

AVALIAÇÃO DA ABSORÇÃO DE ÁGUA DO CONCRETO COM IMPERMEABILIZANTES FLEXÍVEIS DE PINTURA SUBMETIDOS A VARIAÇÃO TÉRMICA

Eduardo Nuernberg Colombo (1); Jorge Henrique Piva (2);

UNESC – Universidade do Extremo Sul Catarinense
(1) ducolombo@hotmail.com, (2) jhpiva@gmail.com.

RESUMO

Atualmente, há uma grande gama de produtos, composições e marcas disponíveis no mercado de impermeabilizantes, com o mesmo propósito, de proteger as estruturas da infiltração de água. O objetivo deste estudo foi analisar a absorção de água em corpos de prova de concreto com três impermeabilizantes flexíveis de pintura com diferentes composições e impostos a variações térmicas. Após ciclos de choques térmicos, foram definidos três períodos de tempo submersos em água para análise, sendo estes de 1 hora, 24 horas e 72 horas. O resultado foi definido a partir da diferença de massa de cada período, calculando assim a absorção de água e analisando os resultados estatisticamente. Analisando os resultados dos três impermeabilizantes, pode-se notar que houve diferença entre eles. Analisando estatisticamente notou-se que o impermeabilizante 02 e 03 demonstraram resultados iguais, absorvendo menores quantidades de água. O impermeabilizante 03, devido ao teor de sólidos ser significativamente menor que os outros impermeabilizantes, teve o pior resultado, absorvendo grande quantidade de água, análises estatísticas demonstram que se comportou igual aos corpos de prova não impermeabilizados (referência).

Palavras-chave: Absorção. Impermeabilizantes. Períodos. Sólidos.

1. INTRODUÇÃO

Desde antigamente o homem se preocupa, e sente necessidade em aprimorar seus métodos construtivos. Conforme afirma Silva *et al.* (2003), desde a época em que o ser humano habitava as cavernas, percebeu-se que a umidade penetrava as paredes e tornava o ambiente insalubre, tornando desconfortável a vida nesses locais. Esses problemas fizeram com que o homem fosse aprimorando seus métodos construtivos e isolando a sua habitação. A água, o calor e a abrasão foram e sempre serão um dos principais fatores de desgaste e depreciação das construções – a água, principalmente, dado o seu poder de penetração (RIGHI, 2009). Sendo uma das principais etapas na construção, a impermeabilização propicia conforto aos usuários finais das mesmas. Uma eficiente proteção deve ser

oferecida aos diversos elementos de uma obra sujeita às ações das intempéries, com o intuito de proteger a edificação de inúmeros problemas patológicos que poderão surgir com a infiltração de água, integradas ao oxigênio e outros componentes agressivos da atmosfera. A vida útil de uma edificação depende diretamente de uma eficiente realização da impermeabilização (RIGHI, 2009). Atualmente há diversas composições e produtos impermeabilizantes, segundo CICHINELLI (2007), produtos elaborados a partir de demãos (tinta ou pasta) com ou sem estruturante (tela de poliéster ou de náilon e véu de fibra de vidro) e disponíveis para os sistemas rígido ou flexível. Entretanto, para especificar corretamente, fatores como a movimentação, a temperatura de exposição, a pressão e os esforços mecânicos que sofrerá o sistema são itens que devem ser analisados.

Há dois tipos básicos de sistemas flexíveis:

- Sistema Flexível moldado no local: membranas asfálticas, acrílicas, e revestimentos poliméricos.
- Sistema Flexível Pré-Fabricado: mantas asfálticas, mantas elastoméricas, Geomembranas PVC (GUARIZO, 2008).

Os sistemas flexíveis são encontrados em forma de mantas pré-fabricadas ou moldadas no local, que, depois de secas, formam uma membrana protetora. Esses produtos garantem a estanqueidade das estruturas ao mesmo tempo em que, por serem mais elásticos, se adaptam às movimentações a que elas estão sujeitas (FERREIRA, 2012). Embora o mercado de membranas tenha evoluído, a execução dos sistemas moldados in loco sempre foi considerada um grande problema. Ao contrário das mantas, cujos erros de aplicação acontecem quase que exclusivamente nas emendas ou nos cortes malfeitos, as membranas exigem um rígido controle da espessura e, conseqüentemente, da quantidade de produto aplicado por metro quadrado (CICHINELLI, 2007).

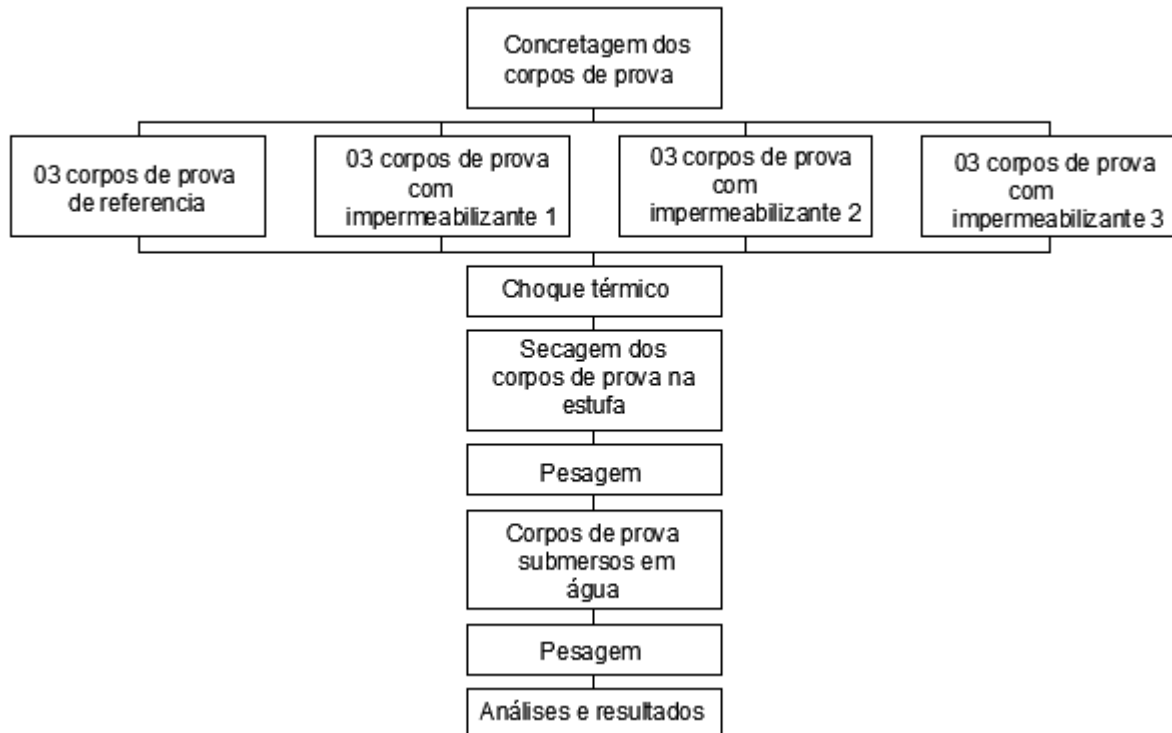
Nas edificações as áreas que requerem algum tipo de impermeabilização são as coberturas, de um modo geral são áreas das edificações que estão expostas à variações térmicas. Nesses casos, mesmo uma argamassa ou concreto impermeável exige a proteção de uma membrana flexível, a qual acompanha o trabalho da estrutura, impedindo a infiltração de água por possíveis trincas ou fissuras (VEDACIT, 2006). Segundo (PIEPER, 1992) e (SOUZA & MELHADO,

1998), quando planejado anteriormente os sistemas de impermeabilização correspondem a uma pequena fração do custo da obra, em torno de 1% a 3%. Erros de projeto ou falhas na execução afetam o desempenho dos sistemas de impermeabilização gerando custos que superam de 5 a 10% do valor da construção, já que muitas vezes as re-impermeabilizações envolvem quebras dos revestimentos de acabamento, além de causar a depreciação do valor patrimonial, manchas, mofo, umidade, dentre outros (BAUER, VASCONCELOS & GRANATO, 2010). Assim, ressalta-se a importância de uma impermeabilização bem executada e com materiais que garantam o desempenho esperado. Dentro desse contexto, este trabalho tem como objetivo analisar três tipos de impermeabilizantes flexíveis de pintura com diferentes composições, aplicados em corpos de prova de concreto e submetidos a ciclos de choques térmicos, avaliando assim, a absorção de água, após serem submersos por três períodos distintos, sendo estes, uma hora, 24 horas e 72 horas.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

O fluxograma da figura 01 apresenta a sequência de atividades do trabalho:

Figura 01 – Fluxograma



Fonte: Do Autor, 2017.

2.1 MATERIAIS

Foram utilizados 12 corpos de prova prismáticos de concreto de resistência média de 30 MPA com dimensões de 10x10x35 cm conforme sugere a NBR 5738. Sendo que 9 corpos de prova foram aplicados impermeabilizantes flexíveis de pintura de diferentes composições, ou seja, 3 corpos de prova para cada tipo de impermeabilizante.

Além dos que foram impermeabilizados, teve três corpos de prova de referência.

Após a concretagem, foi aplicado argamassa de traço 1;3, conforme especificado pelos fornecedores para reparar pequenas irregularidades nos corpos de prova.

2.1.1 Características dos impermeabilizantes

Impermeabilizante 01

É uma manta líquida, de base asfalto elastomérico e aplicação a frio sem emendas, pronta para uso e moldada no local. Sua composição básica é Emulsão asfáltica modificada com elastômeros.

Consumo mínimo: 3 L/m².

Tempo mínimo de secagem: 7 dias.

Aplicação: Pincel.

Primeira demão diluída em 10% de água.

Tempo mínimo de secagem entre demãos: 8 horas.

Impermeabilizante 02

É uma manta líquida, de base acrílica e aplicação a frio sem emendas, pronta para uso e moldada no local. Sua composição química é emulsão acrílica elastomérica, coalescentes, dióxido de titânio, cargas minerais, bactericidas e fungicidas.

Consumo mínimo: 3 L/m².

Tempo mínimo de secagem: 7 dias.

Aplicação: Pincel.

Primeira demão diluída em 15% de água.

Tempo mínimo de secagem entre demãos: 8 horas.

Impermeabilizante 03

É uma manta líquida, a base de asfalto, composto com cargas minerais neutras, emulsionado em água. Produto de fácil aplicação que, pronto para o uso e para ser aplicado a frio.

Consumo mínimo: 4 L/m².

Tempo mínimo de secagem: 5 dias.

Aplicação: Pincel.

Primeira demão diluída em 50% de água.

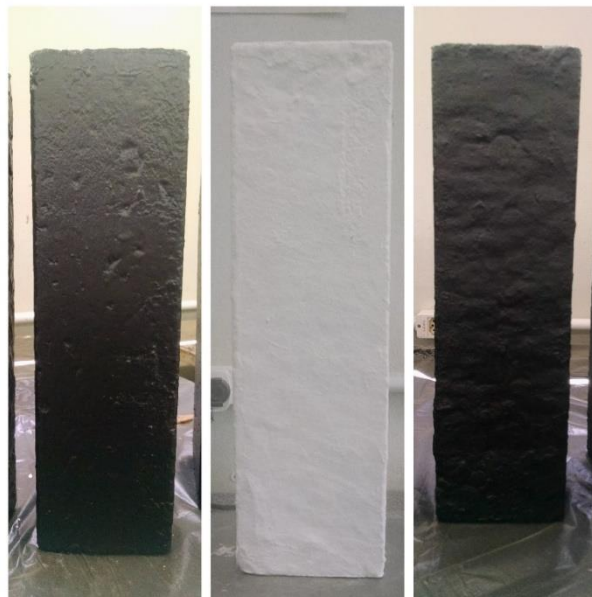
Tempo mínimo de secagem entre demãos: 12 horas.

2.2 METODOLOGIA

2.2.1 Aplicação dos impermeabilizantes e ciclos de choque térmico

Primeiramente, foi feita a limpeza da superfície dos corpos de prova antes da aplicação dos impermeabilizantes para uma melhor aderência. Foi feita a aplicação dos impermeabilizantes utilizando-se um pincel. A quantidade de impermeabilizante aplicado foi o consumo mínimo especificado pelos fornecedores. Observa-se na figura 02 os impermeabilizantes já aplicados.

Figura 02 – Impermeabilizantes aplicados nos corpos de prova



Fonte: Do Autor, 2017.

Após o tempo de secagem dos impermeabilizantes, especificada pelos fornecedores, os corpos de prova foram dirigidos à estufa com temperatura de 120°C por 3 horas, após o término desse período, foram retirados e submersos em 5 cm de água fria por 5 minutos, como mostra a figura 03, provocando choque térmico, para assim, causar movimentações. Esta etapa foi realizada 8 vezes.

Figura 03 – Choque térmico



Fonte: Do Autor, 2017.

Assim que os ciclos de choque térmico terminaram, foi feita análise microscópica, a fim de visualizar se houve movimentações, não confirmando resultados. Em seguida foi colocado na estufa os corpos de prova para secagem, durante 3 horas, à temperatura de 105 °C.

2.2.2 Ensaio de absorção de água

Depois que os corpos de prova foram retirados da estufa, foi feito o registro de suas massas. Logo após, os corpos de prova foram submersos em água, conforme mostra a figura 04, para assim analisar se estava ocorrendo absorção, isto, por meio da alteração de massa dos corpos de prova conforme a NBR 9778.

Figura 04 – Corpos de prova submersos em água



Fonte: Do Autor, 2017.

Foram definidos 3 intervalos para analisar a absorção, sendo estes de 1 hora, 24 horas e 72 horas. Após o término de cada intervalo foram retirados da água, passado um pano úmido nas extremidades e medidos suas respectivas massas.

A absorção do concreto foi obtido através da relação entre a massa da água nela contida e a massa do corpo seco, dado pela Equação 01:

$$A(\%) = \frac{m_{sat} - m_s}{m_s} * 100 \quad \text{Equação 01}$$

Em que:

m_{sat} = massa saturada do corpo de prova (g)

m_s = massa seca do corpo de prova (g)

2.2.3 Ensaio de determinação de sólidos

Para realizar o ensaio de determinação de sólidos, foi usada ASTM D 3723. Foi pego uma amostra de 1g de cada impermeabilizante, e colocado a uma temperatura de 140 °C, em um medidor de umidade, até que não houvesse mais alteração de

massa. Assim, pela diferença de massa, foi possível obter a porcentagem de sólidos presente em cada impermeabilizante.

3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

3.1 ENSAIO DE ABSORÇÃO DE ÁGUA

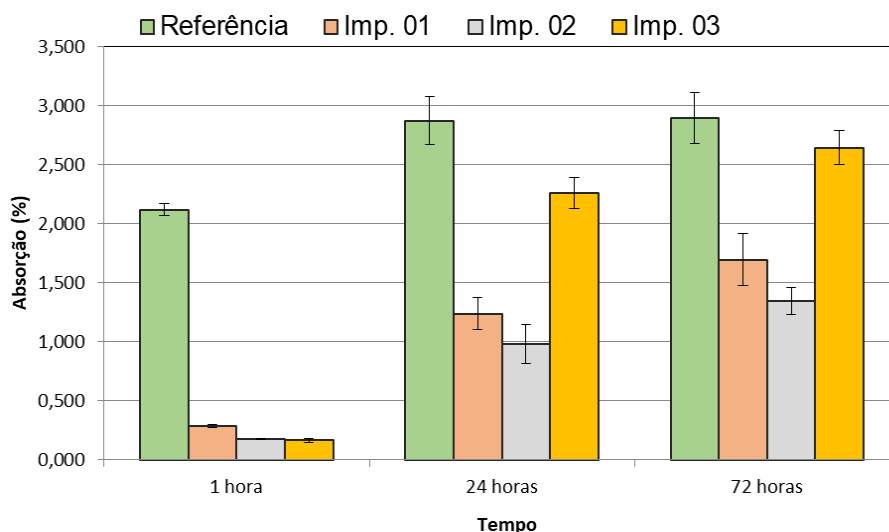
Na tabela 01 e figura 05 são apresentados os resultados para o ensaio de absorção de água dos corpos de prova.

Tabela 01 – Resultados de absorção de água

Grupos		Absorção (%)		
		1 hora	24 horas	72 horas
Impermeabilizante 1	Média	0,283	1,237	1,694
	Desv. Std	0,015	0,138	0,218
Impermeabilizante 2	Média	0,175	0,978	1,343
	Desv. Std	0,005	0,166	0,117
Impermeabilizante 3	Média	0,165	2,260	2,641
	Desv. Std	0,017	0,130	0,144
Referência	Média	2,118	2,870	2,896
	Desv. Std	0,051	0,205	0,216

Fonte: Do Autor, 2017.

Figura 05 – Gráfico da absorção de água nos períodos analisados



Fonte: Do Autor, 2017.

Os resultados mostraram que o Imp. 01 e 02 apresentaram-se eficientes quanto à estanqueidade da água, após 72 horas de imersão o índice de absorção de água foi cerca de 50 % da amostra sem impermeabilizante. O Imp. 03 teve um desempenho ruim, pois na avaliação em 72 horas seu índice de absorção de água foi praticamente o mesmo da amostra de referência.

Para validação dos resultados foi aplicado a análise de variância ANOVA, a fim de verificar a significância dos mesmos.

Tabela 02 – Resultados ANOVA

Parâmetros	Absorção à 1 hora	Absorção à 24 horas	Absorção à 72 horas
p	0,000	0,000	0,000
F	3467	89,14	51,49
Fcrítico	4,07	4,07	4,07

Fonte: Do Autor, 2017.

A análise de variância foi analisado para um nível de significância de 95 %, ou seja, um $p \geq 0,05$, em que para os resultados acima deste as amostras podem ser consideradas iguais com 95 % de certeza, o contrário as amostras são consideradas diferentes com a mesma precisão. Também foi avaliado o valor de F, que, quando maior que o Fcrítico, as amostras são consideradas diferentes. Logo os resultados obtidos demonstram que as amostras mostraram-se diferentes em todos os períodos, com 95 % de precisão.

3.1.1 Corpos de prova imersos por 1 hora

Analisando os resultados obtidos após o período de 1 hora, notou-se que os impermeabilizantes tiveram bom desempenho, apresentando em média, apenas 10% do valor, em relação a absorção dos corpos de prova de referência.

Os valores médios da absorção de água, retirados da figura 05 são de 2,118% para os de referência, 0,283% para o Impermeabilizante 01, 0,175% para o Impermeabilizante 02 e 0,165% para o Impermeabilizante 03. Sendo assim, se encontra a maior diferença entre o impermeabilizante 03 e os de referência, valor de 1,953%.

Analisando estatisticamente estes dados, por meio da análise de variância (ANOVA), foi aprovado, com 95% de probabilidade, a existência de pelo menos uma diferença estatisticamente significativa.

Por meio do método de Tukey, foi descoberto onde as diferenças estavam, mostrado na tabela 02.

Tabela 02 – Resultado de Tukey para absorção do período de uma hora

Médias das absorções (%)		
REF	2,118	A
IMP. 01	0,283	B
IMP. 02	0,175	C
IMP. 03	0,165	C

Fonte: Do Autor, 2017.

As médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si, a um nível de significância de 5%.

3.1.2 Corpos de prova imersos por 24 horas

Quando comparados os resultados entre a referência e os impermeabilizantes, os valores mostraram diferenças significativas a partir de 24 horas de imersão. Neste período o impermeabilizante 03 apresentou grande absorção de água, se distinguindo bastante dos outros impermeabilizantes. Enquanto o impermeabilizante 01 e 02, demonstram desempenhos estatisticamente iguais.

Os valores médios da absorção de água, retirados da figura 05 são de 2,870% para os de referência, 1,237% para o Impermeabilizante 01, 0,978% para o Impermeabilizante 02 e 2,260% para o Impermeabilizante 03. Se encontra a maior diferença entre o impermeabilizante 02 e os de referência, valor de 1,892%.

Analisando estatisticamente estes dados, por meio da análise de variância (ANOVA), foi aprovado, com 95% de probabilidade, a existência de pelo menos uma diferença estatisticamente significativa.

Por meio do método de Tukey, foi descoberto onde as diferenças estavam, mostrado na tabela 03.

Tabela 03 – Resultado de Tukey para absorção do período de 24 horas

Médias das absorções (%)		
REF	2,870	A
IMP1	1,237	B
IMP2	0,978	B
IMP3	2,260	C

Fonte: Do Autor, 2017.

As médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si, a um nível de significância de 5%.

3.1.3 Corpos de prova imersos por 72 horas

Analisando os resultados obtidos após o período de 72 horas, notou-se que o impermeabilizante 03 apresentou comportamento estatístico igual ao de referência, e valor bem diferente aos outros impermeabilizantes, que se comportavam estatisticamente iguais.

Os valores médios da absorção de água, retirados da figura 05 são de 2,896% para os de referência, 1,694% para o Impermeabilizante 01, 1,343% para o Impermeabilizante 02 e 2,641% para o Impermeabilizante 03. Agora, se encontra a maior diferença entre o impermeabilizante 02 e os de referência, valor de 1,553%.

Analisando estatisticamente estes dados, por meio da análise de variância (ANOVA), foi aprovado, com 95% de probabilidade, a existência de pelo menos uma diferença estatisticamente significativa.

Por meio do método de Tukey, foi descoberto onde as diferenças estavam, mostrado na tabela 04.

Tabela 04 – Resultado de Tukey para absorção do período de 72 horas

Médias das absorções (%)		
REF	2,896	A
IMP1	1,694	B
IMP2	1,343	B
IMP3	2,641	A

Fonte: Do Autor, 2017.

As médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si, a um nível de significância de 5%.

3.2 ENSAIO DE DETERMINAÇÃO DO TEOR DE SÓLIDOS

Para identificar as características dos impermeabilizantes foi determinado % de sólidos de cada material, apresentados na tabela 05.

Tabela 05 - Determinação do teor de sólidos

Teor de sólidos (%)	
IMP 01	52,83
IMP 02	48,12
IMP 03	24,42

Fonte: Do Autor, 2017.

Os resultados foram de 52,83% de sólidos para o impermeabilizante 01, 48,12% para o impermeabilizante 02 e 24,42% para o impermeabilizante 03. Por meio desses dados, nota-se que o IMP 03 apresenta 51,62% a menos de sólidos que a média de sólidos dos outros dois impermeabilizantes. Assim, levou-se a concluir que a diferença de absorção de água entre os impermeabilizantes 01 e 02 com o impermeabilizante 03 se dá por causa do teor de sólidos.

4. CONCLUSÕES

Quando analisadas as absorções de cada período, nota-se grande heterogeneidade dos resultados.

No primeiro período de análise, de uma hora, os impermeabilizantes tiveram desempenho similar, apresentando baixa absorção. Já a absorção dos corpos de prova de referência apresentou aproximadamente valores 10 vezes maiores que a absorção média dos impermeabilizantes. Neste período o impermeabilizante 03 apresentou menor absorção.

Quando comparados os resultados entre a referência e os impermeabilizantes, os valores mostraram diferenças significativas a partir de 24 horas de imersão. Neste período o impermeabilizante 03 apresentou grande absorção de água, se distinguindo bastante dos outros impermeabilizantes. Enquanto o impermeabilizante 01 e 02, demonstram resultados estatisticamente iguais.

Já no terceiro período, de 72 horas, o impermeabilizante 01 e 02, apresentaram resultados estatisticamente iguais, com bom desempenho quanto a estanqueidade da água. O impermeabilizante 03 não apresentou diferença significativa em relação ao de referência, mostrando-se ineficiente quanto a estanqueidade da água. A fim de explicar o porquê, de no período de 72 horas, o impermeabilizante 03 apresentar o mesmo desempenho que os corpos de provas não impermeabilizados, foi feito o ensaio de determinação de sólidos, demonstrando que havia grande diferença de teor de sólidos entre os impermeabilizantes 01 e 02 com o impermeabilizante 03, apresentando 51,62% de sólidos a menos que a média dos outros 2 impermeabilizantes.

Analisando os resultados, o impermeabilizante de base acrílica, foi o que demonstrou melhor desempenho impermeabilizante, seguido pelo impermeabilizante de base asfáltica com elastômeros, e com o pior desempenho, o impermeabilizante de base asfáltica com cargas minerais.

RECOMENDAÇÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

- Ampliar o número de amostras para conseguir uma maior confiabilidade dos resultados;
- Aumentar o número de períodos e analisar resultados maiores que 72 horas.
- Analisar diferentes composições de impermeabilizantes.

5. REFERÊNCIAS

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

_____. **NBR 9685: Emulsão asfáltica para impermeabilização.** Rio de Janeiro, 2005.

_____. **NBR 9779: Argamassa e concretos endurecidos – Determinação da absorção de água por capilaridade.** Rio de Janeiro, 2012.

_____. **NBR 5738: – Concreto – Procedimento para moldagem e cura de corpos de prova.** Rio de Janeiro, 2003.

ASTM D 3723 – **Standard Test Method for Pigment Content of Water-Emulsion Paints by LowTemperature Ashing.** ASTM International, West conshohockenm PA, 2011.

CICHINELLI, Gisele. **Impermeabilização.** 87. ed. Revista Técnica, São Paulo: Pini, p. 35-38, out. 2007

FERREIRA, RÓMARIO. **CONHECENDO OS IMPERMEABILIZANTES,** 2012 – disponível em <<http://equipedeobra.pini.com.br/construcao-reforma/44/conhecendo-os-impermeabilizantes-veja-quais-sao-os-sistemas-de-245388-1.aspx>>. acesso em 25 out. 2017

GUARIZO, EDNILSON. **IMPERMEABILIZAÇÃO FLEXÍVEL.** Universidade São Francisco, Itatiba, 2008.

PIEPER, R. **Só se nota a impermeabilização quando ela não existe.** Revista Impermeabilizar, São Paulo, n.43, p.6, fev. 1992.

RIGHI, Geovane Venturini. **Estudos dos sistemas de impermeabilização: patologias, prevenções e correções – análise de casos.** 95 f. Dissertação (Mestrado na Área de Concentração em Construção Civil) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2009.

SILVA, Maria Carolina Rodrigues et al. **Aplicação de mantas asfálticas na impermeabilização de lajes de coberturas.** In: IV ENCONTRO TECNOLÓGICO DA ENGENHARIA CIVIL E ARQUITETURA,4., 2003, Maringá: Universidade Estadual de Londrina, 2003. P.190-196.

SOUZA, J. C. S.; MELHADO, S. B. **Diretrizes para uma metodologia de projeto de impermeabilização de pisos do pavimento tipo de edifícios.** In: CONGRESSO LATINOAMERICANO TECNOLOGIA E GESTÃO NA PRODUÇÃO DE EDIFÍCIOS: SOLUÇÕES PARA O TERCEIRO MILÊNIO, São Paulo, 1998.

VEDACIT. **Manual Técnico de Impermeabilização em estruturas,** 4. ed. – Otto Baumgart,2006.