

AVALIAÇÃO DA ABSORÇÃO DE ÁGUA POR CAPILARIDADE EM TINTAS USADAS NA CONSTRUÇÃO CIVIL.

Andrew Pereira Perraro (1), Jorge Henrique Piva (2)

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

RESUMO

O sistema de pintura deve cumprir a funcionalidade de fornecer à edificação além do valor estético, proteção contra os agentes externos, principalmente a umidade e de durabilidade ao longo do tempo. Atualmente no mercado existem distintos tipos de tintas, cada um com suas diferentes propriedades responsáveis pela vida útil da edificação. A indicação de tinta látex acrílico para exteriores e tinta látex PVA para interiores das edificações ainda é a mais comum, sendo que a tinta de base acrílica é considerada como a de maior durabilidade, menor permeabilidade e maior aderência. O principal objetivo deste trabalho foi determinar a absorção de água por capilaridade de corpos de prova revestidos com pintura, foram avaliados três tipos de tintas PVA, acrílica e elastomérica. As tintas são compostas basicamente por resinas e pigmentos parte não volátil, solvente líquido volátil e aditivos, a qualidade das tintas variam com os tipos e quantidades de resinas, de maneira geral a determinação do teor de resina mostra-se útil para deduzir as propriedades de desempenho das tintas. Para desenvolvimento do trabalho foram produzidos corpos de provas de concreto, após isso foram pintados com as respectivas tintas, na sequência submetidos ao ensaio de absorção por capilaridade. Na caracterização das tintas empregadas foi determinado o teor de sólidos (resina + pigmentos) e posteriormente comparados às propriedades encontradas. Os resultados indicaram que a tinta elastomérica teve uma menor absorção que as demais, mostrando relação direta com os resultados do teor de sólidos encontrados. Sendo, portanto uma característica determinante do desempenho, pois quanto maior a porcentagem de sólidos no volume da tinta, maior a espessura da película, isso acarreta em uma melhor proteção da superfície.

Palavras-chave: Tintas, Absorção por capilaridade, Teor de Sólidos.

1. INTRODUÇÃO

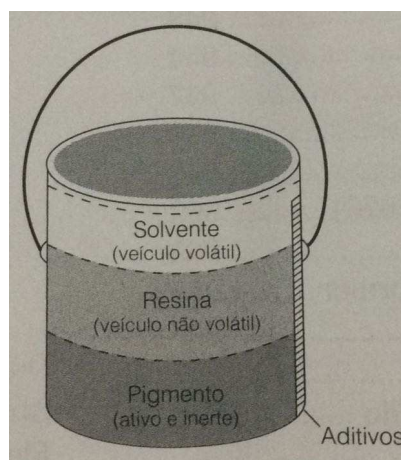
A norma NBR 15575 entrou em vigor em 2013 e trouxe uma maior atenção a prazos e controle de qualidade, os prazos de garantia estão sendo mais exigidos, cobram-se novas obrigações para projetistas, construtores, fornecedores de materiais, e ainda atribui-se novas responsabilidades ao consumidor referentes a manutenções. Nesse aspecto, o sistema de pintura deve cumprir a funcionalidade de fornecer à edificação além do valor estético, proteção contra os agentes externos,

principalmente a umidade e de durabilidade ao longo do tempo. Segundo a definição da Associação brasileira dos fabricantes de tintas:

A tinta é uma composição líquida, geralmente viscosa, constituída de um ou mais pigmentos dispersos em aglomerante líquido que, ao sofrer um processo de cura quando estendida em película fina, forma um filme opaco e aderente ao substrato. Esse filme tem a finalidade de proteger e embelezar as superfícies (ABRAFATI, 2005).

As tintas são compostas basicamente por quatro substâncias, conforme apresentadas na figura 1, que são as resinas a parte não volátil, que serve para aglomerar as partículas de pigmento, o pigmento que é utilizado para conferir cor, opacidade, certas características de resistência e outros efeitos, o aditivo que adicionado nas tintas, proporciona melhoria em suas propriedades, e por fim o solvente um líquido volátil, geralmente de baixo ponto de ebulição, utilizado nas tintas para dissolver a resina e dar uma boa trabalhabilidade do produto na hora da aplicação.

Figura 1: Composição das tintas.



Fonte: Abrafati, 2005.

As tintas látex são um exemplo, representam cerca de 80% de todas as tintas consumidas pelo setor da construção civil (ABRAFATI apud Pintos, 2013). Essas tintas, cuja designação deriva do aspecto das emulsões utilizadas no processo de fabricação, que se assemelham ao produto da seringueira conhecido como “látex” (SILVA; UEMOTO, 2005), possuem dois subgrupos: as tintas látex acrílicas e as tintas látex vinílicas/PVA. São encontradas na bibliografia diversas formulações para obtenção de tinta látex, com diferentes acabamentos (fosco, semibrilho e brilhante) e indicações de uso tanto interno quanto externo das edificações.

As propriedades das emulsões (acrílicas ou vinílicas) tais como distribuição de tamanho de partículas dos polímeros, peso molecular, flexibilidade, resistência à água, dureza, entre outras, influenciarão diretamente o comportamento da tinta látex (WALDIE et al, 1983). Na pesquisa realizada por Silva (2005), é mostrado que a resina é o componente, cujo teor na composição da tinta, melhor explica a variação de preço das tintas látex encontrados no mercado. A resina é o veículo, suporte ou ligante, responsável pela formação da camada de filme, sendo o agente da retenção de cor, brilho, resistência à ação da água e agentes químicos, resistência à abrasão e flexibilidade, influenciando a aplicabilidade, secagem e durabilidade (BREITBACH, 2009). É uma parte não volátil da tinta, que aglutina e adere às partículas dos pigmentos, formando uma película íntegra (CUNHA, 2011). De maneira geral a determinação do teor de resina mostra-se útil para deduzir as propriedades de desempenho das tintas látex.

Com a execução da pintura em uma superfície com uma tinta de alta qualidade e uma de baixa qualidade, considerando um espalhamento e espessura igual, podemos observar que a tinta de alta qualidade tem um filme seco mais espesso, isso pelo fato de ter mais material sólido em sua composição, como mostra a figura 2. Assim, essa película fornecerá maior proteção ao substrato (POLITO, 2006).

Figura 2: Espessura do filme úmido e seco



Fonte: Polito, 2006.

Embora a pintura seja uma das últimas etapas da obra, Uemoto (2003) ressalta que a pintura não deve ser planejada no final da obra e sim na fase de elaboração de

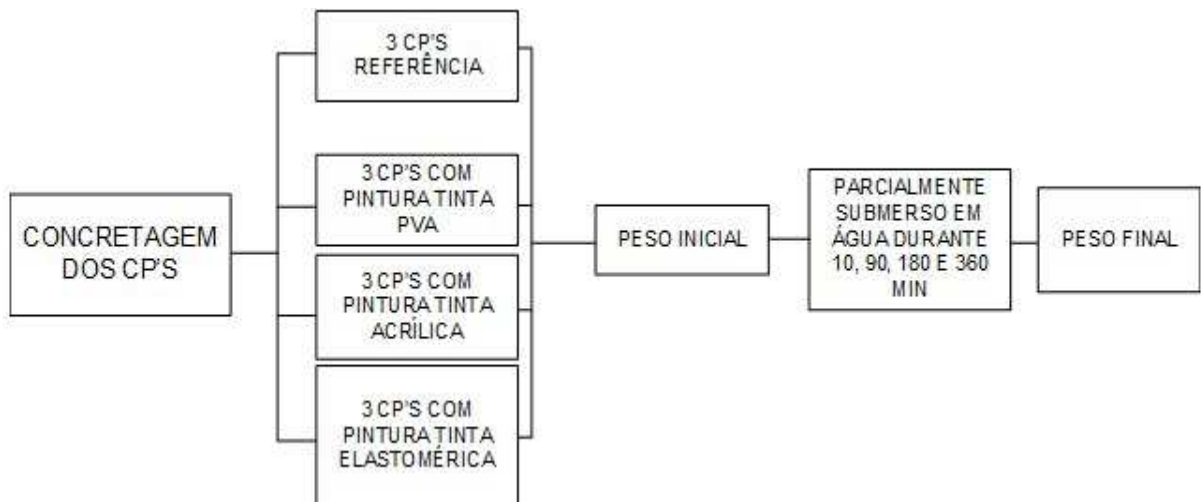
projeto. Nesse contexto, um problema muito frequente nas edificações, são as infiltrações que trazem diversas patologias à construção. Segundo Parisi Jonov et al. (2013), as manifestações patológicas são desenvolvidas a partir de problemas frequentes e representam um dos maiores transtornos para uma edificação durante sua vida útil, estão ligadas à idade da construção, ao clima, aos materiais e técnicas construtivas aplicadas e ao nível de controle de qualidade realizado nas construções. Munarettom (2012) destaca que a maioria das manifestações patológicas existentes nas construções é oriunda da presença de umidade, sendo essencial a adoção de medidas profiláticas, afim de que a presença de água não implique em manifestações patológicas. Apesar da importância das tintas e os valores envolvidos na sua utilização, não existem critérios de desempenho para a escolha da tinta mais adequada, sendo efetuada a seleção das tintas látex baseado, principalmente no preço. A indicação de tinta látex acrílico para exteriores e tinta látex PVA para interiores das edificações ainda é a mais comum. Essas designações nem sempre correspondem à composição da tinta, tal designação é utilizada no mercado pelo fato do consumidor associar estes dois tipos de resinas ao desempenho da tinta, sendo que a tinta de base acrílica é considerada como a de maior durabilidade, menor permeabilidade e maior aderência (SILVA E UEMOTO, 2005). No entanto, para os profissionais da área, essa definição é considerada insuficiente pela falta de informações técnicas importantes, somados a produtos disponíveis que apresentam alta variação de desempenho.

Dentro desse contexto, o objetivo desse trabalho é avaliar comparativamente a absorção de água por capilaridade de tintas aplicadas sobre substrato de concreto, para isso foram avaliados três tipos de tinta, acrílica, elastomérica e PVA.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

As sequências de atividades do trabalho são apresentadas no fluxograma da figura 3:

Figura 3: Fluxograma das atividades.



Fonte: Do autor, 2017.

2.1 MATERIAIS

Para a realização do trabalho foi utilizado concreto fck 25 Mpa para confecção dos corpos de prova cilíndricos (10x20 cm). Para pintura das amostras foram utilizados três tipos de tintas, PVA, Acrílica e elastomérica, que tem em suas formulações componentes em geral, como: Água, bactericidas e Fungicidas não metálicos (Isotiazolinonas), Polímero Acrílico Modificado, Derivados de Silicone, Cargas Minerais Inertes, Éteres Glicólicos, Pigmentos Orgânicos e Inorgânicos (isentos de Chumbo e Cromatos) e aditivos.

2.2 MÉTODO

2.2.1 Corpos de prova

Neste estudo foram moldados 12 CP's cilíndricos de dimensões de 10x20cm com concreto com fck de 25MPA. Após os 28 dias de cura, os Cp's foram pintados e armazenados para os ensaios.

Para cada tipo de tinta foram aplicados 03 corpos de prova, e como referência 03 corpos sem pintura, mostrados na figura 4. As tintas foram aplicadas em um processo de 3 demãos, conforme especificado pelo fabricante, suficiente para obter a cobertura adequada.

Figura 4: Amostras com a tinta já aplicada.



Fonte: Do autor, 2017.

2.2.2 Determinação do teor de sólidos

Materiais utilizados:

- Estufa com temperatura constante de 105 °C.
- Balança analítica com precisão de 0,001g.
- Cadinho de porcelana.
- Mufla 450°C.

O ensaio de teor de sólidos foi realizado conforme a norma ASTM D 3.723, no laboratório de Cerâmica no IDT/UNESC. O princípio do método é submeter a tinta a uma temperatura, fazendo com que os solventes que são os materiais voláteis da tinta evaporem totalmente, determinando assim o percentual de material que não volatizou. O teor de sólidos é determinado pela diferença entre o peso final e o inicial previamente determinado. O método consiste em pesar a amostra de tinta (± 30 g) em cadinhos de porcelana, a seguir são levados à estufa a uma temperatura constante de 105°C, até a eliminação dos solventes. Com a diferença de peso calcula-se o teor de sólidos da amostra com a equação 1.

Equação 1: Teor de sólidos.

$$TP\% = \left(\frac{P_f}{P_i} \right) * 100$$

TS%: teor de sólidos (%);

Pi: peso inicial da amostra (g);

Pf: peso final após exposto a temperatura de 105°C (g).

A seguir o cadinho é colocado na mufla com temperatura constante de 450°C durante 1 hora, após resfriar pesa-se para obtenção do peso final, para então definir o teor de pigmentos, conforme a equação 2.

Equação 2: Teor de pigmentos.

$$TP\% = \left(\frac{Pf}{Pi} \right) * 100$$

TP%: teor de pigmentos (%);

Pi: peso inicial da amostra (g);

Pf: peso final após exposto a temperatura de 450°C (g).

O teor de Resina é determinado pela diferença entre o teor de sólidos e o teor de pigmentos, conforme a equação 3.

Equação 3: Teor de resina.

$$TR\% = TS\% - TP\%$$

2.2.3 Ensaio de absorção por capilaridade

O ensaio de absorção de água por capilaridade foi realizado conforme a Norma ABNT NBR 9779:2012, no laboratório de Materiais de Construção Civil (LMCC) do IDT/UNESC. Inicialmente os corpos de prova foram pesados obtendo sua massa seca (Ms). Após ocorreu o processo de imersão parcial dos corpos de prova em água, as amostras foram colocadas em um tanque, com uma grade embaixo dos mesmos, para que as amostras ficassem em contato com a água, após isso o tanque foi preenchido com (5±1) mm de água acima da face inferior da amostra, conforme figura 5.

Figura 5: Corpos de prova no tanque com água.



Fonte: Do autor, 2017.

O peso saturado foi coletado em intervalos de tempos de 180 e 360 min conforme a norma, também foi adotado tempos de 10 e 90 min que são inferiores ao da norma. A absorção de água por capilaridade foi calculada de acordo com a equação 4, definida na ABNT NBR 9779:2012:

Equação 4: Absorção de água por capilaridade.

$$C = \frac{M_{sat} - M_s}{S}$$

C: é a absorção de água por capilaridade, expressa em gramas por centímetro quadrado (g/cm²);

M_{sat}: é a massa saturada do corpo de prova que permanece com uma das faces em contato com a água durante um período de tempo especificado, expressa em gramas (g);

M_s: é a massa do corpo de prova seco, assim que este atingir a temperatura de (23 ± 2) °C, expressa em gramas (g);

S: é a área da seção transversal, expressa em centímetros quadrados (cm²).

3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

3.1 ENSAIO DE TEOR DE SÓLIDOS

A tabela 1 apresenta os resultados de teor de sólidos, resinas e pigmentos das tintas avaliadas:

Tabela 1: Resultados teor de sólidos.

CARACTERÍSTICAS/ PROPRIEDADES	CLASSE DAS TINTAS		
	ELASTIC	ACRÍLICA	PVA
Teor de sólidos (% , massa)	49,77	36,34	47,37
Teor de resinas (% , massa)	19,8	14,22	13,18
Teor de pigmentos (% , massa)	29,97	22,12	34,19
*Peso específico (g/cm ³)	1,274 ± 0,05	1,412 ± 0,05	1,201 ± 0,05
*Rendimento (m ² /l)	12 - 18	12 - 18	12 - 18

Fonte: Do autor, 2017.

* informações do fabricante.

Com base nos resultados, observou-se que a tinta acrílica tem uma quantidade menor de sólidos que a PVA, esse fator implica efetivamente nas propriedades de cobertura, pois são características que dependem da concentração de sólidos presentes. O menor teor de sólidos da tinta Acrílica compromete seu desempenho em comparação com as demais, sendo, portanto não condizente com classificações mercadológicas, pelo fato de que a tinta acrílica ser classificada no mercado como um produto de qualidade superior, principalmente em relação à durabilidade e proteção (Silva e Uemoto, 2005). A tinta elastomérica apresentou o maior teor de sólidos e também de resina, sendo assim a melhor tinta indicada para impedir a passagem da umidade, conforme é citado por Marchi Pintos (2013), quanto maior a porcentagem de sólidos no volume da tinta, maior espessura da película, considerando-se uma determinada taxa de espalhamento, isso acarreta em uma melhor cobertura e, obviamente, maior proteção da superfície, ou seja, maior durabilidade.

3.2 ABSORÇÃO DE ÁGUA POR CAPILARIDADE

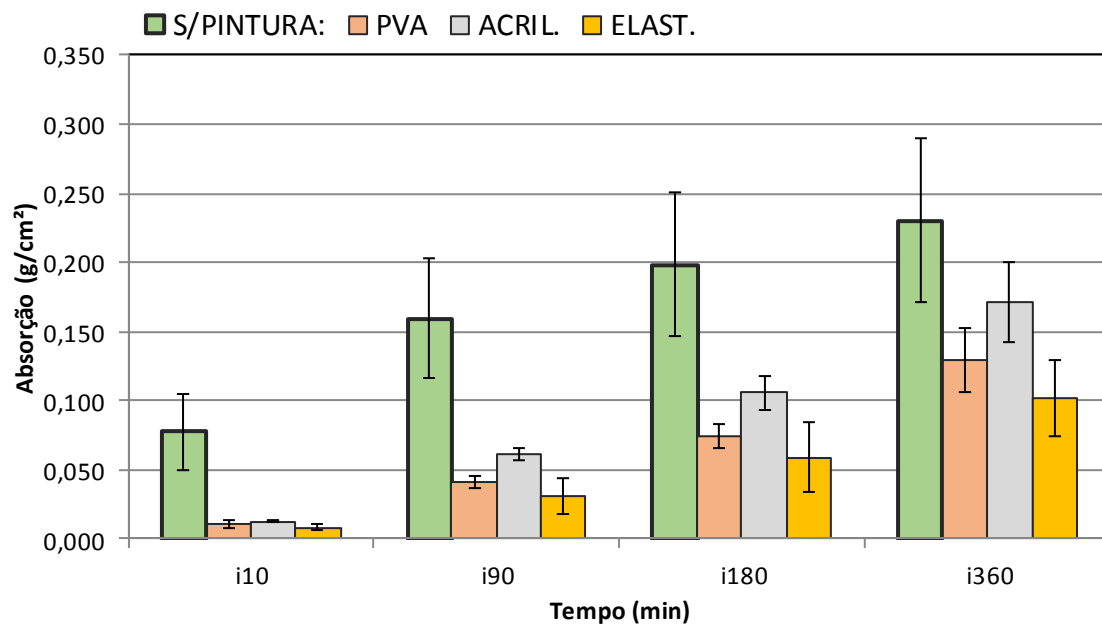
Na tabela 2 e figura 6 são apresentados os valores de absorção de água por capilaridade das amostras (referência, PVA, acrílica e elastomérica), imersas em água durante 10 min, 90 min, 180 min e 360 min.

Tabela 2: Resultados absorção de água por capilaridade.

Grupos	Tempo (min)	Absorção (g/cm ²)				
		i0	i10	i90	i180	i360
S/PINTURA	Média	0,000	0,077	0,160	0,199	0,230
	Desv.std	0,000	0,028	0,044	0,052	0,059
PVA	Média	0,000	0,011	0,042	0,074	0,129
	Desv.std	0,000	0,003	0,004	0,009	0,023
ACRÍLICA	Média	0,000	0,012	0,061	0,106	0,171
	Desv.std	0,000	0,001	0,004	0,013	0,029
ELASTOMÉRICA	Média	0,000	0,008	0,031	0,059	0,101
	Desv.std	0,000	0,003	0,013	0,025	0,027

Fonte: Do autor, 2017.

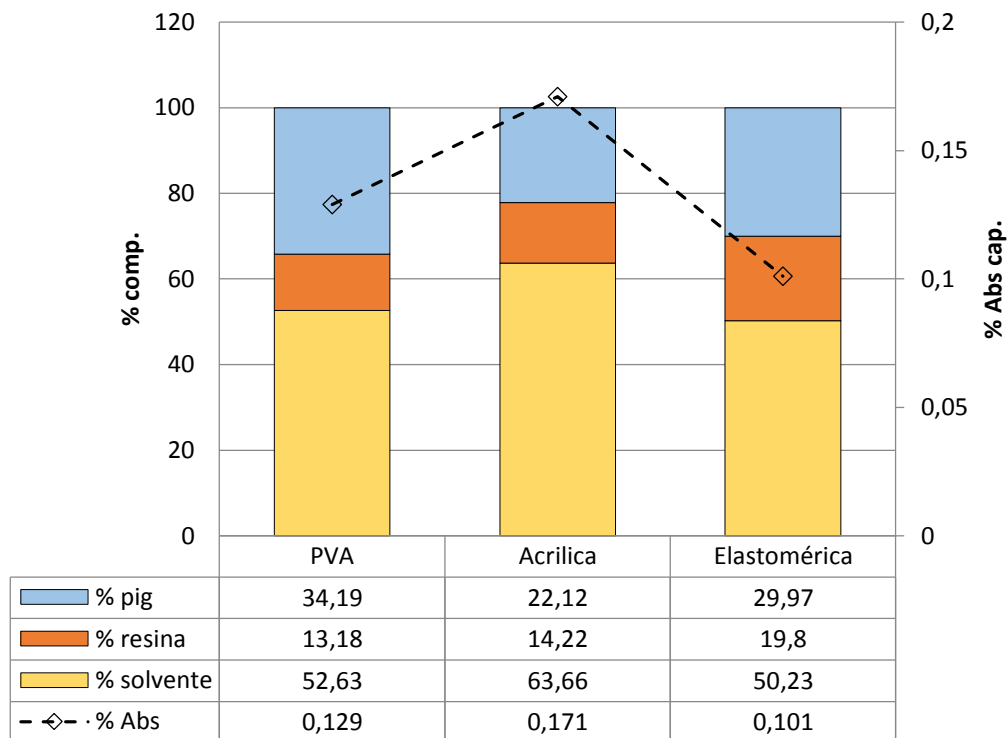
Figura 6: Absorção de água por capilaridade.



Fonte: Do autor, 2017.

Com base nos dados apresentados, pode-se verificar que as amostras de referência (sem pintura) absorveram um percentual maior de água por capilaridade, demonstrando a permeabilidade de superfícies sem proteção. Em relação às tintas avaliadas, a tinta Elastomérica apresentou a menor absorção de água, seguida pelo tipo PVA e Acrílica. Quando se compara com os resultados obtidos para o percentual de sólidos (resinas + pigmentos) mostrados na figura 7, os valores mostraram que as tintas com maior teor de sólidos foram as que apresentaram menor absorção de água por capilaridade. Isso se explica pelo fato de que um maior teor de sólidos formou uma película com maior proteção à passagem da água, considera-se também que tintas com maior teor de sólidos tem consequentemente um maior teor de resina, que é responsável pela capacidade de adesão entre os componentes da tinta. Nesse aspecto a tinta Acrílica e PVA apresentaram teor de resina muito similares, significando com isso que o desempenho inferior da tinta acrílica foi influenciado pelo menor teor de materiais sólidos encontrado. Baseado nos resultados apresentados, conforme Marchi Pintos (2013) relata em seu trabalho, a estanqueidade da pintura depende de agentes promotores de hidro repelência, sendo os principais deles a resina acrílica estirenada e a parafina. O filme de tinta seco é semipermeável, permitindo apenas a passagem de vapor d'água.

Figura 7: Teor de sólidos X Absorção de água por capilaridade.



Fonte: Do autor, 2017.

3.3 ANÁLISE DE VARIÂNCIA (ANOVA)

Com auxílio do Microsoft Excel foi realizado a análise de variância (ANOVA), essa ferramenta estatística permite analisar o nível de variância das amostras estudadas, ou seja, se ambas as amostras podem ser consideradas iguais, ou se apresentam diferença entre si. Os resultados obtidos para ANOVA podem ser observados na Tabela 3.

Tabela 03: Resultados ANOVA

Parâmetros	Abs.por capilaridade	Abs.por capilaridade
	Entre Ref. X 03 tipos de tinta	Entre os 03 tipos de tinta
valor-p	0,014	0,048
F	6,693	5,214
F crítico	4,066	5,143

Fonte: Do autor, 2017.

A análise foi realizada para um nível de significância de 95 %, ou seja, um valor- $p \geq 0,05$, 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. O teste F também foi analisado, onde para valores de F superiores ao do $F_{crítico}$ as amostras são consideradas diferentes, caso contrário às amostras são consideradas iguais. Logo, os resultados obtidos demonstram que há diferenças significativas entre os resultados da referência com os três tipos de tinta e também quando comparados somente os resultados das tintas, com 95 % de precisão.

4. CONCLUSÃO

Os resultados apresentados nesse trabalho representam as amostras dos Materiais analisados. Desta forma, diante do que foi apresentado, pode-se concluir que:

- Em relação ao resultado de teor de sólidos, a tinta acrílica foi a que apresentou menor valor em relação às demais, esse fator implica efetivamente nas propriedades de cobertura, pois são características que dependem da concentração de sólidos presentes. Esse resultado demonstra uma avaliação contrária ao que se estabelece como parâmetros de qualidade, pelo fato de que a tinta acrílica é considerada pelo consumidor como de menor permeabilidade. A tinta elastomérica apresentou o maior teor de sólidos e também de resina, sendo assim a melhor tinta indicada para impedir a passagem da umidade.
- As tintas analisadas na pesquisa apresentaram comportamento distinto quanto ao ensaio de absorção por capilaridade nos corpos de prova de concreto. A tinta elastomérica apresentou a menor absorção de água, seguida pelo tipo PVA e Acrílica. Quando se relaciona com os resultados obtidos para o percentual de sólidos (resinas + pigmentos), os valores demonstraram que as tintas com maior teor de sólidos foram as que apresentaram menor absorção de água por capilaridade.
- A tinta Acrílica apresentou menor capacidade de impermeabilização em relação à PVA, mesmo apresentando um teor de resina similar, o desempenho inferior deveu-se ao menor teor de materiais sólidos encontrado.
- Os resultados apontam, que quando temos uma tinta com mais sólidos, a mesma é mais indicada para o uso nas edificações, com a finalidade de diminuir ou evitar possíveis patologias.

- A avaliação estatística realizada através da análise de variância ANOVA, demonstrou, com 95 % de confiança, que as amostras analisadas são estatisticamente diferentes quanto à propriedade de Absorção de água por capilaridade.

5. RECOMENDAÇÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

- Realizar ensaios com tintas usando outro substrato em paredes com argamassa.
- Realizar ensaios que medem a durabilidade da tinta, resistência a abrasão e de porosidades das tintas.
- Realizar uma pesquisa das patologias causadas por tintas de má qualidade.
- Realizar ensaios com outros tipos de tintas.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 9779: Argamassa e concreto endurecidos - Determinação da absorção de água por capilaridade.** 2 ed. Rio de Janeiro, 2012. 3 p.

ASTM D 3723-05. **Método de Teste Padrão para Conteúdo de Pigmento de Tintas de Emulsão de Água por meio de Baixa Temperatura.** ASTM International, West Conshohocken, PA, 2011.

BARROS, M.M.S.B. **Metodologia para Implantação e tecnologias construtivas racionalizadas na produção de edifícios.** 1996. 422p. Tese (Doutorado) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo. São Paulo, 1996.

BREITBACH, A. M. **Avaliação da influência das cores sobre a biodeterioração da pintura externa.** Dissertação de mestrado. Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, SC. 2009.

CUNHA, A. O. **O estudo da tinta/textura como revestimento externo em substrato de argamassa.** Monografia. Belo Horizonte, MG. 2011.

FAZENDA, J. M. R. **Tintas e Vernizes: ciência e tecnologia.** 3. ed. São Paulo: Blucher, 2005.

FRANCO, L.S. **Aplicação de diretrizes de racionalização construtiva para a evolução tecnológica dos processos construtivos em alvenaria estrutural não armada.** 1992. 319p. Tese (Doutorado) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, 1992.

IBRACON- **Tintas na construção civil**. Disponível em:
<<http://www.ibracon.com.br/>>. Acesso em: Nov. 2017.

MUNARETTON, L. W. **Patologias ocasionadas por agua e umidade: estudo de caso por meio de entrevista aos moradores do Residencial Mato Grosso**. 2012.

PARISI JONOV, C. M.; NASCIMENTO, N. O.; PAULO E SILVA, A. **Avaliação de danos às edificações causados por inundações e obtenção dos custos de recuperação**. Ambiente construído, Porto Alegre, 2013.

PINTOS, F. DE MARCHI. **Vida útil de pinturas de látex em fachadas de edifícios residenciais**. Trabalho de conclusão de curso (graduação) – Universidade Federal de Santa Catarina, Curso de Graduação em Engenharia Civil. 2013 130 f.

POLITO, G. (2006). **Principais sistemas de pinturas e suas patologias**. Belo Horizonte, MG.

SABBATINI, F.H. **Desenvolvimento de métodos, processos e sistemas construtivos: formulação e aplicação de uma metodologia**. 1989. 336p. Tese (Doutorado) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo. São Paulo, 1989

SILVA, J. M., & UEMOTO, K. L. **Caracterização de tintas látex para construção civil: diagnóstico do mercado do estado de São Paulo**. Boletim técnico da Escola Politécnica da USP. São Paulo, SP. 2005.

UEMOTO, K.L. **Sistema de pintura para a construção civil**. Curso ministrado no Centro de tecnologia de edificações (CTE). São Paulo, 2003. Não publicado.

WALDIE, J.M. **Introduction to polymer science**. In: **OCCA. Surface Coatings**. Austrália: Tafe Educational Books, 1983. p.4-19.