

## **Estudo da Influência de Aditivo Impermeabilizante em Concreto Armado**

### *Study of the Influence of Waterproofing Additive on Reinforced Concrete*

**Marcelo Cechinel, Esp. Engenheiro Civil, UFSC**

marcelo.cechinel@unisul.br

**Mariana D. Araújo, Engenheira Civil, UNISUL**

mariiduartee@gmail.com

**Monica S. C. Saviatto, Engenheira Civil, UNISUL**

monicacrozetta@gmail.com

**Ricardo M. Mafra, Esp. Engenheiro Civil, UNISUL**

ricardo.mafra@unisul.br

#### **Resumo**

A impermeabilização do concreto armado para sua utilização como elemento estrutural estanque encontra emprego, principalmente, na construção de reservatórios e cisternas. Há uma extensa gama de produtos que prometem resolver os problemas vinculados à percolação de água típica da porosidade do concreto convencional. De forma a testar a veracidade da eficiência destes produtos realizou-se ensaios laboratorial em um produto, encontrado no mercado, baseado em Nanotecnologia, que promete, entre outros, a obtenção de concreto impermeabilizado. Realizaram-se ensaios de resistência à compressão para avaliar a inércia do produto adicionado ao concreto, bem como ensaios de absorção para comprovar sua eficiência no quesito impermeabilização. Ao final dos ensaios concluiu-se que o mesmo não atende aos requisitos de inércia, visto que houve redução da resistência à compressão dos corpos de prova, bem como não cumpre seu objetivo precípua de impermeabilidade, o que leva ao questionamento do quão eficiente são os aditivos oferecidos no mercado.

**Palavras-chave:** Impermeabilização; Aditivo; Concreto Armado

#### **Abstract**

*Em inglês, na mesma formatação e tamanho do resumo, e em itálico.*

**Keywords:** *Keyword 1; Keyword 2; Keyword 3*

## 1. Introdução

A água é uma das principais matérias-primas para a construção civil, em contrapartida também se configura como um dos principais vilões, sendo grande responsável por várias manifestações patológicas nas edificações. Por este motivo surge a necessidade de aplicação de eficientes sistemas de impermeabilização de forma a proteger e prolongar a vida útil das construções indo ao encontro dos preceitos da ABNT NBR 15575:2013.

São várias as empresas que se destinam a elaboração e fabricação de produtos que visam resolverem o problema da percolação de água no concreto armado ocasionada, principalmente, pela porosidade do mesmo. Muitas delas investem boa monta de recursos no desenvolvimento destes produtos o que gera uma relativa confiabilidade do mesmo, porém, na grande maioria das vezes o consumidor final não tem acesso aos ensaios laboratoriais que originaram esta suposta confiança.

Com base no supracitado surgiu a curiosidade por comprovar os efeitos de um produto destinado, entre outras finalidades, a conferir propriedades de concreto impermeabilizado ao concreto armado, produto este com grande aceitação entre os profissionais de engenharia, em especial da Grande Florianópolis.

Tal produto apresenta em suas características o fato de ser inerte ao concreto armado, não apresentando fatores agressivos à armadura, bem como prejudiciais à resistência do mesmo, além de fabricado sobre a égide de Nanotecnologia, conferir propriedades de impermeabilização total do concreto.

Desta forma, o trabalho que segue tem por objetivo comprovar a eficiência do referido produto, através de ensaios laboratoriais, de forma a levantar algum questionamento acerca da qualidade dos produtos de construção civil fornecidos pelo mercado.

## 2. Metodologia

De forma a comprovar a eficiência do citado produto nos quesitos inércia e impermeabilização, foram feitos ensaios de resistência à compressão e absorção em laboratório cedido por renomada empresa de pré-fabricados, onde foram moldados corpos de prova conforme os preceitos das normas técnicas correlatas.

Para confecção do traço, primeiramente fez-se a caracterização dos agregados onde foram elaboradas as curvas granulométricas, tanto do agregado graúdo quanto do agregado miúdo. Tal procedimento foi executado conforme preconiza as NBRs NM 26:2001, NM 248:2003 e 7211:2005, utilizando-se o Método A – Separador mecânico para o agregado graúdo e a série normal de peneiras para o agregado miúdo, como pode ser verificado nas Figuras 1 e 2.



**Figura 1: Caracterização do agregado graúdo. Fonte: elaborado pelos autores.**



**Figura 2: Caracterização do agregado miúdo. Fonte: elaborado pelos autores.**

Adotou-se um traço de classe C40 para a confecção dos corpos de prova, que foram moldados sob a égide da NBR 5738:2015, o qual foi verificado quanto ao abatimento através do *slump test*, realizado conforme a NBR NM 67:1998 (Figura 3).



**Figura 3: Teste de abatimento do tronco de cone. Fonte: elaborado pelos autores.**

Foi moldado um total de 24 corpos de prova, dos quais 12 confeccionados a partir do traço padrão sem adição do produto e 12 confeccionados com a adição do produto, em quantidade indicada no rótulo do mesmo, os quais permaneceram em local protegido das intempéries durante 24h e posteriormente foram imersos em tanque para cura úmida.

## **2.1 Ensaio de resistência à compressão**

Para a execução do ensaio de resistência à compressão utilizou-se metade dos corpos de prova moldados, sendo seis sem adição do produto impermeabilizante e seis com adição do mesmo, rompidos aos 7 e aos 28 dias.

Para realização do ensaio, os corpos de prova foram secos e limpos, para na sequência serem posicionados no centro do prato da prensa hidráulica, cuja calibragem e velocidade da mesma, foram parametrizadas conforme nas normas técnicas.



## 2.2 Ensaio de absorção

O ensaio de absorção foi efetuado seguindo todas as orientações da NBR 9778:2005, a qual rege os procedimentos normativos para determinação da absorção de água, dos índices de vazios por imersão e fervura e das massas específicas das amostras endurecidas. Desta forma, realizaram-se os ensaios em três corpos de prova sem incorporação do aditivo e outros três com a incorporação, de forma a verificar a eficiência do impermeabilizante.

Tal ensaio contou com os seguintes equipamentos para sua execução: balança hidrostática, recipientes para imersão e fervura das amostras e estufa.

Sete dias após a confecção dos corpos de prova os mesmo foram colocados em uma estufa e submetidos à secagem por um período de 72 horas a 105°. A partir deste procedimento determinou-se a massa da amostra seca ( $m_s$ ).

Determinada a massa seca realizou-se a saturação das amostras emergindo-as em um recipiente com água, deixando-as completamente submersa a uma temperatura de 23°C durante 72 horas. Completada esta etapa os corpos de prova foram submetidos à ebulição por mais 5 horas para posteriormente serem novamente pesados para determinação da massa imersa ( $m_i$ ).

Finalmente as amostras foram secas com auxílio de um pano úmido e passadas para o registro de sua massa saturada ( $m_{sat}$ ).

## 3. Resultados e a Discussão

No que se refere à resistência à compressão os ensaios apresentaram um resultado aquém do esperado.

Como pode ser visto nas tabelas 1 e 2 abaixo, houve considerável redução da resistência à compressão, tanto aos 7 quanto aos 28 dias. Tal redução nos leva a crer que o produto analisado não se apresenta inerte ao concreto, influenciando em sua composição de forma negativa, diferentemente do que prega seu fabricante.

Ensaio de Compressão Axial (7 dias)			
Aditivo	Leitura de ruptura (Mpa)	Aditivo	Leitura de ruptura (Mpa)
NÃO	59,94	SIM	51,71
NÃO	60,14	SIM	52,97
NÃO	61,54	SIM	54,32
<b>Média</b>	<b>60,54</b>	<b>Média</b>	<b>53,00</b>

Tabela 1: Ensaio de resistência à compressão aos 7 dias. Fonte: elaborado pelos autores.

**Ensaio de Compressão Axial (28 dias)**

Aditivo	Leitura de ruptura (Mpa)	Aditivo	Leitura de ruptura (Mpa)
NÃO	65,46	SIM	59,28
NÃO	67,86	SIM	59,85
NÃO	68,96	SIM	61,64
<b>Média</b>	<b>67,43</b>	<b>Média</b>	<b>60,26</b>

Tabela 2: Ensaio de resistência à compressão aos 28 dias. Fonte: elaborado pelos autores.

Fato deveras preocupante foi verificado no resultado dos ensaios de absorção. Como pode ser verificado nas tabelas 3 a 6, ao invés de conferir impermeabilidade ao concreto, o aditivo ocasionou uma maior permeabilidade no mesmo, mostrando-se ineficaz também no que tange seu objetivo precípua.

<b>Massa Seca (<math>m_s</math>) - Sem Aditivo</b>	
CP 1	3499,9 g
CP 2	3502,7 g
CP 3	3500,4 g
<b>Média</b>	<b>3501,0 g</b>

Tabela 3: Peso da amostra seca sem aditivo. Fonte: elaborado pelos autores.

<b>Massa Seca (<math>m_s</math>) - Com Aditivo</b>	
CP 1	3479,9 g
CP 2	3510,9 g
CP 3	3536,1 g
<b>Média</b>	<b>3508,97 g</b>

Tabela 4: Peso da amostra seca com aditivo. Fonte: elaborado pelos autores.

Amostra	Massa Imersa ( $m_i$ ) Sem Aditivo	Massa Saturada ( $m_{sat}$ ) Sem Aditivo
CP 1	2049,68 g	3719,14 g
CP 2	2049,00 g	3718,00 g
CP 3	2047,58 g	3715,33 g
<b>Média</b>	<b>2048,75 g</b>	<b>3717,49 g</b>

Tabela 5: Peso da amostra imersa e saturada sem aditivo. Fonte: elaborado pelos autores.

<b>Amostra</b>	<b>Massa Imerse (<math>m_i</math>) Com Aditivo</b>	<b>Massa Saturada (<math>m_{sat}</math>) Com Aditivo</b>
CP 1	2055,52 g	3702,20 g
CP 2	2070,00 g	3728,27 g
CP 3	2085,75 g	3756,64 g
<b>Média</b>	<b>2070,42 g</b>	<b>3729,04 g</b>

**Tabela 6: Peso da amostra imersa e saturada com aditivo. Fonte: elaborado pelos autores.**

#### 4. Considerações Finais

Com o objetivo de avaliar a eficácia de um produto costumeiramente utilizado na construção civil no ponto de vista de sua função precípua de conferir ao concreto uma impermeabilidade satisfatória, analisando se o mesmo se caracteriza como um produto inerte, foi realizado os ensaios laboratoriais apresentados.

Após a análise dos resultados obtidos verificou-se que o mesmo não cumpre com nenhum dos quesitos analisados.

No que tange à resistência à compressão, a adição do mesmo afetou de forma negativa os valores, tanto aos 7 quanto aos 28 dias, apresentando uma redução de resistência em torno de 12,5% e 10,6%, respectivamente. O que comprova que o material não é inerte alterando as propriedades do concreto.

Porém, o ensaio de absorção mostrou-se ainda mais preocupante, visto ser a impermeabilização a principal função do aditivo.

Analisando-se os resultados do ensaio, executado sobre a égide da NBR 9778:2005, concluiu-se que o produto analisado não se mostrou eficaz, muito menos, cumpriu com sua finalidade, como pode ser visto nas tabelas 7, 8 e 9 abaixo.

<b>Determinação de absorção de água e índices de vazios</b>		
<b>Cálculo</b>	<b>Aditivo</b>	<b>Resultados</b>
<b>Absorção de água</b>	NÃO	<b>6,18%</b>
	SIM	<b>6,27%</b>
<b>Índice de vazios</b>	NÃO	<b>12,97%</b>
	SIM	<b>13,27%</b>

**Tabela 7: Determinação da absorção de água e índice de vazios. Fonte: elaborado pelos autores.**



<b>Determinação da massa específica da amostra saturada</b>		
<b>Cálculo</b>	<b>Aditivo</b>	<b>Resultados</b>
<b>Amostra seca (<math>\rho_s</math>)</b>	NÃO	<b>2,10 g/cm<sup>3</sup></b>
	SIM	<b>2,12 g/cm<sup>3</sup></b>
<b>Amostra saturada (<math>\rho_{sat}</math>)</b>	NÃO	<b>2,23 g/cm<sup>3</sup></b>
	SIM	<b>2,25 g/cm<sup>3</sup></b>

**Tabela 8: Determinação da massa específica da amostra saturada. Fonte: elaborado pelos autores.**

<b>Determinação da massa específica real</b>		
<b>Cálculo</b>	<b>Aditivo</b>	<b>Resultados</b>
<b>Massa real (<math>\rho_x</math>)</b>	NÃO	<b>2,41 g/cm<sup>3</sup></b>
	SIM	<b>2,44 g/cm<sup>3</sup></b>

**Tabela 8: Determinação da massa específica real. Fonte: elaborado pelos autores.**

Ao ser questionado sobre os resultados obtidos o fabricante se posicionou de forma que os corpos de prova não deveriam sofrer o processo de cura úmida, visto que, provavelmente o princípio ativo do aditivo tenha migrado para dentro do tanque.

Tal justificativa no entendimento dos autores é, na melhor das hipóteses, dúbia, pois parece um tanto contraditório um produto que se justifica pelo fato de caracterizar-se como hidrofugente ter seu princípio ativo migrado para um ambiente aquoso.

Consideração à parte foi solicitada ao fabricante uma carta explicativa dos motivos que talvez tenham ocasionado resultado tão negativo, porém a mesma preferiu não se pronunciar oficialmente.

Desta forma, a pesquisa levanta certo questionamento sobre a eficiência de muitos produtos lançados no mercado e que prometem resolver problemas os mais variados. Muitos deles se refugiam sob um aspecto tecnológico, como no caso da Nanotecnologia, para tentar a aceitação imediata do público técnico que os consome.

Mesmo assim, quais as garantias fornecidas por estes fabricantes? Qual sua real responsabilização no caso de seus produtos não ofertarem as propriedades que são vendidas?

É substancial que os profissionais procurem se cercar de laudos laboratoriais que imprimam a responsabilidade do fabricante, visto que a responsabilidade técnica e penal sobre uma edificação recai sobre o mesmo.

## Referências

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR NM 248:2003: Agregados – Determinação da composição granulométrica.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR NM 26:2009: Agregados – Amostragem.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR NM 27:2001: Agregados – Redução da amostra de campo para ensaios de laboratório.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR NM 67:1993: Concreto – Determinação da consistência pelo abatimento do tronco de cone.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 5738:2016: Concreto Procedimento para moldagem e cura de corpos de prova.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 5739:2018: Concreto Ensaio de compressão de corpos de prova cilíndricos;

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 7211:2005: Agregados para concreto – Especificações.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 9779:2005: Agregados e concreto endurecido – Determinação da absorção de água, índice de vazios e massa específica.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 15.575:2013: Edificações Habitacionais – Desempenho.