

ANÁLISE DE IMPERMEABILIZANTES VISANDO O AUMENTO DA DURABILIDADE DE ESTRUTURAS DE CONCRETO ARMADO E PROTENDIDO

Thalita Dayane de Melo Mendes Sabino¹¹

Fábio Sérgio da Costa Pereira²²

RESUMO

O concreto é um dos materiais mais utilizados na construção civil, entretanto existem ambientes extremamente agressivos que podem danificá-lo de maneira acelerada, por meio da infiltração da água, penetração de cloretos e do gás carbônico, desprotegendo as armaduras, consequentemente expondo-as à fenômenos químicos como a corrosão, que causa a diminuição da vida útil das estruturas de concreto armado e protendido. Neste contexto, esta pesquisa consiste na aplicação de impermeabilizantes em estruturas de concreto, tendo como objetivo diminuir e retardar a iniciação do processo corrosivo, aumentando a proteção das armaduras de aço. Nas análises laboratoriais realizadas, foram executados em corpos de concreto, ensaios de absorção de água com vários impermeabilizantes (acrílicos, cimentícios, hidrofugantes e cristalizantes, cola a base de água e adesivo estrutural), sendo comparados seus resultados de absorção com os resultados das absorções iniciais dos Corpos de Prova (CP's) sem proteção impermeabilizante. A metodologia consistiu da pesagem dos CP's secos e saturados após 48 hs conforme a norma vigente e verificações das absorções dos CP's com os impermeabilizantes, sendo observadas reduções significativas nas absorções correspondentes a cada tipo de pintura impermeável comparada com os CP's sem proteção impermeabilizante, chegando ao resultado do melhor produto de impermeabilização para proteger estruturas de concreto. Frente a estes resultados, é imprescindível relatar a significativa diminuição da penetração da umidade, reduzindo a interferência dos íons no concreto, gás carbônico e água, prolongando a durabilidade das estruturas das armaduras, evitando patologias e a necessidade de serviços de recuperação e reforço estrutural, além da possibilidade da ocorrência de colapsos estruturais.

Palavras-Chave: Construção Civil. Concreto. Taxa de Absorção. Corrosão.

1 Pós-Graduanda em Engenharia Civil pelo Centro Universitário do Rio Grande do Norte – E-mail <thalitadmmendes@gmail.com> Endereço para acessar CV: <http://lattes.cnpq.br/3827038062942112>.

2 Doutor em Ciência e Engenharia de Materiais. Professor do Centro Universitário do Rio Grande do Norte – E-mail <engecal.fabio@gmail.com> Endereço para acessar CV: <http://lattes.cnpq.br/6695109770318583>.

WATERPROOFING ANALYSIS AIMING TO INCREASE DURABILITY OF ARMED AND PROTECTED CONCRETE STRUCTURES

ABSTRACT

Concrete is one of the most used materials in civil construction, however there are extremely aggressive environments that can damage it in an accelerated way, through the infiltration of water, penetration of chlorides and carbon dioxide, deprotecting the armors, consequently exposing them to the Chemical phenomena such as corrosion, which causes a decrease in the useful life of reinforced and prestressed concrete structures. In this context, this research consists in the application of waterproofing agents in concrete structures, whose purpose is to decrease and delay the initiation of the corrosive process, increasing the protection of steel reinforcement. In the laboratory analyzes, the water absorption tests were carried out with several waterproofing agents (acrylic, cement, silicones and crystallizers, water based adhesive and structural adhesive), and their absorption results were compared to the initial absorption results of the specimen without waterproofing protection. The methodology consisted of weighing the dry and saturated specimens after 48 hours according to the current norm. After the specimen absorptions with the waterproofing agents were verified, significant reductions were observed in the absorptions corresponding to each type of impermeable paint compared to the specimen without waterproofing protection, leading to conclusion of the best waterproofing product to protect concrete structures. Based on these results, it is essential to report the significant decrease in humidity penetration, reducing ion interference in concrete, carbon dioxide and water, which prolongs the durability of the reinforcement structures, avoiding pathologies and the need for recovery and reinforcement services structural failure, in addition to the possibility of structural collapses.

Keyword: Civil Construction. Concrete. Absorption Rate. Corrosion.

1 INTRODUÇÃO

O concreto armado tem demonstrado uma durabilidade adequada, além das muitas características mecânicas. Esta durabilidade é explicada devido ao fato de o concreto ter a dupla funcionalidade sobre as armaduras de aço; por ter uma elevada alcalinidade funciona como barreira química, promovendo o desenvolvimento de uma camada passivadora que mantém o metal protegido e inalterado por um tempo definido; por recobrir as armaduras e possuir alta resistência funciona como barreira física. Porém há elementos presentes no ambiente que diminuem a camada passivadora citada, sendo os mais comuns o dióxido de carbono (em ambientes com poluição, circulação de carros e áreas industriais), o cloreto (em ambientes marinhos, costeiros e com respingos de maré) e a água, proveniente de chuvas e umidade. Esses agentes nocivos diminuem o pH do concreto que gira em torno de 12,0. A partir do pH 7,0 o concreto deixa de proteger as armaduras quimicamente, propiciando o ataque do fenômeno da corrosão, fragilizando as estruturas e podendo provocar graves danos estruturais.

2 OBJETIVOS

O objetivo deste artigo é aumentar a durabilidade do concreto armado e pretendido através de proteção externa, com a aplicação de diferentes tipos de impermeabilizantes disponíveis no mercado e analisar qual deles possui o melhor resultado de proteção contra a ação do dióxido de carbono, dos cloretos e da água.

3 METODOLOGIA

Primeiramente, para analisar o quanto de água o concreto pode absorver foram feitos ensaios de absorção em corpos de prova de concreto com resistência à compressão de 20 MPa, classificado como utilizado em área rural na escala de agressividade I possuindo a resistência mais baixa, de acordo com a NBR 6118. O ensaio de absorção pode ser explicado da seguinte maneira: o concreto é pesado seco e colocado em um tanque com

água por 48h, e então pesado saturado para calcular a absorção de água através da seguinte fórmula:

$$Abs = \frac{Pst - Psc}{Psc} * 100\%$$

Legenda: Pst: Peso saturado. Psc: Peso seco

Após calcular a taxa de absorção de todos o CP's, é calculada a média das taxas de absorção. Quanto menor for a média de absorção, menor será a quantidade de água absorvida pelo concreto, ou seja, maior será a eficiência do impermeabilizante.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Neste tópico serão apresentados os resultados obtidos através da análise da taxa de absorção de cada Corpo de Prova para cada situação de proteção externa do concreto.

4.1 ENSAIO COM CONCRETO PURO

A tabela 1 apresenta os resultados do ensaio do concreto puro.

Tabela 1 - Resultado relativo ao ensaio de absorção do concreto puro.

CP's	Peso seco (kg)	Peso saturado (kg)	Taxa de Absorção
1	3,25	3,33	2,46%
2	3,36	3,43	2,08%
3	3,23	3,32	2,79%
4	3,28	3,36	2,44%
5	3,54	3,65	3,11%
6	3,15	3,20	1,59%
7	3,05	3,15	3,28%
8	3,16	3,21	1,58%
9	3,26	3,34	2,45%
10	3,24	3,32	2,47%
11	3,62	3,72	2,76%
12	3,20	3,38	5,62%
13	3,21	3,28	2,18%
14	3,22	3,29	2,17%
15	3,24	3,30	1,85%
Média de Absorção =		2,59%	

Fonte: Elaborado pelos autores do artigo.

Esse primeiro ensaio serviu de parâmetro de quanto o concreto de 20 Mpa absorve em média sem a proteção externa, para então iniciar ensaios de absorção com a aplicação do impermeabilizante.

4.2 ENSAIO COM IMPERMEABILIZANTE ACRÍLICO DO FABRICANTE A

Este ensaio iniciou-se com a aplicação de um impermeabilizante acrílico do Fabricante A de composição de base acrílica e aplicação a frio sem emendas, que cobre a estrutura com uma proteção impermeável e apresenta características de elasticidade, flexibilidade e aderência, tendo uma grande durabilidade e alta resistência a intempéries. Ele reflete os raios solares, o que reduz parte do calor absorvido pela estrutura. Após a aplicação foi realizado o ensaio de absorção. A tabela 2 mostra os resultados desse ensaio.

Tabela 2 - Resultado relativo ao ensaio de absorção do concreto com impermeabilizante acrílico do fabricante A

CP	PESO SECO(Kg)	PESO SATURADO (Kg)	TAXA DE ABSORÇÃO
1	3,30	3,35	1,52%
2	3,17	3,21	1,26%
3	3,18	3,22	1,26%
4	3,35	3,40	1,49%
5	3,40	3,46	1,76%
6	3,28	3,34	1,83%
7	3,24	3,27	0,93%
8	3,30	3,36	1,82%
9	3,60	3,66	1,67%
10	3,07	3,17	3,26%
11	3,68	3,75	1,90%
12	3,24	3,31	2,16%
13	3,29	3,34	1,52%
14	3,32	3,38	1,81%
15	3,26	3,32	1,84%
Média de absorção=		1,73%	

Fonte: Elaborado pelos autores do artigo.

4.3 ENSAIO COM IMPERMEABILIZANTE DE SILICONE DO FABRICANTE A

A tabela 3 demonstra os resultados do ensaio de absorção com a aplicação do impermeabilizante de silicone do fabricante A.

Tabela 3 - Resultados relativos ao ensaio de absorção do concreto com impermeabilizante silicone do fabricante A

CP	PESO SECO(Kg)	PESO SATURADO (Kg)	TAXA DE ABSORÇÃO
1	3,28	3,31	0,91%
2	3,27	3,30	0,92%
3	3,55	3,58	0,85%
4	3,56	3,59	0,84%
5	3,54	3,57	0,85%
6	3,57	3,62	1,40%
7	2,93	3,05	4,10%
8	3,24	3,27	0,93%
9	3,06	3,10	1,31%
10	11,86	12,04	1,52%
11	11,8	11,96	1,36%
12	11,84	11,97	1,10%
13	11,77	11,92	1,27%
14	11,75	11,88	1,11%
15	11,53	11,63	0,87%
Média de Absorção =		1,29%	

Fonte: Elaborado pelos autores do artigo.

4.4 ENSAIO COM IMPERMEABILIZANTE CIMENTÍCIO DO FABRICANTE B

Foram feitas aplicações de impermeabilizantes cimentícios de mais de um fabricante para serem comparados. A tabela 4 apresenta os resultados referente à aplicação do impermeabilizante cimentício do fabricante B que possui um revestimento semi-flexível, impermeabilizante e protetor, bicomponente, à base de cimento, areias selecionadas e resina acrílica para uso em concreto, argamassa ou alvenaria com aderência e impermeabilidade.

Tabela 4 - Resultados relativos ao ensaio de absorção do concreto com impermeabilizante cimentício do fabricante B.

CP	PESO SECO(Kg)	PESO SATURADO (Kg)	TAXA DE ABSORÇÃO
1	11,96	12,34	3,18%
2	12,12	12,36	1,98%
3	12,84	12,94	0,78%
4	11,90	11,96	0,50%
5	12,21	12,25	0,33%
6	12,06	12,10	0,33%
7	12,16	12,25	0,74%
8	11,96	12,04	0,67%
9	12,31	12,42	0,89%
10	12,11	12,18	0,58%
11	12,15	12,24	0,74%
12	12,18	12,27	0,74%
13	12,18	12,27	0,74%
14	3,39	3,51	3,54%
15	3,31	3,51	6,04%
16	3,50	3,63	3,71%
17	3,67	3,70	0,82%
18	3,43	3,54	3,21%
19	3,57	3,64	1,96%
20	3,56	3,59	0,84%
Média de absorção =		1,62%	

Fonte: Elaborado pelos autores do artigo.

4.5 ENSAIO COM IMPERMEABILIZANTE CIMENTÍCIO DO FABRICANTE C

A tabela 5 apresenta o ensaio de absorção do impermeabilizante cimentício do fabricante C que é revestimento impermeabilizante, semiflexível, bicomponente (A+B), à base de cimentos especiais, aditivos minerais e polímeros de características impermeabilizantes. Tem boa aderência e resistência mecânica. É o único que resiste a até 60 m.c.a.- metros de coluna d'água.

Tabela 5: Resultados relativos ao ensaio de absorção do concreto com impermeabilizante cimentício do fabricante C

CP	PESO SECO (Kg)	PESO SATURADO (Kg)	taxa de absorção
1	3,35	3,42	2,09%
2	3,62	3,7	2,21%
3	3,63	3,69	1,65%
4	3,73	3,85	3,22%
5	3,53	3,61	2,27%
6	3,59	3,68	2,51%
7	3,65	3,73	2,19%
8	3,64	3,72	2,20%
9	3,56	3,62	1,69%
10	3,59	3,65	1,67%
11	3,6	3,68	2,22%
12	3,58	3,65	1,96%
13	3,55	3,6	1,41%
14	3,65	3,72	1,92%
15	3,62	3,69	1,93%
Média de Absorção =			2,08%

Fonte: Elaborado pelos autores do artigo.

4.6 ENSAIO COM IMPERMEABILIZANTE CIMENTÍCIO DO FABRICANTE A

A tabela 6 apresenta o ensaio de absorção do impermeabilizante cimentício do fabricante A que é uma argamassa polimérica semiflexível impermeável, indicada para vedação e eliminação da umidade. Pode ser aplicado sobre concreto, blocos cerâmicos e de concreto, fibrocimento e demais bases cimentícias.

Tabela 6 - Resultado do ensaio de absorção do concreto com impermeabilizante cimentício do fabricante A

CP	PESO SECO (Kg)	PESO SATURADO (Kg)	TAXA DE ABSORÇÃO
1	3,55	3,64	2,54%
2	3,59	3,65	1,67%
3	3,63	3,72	2,48%
4	3,63	3,73	2,75%
5	3,60	3,69	2,50%
6	3,62	3,68	1,66%
7	3,61	3,67	1,66%
8	3,57	3,64	1,96%
9	3,59	3,63	1,11%
10	3,65	3,71	1,64%
11	3,53	3,59	1,70%
12	3,67	3,74	1,91%
13	3,62	3,65	0,83%
14	3,61	3,70	2,49%
15	3,59	3,66	1,95%
Média de absorção =			1,92%

Fonte: Elaborado pelos autores do artigo.

4.7 ENSAIO COM IMPERMEABILIZANTE CRISTALIZANTE DO FABRICANTE D

A tabela 7 apresenta o resultado do ensaio com impermeabilizante cristalizante do fabricante D, sendo sua composição composta de cimento Portland, areia de sílica fina tratada e compostos químicos ativos. Estes compostos químicos ativos reagem com a umidade do concreto fresco e com os produtos da hidratação do cimento formando uma estrutura cristalina insolúvel nos poros e capilares do concreto. Dessa maneira o concreto se torna permanentemente selado contra a penetração de água ou de outros líquidos em qualquer direção.

Tabela 7 - Resultado relativo ao ensaio de absorção do concreto com impermeabilizante cristalizante do fabricante D.

CP	PESO SECO(Kg)	PESO SATURADO (Kg)	TAXA DE ABSORÇÃO
1	11,70	11,86	1,37%
2	11,91	12,20	2,43%
3	8,17	8,48	3,79%
4	12,16	12,40	1,97%
5	11,90	12,00	0,84%
6	12,30	12,41	0,89%
7	10,98	11,09	1,00%
8	12,18	12,28	0,82%
9	12,15	12,24	0,74%
10	12,08	12,19	0,91%
11	12,43	12,74	2,49%
12	12,37	12,68	2,51%
13	7,08	7,26	2,54%
14	8,77	8,87	1,14%
15	9,57	9,62	0,52%
16	11,72	11,83	0,94%
17	3,24	3,31	2,16%
Média de Absorção =			1,59%

Fonte: Elaborado pelos autores do artigo.

4.8 ENSAIO COM MANTA LÍQUIDA DO FABRICANTE A

A tabela 8 apresenta o resultado do ensaio de absorção após a aplicação de uma manta líquida do fabricante A, que é uma manta de base acrílica, secagem rápida e aplicação a frio sem emendas, pronta para uso e moldada no local. Com alto rendimento, cobre a estrutura com uma proteção impermeável e apresenta ótimas características de elasticidade, flexibilidade e

aderência, tendo uma grande durabilidade e alta resistência a intempéries. Proporciona um bom acabamento, além de refletir os raios solares, o que reduz parte do calor absorvido pela estrutura.

Tabela 8 - Resultado relativo ao ensaio de absorção do concreto com a manta líquida do fabricante A.

CP	Peso Seco	Peso Saturado	Taxa de Absorção
1	3,44	3,54	2,91%
2	3,65	3,72	1,92%
3	3,60	3,67	1,94%
4	3,56	3,62	1,69%
5	3,57	3,64	1,96%
6	3,68	3,75	1,90%
7	3,60	3,66	1,67%
8	3,58	3,63	1,40%
9	3,50	3,56	1,71%
10	3,53	3,59	1,70%
11	3,62	3,67	1,38%
12	3,50	3,54	1,14%
13	3,49	3,53	1,15%
14	3,63	3,68	1,38%
15	3,60	3,66	1,67%
Média de absorção =		1,70%	

Fonte: Elaborado pelos autores do artigo.

4.9 ENSAIO COM COLA À BASE DE ÁGUA DO FABRICANTE A

Tabela 9 - Resultado do ensaio de absorção do concreto com cola à base de água do fabricante X.

CP	PESO SECO	PESO SATURADO	TAXA DE ABSORÇÃO
1	3,470	3,581	3,20%
2	3,480	3,572	2,64%
3	3,476	3,600	3,57%
4	3,461	3,563	2,95%
5	3,089	3,119	0,97%
6	3,417	3,547	3,80%
7	3,523	3,626	2,92%
8	3,008	3,217	6,95%
9	3,501	3,560	1,68%
10	3,769	3,793	0,64%
11	3,492	3,571	2,26%
12	3,450	3,569	3,45%
13	3,397	3,454	1,68%
14	3,397	3,561	4,83%
MÉDIA DE ABSORÇÃO		2,97%	

Fonte: Elaborado pelos autores do artigo.

4.7 ENSAIO COM ADESIVO ESTRUTURAL DO FABRICANTE A.

Tabela 10 - Resultado do ensaio de absorção do concreto com adesivo estrutural do fabricante A.

CP	PESO SECO	PESO SATURADO	TAXA DE ABSORÇÃO
1	3,595	3,615	0,56%
2	3,567	3,605	1,06%
3	3,587	3,609	0,61%
4	3,653	3,683	0,82%
MÉDIA DE ABSORÇÃO		0,76%	

Fonte: Elaborado pelos autores do artigo.

4.8 COMPARATIVO DAS MÉDIAS DE ABSORÇÃO DE CADA IMPERMEABILIZANTE

Finalmente, para fazer uma relação entres os resultados dos ensaios, a tabela 11 faz um comparativo entre as médias de absorção de cada impermeabilizante testado, dessa forma verificando a eficiência.

Tabela 11 - Comparativo das médias de absorção de cada impermeabilizante.

IMPERMEABILIZANTE	MÉDIA DE ABSORÇÃO
Acrílico/ Fab. A	1,73%
Silicone/Fab. A	1,29%
Cimentício/Fab. B	1,62%
Cimentício/Fab. C	2,08%
Cimentício/Fab. A	1,92%
Cristalizante/Fab. D	1,59%
Manta líquida/Fab. A	1,70%
Cola à base de água/Fab. A	2,97%
Adesivo estrutural/Fab. A	0,76%

Fonte: Elaborado pelos autores do artigo.

5 CONCLUSÃO

Com base nos resultados dos ensaios de absorção laboratoriais com a aplicação de impermeabilizantes e após a realização de um comparativo como foi apresentado na tabela 11, pode-se concluir que o impermeabilizante mais eficiente em relação a absorção de água foi o silicone do fabricante A.

Além disso, em termos de aplicação, o silicone possuiu uma excelente facilidade devido a sua consistência fluida e seu rendimento.

O adesivo estrutural, apesar de possuir um melhor resultado em relação aos demais materiais examinados, apresenta uma relação custo benefício baixa, apresentando baixo rendimento, e trabalhabilidade de aplicação ruim. O pior impermeabilizante analisado foi a cola a base de água do fabricante A, apresentando resultado pior do que o concreto sem proteção impermeabilizante.

Os corpos de prova analisados com todos os tipos de impermeabilizações realizadas estão expostos em áreas com presença de dióxido de carbono e cloretos para daqui a 6 meses serem avaliados, em relação a absorção de água e a durabilidade da camada impermeabilizante aplicada. Após as análises laboratoriais e *in-loco*, o impermeabilizante mais eficaz será aplicado nos elementos estruturais (pilares, vigas e lajes) do Centro Universitário do Rio Grande do Norte-UNI-RN, visando o aumento da vida útil e da durabilidade das peças citadas.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6118**: Projeto de Estruturas de Concreto – Procedimento. Rio de Janeiro, 2014. 221p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 9778**: Argamassa e concreto endurecidos - Determinação da absorção de água, índice de vazios e massa específica, Rio de Janeiro, 2005. 4p.