



## USO DE ADITIVO AUTOCICATRIZANTE COMO PARTE INTEGRANTE DE SISTEMA DE IMPERMEABILIZAÇÃO DE PISCINAS DE CONCRETO - ESTUDO DE CASO

**Kelvin Rafael Duarte Machado**

Email: kelvin.machado@acad.ufsm.br

**Alana Paula da Costa Quispe**

Email: alana.quispe@acad.ufsm.br

**Mauricio Machado Mendes Peres**

Email: mauricio.mendes@acad.ufsm.br

**Rene Quispe Rodríguez**

Email: rene.rodriguez@ufsm.br

**Gihad Mohamad**

Email: gihad@ufsm.br

### RESUMO

A impermeabilização de uma piscina deve prever a atuação de cargas hidrostáticas tanto positivas quanto negativas. Para isso, os sistemas de impermeabilização devem suportar tais pressões de maneira eficiente. Concretos com aditivos autocicatrizantes possuem a característica de selarem o concreto através da cristalização de compostos, bloqueando a passagem de água e reduzindo a sua permeabilidade. O presente trabalho tem por objetivo apresentar estudo de caso de aplicação de aditivo autocicatrizante como parte do sistema de impermeabilização de uma piscina de concreto, evidenciando o ganho em produtividade, segurança e economia.

**Palavras-chaves:** autocicatrização, concreto, piscinas.

### ABSTRACT

The waterproofing of a swimming pool must provide for the action of both positive and negative hydrostatic loads. To achieve this, waterproofing systems must withstand such pressures efficiently. Concretes with self-healing additives have the characteristic of sealing the concrete through the crystallization of compounds, blocking the passage of water and reducing its permeability. The



# I° SIBRACIC

Simpósio Brasileiro de Autocicatrização do Concreto

present work aims to present a case study of the application of a self-healing additive as part of the waterproofing system of a concrete swimming pool, highlighting the gain in productivity, safety and economy.

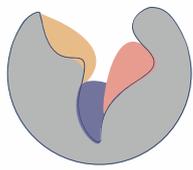
**Palavras-chaves:** self-healing, concrete, swimming pools.

PROMOÇÃO



ORGANIZAÇÃO





## 1. INTRODUÇÃO

A reservação artificial de água se dá através de reservatórios construídos, como no caso das piscinas. Dentre os processos construtivos possíveis para piscinas, a construção de reservatórios em concreto armado é uma opção viável economicamente e segura.

Entretanto, a impermeabilização de reservatórios em concreto é um problema que necessita atenção. O concreto, possui uma porosidade natural assim como a presença de microfissuras presentes na matriz cimentícia <sup>(4)</sup>. Quando interligados, estes espaços vazios geram caminhos por onde a passagem de água e outros fluídos é livre. Deste modo, uma estrutura de concreto que resista a cargas hidrostáticas deve ser estanque, não sendo permitida a passagem de umidade de uma face para a outra, seja pela ação de pressões positivas (atuando de dentro para fora do reservatório), quanto as negativas (atuando de fora para dentro do reservatório).

Para solucionar a impermeabilização de uma piscina, existe uma variedade de produtos, os quais devem ser selecionados levando em consideração as interferências que a piscina estará sujeita, como por exemplo, pressão hidrostática, deformações e movimentações <sup>(5)</sup>. Dentre as opções disponíveis, podem ser citadas as argamassas poliméricas, mantas asfálticas e membranas de poliuretano.

Com o objetivo de reduzir a permeabilidade do concreto, o uso de técnicas de autocicatrização surgem como mecanismos capazes de reduzir a sua absorção e tornar a estrutura estanque. Tais técnicas podem ser divididas em autocicatrização autônoma utilizando, por exemplo, microcápsulas com bactérias ou, autocicatrização autógena, através do uso de aditivos minerais <sup>(6)</sup>. Para a execução de estruturas de concreto armado convencionais, a utilização de aditivos minerais é extremamente vantajosa, devido a simplicidade do seu preparo.

Os aditivos autocicatrizantes agem na presença de água gerando depósitos cristalinos <sup>(8)</sup>, selando os poros e as microfissuras para o transporte de fluídos e íons por meio da estrutura <sup>(7)</sup>. Isso permite, além de gerar uma estrutura estanque, garantir um aumento da vida útil da estrutura uma vez que a autocicatrização dificulta a entrada de agentes agressivos <sup>(9)</sup>.

Deste modo, a impermeabilização de reservatórios em concreto utilizando aditivos autocicatrizantes é uma técnica capaz de reduzir a necessidade de etapas complementares, como a utilização de membranas moldadas *in loco*, resultando em uma produtividade maior, redução de custos e uma redução em eventuais reparos e manutenções <sup>(4)</sup>.

Entretanto, deve-se compreender os mecanismos de ação destes aditivos para utilizá-los de maneira segura. Os aditivos de autocicatrização podem colmatar apenas fissuras com tamanho limitado, deste modo, o dimensionamento da estrutura de concreto deve ser cuidadoso e observar o Estado Limite de Serviço de Abertura de Fissuras (ELS-W) de acordo com ABNT NBR 6118:2023 <sup>(1)</sup>, limitando-as abaixo do tamanho máximo que o aditivo pode atuar. Assim, a autocicatrização é mais efetiva quando ocorrem fissuras passivas, cujo



tamanho pode ser controlado, ao passo que fissuras ativas, como aquelas oriundas de movimentações térmicas, devem ser tratadas com auxílio de outras técnicas.

## 2. ESTUDO DE CASO

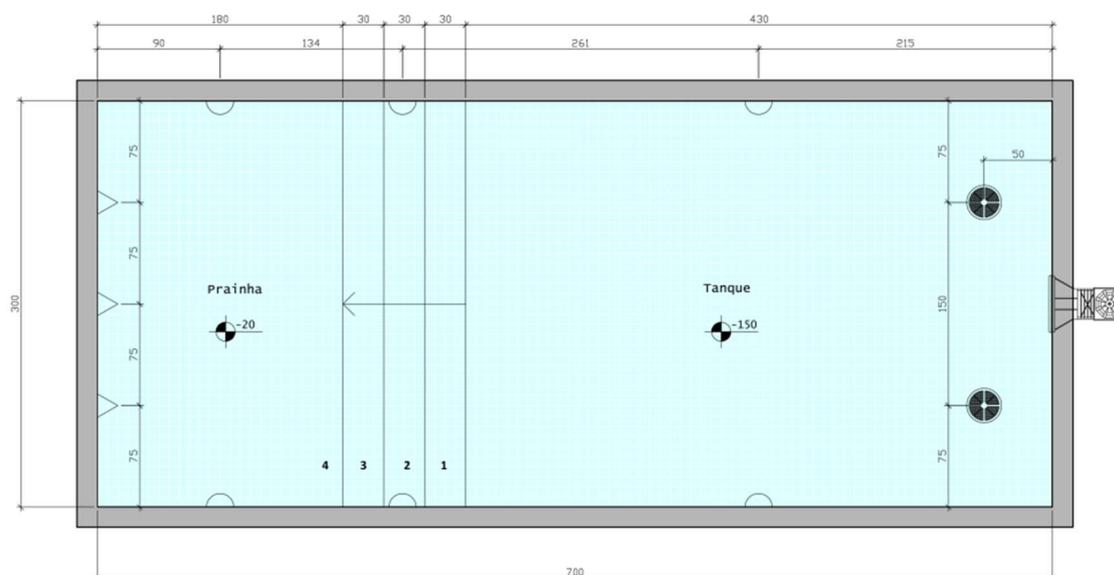
O presente trabalho tem por objetivo analisar um estudo de caso de aplicação de aditivo autocicatrizante como parte do sistema de impermeabilização utilizado em uma piscina de concreto armado.

A piscina estudada é enterrada e com capacidade para 29.000,00 litros, com dimensões de 7,00 m x 3,00 m x 1,50 m. A sua construção ocorreu na cidade de Santa Maria, Rio Grande do Sul e foi executada entre os meses de janeiro e março de 2024.

### 1. Planejamento e projeto

Antes do início das obras, foi necessário realizar o planejamento para compreender o local da execução, analisar os projetos já existentes, conhecer as características do solo e verificar interferências com edificações existentes. De posse destas informações, foi possível realizar os projetos de construção da piscina, conforme a Figura 1.

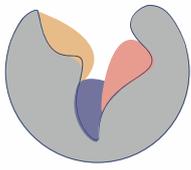
Figura 1 – Planta baixa da piscina com detalhes de dispositivos.



Fonte: Autor

## 2. Execução

A seguir são apresentadas as etapas desenvolvidas para a execução da piscina, com especial enfoque na construção do reservatório de concreto armado e as técnicas utilizadas para garantir a estanqueidade deste.



## 1. Fundação

As fundações foram executadas em micro estacas com diâmetro de fuste de 40 cm e profundidade de até 5 m.

## 2. Formas

Para a execução das formas externas foi utilizado o conceito de formas perdidas conforme observado na Figura 2 (a), através da construção de painéis de alvenaria reforçados com barras de aço. Para a execução das formas internas, utilizou-se painéis pré-fabricados de madeira como mostrado na Figura 2 (b), modularizados em segmentos de 1,20 m x 1,50 m, de modo a permitir o reaproveitamento.

Figura 2 – Formas: (a) externas em alvenaria, (b) internas em painéis de madeira modulares.



(a)



(b)

Fonte: Autor

## 3. Armaduras

As armaduras foram dobradas no local da obra, observando-se o projeto estrutural e os detalhes construtivos típicos para reservatórios, com parte dela observada na Figura 2 (a).

## 4. Concretagem

A concretagem foi realizada com concreto usinado,  $f_{ck}$  25 MPa, com a adição do aditivo autocicatrizante na obra, diretamente no caminhão betoneira conforme Figura 3. A quantidade de aditivo autocicatrizante foi calculada previamente em função da massa de cimento informada pela concreteira. O fabricante do aditivo recomenda a utilização de 0,8% a 1,0% de aditivo em pó em relação à massa de cimento para utilização em estruturas convencionais, não sujeitas a ataques de agentes químicos.



Figura 3 – Adição do aditivo autocicatrizante.



Fonte: Autor

## 5. Cura e desforma

Após a concretagem iniciou-se a cura úmida do concreto, com lançamento de filme de água sobre o mesmo e monitoramento constante para impedir a perda de água por evaporação.

Após 24 horas, procedeu-se com a desforma interna.

## 6. Tubulações, dispositivos e revestimento de argamassa para regularização

Uma vez realizada a desforma, foi procedida a instalação das tubulações e dispositivos fixados na estrutura de concreto através do grauteamento destes. Posteriormente, foi realizada uma camada de regularização em argamassa impermeável nas paredes para o assentamento do revestimento.

## 7. Teste de estanqueidade

Após o período de cura úmida do revestimento argamassado, procedeu-se com o teste de estanqueidade, onde a piscina foi completamente cheia de água. A partir de então, passou-se a monitorar o nível da água.

Após a execução das tubulações, a água foi liberada para preencher os tubos e verificar se não ocorreram vazamentos.

A piscina foi dada como aprovada após 144 horas de teste de estanqueidade, superando o tempo de teste recomendado pela norma ABNT NBR 9574:2008 <sup>(2)</sup>.

## 8. Finalização da piscina

A finalização da piscina se deu com o assentamento do revestimento final em pastilhas cerâmicas e o término das instalações hidráulicas e elétricas, com a instalação de motobombas, filtro e quadro de comando elétrico, conforme pode ser visto na Figura 5.

PROMOÇÃO

ORGANIZAÇÃO

6

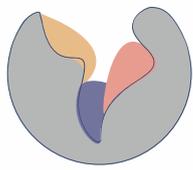


Figura 5 – Piscina concluída



Fonte: Autor

### 3. Comparação dos custos da construção sem e com o uso de aditivo autocicatrizante

Abaixo, na Tabela 1 e na Tabela 2, demonstra-se o custo para a execução de um sistema de impermeabilização sobre estrutura de concreto sem e com o uso de aditivos autocicatrizantes, respectivamente, para fins de comparação. Percebe-se uma economia de até 14,5 % na execução do reservatório em concreto armado com o uso de aditivo autocicatrizante como elemento de impermeabilização para a piscina estudada quando comparado com a impermeabilização por camada de argamassa polimérica moldada in loco.

Tabela 1 – Custos para construção do reservatório em concreto sem uso de autocicatrizante, referência SINAPI de novembro/2024 mais cotações.

Serviços	Unidade	Quantidade	Valor unitário R\$	Valor total R\$
Formas (externa + interna)	m <sup>2</sup>	30,00	169,86	5.095,80
Armaduras	kg	500,00	17,13	8.565,00
Concreto	m <sup>3</sup>	8,00	677,08	5.416,64
Impermeabilização com argamassa polimérica	m <sup>2</sup>	51,00	109,98	5.608,98
Total				23.686,52

Fonte: Autor

Tabela 2 – Custos para construção do reservatório em concreto com uso de autocicatrizante, referência SINAPI de novembro/2024 mais cotações

Serviços	Unidade	Quantidade	Valor unitário R\$	Valor total R\$
Formas (externa + interna)	m <sup>2</sup>	30,00	169,86	5.095,80
Armaduras	kg	500,00	17,13	8.565,00
Concreto	m <sup>3</sup>	8,00	677,08	5.416,64
Aditivo autocicatrizante	kg	22,50	51,20	1.152,00
Total				20.229,44

Fonte: Autor



### 3. CONCLUSÃO

A partir do exposto, pode-se perceber que existe uma vantagem na execução de reservatórios em concreto armado para piscinas impermeabilizadas com o uso de aditivos autocicatrizantes. Além da redução do tempo de execução, existe uma redução no custo total envolvido. Estruturas executadas com este tipo de solução apresentam desempenho adequado quanto a estanqueidade e atendimento aos critérios de vida útil da estrutura. Porém, deve-se destacar a importância de um projeto estrutural bem elaborado que garanta espessuras de parede, detalhamentos e cobrimentos de armadura, além da limitação de fissuras dentro do Estado Limite de Serviço (ELS-W). A execução cuidadosa, respeitando os projetos, boas práticas e normas é fundamental para o sucesso da construção de reservatórios para piscinas em concreto armado estanques.

### 3. REFERÊNCIAS

1. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6118**: Projeto de estruturas de concreto. Rio de Janeiro, 2023.
2. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 9574**: Execução de impermeabilização. Rio de Janeiro, 2008.
3. HELENE, Paulo et al. **Evaluation of the chloride penetration and service life of self-healing concretes activated by crystalline catalyst**. Revista IBRACON de Estruturas e Materiais, v. 11, n. 3, p. 544–563, maio 2018.
4. JAHANDARI, Soheil et al. **Integral waterproof concrete: A comprehensive review**. Journal of Building Engineering, v. 78, p. 107718, 1 nov. 2023.
5. RIBEIRO, Daniel Duarte; DOS SANTOS, Amaro Francisco Codá. **Diretrizes para execução de um adequado sistema de impermeabilização em piscinas apoiadas sobre o solo e enterradas**. Boletim do Gerenciamento, [S.l.], v. 26, n. 26, p. 1-12, set. 2021. ISSN 2595-6531.
6. SANKARAN, Deeba; ARUN KUMAR, Ammasi. **State-of-the-art review on self-healing in mortar, concrete, and composites**. Case Studies in Construction Materials, v. 20, p. e03298–e03298, 17 maio 2024.
7. ZHONG, Jingru. et al. **Influences of cementitious capillary crystalline waterproofing on the hydration products and properties of cement-based materials**. Journal of Building Engineering, v. 98, p. 111451, 2 dez. 2024.
8. ZIEGLER, Fabiana. **Avaliação da autocicatrização de fissuras em concretos com aditivos cristalizantes**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Escola de Engenharia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2020.