



15º Simpósio Brasileiro
de Impermeabilização 2018



Instituto de
Impermeabilização

ANAIS DO 15º SIMPÓSIO BRASILEIRO DE IMPERMEABILIZAÇÃO

4 e 5 de junho de 2018 - São Paulo / SP

APLICAÇÃO DE HIDRORREPELENTE EM CONCRETO DE BAIXA POROSIDADE

SILVA, Marcio Ricardo

Engenheiro Civil
Viapol Ltda – SP
Caieiras – SP

marcio.ricardo@viapol.com.br

LOBATO, Leonardo Marques

Engenheiro Civil
Viapol Ltda – SP
São Paulo-SP

leonardo.lobato@viapol.com.br

RESUMO

Os Hidrorrepelentes são produtos líquidos de baixa viscosidade que penetram na porosidade do substrato, alterando as características de absorção capilar pela alteração do ângulo de contato entre a parede do capilar e a superfície da água, por alteração da tensão superficial do mesmo, impedindo assim a penetração de água. O presente trabalho trata inicialmente de um estudo incluindo conceituação, formulação, forma de atuação e requisitos de especificação para os produtos de tratamento hidrófobo destinados a estruturas de concreto armado de baixa porosidade. Com relação à parte experimental, segue uma apresentação de resultados referentes a trabalhos desenvolvidos nas instalações da obra Cidade Matarazzo, Endereço: Alameda Rio Claro, 190 - Bela Vista, São Paulo – SP. Deve-se ressaltar que os produtos hidrorrepelentes não são empregados de forma específica para combater agentes agressivos, carbonatação, penetração de água sob pressão, eflorescência ou lixiviação provocada pela ação de água que penetram em seu substrato por ação de

fissuras, águas residuais do período de construção e águas penetradas por falhas construtivas diversas.

APPLICATION OF WATER REPELLENT IN LOW POROSITY CONCRETE.

Abstract: Water repellents are liquid products of low viscosity that penetrate the porosity of the substrate, altering the characteristics of capillary absorption by changing the contact angle between the wall of the capillary and the surface of the water, by altering the surface tension thereof, thus preventing the penetration of water. The present work deals initially with a study including conceptualization, formulation, form of actuation and specification requirements for hydrophobic treatment products for low porosity reinforced concrete structures. Regarding the experimental part, a presentation of results related to works developed in the works of the city Matarazzo, Address: Alameda Rio Claro, 190 - Bela Vista, São Paulo - SP. It should be noted that water repellent products are not specifically used to combat aggressive agents, carbonation, penetration of water under pressure, efflorescence or leaching caused by the action of water entering their substrate by cracks, construction and water penetrated by various constructive failures.

Palavras – Chave

Hidrorrepelentes; Hidrofugantes; Silicone; Concreto

1. Introdução

A utilização do Concreto de Alto-Desempenho (CAD) esta cada vez mais constante e o resultado deste alto-desempenho é uma combinação que entre as propriedades estão à baixa relação água e cimento e a diminuição da porosidade pela utilização de uma distribuição de granulometria extensa, obtida pela combinação dos finos – cimento Portland, sílica ativa, pó-de-quartzo e agregado miúdo que não deixam espaços vazios para a ocorrência das variações volumétricas.

A busca pelo controle da penetração de água nas construções vem sendo tentada há longo tempo, havendo registro da aplicação de óleos e ceras para a proteção das rochas em templos gregos e romanos (Charola, 1995)..

Entre os procedimentos para proteger superfícies de concreto, as imprimações hidrofóbas são as que menos interferem no aspecto das mesmas. Seu principal efeito consiste em impedir ou dificultar a absorção de água por capilaridade segundo JACOB e HERMANN, as impregnações hidrófobas são utilizadas em superfícies de concreto verticais ou inclinadas expostas ao intemperismo. Ainda segundo JACOB e Hermann, a eficácia dos hidrofugantes tem durado até 10 anos, quando aplicado sobre fachadas de concreto aparente, de pelo menos 6 meses de idade. De acordo com estes autores, é pouco provável que se obtenha eficácia de grande duração em superfícies de concreto jovens, já que o processo de hidratação não foi concluído, podendo-se formar constantemente novas superfícies não umedecidas pelos produtos de impregnação. Para a impregnação hidrófoba o concreto deve ter uma idade de no mínimo 28 dias. A aplicação não deve ser realizada em baixas temperaturas, altas temperaturas ou quando houver altas taxas de umidade relativa do ar e dos elementos de construção.

Diversos tipos de produtos hidrofugantes vêm sendo utilizados na construção civil com o objetivo de reduzir a tensão superficial dos materiais porosos e com isso sua aptidão à água.

Os produtos mais utilizados, atualmente, são à base de silicões por apresentarem boa aderência aos substratos silicosos, boa repelência à água, elevada durabilidade, e não alterarem a aparência da superfície sobre a qual são

aplicados. Dentre esses, destacam-se os silanos/siloxanos, pois possuem moléculas pequenas o suficiente para penetrar em substratos pouco porosos, como granitos e concretos de elevadas resistências (características dos silanos), e apresentarem um menor consumo de material, característica dos siloxanos.

De modo geral, os hidrofugantes à base de silicones vêm se mostrando efetivos na redução da quantidade de água no interior dos materiais porosos, visto que diminuem a tensão capilar e os efeitos da condensação, mesmo retardando os processos de secagem.

2. Quanto à Formulação (Hidrofugante à base de silicone).

Atualmente, os hidrofugantes mais utilizados na construção civil para a redução da penetração de água são à base de silicone, que possuem uma baixa tensão superficial (inferior a 24 mN/m) e conseguem recobrir a superfície dos poros do substrato sem formar película. Como consequência, reduzem as forças capilares e a penetração de água, causam menor impacto na permeabilidade ao vapor e apresentam boa adesão aos materiais silicosos.

Os silicones são formados por uma matriz inorgânica (Si-O-Si) e por radicais apolares que são os responsáveis pela repelência à água. De maneira geral, quanto maior é esse radical, maior é a eficiência e a durabilidade do hidrofugante.

Os radicais mais comumente usados são o metil (CH₃), o propil (C₃H₇) e o octil (C₈H₁₇), sendo que seu tamanho está diretamente relacionado com o número de átomos de carbono.

A nomenclatura dos produtos à base de silicone segue a seguinte regra: tipo de radical alquila, tipo de radical alcóxi (-OR), tipo de produto à base de silicone.

Dessa forma, um produto do tipo octiltrietoxissilano representa um silano em que o radical apolar é do tipo octil, e que há três grupos alcóxi, do tipo álcool etílico, ligados ao átomo de silício.

Comercialmente, os principais hidrofugantes à base de silicone usados no Brasil são: **silanos**, **siloxanos**, **siliconatos** e mistura de **silanos/siloxanos**.

Silanos: são os mais simples dos silicones, onde um átomo de silício está ligado a um radical apolar e três grupos alcóxi (*figura 1-a*). Esse tipo de material caracteriza-se por ser transparente, não formar filme, possuir baixa viscosidade e o menor tamanho de molécula entre os derivados de silicone (entre 10 e 25 Å). Um ponto negativo desses produtos é que os grupos alcóxi existentes volatizam durante a aplicação, fazendo com que uma importante parcela do material não seja aproveitada (em torno de 40% de sua massa inicial).

Siloxanos: são formados por cadeias de três a oito átomos de silício (*figura 1-b*), com um tamanho de molécula de 25 a 100 Å e com um menor teor de voláteis do que os silanos. Os siloxanos, comparativamente aos silanos, possuem uma energia superficial cerca de 10% inferior, uma maior reatividade e um menor tempo para formação da superfície hidrofóbica.

Siliconato: produtos provenientes da adição de um metal alcalino a uma solução de silano, com o objetivo de aumentar a estabilidade, solubilidade e baratear o seu custo final (*figura 1-c*). Os mais comuns no Brasil são os metilsiliconatos. Caracterizam-se por promover uma hidrorrepelência intermediária e serem à base de água. Por reagirem de maneira lenta em substratos alcalinos - como os materiais cimentícios - causam manchas se aplicados sobre substratos úmidos.

Silanos/siloxanos: produto proveniente pela mistura desses dois tipos de hidrofugantes. Hoje é o produto mais comercializado no País. Os produtos quando indicados para aplicação em granito, que possui menor quantidade e dimensão de poros, possuem uma predominância de silanos, enquanto que, em superfícies muito porosas, como as argamassas de revestimentos predominam os siloxanos. Até há pouco tempo essa mistura era comercializada na base solvente e hoje na base aquosa, como emulsão. Os compostos de base solvente contêm na sua composição VOC (compostos orgânicos voláteis) que são substâncias potencialmente nocivas à saúde do trabalhador durante a aplicação do produto e causam maior impacto ao meio ambiente

Outro ponto importante é que os silanos são especificados para serem aplicados sem diluições ou diluídos em solventes orgânicos, enquanto que os siloxanos e os silanos/siloxanos são, geralmente, de base aquosa, podendo também ser encontrados na base solvente.

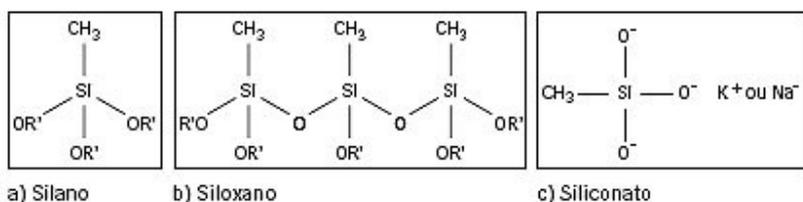


Figura 1 - Estrutura química dos hidrofugantes à base de silicone. Baseado em Mayers (1998) e Selley (2006)

3. Forma de Atuação e Aplicação

Os hidrofugantes provocam reduções na cinética de absorção de água, principalmente em locais onde há curtos períodos de contato com a água. À medida que se aumenta o período de imersão avaliado, há uma contínua queda de desempenho, caracterizada pelo aumento do teor de umidade (figura 2). Por isso, os produtos à base de silicone não são indicados para aplicação em locais submersos, com presença de umidade constante e em locais onde há umidade ascendente.

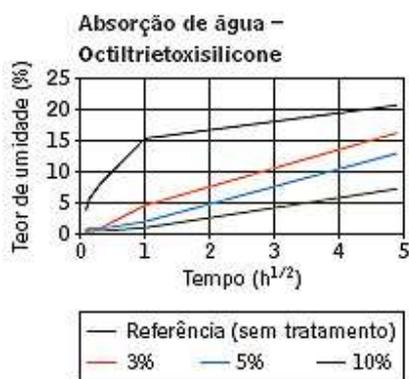


Figura 2 - Cinética de absorção d'água de placas em função da concentração do hidrofugante quando diluído em água. Fonte: Artigo Techne Pini

Como ponto negativo, os hidrofugantes retardam a secagem dos materiais de construção. Esse fenômeno é tão mais importante quanto maior é a concentração do hidrofugante (figura 3).

Fatores que influenciam no desempenho dos hidrofugantes

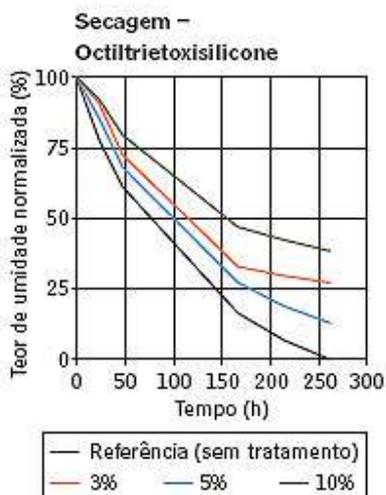


Figura 3 - Cinética de secagem d'água em função da concentração do hidrofugante quando diluído em água. Fonte: Artigo Techne Pini

Aplicação

Os hidrofugantes podem ser aplicados como uma adição à mistura ou como tratamento superficial. O mais tradicional é o segundo, pois não alteram de maneira radical os métodos construtivos empregados, não apresentam aumento de custos vultosos e possuem um histórico de utilização compatível com diversos tipos de materiais. Esse método pode ser aplicado por pintura, spray, gel ou creme para os materiais já em uso, e por imersão quando os produtos ainda se encontram em unidades industriais, como no caso de telhas cerâmicas e pré-moldados; para todos esses métodos, quanto maior o tempo de contato entre o produto hidrofugante e o substrato, maior o efeito.

Métodos e Materiais

Essa parte experimental consiste na aplicação de Hidro-repelente SILANO EM GEL em concreto aparente com baixa porosidade e teste de permeabilidade do concreto após aplicação do produto.

A escolha do (SILANO EM GEL) foi baseada nas informações de que o produto silano possui moléculas pequenas o suficiente para penetrar em substratos pouco porosos, e o estado de gel evita o escorrimento.

O experimento está dividido em duas etapas:

1º Etapa objetivo de mostrar a aplicação do produto Hidro-repelente sobre base de concreto de baixa porosidade.

2º Etapa realizar ensaios para comparar a permeabilidade do concreto e absorção após a aplicação do produto de acordo com a comparação entre dois ensaios de absorção de água por capilaridade pelo concreto - ensaio NBR 9779 x ensaio proposto por kelham.

1º Etapa – Aplicação do Produto.

Equipamentos e produto utilizado:

Equipamentos:

- Lixa, estopa, fita crepe, rolo de lã de pelo baixo e pincel.

Produto:

- Hidro-repelente Silano em Gel de aparência aquosa, sem solvente, cremosa, produto para impregnação hidrofóbica de concreto normal e reforçado.

O procedimento consiste em:

1º Etapa 1 – Preparo e Limpeza do Substrato.

Delimitação da área de concreto com auxílio de fita crepe, lixamento para remoção de resíduos e limpeza com estopa.





1º Etapa 2 – Homogeneização e Aplicação do Produto

Após homogeneização, aplicação do produto com auxílio de rolo de lã de pelo baixo.



Observações

Área de Aplicação do produto Hidro-repelente Silano em Gel – Gel : 0,93m²

Consumo utilizado: 179g

Consumo/ m²: 192g/m²

2º Etapa – Teste de Permeabilidade do Concreto.

Metodologia: O procedimento consiste na Fixação de três tubos de ensaios considerando tubos (1 e 2) fixados em pontos do concreto onde houve a aplicação do hidro-repelente e tubo (3) fixado em área de concreto onde não foi aplicado nenhum produto.

O ensaio prossegue com a adição de água nos tubos de amostra até que se iguale ao nível 0 da régua para realização da leitura do nível entre os intervalos de

04:00hs, 24:00hs e 48:00hs para que seja identificado a variação Δ nível de permeabilidade do concreto.

Equipamentos utilizados:

Equipamentos:

- Tubo de ensaio, fita crepe, selante, aplicador, estilete, luvas, pano.



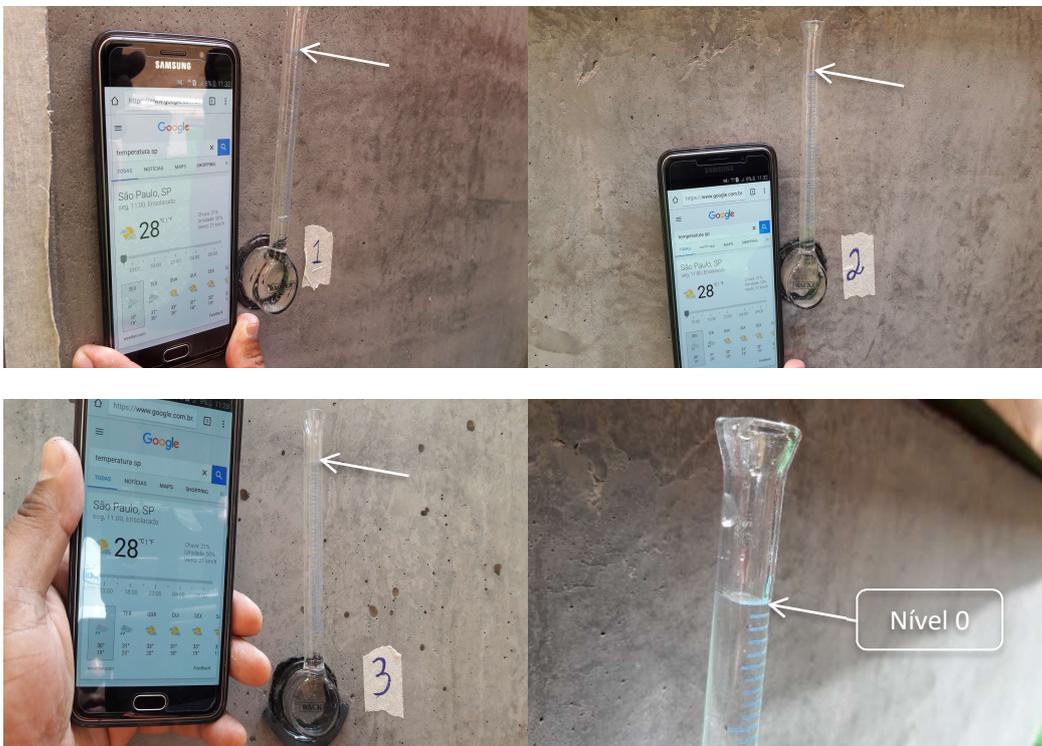
O procedimento consiste em:

2º Etapa 1- Limpeza do Substrato e Fixação dos Tubos de Ensaio.



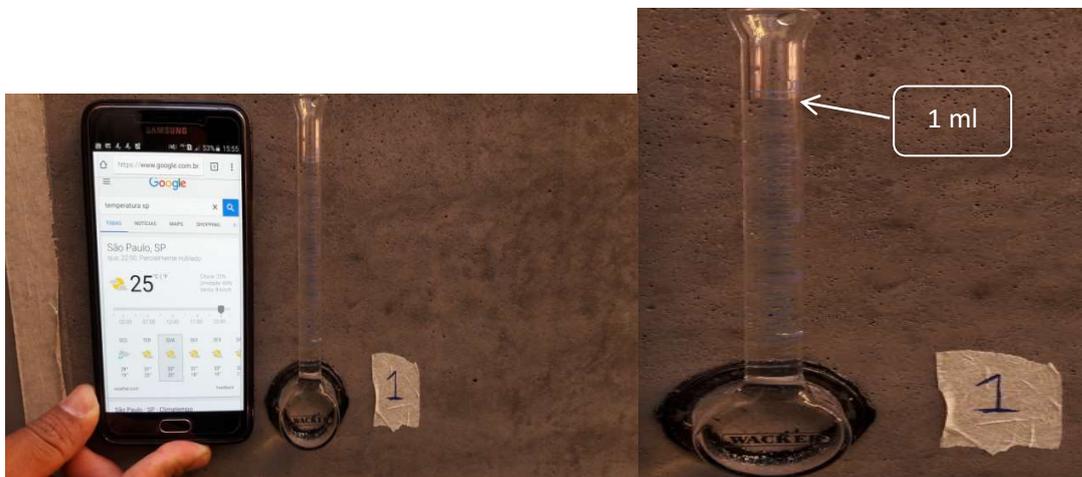
2º Etapa 2- Nível da Água e Temperatura do Local.

Início do ensaio considerando temperatura de 28° e nível de água no ponto 0.



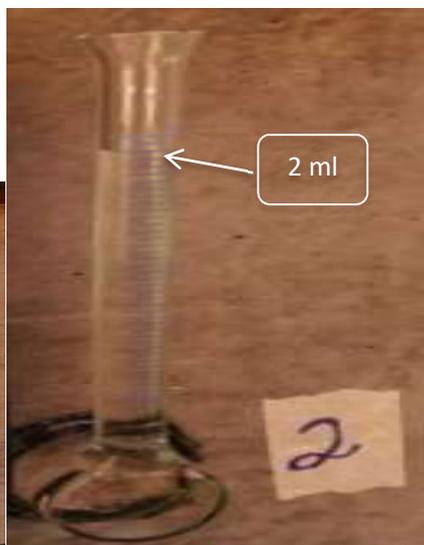
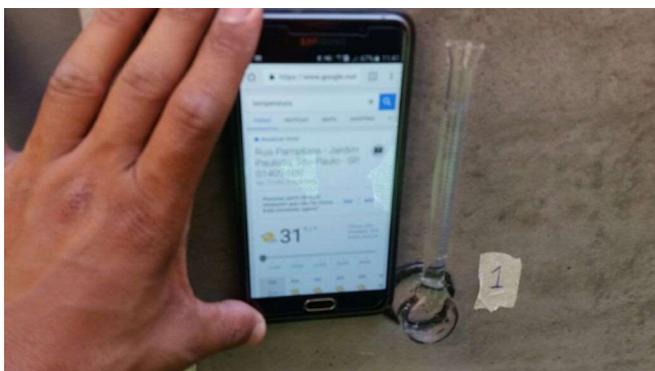
2º Etapa 3- Nível da Água e Temperatura do Local.

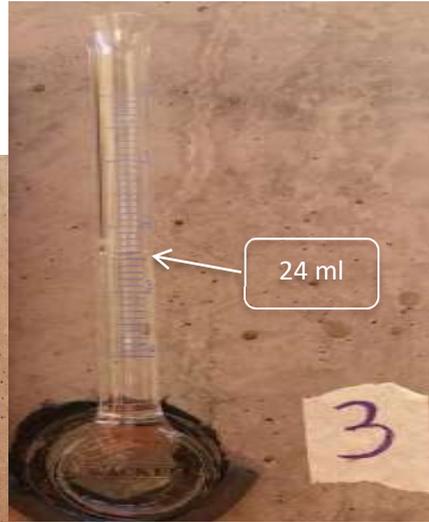
Ensaio intervalo de 04:00hs, temperatura de 25° e nível de água variando entre (Tubo 01= nível 1ml), (Tubo 02= nível 0), (Tubo 03= nível 6,5ml)



2º Etapa 4- Nível da Água e Temperatura do Local.

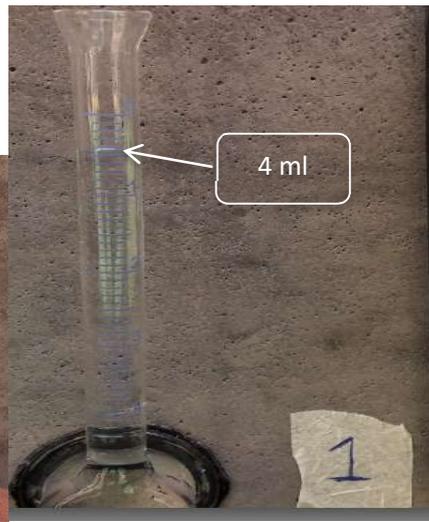
Ensaio intervalo de 24:00hs, temperatura de 31° e nível de agua variando entre (Tubo 01= nível 2 ml), (Tubo 02= nível 2ml), (Tubo 03= nível 24ml)





2º Etapa 5- Nível da Água e Temperatura do Local.

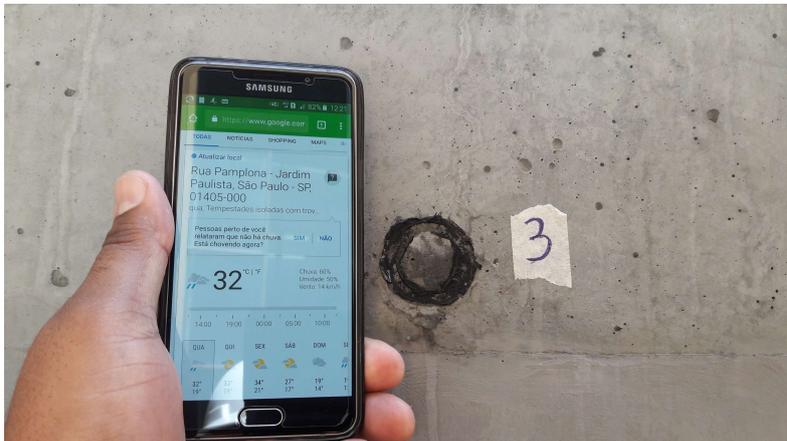
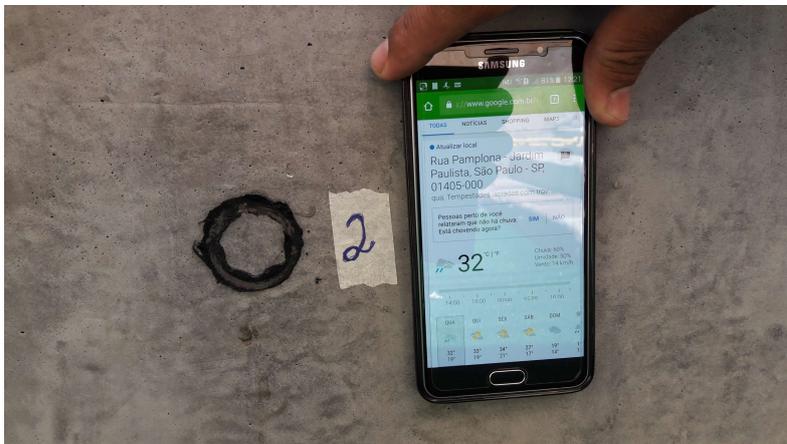
Ensaio intervalo de 48:00hs, temperatura de 32° e nível de agua variando entre (Tubo 01= nível 4 ml), (Tubo 02= nível 3ml), (Tubo 03= nível 45ml)





2º Etapa 6- Remoção dos Tubos de Ensaio.

Remoção dos tubos de ensaios após última leitura do intervalo de 48:00hs, precisamente todos ao mesmo horário 12:21 com temperatura de 32° para observar o ponto de concreto sujeito ao contato direto com a água no período do ensaio realizado.



7- Observações.

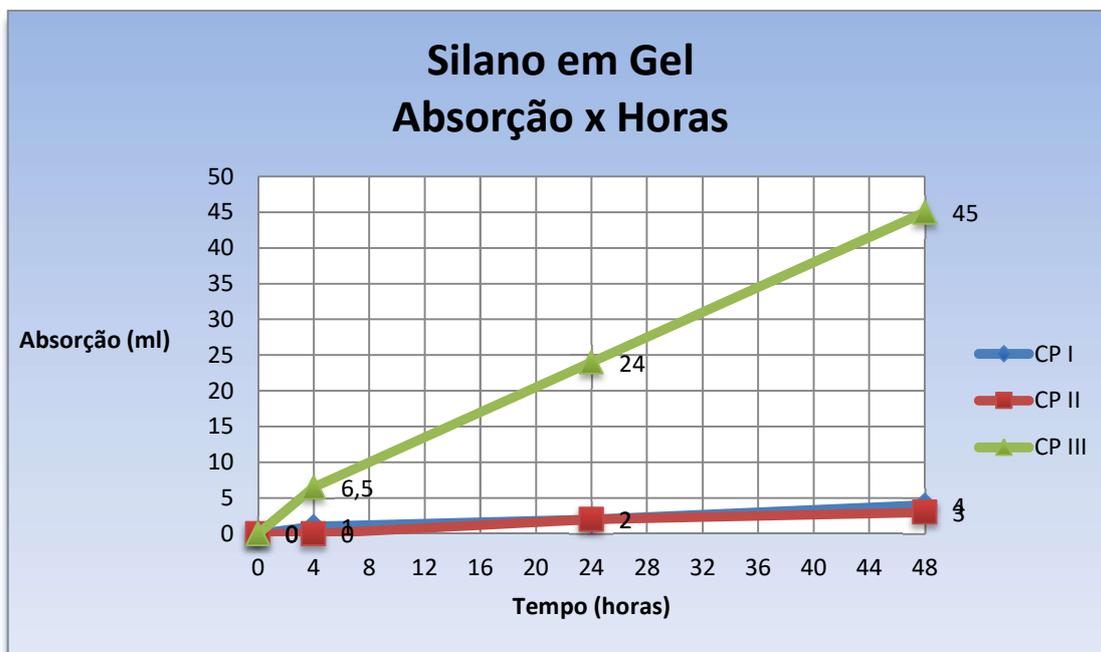
A variação mínima do nível da régua dos tubos 1 e 2 com relação ao tubo 3 no período do ensaio realizado foi fundamental para perceber a eficiência do Hidro-repelente SILANO EM GEL aplicado.

A variação mínima do nível da régua dos tubos 1 e 2 conforme supracitado pode estar relacionada ao nível de evaporação.

Após a remoção dos tubos precisamente no 5º passo, foi visível a saturação do concreto no ponto onde estava fixado o tubo de ensaio 3.

Tabela Resumo				
Horas	Temperatura	Corpo de Prova 1 Silano Gel	Corpo de Prova 2 Silano Gel	Corpo de Prova 3 Silano Gel
00 Horas	28°	0	0	0
04 Horas	25°	1 ml	0	6,5ml
24 Horas	31°	2ml	2ml	24ml
48 Horas	32°	4ml	3ml	45ml

Gráfico



8- Conclusões

Diversos tipos de produtos Hidrofugante vêm sendo utilizados na construção civil com o objetivo de reduzir a tensão superficial dos materiais e com isso sua aptidão à água. A eficiência de uma proteção superficial é diminuída ao longo do tempo de exposição ao meio ambiente e é importante enfatizar que a escolha do material a ser especificado precisa estar baseada em dados técnicos e científicos, além de experiências anteriores. O profissional precisa ter consciência das vantagens e desvantagens de cada sistema de proteção para especificá-lo adequadamente e de forma compatível com o tipo e grau de exposição em que a edificação esteja inserida. O presente trabalho apresentou o cenário onde a escolha do produto, foi justificada pelas condições e particularidades do substrato, proporcionando a melhor condição de aplicação e desempenho final. Conforme resultados obtidos no experimento, observamos que ambas as etapas adotadas, 1º ETAPA – APLICAÇÃO DO PRODUTO e 2º ETAPA – TESTE DE PERMEABILIDADE DO CONCRETO demonstraram a eficiência do produto Hidro-repelente Silano em Gel aplicado em concreto aparente com baixa porosidade.

9- Referências

JACOB, T.; HERMANN, K. Protección de las superficies de concreto: Impregnaciones hidrófobas. Construcción y Tecnología, p. 17-23, 1997.

Water-repellent Treatments for Building Stones: A practical Overview. E. Charola. APT Bulletin, v. 26, nos 2/3. (1995), pp. 10-17.

Silicone Water Repellents for (FRC) Fibre-Cement Boards. D. Selley; F. Maranhão; K. Loh; V. John. In: 10th International Inorganic-Bonded Fiber Composites Conference, 2006, São Paulo.

<http://techne17.pini.com.br/engenharia-civil/155/artigo287730-2.aspx>



Instituto de
Impermeabilização

<http://ibibrasil.org.br/>