalidade de verificar se ocorreu mudanças significativas nas características do concreto em relação ao uso de água potável. A análise das características físicas e mecânicas do concreto, foram realizados os ensaios: Consistência pelo abatimento do tronco de cone, Ruptura de corpos-de-prova de concreto, Absorção de água por capilaridade, Resistividade elétrica, Ultrassom.

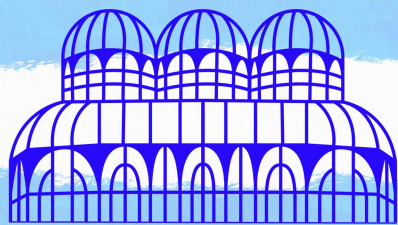
Para finalizar uma análise de variância (ANOVA) foi realizada, seguida de testes estatísticos a posteriori para comparação dos dados físico-químicos do efluente e dados dos ensaios físicos e mecânicos do concreto obtidos, com objetivo de que as características do concreto com água potável e com efluente tratado sejam estatisticamente iguais.

## RESULTADOS

Inicialmente foi realizado o enquadramento do efluente no cumprimento dos requisitos exigidos pela norma NBR 15900-1:2009. As seguintes tabelas 1 e 2 apresentam os índices obtidos da água potável e do efluente. Comparando os resultados obtidos, constata-se que o efluente atende aos padrões exigidos, os quais todos os parâmetros avaliados se enquadra na norma, sendo possível sua aceitabilidade na produção de concreto

**Tabela 1. Índices da água potável. Fonte: Autor do Trabalho**

Parâmetros	Unidade	Limites permissíveis	Resultados
Álcalis solúveis em água	Mg/l Na <sub>2</sub> O	1500	2,00
Chumbo	Mg/l	100	< 0,10
Cloreto	Mg/l Cl <sup>-</sup>	250	30,49
Cor	---	Amarelo claro a incolor	Incolor
Detergentes	---	Sem espuma em 2min	Sem espumas
Fosfato	Mg/l P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	100	< 0,1
Nitrato	Mg/l NO <sub>3</sub>	500	15,05
Odor	---	Não objetável	---



Óleos e graxas	---	Apenas traços visíveis	---
Ph	---	> 5	4,94
Sólidos totais	Mg/l	50000	229,00
Sulfato	Mg/l SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	2000	3,25
Zinco	Mg/l	100	0,045

**Tabela 2. Índices de efluente tratado. Fonte: Autor do Trabalho**

Parâmetros	Unidade	Limites permissíveis	Resultados
Álcali solúveis em água	Mg/l Na <sub>2</sub> O	1500	132,00
Chumbo	Mg/l	100	< 0,10
Cloreto	Mg/l Cl <sup>-</sup>	250	89,98
Cor	---	Amarelo claro a incolor	Amarelo claro
Detergentes	---	Sem espuma em 2min	Sem espuma
Fosfato	Mg/l P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	100	2,36
Nitrato	Mg/l NO <sub>3</sub>	500	8,00
Odor	---	Não objetável	---
Óleos e graxas	---	Apenas traços visíveis	---
Ph	---	> 5	6,89
Sólidos totais	Mg/l	50000	313,00
Sulfato	Mg/l SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	2000	23,98
Zinco	Mg/l	100	0,044

A tabela 3 expõe os índices dos concretos analisados no estado fresco, conforme NBR NM 15823-2. Os resultados mostram a perda de espalhamento e trabalhabilidade do CAA (concreto autoadensável) que utilizou efluente. A diminuição da trabalhabilidade pode ter ocorrido devido a reação do cloro residual do efluente com o plastificante usado no concreto, alterando as propriedades do concreto. Asadollahfardi et al. (2016) avaliou a aplicação de esgoto tratado na produção e cura do concreto antes da etapa desinfecção com cloro e verificou diferenças significativas na pega do cimento e no ensaio de consistência quando comparadas com água potável.

**Tabela 3. Índices no estado fresco. Fonte: Autor do Trabalho**

TRAÇOS	Slump flow test (mm)	Slump flow T500 (s)
CAA CONVENCIONAL	811,67	0,57
CAA EFLUENTE	545	2,17

O primeiro parâmetro do concreto endurecido analisado foi o de resistência à compressão axial, conforme a NBR 5739/2007. A figura 01 expõe o desempenho dos concretos em estudo em relação a resistência à compressão. É possível constatar que não houve grande alteração na resistência final do CAA EFLUENTE em comparação ao CAA CONVENCIONAL. Noruzman et al. (2012) verificou que a resistência à compressão e a permeabilidade com o uso de água potável e efluente tratado foram estatisticamente iguais, porém recomenda que mais estudos são necessários sobre o desempenho de durabilidade a longo prazo.

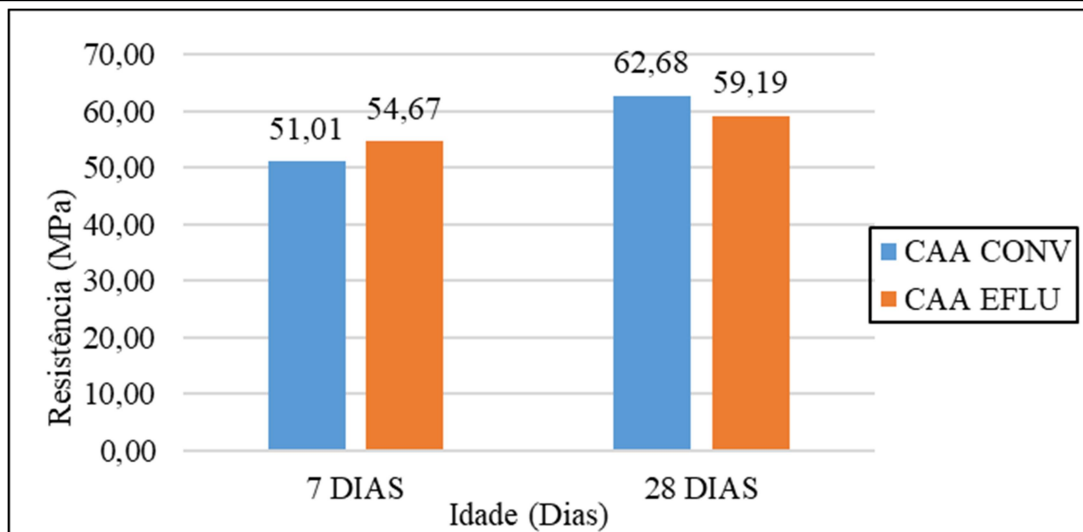
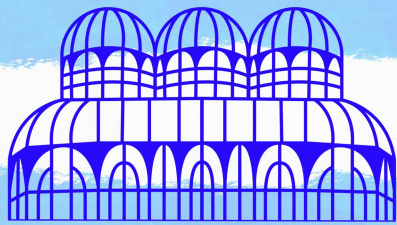


Figura 1: Resistência à compressão axial. Fonte: Autor do Trabalho

Na figura 02 é possível constatar que no tocante a compactidade e qualidade dos concretos, conforme ensaio de determinação da velocidade de propagação de onda ultrassônica (NBR 8802:2013), os concretos em estudo não se diferem neste aspecto, com valores similares e estatisticamente iguais.

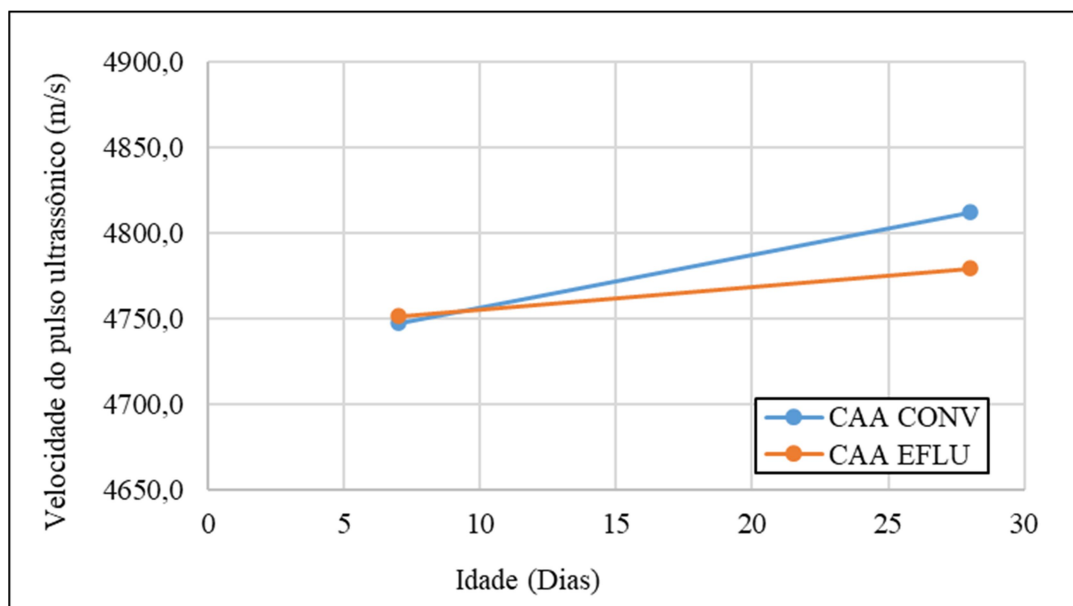


Figura 2: Velocidade de pulso ultrassônico. Fonte: Autor do Trabalho

Percebe-se, diante dos dados da figura 03, que a resistividade elétrica do CAA EFLU é ligeiramente superior ao CAA CONV, porém com valores similares. Asadollahfardi et al. (2016) avaliou a aplicação de esgoto tratado na produção do concreto e não verificou diferenças significativas em relação a resistividade elétrica.

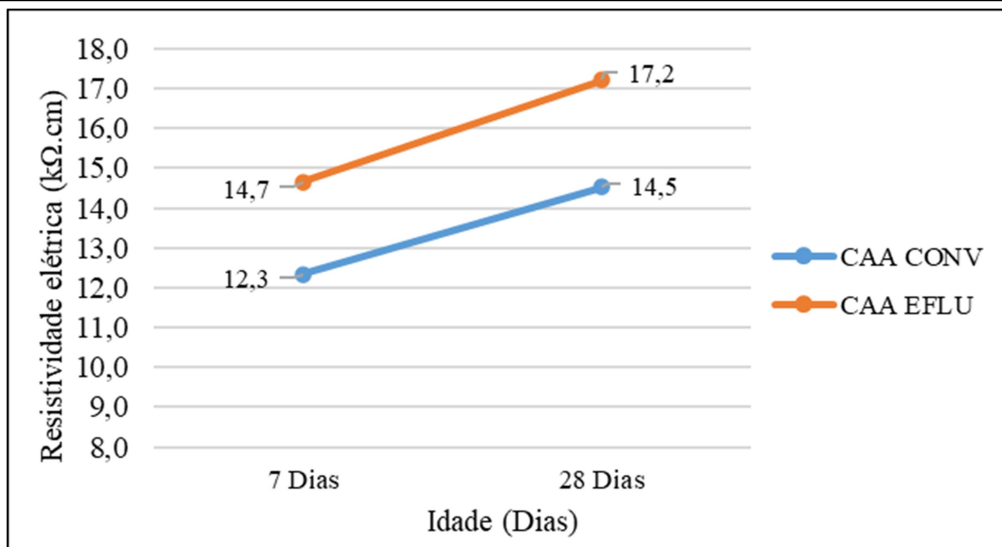
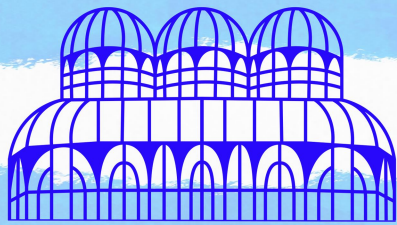


Figura 3: Resistividade elétrica. Fonte: Autor do Trabalho

Diante dos resultados da absorção por capilaridade, de acordo com a NBR 9779/2022 (figura 4), percebe-se praticamente a mesma absorção capilar entre o concreto autoadensável com efluente e concreto autoadensável com água potável.

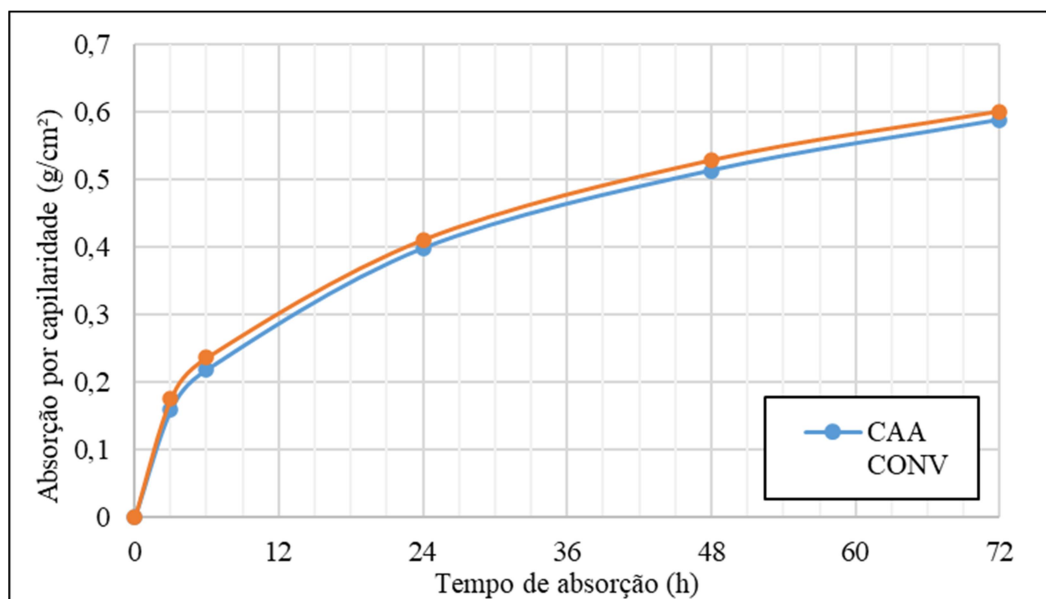
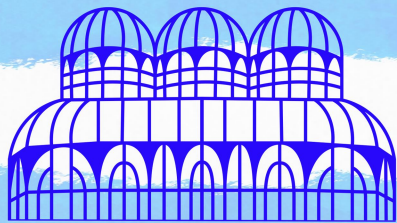


Figura 4: Absorção por capilaridade. Fonte: Autor do Trabalho

## CONCLUSÕES

A construção civil depende de um consumo moderado de água, portanto, essa pesquisa visa o reaproveitamento do efluente tratado para assim diminuir o consumo de água potável que é destinada ao consumo humano. Por meio de análises físico-químicas, é observável que efluente tratado pode ser utilizada para a fabricação do concreto a partir do momento que a mesma atende aos padrões estabelecidos pelas normas. Além disso, os dados de durabilidade e ensaios mecânicos no concreto com água potável versus esgoto tratado foram similares, esclarecendo lacunas no meio científico.



# 7º CONRESOL

7º Congresso Sul-Americano  
de Resíduos Sólidos e Sustentabilidade

CURITIBA/PR - 14 a 16 de Maio de 2024

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Asadollahfardi, G., Delnavaz, M., Rashnoiee, V., Ghonabadi, N. Use of treated domestic wastewater before chlorination to produce and cure concrete. *Construction and Building Materials*. 2016.
2. Mota, F. S. B., Von Sperling, M. Nutrientes de esgoto sanitário: utilização e remoção. Rio de Janeiro: ABES, 2009.
3. Mehta, P.K., Monteiro, P.J.M. Concrete microstructure properties and materials. McGraw-Hill Professional, 2013.
4. NBR 15900-1: Água para amassamento do concreto Parte 1: Requisitos. Rio de Janeiro, 2009.
5. NBR 15823-2: Concreto autoadensável - Parte 2: Determinação do espalhamento, do tempo de escoamento e do índice de estabilidade visual - Método do cone de Abrams. 2017.
6. NBR 5739. Concreto - Ensaio de compressão de corpos-de-prova cilíndricos. 2007.
7. NBR 8802. Concreto endurecido - Determinação da velocidade de propagação de onda ultra-sônica - Método de ensaio. 2004.
8. NBR 9779. Argamassa e concreto endurecidos — Determinação da absorção de água por capilaridade. 2012.
9. Noruzman, A.H., Muhammad, B., Mohammad, I., Abdul-Majid, Z. Characteristics of treated effluents and their potential applications for producing Concrete. *Journal of Environmental Management*. 2012.