

## APLICAÇÃO DO CONCRETO COLORIDO EM PAVIMENTAÇÃO CICLOVIÁRIA

Juliana Maria Vinci Guedes Rodrigues Teixeira (IC) e Patricia Barboza da Silva (Orientador)

**Apoio: PIVIC Mackenzie**

### RESUMO

Este estudo contempla a análise da aplicação de concreto colorido em pavimentação cicloviária por meio de avaliação de comportamento mecânico quanto a resistência à tração na flexão de corpos de prova moldados com cimento Portland branco, agregados graúdos e miúdos, água, e no caso das amostras pigmentadas foi utilizada uma quantidade de 5% de pigmento em relação a massa do concreto, ensaiados antes e após condicionamento em meio ácido (para simulação da chuva ácida com a utilização de ácido clorídrico) após idades de cura de 7 e 28 dias. Foi também realizada a avaliação da macrotextura da superfície do concreto colorido através do ensaio de mancha de areia em uma placa de concreto pigmentado. Os resultados obtidos mostraram que tanto o concreto convencional quanto o colorido atingiram a resistência à tração na flexão mínima de 2,5 MPa aos 28 dias, portanto a pigmentação do concreto proporciona resistência à tração na flexão adequada ao uso como revestimentos de pavimentos cicloviários, garantindo o desempenho do mesmo, além disso, o concreto pigmentado apresentou macrotextura média no ensaio de mancha de areia comprovando que é possível ter uma pavimentação pigmentada sem comprometer a aderência pneu-pavimento e conseqüentemente a segurança da via, promovendo então uma situação confortável de rolamento.

**Palavras-chave:** Concreto colorido. Ciclovia. Pavimentação

### ABSTRACT

This study contemplates the analysis of the application of colored concrete in cycle pavement through the appraisal of mechanical behavior in relation to the tensile strength in the flexion of test bodies molded with white Portland cement, large and small aggregates, water, and in the case of colored concrete 5% of pigment was used in relation to the concrete mass, tested before and after acid etching (for acid rain simulation using hydrochloric acid) after curing ages of 7 and 28 days. The macrotexture of the surface of the colored concrete was also evaluated by the sand stain test on a pigmented concrete slab. The obtained results showed that both the conventional concrete and the colored one achieved the tensile strength at the minimum flexion of 2.5 MPa at 28 days, therefore the pigmentation of the concrete provides tensile strength in the flexion suitable for use as road pavement coatings, guaranteeing the performance of the same, in addition, the pigmented concrete presented medium macrotexture in the test of sand stain proving that it is possible to have a pigmented paving without compromising the adhesion tire-pavement and consequently the safety of the road, promoting

then a comfortable bearing situation.

**Keywords:** Colored Concrete . Bicycle Path . Paving.

## 1. INTRODUÇÃO

Atualmente as bicicletas passaram a ser mais que uma opção de lazer, tem ganhado destaque como alternativa à composição da matriz de transporte. Este fato está fazendo com que o poder público fique atento a essa realidade, dessa forma a sociedade vem ganhando uma cidade mais saudável e menos poluída (ANDRADE, 2014).

Sendo assim, é necessária a construção de ciclovias e ciclofaixas que possibilitem condições de rolamento confortáveis e seguras para aqueles que escolheram esse modal alternativo para a realização de suas viagens.

Quanto a sinalização horizontal de pavimentos, a mesma é constituída por combinações de traçados e cores que definem os diversos tipos de marcas viárias. A cor vermelha, por exemplo, é utilizada na demarcação de ciclovias e ciclofaixas (CONTRAN, 2007).

Para a execução de sinalização viária horizontal podem ser utilizadas tintas à base de resinas acrílicas aplicadas a frio, termoplástico extrudado a quente, termoplástico extrudado aplicado por aspersão (*hot spray*) e laminado elastoplástico (película pré-fabricada ou pré-formada). Esse tipo de material pode ocasionar o fechamento das texturas superficiais do pavimento, prejudicando à aderência entre o pneu e o pavimento, sendo ainda mais significativo quando a superfície está molhada, comprometendo a segurança dos ciclistas com a ocorrência do fenômeno de hidroplanagem.

Uma alternativa às tintas para a demarcação dos revestimentos de pavimentos cicloviários é o uso do concreto colorido na coloração vermelha em sua execução, o que pode representar maior segurança aos usuários, já que as texturas superficiais do pavimento serão preservadas, pois não será necessária a utilização de tintas.

Outra justificativa para a aplicação do concreto colorido em substituição às tintas além da segurança relacionada à preservação das texturas superficiais do pavimento, o concreto colorido é produzido a partir da adição de pigmentos, por esse motivo, além de apresentar característica estética diferenciada, garante custos de manutenção menores além de maior resistência as intempéries quando comparado às tintas (VOTORANTIM, 2016).

Dentro deste contexto, o presente trabalho tem como objetivo analisar a viabilidade do uso do concreto colorido como revestimento de pavimentos cicloviários, tendo em vista as características de resistência e de aderência pneu-pavimento que esse material pode apresentar.

## **2. REFERENCIAL TEÓRICO**

### **2.1 TEXTURAS DO PAVIMENTO E A INFLUÊNCIA NA ADERÊNCIA PNEU-PAVIMENTO**

Sabe-se que a condição insegura com relação à aderência pneu-pavimento é a ocorrência do fenômeno de hidroplanagem, que é a passagem do rolamento do pneu à situação de escorregamento deste em uma superfície com uma camada de fluido, em geral água de chuva, entre o pneu e o pavimento. O atrito se reduz a valores insuficientes para manter a roda girando e, dessa forma, ocorre a perda do controle direcional e a capacidade de frenagem (APS, 2006).

Segundo Balbo (2009) o conceito de textura de pavimentos está diretamente relacionado à segurança da via principalmente em dias chuvosos, quando a possibilidade de perda de aderência pneu-pavimento por presença de lâmina d'água (hidroplanagem) tem um aumento significativo.

De acordo com Bernucci et al. (2008) em relação a textura do pavimento no que se refere a aderência, são importantes a microtextura, dependente da superfície e da aspereza dos agregados; e a macrotextura, dependente da rugosidade formada pelo conjunto agregados e mástique.

Sabe-se que a macrotextura contribui de modo a impedir a formação de lâmina d'água na superfície do pavimento, uma vez que proporciona a drenabilidade superficial, possibilitando a formação de pequenos canais que permitem o escoamento da água presente na superfície do revestimento (KING; HARVEY; COOK, 2007).

Já a microtextura influencia o atrito em pavimentos secos, porém também apresenta benefícios durante condições de pistas molhadas, pois a angularidade dos agregados forma pequenos desvios (microtextura) agindo para romper a lâmina d'água que se acumula na superfície do pavimento, criando maior contato entre o pneu e sua superfície. Para obtenção de uma microtextura adequada deve-se selecionar um tipo de agregado mineral que apresente angularidade suficiente, resistência e textura superficial adequadas (KING; HARVEY; COOK, 2007).

No Brasil, para a obtenção de macrotextura adequada em revestimentos de pavimentos de concreto de cimento Portland, as técnicas empregadas restringem-se à texturização com vassoura de piaçava que, para este tipo de revestimento, é obrigatória uma vez que facilita a ruptura da lamina d'água quando da pressão aplicada pelo pneu evitando, assim, a aquaplanagem. Quando a superfície do pavimento perde a texturização adequada

para garantia de aderência pneu-pavimento, um dos serviços de manutenção mais empregados é a criação de novas ranhuras em sua superfície. Trata-se de uma técnica chamada de retexturização (*grooving*), realizado com equipamento com serras diamantadas e afastada entre si, capazes de criar um sulco na superfície do concreto, bastante antiga e muito utilizada no passado, nas rodovias em concreto na Califórnia (BALBO, 2009).

Para avaliação das texturas superficiais dos pavimentos podem ser realizados dois ensaios: pêndulo britânico e mancha de areia, por meio dos quais são avaliadas a microtextura e a macrotextura, respectivamente (SILVA, 2005).

O ensaio da mancha de areia é usado para a determinação da média da profundidade da altura da mancha de areia em superfícies de pavimentos obtendo-se, assim, características de macrotextura, seu procedimento é descrito pela norma ASTM E 965 (ASTM, 2015), através da qual determina-se a altura média da mancha de areia ( $H_s$ ) parâmetro que possibilita classificar a macrotextura do pavimento, conforme apresentado na Tabela 1.

Tabela 1- Classificação da macrotextura pelo ensaio de mancha de areia

| <b><math>H_s</math> (mm)</b> | <b>Classificação da macrotextura</b> |
|------------------------------|--------------------------------------|
| $\leq 0,20$                  | Muito fina ou muito fechada          |
| $0,20 < H_s \leq 0,40$       | Fina ou fechada                      |
| $0,40 < H_s \leq 0,80$       | Média                                |
| $0,80 < H_s \leq 1,20$       | Grosseira ou aberta                  |
| $> 1,20$                     | Muito grosseira ou muito aberta      |

Fonte: PASQUET (1968) apud SILVA (2005)

## 2.2 CONCRETO COLORIDO E SUA UTILIZAÇÃO EM PAVIMENTOS

O concreto de cimento Portland empregado no revestimento dos pavimentos, chamados rígidos, deve apresentar a resistência à tração na flexão determinada em projeto que, de uma forma geral, fica em torno de 4,5 MPa aos 28 dias quando se trata de pavimento de concreto simples (não armado) (DNIT, 2005).

De acordo com o caderno de encargos para a execução de projetos cicloviários da Prefeitura do Rio de Janeiro (2014), é recomendado um concreto de resistência característica à compressão simples aos 28 dias de no mínimo 25 MPa. Mehta e Monteiro (1994) relacionando a resistência à tração com resistência à compressão em concretos com resistência a compressão de 7 a 62 MPa, indicam que a razão entre tração direta e compressão é 10 a 11% para concreto com baixa resistência

De acordo com Fusco (1995) são considerados concreto de baixa e média resistência aqueles que apresentam resistência à compressão de até 40 MPa.

Assim, considerando que a resistência à compressão mínima para revestimentos de pavimentos cicloviários é de 25 MPa (PREFEITURA DO RIO DE JANEIRO, 2014), foi adotado para análise no presente trabalho que a resistência à tração indireta mínima para esta aplicação deve ser de 2,5 MPa, mantendo, assim, a relação de 10% entre a curva de compressão e tração indireta

Ainda segundo DNIT (2005) o concreto de cimento Portland para pavimentação necessita empregar consumo mínimo de cimento Portland de 320 kg/m<sup>3</sup> de concreto, além disso, deve apresentar baixa variação volumétrica e trabalhabilidade compatível com o equipamento a ser utilizado para o espalhamento, adensamento e acabamento, o que também contribui para maior durabilidade do revestimento.

O concreto colorido ainda é pouco utilizado no Brasil, sendo sua principal aplicação em obras cujo aspecto estético tem maior significância, como é o caso do Hotel Unique em São Paulo (VALENÇA et al., 2016).

A utilização de concreto colorido em pavimentação no Brasil se dá, principalmente, em pavimentos intertravados, sendo essa a primeira utilização nacional de destaque desse tipo de material (PIOVESAN, 2009).

Para emprego como revestimento de pavimentos cicloviários o concreto colorido pode ser uma alternativa viável pelo fato de não ser necessário o uso de tintas de sinalização viária, o que melhora as condições de aderência pneu-pavimento, já que as texturas superficiais serão preservadas, além de apresentar maior durabilidade da pigmentação, de acordo com Valença et al. (2016), o que dispensa a realização de manutenção para restabelecimento das cores de demarcação deste tipo de pavimento.

### **3 METODOLOGIA**

#### **3.1 MATERIAIS**

Os materiais empregados neste estudo foram cimento Portland Branco – CPB adquirido no comércio varejista, areia silicosa rosa, com dimensão máxima característica de 0,600mm e módulo de finura de 1,21, areia média fina normal com dimensão máxima característica de 2,36 mm e módulo de finura de 2,14, pigmento inorgânico de óxido de ferro (vermelho) fornecido pela empresa Lanxess, brita 0, aditivo Adment Premium Superplastificante da Vedacity fornecido pela Escola de Engenharia Civil da Universidade Presbiteriana Mackenzie e água. Os aspectos dos agregados são apresentados na Figura 1 e o pigmento na Figura 2.

Figura 1-Brita, areia rosa, areia normal e cimento branco respectivamente

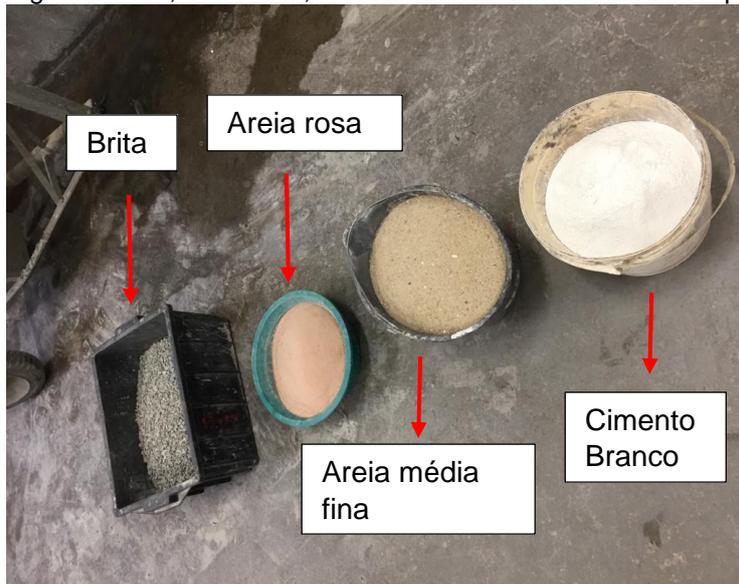


Figura 2- Pigmento vermelho



### 3.2 DETERMINAÇÃO DO TRAÇO DO CONCRETO

O traço do concreto é de característica 1 : 2,47 : 2,53 : 0,55, onde, em massa, utiliza-se proporcionalmente 1 parte de cimento para 2,47 partes de agregado miúdo (areia) sendo 30% da areia silicosa rosa e 70% da areia média fina; 2,53 de agregado graúdo (brita 0), 0,55 de relação água/cimento; 0,007 partes de aditivo e 0,05 partes de pigmento. Foram estudados o concreto pigmentado e o concreto convencional, ambos com o mesmo traço, alterando apenas a adição de pigmento.

### 3.3 MÉTODOS DE ENSAIOS UTILIZADOS

Para o desenvolvimento do trabalho foram realizados ensaios para avaliação do comportamento mecânico e, também, para avaliação da macrotextura dos concretos estudados.

Para análise do comportamento mecânico foram executados ensaios de resistência à tração na flexão em corpos de prova prismáticos com dimensões 40x10x10 cm, nas idades de 7 e 28 dias de cura. Os ensaios foram realizados conforme a norma NBR12142 (ABNT, 2010) cujo procedimento consiste resumidamente em empregar o princípio da viga simples apoiada com duas forças concentradas nos terços do vão.

Os ensaios de resistência à tração na flexão foram realizados em corpos de prova com e sem condicionamento em meio ácido, cujo o objetivo foi simular a exposição deste material às intempéries do ambiente no qual será aplicado.

O meio ácido foi obtido por solução de ácido clorídrico em teor de 10% em relação ao volume de água empregado. O condicionamento foi realizado após o período de cura considerado, com a imersão dos corpos de prova no meio ácido por 168h.

Para análise da macrotextura foi realizado ensaio de mancha de areia em uma placa com dimensões 20x50x10 cm conforme procedimento da norma ASTM E 965 (ASTM, 2015), cujo procedimento consiste, simplificadamente, em preencher a macrotextura do revestimento do pavimento com um volume de 25.000 mm<sup>3</sup> de um tipo de areia que possua grãos arredondados, cuja granulometria seja passante pela peneira de abertura de 0,3mm e retidos na peneira de abertura 0,15mm. A norma recomenda o uso da areia de Ottawa.

Inicialmente a superfície do pavimento deve ser limpa com o auxílio de uma escova macia, em seguida espalha-se continuamente a areia, utilizando um disco de espalhamento com base de borracha, procurando obter-se uma mancha circular. Quando toda a areia utilizada no ensaio preencher a macrotextura da superfície que está sendo avaliada, mede-se o diâmetro da mancha de areia obtida, fazendo-se três medidas em diferentes direções. Com os valores deve-se determinar o diâmetro médio da mancha de areia ( $D_m$ ), a partir do qual é possível calcular a altura média de areia utilizando a equação (1):

$$H_m = \frac{4V}{D_m^2 \pi} \quad (1)$$

Onde:

$H_m$  = altura média da mancha, mm;

$V$  = volume constante de areia (25.000mm<sup>3</sup>);

$D_m$  = diâmetro médio do círculo de areia, mm.

### 3.4 MOLDAGEM DOS CORPOS DE PROVA

Foram moldados um total de 24 corpos de prova prismáticos com dimensões 40x10x10 cm para realização dos ensaios de resistência à tração na flexão e uma placa de concreto colorido, com dimensões 20x50x10 cm para o teste de mancha de areia.

Inicialmente foram realizadas as moldagens de 12 corpos de prova de concreto convencional (Figura 3) para ensaios de resistência à tração na flexão, sendo 3 para cada idade de cura (7 e 28 dias) para realização de ensaio sem condicionamento em meio ácido e os outros 3 para cada idade de cura (7 e 28 dias) para realização de ensaio com condicionamento em meio ácido.

Figura 3- Corpos de prova convencionais



Em seguida foram moldados 12 corpos de prova de concreto pigmentado (Figura 4) para a realização dos mesmos ensaios utilizando a mesma metodologia empregada para o concreto convencional.

Figura 4- Corpos de prova coloridos



A placa de concreto de dimensões 20x50x10 cm foi moldada e após cura de 28 dias foi realizada a texturização de sua superfície com uma vassoura de fios de nylon dentro das primeiras 24 horas após a moldagem da placa, para posterior realização do ensaio de mancha de areia. A Tabela 2 apresenta a relação dos corpos de prova e os ensaios realizados.

Tabela 2 – Relação dos corpos de prova e ensaios

| Identificação |                     | Idade do ensaio |         |
|---------------|---------------------|-----------------|---------|
| CONVENCIONAL  | Convencional Normal | CB1             | 7 Dias  |
|               |                     | CB2             |         |
|               |                     | CB3             |         |
|               | Convencional Ácido  | CB4             | 7 Dias  |
|               |                     | CB5             |         |
|               |                     | CB6             |         |
|               | Convencional Normal | CB7             | 28 Dias |
|               |                     | CB8             |         |
|               |                     | CB9             |         |
|               | Convencional Ácido  | CB10            | 28 Dias |
|               |                     | CB11            |         |
|               |                     | CB12            |         |

|          |                 |      |         |
|----------|-----------------|------|---------|
| COLORIDO | Colorido Normal | CC1  | 7 Dias  |
|          |                 | CC2  |         |
|          |                 | CC3  |         |
|          | Colorido Ácido  | CC4  | 7 Dias  |
|          |                 | CC5  |         |
|          |                 | CC6  |         |
|          | Colorido Normal | CC7  | 28 Dias |
|          |                 | CC8  |         |
|          |                 | CC9  |         |
|          | Colorido Ácido  | CC10 | 28 Dias |
|          |                 | CC11 |         |
|          |                 | CC12 |         |

Adaptando do trabalho de Camps et al.(1990), a conservação no meio ácido foi mantida por 168h pós-cura térmica. Foi utilizado ácido clorídrico (HCL) em teor de 10% em relação ao volume de água (Valença , 2016). As Figuras 5, 6 e 7 mostram os corpos de prova antes, durante e depois do ataque ácido respectivamente.

Figura 5- Corpos de prova antes do ataque ácido



Figura 6-Corpos de prova durante o ataque ácido



Figura 7-Corpos de prova depois do ataque ácido



Por fim, o teste de mancha de areia foi realizado em uma placa moldada de concreto colorido de dimensões 20x50x10 cm após sua cura em câmara úmida de 7 dias. O ensaio foi realizado de acordo com a norma ASTM E 965 (2015) <sup>3</sup>. A Figura 8 apresenta a realização do ensaio de mancha de areia na placa de concreto colorido.

Figura 8- Realização do teste de mancha de areia na placa



#### 4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Neste item são apresentados os resultados de ensaio de resistência à tração na flexão dos corpos de prova de concretos convencional e colorido, ambos com e sem ataque ácido e o resultado do teste de mancha de areia da placa de concreto colorido.

##### 4.1 ENSAIOS DE TRAÇÃO À FLEXÃO

Na Tabela 3 são apresentados os resultados obtidos em todos os corpos de prova ensaiados.

Tabela 3 – Resultado dos ensaios de tração à flexão

| Tipo do Concreto                        | Idade   | Resistência à flexão (MPa) |
|---|---------|----------------------------|
| Convencional sem condicionamento        | 7 dias  | 2,36                       |
| Colorido sem condicionamento            | 7 dias  | 2,60                       |
| Convencional condicionado em meio ácido | 7 dias  | 2,19                       |
| Colorido condicionado em meio ácido     | 7 dias  | 2,71                       |
| Convencional sem condicionamento        | 28 dias | 2,77                       |
| Colorido sem condicionamento            | 28 dias | 2,99                       |
| Convencional condicionado em meio ácido | 28 dias | 2,69                       |
| Colorido condicionado em meio ácido     | 28 dias | 2,72                       |

Para melhor avaliação o gráfico 1 apresenta os resultados dos ensaios realizados nos corpos de prova sem condicionamento após as idades de cura de 7 e 28 dias e o Gráfico 2

apresenta os resultados para ambas as idades de cura em corpos de prova ensaiados após condicionamento em meio ácido.

Gráfico 1-Resultados dos ensaios de resistência à tração na flexão sem condicionamento

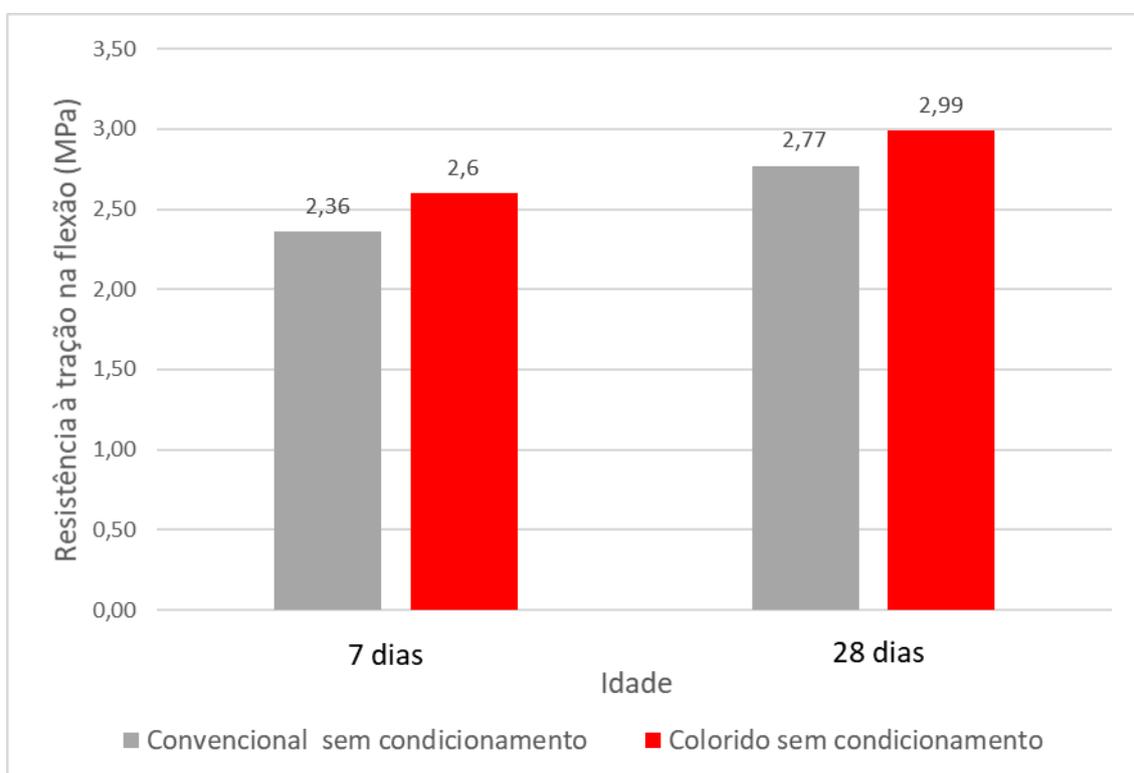
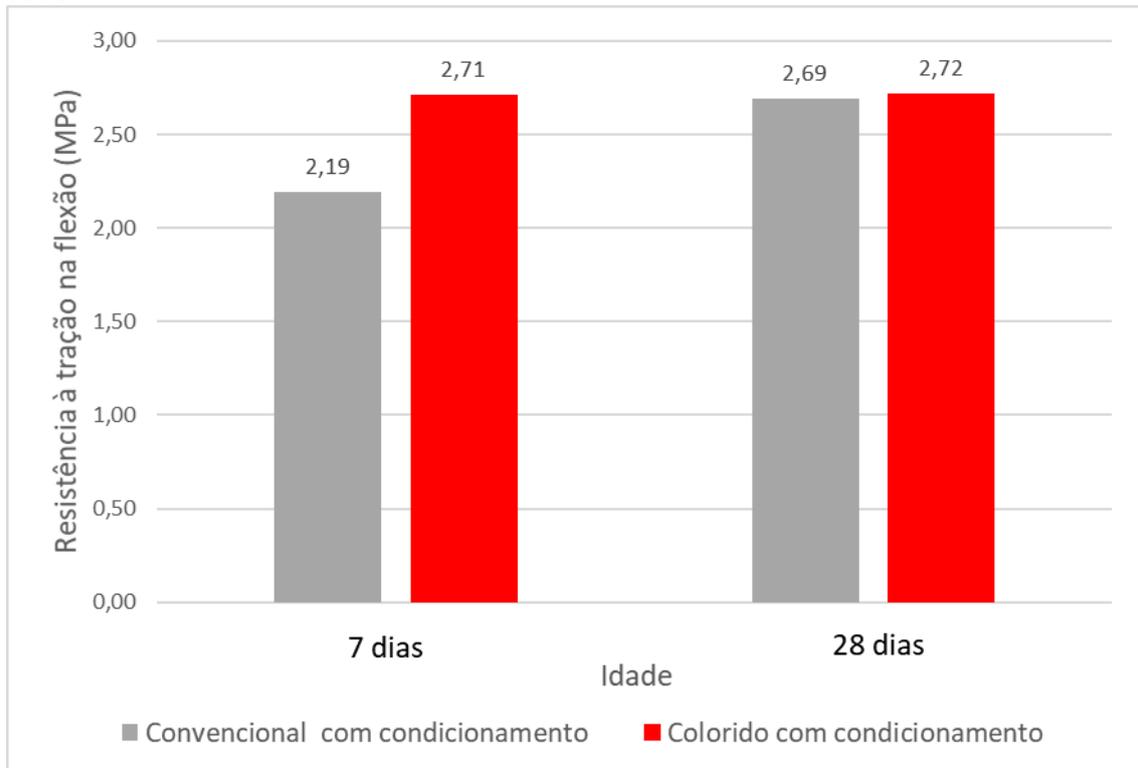


Gráfico 2- Resultados dos ensaios de resistência à tração na flexão após condicionamento em meio ácido



Analisando os resultados apresentados nos gráficos 1 e 2, verifica-se que tanto o concreto convencional quanto o colorido atingiram a resistência à tração na flexão mínima de 2,5 MPa aos 28 dias, porém o concreto colorido atingiu esta resistência já aos 7 dias de cura, tanto para os corpos de prova ensaiados sem condicionamento quanto para os ensaiados após condicionamento em meio ácido.

Comparando os resultados obtidos para os ensaios realizados antes e após exposição ao meio ácido, verifica-se que para o concreto convencional o meio ácido promoveu redução de resistência à tração na flexão de aproximadamente 7% aos 7 dias e de 3% aos 28 dias.

Já para o concreto colorido o condicionamento em meio ácido promoveu aumento de resistência à tração na flexão de aproximadamente 4% aos 7 dias e diminuição de aproximadamente 9% aos 28 dias.

Porém, mesmo nos casos em que ocorreu diminuição da resistência à tração na flexão após exposição em meio ácido, os resultados ainda permaneceram superiores a 2,5MPa, atendendo ao valor mínimo preconizado para utilização em revestimentos de pavimentos cicloviários. Cabe ressaltar que os resultados observados são referentes aos concretos aqui estudados.

Dessa forma pode-se afirmar que a adição de pigmento vermelho para a produção do concreto colorido foi positiva para o comportamento mecânico do mesmo, indicando que sua utilização pode melhorar o comportamento mecânico do material além de substituir o uso de tintas para a sinalização dos pavimentos cicloviários.

#### **4.2 ENSAIO DE MANCHA DE AREIA**

Para realização do ensaio de mancha de areia na placa moldada de concreto colorido, foram efetuadas três determinações, obtendo 4 medidas de diâmetro da mancha de areia em cada uma das determinações. Dessa forma foram obtidos os seguintes resultados para Hs: 0,72 mm ; 0,72 mm e 0,67 mm. Foi calculada a média entre as três alturas da mancha de areia (Hs) obtidas, tendo-se um valor final médio de 0,70 mm classificando a macrotextura em média, conforme Tabela 1, o que proporciona macrotextura adequada para uso, garantindo condições adequadas de aderência pneu-pavimento.

### **5 CONSIDERAÇÕES FINAIS**

No desenvolvimento desta pesquisa foi possível concluir que a adição de pigmento vermelho para a produção do concreto colorido foi positiva para o comportamento mecânico do mesmo, indicando que sua utilização pode melhorar o comportamento mecânico do material além de substituir o uso de tintas para a sinalização dos pavimentos cicloviários.

Além disso mesmo quando submetido ao condicionamento em meio ácido o concreto colorido apresentou resistência à tração na flexão superior ao valor mínimo para aplicação em revestimentos de pavimentos cicloviários que é de 2,5 MPa aos 28 dias, o que indica que o mesmo pode preservar suas características de comportamento mecânico mesmo quando exposto às intempéries do meio ambiente.

Foi possível concluir também que a macrotextura do pavimento pigmentado é apropriada para um rolamento seguro da via. Com uma macrotextura média indicando aderência pneu pavimento adequada quanto a esta característica de sua superfície, o que indica que o concreto pigmentado pode ser uma boa alternativa para segurança das ciclovias.

Por fim, o trabalho confirma a viabilidade técnica da utilização de uma ciclovia utilizando concreto pigmentado, considerando os resultados de resistência à tração na flexão apresentado pelo concreto colorido utilizando pigmento vermelho em ambas as idades de

cura consideradas (7 e 28 dias), bem como a macrotextura apresentada pela superfície do mesmo, indicando que esta aplicação pode ser uma alternativa viável e segura em substituição as tintas para sinalização viária em ciclovias..

## 6 REFERÊNCIAS

\_\_\_\_\_. **NBR 7215**: Cimento Portland - Determinação da resistência à compressão. Rio de Janeiro, 1997.

\_\_\_\_\_. **NBR 12142**: Concreto – Determinação da resistência à tração na flexão de corpos de prova prismáticos. Rio de Janeiro, 2010

ANDRADE, Wendy. O avanço das bicicletas no Brasil e no mundo. *Revista Fórum*, São Paulo, 26 jul. 2014. Disponível em : <<http://www.revistaforum.com.br/2014/07/26/o-avanco-das-bicicletas-brasil-e-mundo/>> . Acesso em : 14 fev. 2017.

MANUAL BRASILEIRO DE SINALIZAÇÃO DE TRÂNSITO: sinalização horizontal. *Conselho Nacional de Trânsito-Contran*, v.4, p.5-9, 2007. Disponível em:<[http://www.denatran.gov.br/images/Educacao/Publicacoes/Manual\\_Horizontal\\_com\\_capa.pdf](http://www.denatran.gov.br/images/Educacao/Publicacoes/Manual_Horizontal_com_capa.pdf)> . Acesso em : 14 fev. 2017.

BERNUCCI, L.B. et al. **Pavimentação asfáltica**: formação básica para engenheiros. Rio de Janeiro: PETROBRAS: ABEDA, 2008 3ª. Reimpressão 2010 . Disponível em : <<http://www.ufjf.br/pavimentacao/files/2011/08/Pavimenta%C3%A7%C3%A3o-Asf%C3%A1ltica-cap9.pdf>> . Acesso em : 16 fev. 2017.

CONCRETO COLORIDO ALIA ESTÉTICA A RESISTÊNCIA. São Paulo : Votorantim Cimentos, 18 maio. 2016. Disponível em : <<http://www.mapadaobra.com.br/tecnologia/concreto-colorido-alia-estetica-a-resistencia/>> . Acesso em : 14 fev. 2017.

CARDOSO, William. Ciclovias de Haddad estão com tinta gasta após dois meses, *Agora*, São Paulo, 28 set. 2014. Disponível em : <<http://www.agora.uol.com.br/saopaulo/2014/09/1523816-ciclovias-de-haddad-estao-com-tinta-gasta-apos-2-meses.shtml>> . Acesso em : 14 fev. 2017.

ODA, Felipe. Tinta causa acidentes em ciclovia da Marginal, *O Estado de S. Paulo*, São Paulo, 8 maio 2010. Disponível em : < <http://sao-paulo.estadao.com.br/noticias/geral,tinta-causa-acidentes-em-ciclovias-da-marginal-imp,-548801>> . Acesso em : 14 fev. 2017.

CRUZ, Willian. 18 razões para apoiar a implantação de ciclovias. São Paulo: *Vá de Bike*, 21 out. 2014. Disponível em: <<http://vadebike.org/2014/08/por-que-apoiar-ciclovias/>>. Acesso em : 14 fev. 2017.

FUSCO, Péricles Brasiliense. **Técnica de armar as estruturas de concreto**. São Paulo: Pini Ltda., 1995. 382 p

MEHTA, Povindar Kumar; MONTEIRO, Paulo J. M.. **Concreto - Estrutura, Propriedades e Materiais**. São Paulo: Pini Ltda., 1994. 574 p.

RIO DE JANEIRO. PREFEITURA DA CIDADE DO RIO DE JANEIRO. . **Caderno de encargos para execução de projetos cicloviários**. 2014. Disponível em: <[www.rio.rj.gov.br/dlstatic/10112/91265/4124033/CADERNO.DE.ENCARGOS.FINAL.062014.pdf](http://www.rio.rj.gov.br/dlstatic/10112/91265/4124033/CADERNO.DE.ENCARGOS.FINAL.062014.pdf)>. Acesso em: 04 jan. 2019.

RODRIGUES, C.G. et al. Projeção da mortalidade e internações hospitalares na rede pública de saúde atribuíveis à poluição atmosférica no Estado de São Paulo entre 2012 e 2030. *Revista Brasileira de Estudos de População*, Rio de Janeiro, v.32, n.3, p.489-509, set./dez. 2015. Disponível em : <[https://www.researchgate.net/publication/291015148\\_Projecao\\_da\\_mortalidade\\_e\\_internacoes\\_hospitalares\\_na\\_rede\\_publica\\_de\\_saude\\_atribuiveis\\_a\\_poluicao\\_atmosferica\\_no\\_Estado\\_de\\_Sao\\_Paulo\\_entre\\_2012\\_e\\_2030](https://www.researchgate.net/publication/291015148_Projecao_da_mortalidade_e_internacoes_hospitalares_na_rede_publica_de_saude_atribuiveis_a_poluicao_atmosferica_no_Estado_de_Sao_Paulo_entre_2012_e_2030)>. Acesso em : 18 fev. 2017.

SILVA, P.B. Estudo em laboratório e em campo de misturas asfálticas SMA 0/8S. 2005.132f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Transportes)- Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2005.

VALENÇA, Juliana Villar; PRISZKULNIK, Simão. **Concreto Colorido: Influência da adição de pigmentos e suas aplicações**. 2017. 21 f. Artigo Científico - Curso de Engenharia Civil, Universidade Presbiteriana Mackenzie, São Paulo, 2017.

APS, Marcia. Classificação da aderência pneu-pavimento pelo índice combinado IFI- International Friction Index para revestimentos asfálticos.2006. Tese (Doutorado)- Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Departamento de Engenharia de Transportes, São Paulo, 2006. Disponível em :

< [http://www.teses.usp.br/index.php?option=com\\_jumi&fileid=15&Itemid=81&lang=pt-br&filtro=APS,%20marcia](http://www.teses.usp.br/index.php?option=com_jumi&fileid=15&Itemid=81&lang=pt-br&filtro=APS,%20marcia)>. Acesso em : 15 fev. 2017.

LUGÃO, Wilson Gandini. Análise da Aderência entre Pneu e Pavimento com Camada Porosa de Atrito no Aeroporto Internacional Tancredo Neves – MG. 2008. Tese (pós-graduação em Engenharia Civil). Universidade Federal de Viçosa, Minas Gerais, mar. 2008. Disponível em : <<http://www.locus.ufv.br/bitstream/handle/123456789/805/texto%20completo.pdf?sequence=1>>. Acesso em : 5 mar. 2017.

## **7 AGRADECIMENTOS**

Os autores agradecem a Universidade Presbiteriana Mackenzie (UPM), a Diretoria de Engenharia da UPM, ao Departamento de Engenharia Civil da UPM, ao Laboratório de Materiais de Construção da UPM, e à Lanxess Energizing Chemistry.

### **Contatos:**

**Juliana Maria Vinci Guedes Rodrigues Teixeira-** [jumvteixeira@gmail.com](mailto:jumvteixeira@gmail.com)

**Patricia Barboza da Silva-** [patricia.silva1@mackenzie.br](mailto:patricia.silva1@mackenzie.br)