

# Pavimento de concreto colorido e permeável: aplicações em ciclovias – estudo de caso construtivo

JOSÉ T. BALBO – PROF., ORCID <https://orcid.org/0000-0001-9235-1331>;

JOSÉ R. S. MARTINS – PROF., ORCID <https://orcid.org/0000-0002-3331-1222>;

ANDREIA P. CARGNIN – DOUTORANDA, ORCID <https://orcid.org/0000-0003-1568-2756>;

ERIC R. DA SILVA – DOUTORANDO, ORCID <https://orcid.org/0000-0003-3211-8372>;

HELENA LO RIBEIRO – GRADUANDA, ORCID <https://orcid.org/0000-0003-0447-2622>;

CAROLINA M. ESPOSITO – GRADUANDA, ORCID <https://orcid.org/0000-0002-2014-9174> – EPUSP

## RESUMO

**Apresenta-se** o processo construtivo de ciclovia experimental com concreto permeável colorido. São detalhados, além dos aspectos de projeto, os preparativos referentes à escavação, guias laterais, conformação do subleito, aplicação de base com agregado reciclado de entulho de construção e de demolição, emprego de manta de PEAD, instalação de dreno para coleta de águas pluviais, aplicação dos concretos coloridos e seu processo executivo. Por fim, são apresentadas as dificuldades observadas em

obras e as lições extraídas do experimento construtivo, que serão de utilidade prática para projetistas e construtores dessas infraestruturas urbanas. As dificuldades e aprendizados exploram aspectos como perda de coloração superficial por aplicação de alisadora de concreto, retração de secagem, efeito de molhagem do concreto fresco por águas de chuva, dentre outros não menos importantes.

**PALAVRAS-CHAVE:** CONCRETO PERMEÁVEL, CONCRETO COLORIDO, CICLOVIAS, PROCESSO CONSTRUTIVO.

### 1. AS SUPERFÍCIES DE CICLOVIAS

As ciclovias, como faixas exclusivas e completamente isoladas para o fluxo dos ciclistas, são ainda o tipo de via em menor extensão nos projetos urbanos no Brasil, sendo normalmente preteridas pelas ciclorrotas ou ciclofaixas. Esta situação não é uma escolha casual, mas relacionada à oferta para atendimento de demanda do transporte ciclovitário, sendo que o elevado custo de ciclovias, que, com todos os seus equipamentos viários, pode chegar facilmente ao milhão de reais por quilômetro quando construídas em concreto. Arengo-Alvarez (2021), empregando modelagem com o *Highway Development and Management Model* (HDM-4) e com base em análises socioeconômicas, conclui que tais ciclovias exclusivas se justificam, na cidade de São Paulo, para volumes de ao menos 1.000 bicicletas diariamente.

As ciclofaixas, que utilizam para sua definição uma fátia da faixa de rolamento originalmente de veículos motori-

zados, são delimitadas por sinalização adequada, como a segregação por meio de tachões refletivos viários que identificam uma transposição entre faixas de rolamentos. A pintura da superfície da faixa da ciclofaixa ou ciclorrota é realizada naturalmente com emprego de tintura específica para superfícies impermeáveis, como são os casos das convencionais e imperativas misturas asfálticas densas em sistemas viários e dos pavimentos de concreto convencionais.

O Manual do GEIPOT (2001) traz diversos conceitos relevantes no trato de dimensionamento de ciclovias, reque-rendo no que tange à sua pavimentação:

- ▶ Regularidade de superfície, o que se traduz por conforto ao rolamento, mantidos valores de irregularidade longitudinais em níveis baixos e aceitáveis para o tipo de veículo circulante (bicicleta);
- ▶ Ser superfície impermeável, o que, infelizmente, é conceito a ser metamorfoseado, pois, em vias urbanas

a impermeabilização causada em superfícies pavimentadas deve ser o principal objeto de mitigação para cidades sustentáveis (BALBO, 2020);

- ▶ Antiderrapante, o que texturas superficiais abertas certamente proporcionam em níveis superiores a superfícies lisas em vista da exposição de agregados, que possuem sua microtextura intrínseca e sua macrotextura de conjunto, embora pouco relevantes para concretos que ofereçam permeabilidade vertical intensa (15 a 35% de vazios);
- ▶ Possuir aspecto agradável, o que estabelece uma seara um tanto quanto subjetivista para se decidir por tonalidades e cores;
- ▶ Necessidade de diferenciação visual, por meio de cor, de faixas ciclovitárias, até mesmo para incrementar a segurança operacional viária, o que envolve aspectos psicológicos, visuais e comportamentais dos condutores de veículos motorizados e de bicicletas; resta acrescentar nesse tópico, além

da normativa, que o concreto colorido abre perspectivas estéticas nas vias urbanas normalmente não consideradas em projetos corriqueiros;

- ▶ Que, no caso de concretos de ligantes hidráulicos, é pertinente o emprego de óxidos de ferro como adição na mistura para garantir a coloração, no caso, avermelhada, conforme prática no Brasil (não obrigatoriamente em outros países).

A aplicação de material inadequado para colorir a superfície das ciclovias gera problemas de segurança aos usuários. *“Em muitos casos, a utilização de tinta inadequada faz com que a ciclovia se torne escorregadia na chuva, causando acidentes e colocando os ciclistas em risco. É o que aconteceu com a primeira etapa da Ciclovia Rio Pinheiros (Vila Olímpia – Miguel Yunes): as quedas e reclamações eram constantes. Hoje em dia, com a tinta já bastante desgastada, o problema diminuiu muito”* (Cruz, 2013). Entende-se claramente a partir da opinião de leigos que a pintura sobre a superfície deve preservar absoluta condição de aderência pneu/pavimento para se evitar acidentes na modalidade. Isso também é aplicável a calçamentos para pedestres.

A coloração da superfície de ciclovias por meio de pinturas com tintas especiais é passível de certas desvantagens, algumas mais problemáticas: exigência de tinturas de custo elevado; manutenção anual da pintura superficial em função de deterioração por ação de águas (ácidas ou não) e radiação ultravioleta; formação de superfícies lisas e de menor aderência. Esses aspectos devem ser considerados na análise de curto e longo prazo desse investimento para melhor abalizar a solução adequada.

Dessa forma, o artigo presente retrata um projeto internacional em andamento com a Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP) e o CONICYT (Comisión Nacional de Investigación Científica y Tecnológica del Chile) em parceria com a Universidad de La Concepción, além do Programa USP MUNICÍPIOS, que tem por finalidade o desenvolvimento de tecnologias e sua disseminação para melhoria de sustentabilidade de cidades do Estado de São Paulo. Após discussão

na parte I sobre os estudos de dosagem de concretos permeáveis pigmentados (CONCRETO & Construções 105), em seu contexto são apresentadas as perspectivas acerca do processo executivo de tais pavimentos permeáveis, indicando suas dificuldades específicas e merecedoras de estudos mais aprofundados.

## 2. IMPLANTAÇÃO DE UMA CICLOVIA COLORIDA EM CONCRETO PERMEÁVEL (EXPERIMENTAL)

### 2.1 Local do experimento

A pista teste cicloviária em concretos permeáveis coloridos foi construída na Praça do Pôr do Sol, na Av. Prof. Lineu Prestes, no campus da Universidade de São Paulo (Cidade Universitária, Butantã). Na Figura 1, é apresentado o levantamento do local com a indicação do trecho de 100 m de extensão. Ao lado (em paralelo) da ciclovia-teste existe uma calçada permeável (concreto) construída em 2016.

### 2.2 Projeto de execução

As seguintes dimensões foram definidas, levando-se em consideração aspectos de circulação mínima de bicicletas:

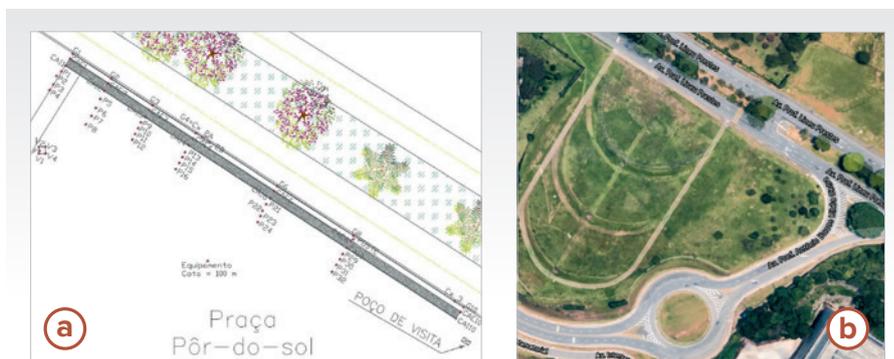
- ▶ Largura da pista (ciclovia) de 2,2 m, 1,1 m por sentido de tráfego;
- ▶ Extensão total de 100 m;
- ▶ Trecho com inclusão de estudos hidráulicos com 30 m de extensão e hermeticamente fechado por guias

de concreto em seus limites;

- ▶ Trechos em concreto colorido sequenciais ao primeiro, com 35 m de extensão cada um, sem guias de concreto, visando atender à situação mais comum de implantação de ciclovias em canteiros centrais de avenidas e em praças públicas (Figura 2).

Cabe aqui uma consideração importante. Em ciclovias, normalmente, as faixas são pintadas com tintas de elevado desempenho para resistir às intempéries. Contudo, a experiência paulistana tem mostrado que, além de ser um material custoso (a tinta especial), deve passar por renovações de periodicidade anual ou bienal, dependendo do tráfego sobre a superfície. Portanto, o uso de pigmentos coloridos no concreto, embora também custosos (e dependentes da cor do pigmento), poderá representar uma estabilidade de tonalidade longa, evitando-se os altos custos de manutenção de superfícies coloridas com tintas, que, por sinal, requerem nova demarcação de sinalização de pista após cada aplicação. Aproveita-se, assim, o experimento para se criar o conhecimento que possa abalizar a melhor maneira, futuramente, de se dar cores a essas superfícies peculiares. As estruturas de pavimentos (Figura 3 e 4) foram fixadas após análise mecanicista (BALBO, 2020) e considerando recomendações internacionais (ACI, 2010), contendo as camadas abaixo descritas, sendo suas peculiaridades indicadas na Tabela 1.

- ▶ 100 mm de concreto permeável;
- ▶ 100 mm de base granular composta por resíduos de construção e de



▶ **Figura 1**

a) Plano cotado do local; b) Vista de satélite do local

**Tabela 1**  
Peculiaridades dos segmentos de teste

Segmento	Extensão (m)	Peculiaridades
1	30	Estudos hidráulicos, com captação de água. Emprego de manta de PEAD sobre o subleito para impedir infiltração no solo. Tubulação perfurada para coleta de água e ligação a vertedouro instalado no início do segmento.
2	35	Concreto colorido vermelho; infiltração total no solo.
3	35	Concreto colorido verde; infiltração total no solo.

demolição (reciclados RCD), buscando incrementar a sustentabilidade ambiental do projeto, como referência para uso prático por prefeituras;

Subleito não compactado (para permitir melhor infiltração d'água) na cota de escavação da caixa (200 mm).

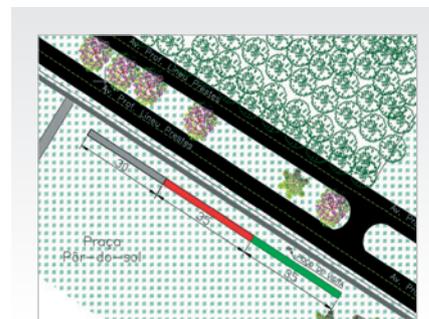
A opção de concreto permeável na cor azul foi descartada devido ao alto custo do pigmento à base de óxido de cobalto, tornando-se um caso de replicação mais específica, além dos objetivos de estudos e pesquisas sobre a infraestrutura cicloviária construída. Nas Figuras 2 a 4 ilustram-se o projeto de implantação da ciclovia e as seções transversais dos segmentos projetados.

### 3. EXECUÇÃO DA CICLOVIA EXPERIMENTAL COLORIDA

Como já esclarecido anteriormente, a ciclovia foi construída em três trechos: o primeiro para testes hidráulicos com seção confinada em concreto permeável sem coloração; os dois trechos sucessivos, com 35 m de extensão cada um, em vermelho e verde, respectivamente, para testes funcionais e estruturais nos pavimentos. Nos trechos 2 e 3, não foram instaladas guias de concreto nem lona plástica, permitindo-se que a água precipitada sobre a superfície infiltre no terreno natural pelas bordas laterais e subleito; essa é a condição que mais re-trata o comum em sistemas viários para

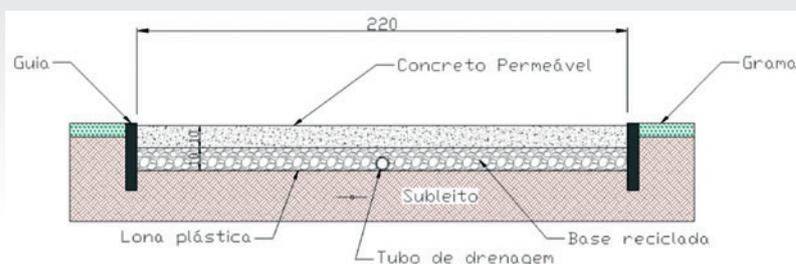
bicicletas. O processo construtivo teve início em setembro de 2020, compreendendo as seguintes etapas:

- I. Demarcação com piquetes dos *offsets* do segmento completo para operação de pá-escavadeira (Figura 5);
- II. Remoção de grama e blocos de concretos intertravados na superfície existente (Figura 6);
- III. Escavação do extrato inferior com manutenção do fundo da escavação (camada final do subleito ou topo do subleito) -200 mm abaixo da posição da superfície natural (o trecho todo possui caimento de 2% do final para o início – Figura 7);
- IV. Instalação de guias de concreto laterais e de fechamento nas extremidades do Trecho 1 (com 30 m) e mantendo-se o distanciamento entre as faces internas das guias laterais de 2,2 m, a largura útil da ciclovia (Figura 8);
- V. Instalação de formas laterais de madeira nos 70 m restantes, remo-

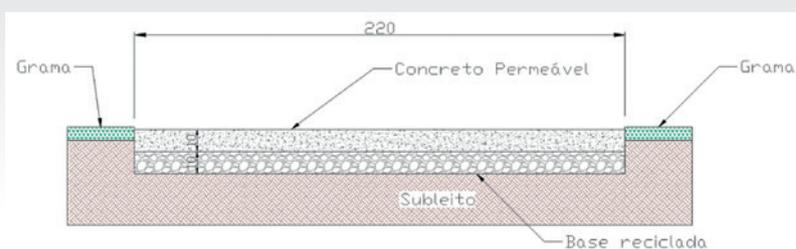


**Figura 2**  
Situação de implantação da ciclovia em concreto permeável

- víveis após construção (Figura 9);
- VI. Nivelamento manual do fundo da caixa no Trecho 1;
- VII. Escavação da canaleta central longitudinal em toda extensão do Trecho 1 para posterior posicionamento do tubo de 50 m (diâmetro) perfurado, para captação de águas pluviais sob a base granular de RCD (Figura 10);



**Figura 3**  
Seção transversal do primeiro segmento com teste hidrológico-hidráulico  
Unidade de medida: cm



**Figura 4**  
Seção transversal do segundo e terceiro trechos  
Unidade de medida: cm



► **Figura 5**  
Demarcação de *offsets*



► **Figura 6**  
Remoção de grama e blocos



► **Figura 7**  
Escavação

- VIII. Colocação de dupla manta de PEAD com material já especificado anteriormente (Figura 11);
- IX. Posicionamento do tubo de 50 mm na camada longitudinal envolto inferiormente pela manta de PEAD (Figura 12);
- X. Lançamento de agregado reciclado (RCD), proveniente de Valinhos (SP), da usina de reciclagem da empresa SBR (SBR Reciclagem – Recursos renováveis e meio ambiente); este agregado consistia em padrão pedra 1 (na realidade uma mistura de pedras, tijolos, telhas,

concretos etc.) com diâmetro entre 12 e 19 mm. Estudos prévios laboratoriais indicaram porosidade (índice de vazios) de 70% para o material (Laboratório de Tecnologia de Pavimentação da EPUSP), valor esse bem razoável posto que espera-se, para bases permeáveis nesse tipo de pavimentação, a meta de 40% de porosidade (Figura 13);

- XI. Execução da caixa coletora na extremidade da seção de controle para coleta de água, conectada com o tubo de 50 mm instalado

para captação de águas sob o pavimento (Figura 14);

- XII. Lançamento do concreto permeável sem pigmentos na seção 1 e sucessivamente nas seções 2 e 3 (vermelho e verde), por meio de bica de caminhões betoneira, desmpenamento superficial e acabamento com equipamento alisador circular (“bambolê”), conforme apresentado nas Figuras 15 a 22.

No tocante à aplicação dos concretos permeáveis, a execução dos revestimentos em concretos permeáveis se



► **Figura 8**  
Instalação de guias (trecho 1)



► **Figura 9**  
Instalação de formas laterais (trechos 2 e 3)



► **Figura 10**  
Escavação da canaleta central para posicionamento posterior do tubo de coleta



► **Figura 11**  
Colocação de manta de PEAD  
(trecho 1)



► **Figura 12**  
Posicionamento de tubo coletor



► **Figura 13**  
Lançamento do agregado  
reciclado como base permeável



► **Figura 14**  
Instalação de caixa de coleta



► **Figura 15**  
Espalhamento do concreto



► **Figura 16**  
Regularização da superfície



► **Figura 17**  
Compactação com rolo manual



► **Figura 18**  
Acabamento com alisadora  
de concreto circular



► **Figura 19**  
Execução do trecho com  
concreto vermelho



► **Figura 20**  
Acabamento do trecho 2  
com alisadora

deu conforme descrito na sequência. Os concretos foram transportados entre a usina e o local de aplicação por caminhões betoneira, em volumes de 3,5 a 4,5 m<sup>3</sup>; o tempo de transporte era de aproximadamente 15 minutos. Lançado o concreto com a bica de uma betoneira, baixa, procedia-se o espalhamento com auxílio de enxadas. Após o espalhamento e regularização da superfície de concreto permeável, seu sutil adensamento (BALBO, 2020) foi obtido com auxílio de régua metálica, sucedida pela passagem de um rolo manual



► **Figura 22**  
Superfície finalizada

de 2,5 m de geratriz, cujo peso por metro linear é de 68 kg, conforme sugerido pela *Colorado Ready Mixed Concrete Association* (CRMA, s.d.) A superfície foi, então, finalizada com a passagem de um alisador circular giratório para concretos, equipamento utilizado para acabamento e regularização de pisos industriais, com o intuito de eliminar possíveis ondulações decorrentes da passagem do rolo para compactação da mistura. Esse equipamento foi passado uma única e exclusiva vez, pois a sua aplicação excessiva poderá resultar no fechamento dos poros mais superficialmente, comprometendo a capacidade drenante desejada para o revestimento. Em seguida as superfícies foram cobertas com lençóis de polietileno pelo período de 15 dias. Na Figura 23, é apresentada imagem do resultado obtido para os trechos coloridos após 15 dias de sua execução.

#### 4. LIÇÕES APRENDIDAS

##### 4.1 Aplicação do concreto colorido em pista

Não foram observadas alterações importantes em termos de trabalhabilidade, espalhamento e acabamento das superfícies coloridas. O emprego de régua metálicas, rolos manuais e alisadora circular não causaram a remoção de pigmentos da superfície dos agregados, nem mesmo seu arrancamento da massa. Tal método construtivo com os procedimentos adotados, que já foram utilizados em experimento anterior em 2016 em calçada paralela à atual ciclovia-teste, já haviam se mostrado satisfatórios e não prejudiciais ao resultado.

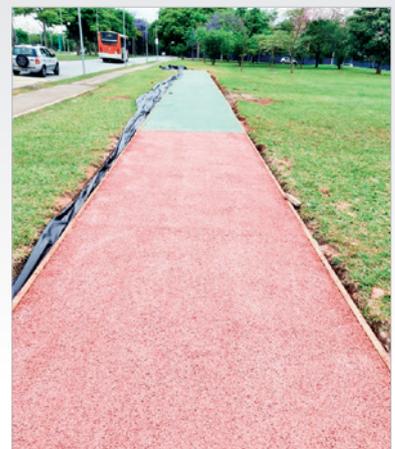
Contudo, depois de uma semana do experimento, removida a manta de cura, observou-se claramente que a operação de alisadoras circulares (chamadas vulgarmente de bambolê), removeu a pasta de cimento envolvente na superfície em diversas áreas, removendo, conseqüentemente, a tonalidade concedida pelos pigmentos. Recomenda-se, portanto, não se empregar tal tipo de acabamento final em concretos integralmente coloridos com pigmentos.



► **Figura 21**  
Início do espalhamento  
do concreto verde

##### 4.2 Perda de trabalhabilidade – secagem

Observou-se a necessidade de adição de litros adicionais de água de amassamento durante fases da concretagem nas betoneiras com concretos coloridos. Esse fato está possivelmente associado às recomendações da ASTM quanto aos cuidados e execução do material em pista, devendo ser razão de observações e determinações mais precisas futuramente. Diante dos processos

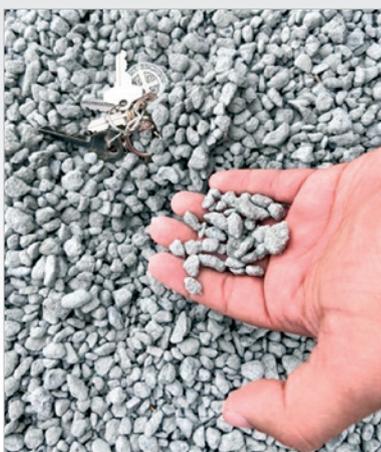


► **Figura 23**  
Resultados da ciclovia-teste  
com concretos permeáveis  
coloridos

observados, recomenda-se que a execução completa do concreto permeável colorido não ultrapasse 1 h 30 min após sua preparação em usina.

### 4.3 Períodos de chuva durante a construção e suas consequências

No dia de execução dos concretos, ocorreram eventos climáticos pluviais durante a execução do trecho 1 (sem pigmentos). O concreto permeável é composto praticamente de pasta de ci-



► **Figura 24**  
Superfície em local com desagregação



► **Figura 25**  
Detalhe de desagregação com simples manipulação

mento e agregados, o que se torna um problema enorme a possibilidade de fluxo de água sobre a superfície fresca, o que levaria a pasta a ser destacada dos agregados e conduzida para o fundo da camada de revestimento e mesmo de base, inutilizando por completo o pavimento. No momento em que a precipitação iniciou, imediatamente o espalhamento foi suspenso e a superfície coberta com lona plástica por completo.

Contudo, isso não foi completamente eficiente, pois houve locais com visível desagregação superficial (Figura 24 a 27) e mesmo completa (em profundidade) do concreto permeável, que tiveram de ser mapeados para execução de recortes e de remendos parciais, o que leva à conclusão da inviabilidade de execução do material em dias chuvosos. A desagregação apresentada, de grande impacto, revela áreas onde o concreto foi parcialmente “lavado”.

### 4.4 Fissuras de retração no concreto permeável

Em função dos experimentos anteriores em 2015 e 2016 no campus da USP em São Paulo, com calçadas em concreto permeável, ficou cristalina a necessidade de execução de juntas de contração para indução da retração hidráulica (de secagem) nesses elementos. Isso foi previsto e realizado em espaçamentos de aproximadamente dez metros (em função das ocorrências verificadas anteriormente), sendo que, contudo, embora executadas imediatamente após a conformação do concreto (em profundidades de 5 cm, com disco de corte manual), houve caso não efetivos de controle. Na Figura 28, é apresentada imagem de uma fissura de retração ocorrida fora da junta de controle e verificada já três dias após a conclusão das obras. Esse tópico deverá ser analisado com mais propriedade nas novas construções experimentais para áreas de estacionamento de veículos leve no primeiro semestre de 2022, pois merece aprofundamento para maior compreensão desse fenômeno nesses concretos muito porosos.

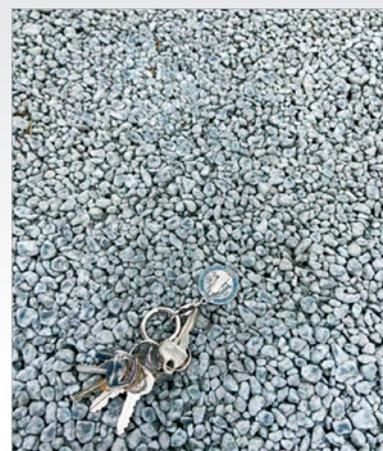
### 4.5 Variação de tonalidade

O resultado da cor no concreto em

pista é consequência das variações nos processos de produção (incluindo mistura) dos concretos coloridos. Embora tenha se mantido com rigor a pesagem dos materiais constituintes por metro cúbico de concreto, entre dois caminhos betoneira que foram empregados para a construção do trecho 2 (vermelho), ocorreu sutil variação na tonalidade final. A única alteração ocorrida nas misturas entre o primeiro e segundo caminhos foi uma quantidade ligeiramente maior de água de amassamento associada à molhagem dos agregados (no estoque a



► **Figura 26**  
Aspecto de superfície desagregada



► **Figura 27**  
Aspecto de superfície íntegra



**Figura 28**  
Aspecto da fissura de retração descontrolada

céu aberto na usina) devido à chuva anterior à sua aplicação. Esse acréscimo foi o provável responsável pela leve variação na tonalidade superficial do concreto, o que deve ser objeto de atenção durante as obras que requerem dezenas de metros cúbicos de concreto colorido que são lançados em dias diferentes, com diferentes operadores de usina, betoneira e motoristas, condições atmosféricas e equipes de execução, em especial, para lotes de concretagem contíguos.

#### 4.6 Taxa de infiltração medida em campo

A parte I do presente estudo publicada em edição anterior a esta (Balbo *et al.*, 2022) apresentou dados de taxa de infiltração medida em campo para os concretos estudados. Eles mostraram que a adição de pigmento afeta parcialmente a taxa de infiltração medida em campo. Todavia, os autores pontuam que tal impacto esteve mais diretamente relacionado ao ajuste do aditivo superplastificante para melhor dispersão do cimento e pigmento do que ao aumento do volume de pasta decorrente da adição.

Tais dados foram comparados aos dados de taxa de infiltração medida em campo nos estudos de Curvo (2017) e Batezini (2019) – desenvolvidos no LM-P-EPUSP – e que nortearam a dosagem

dos concretos empregados na ciclovia experimental. Testes de hipótese F para a variância das amostras foram realizados para determinar se as variâncias seriam equivalentes ou diferentes, conforme descritos na Tabela 2.

A partir disso, procedeu-se à realização de testes de hipótese t-Student para duas amostras (para fins de comparação entre as taxas de infiltração), presumindo-se variâncias equivalentes, cujos resultados são resumidos na Tabela 3.

Os testes de hipótese confirmaram, para um nível de significância de 95% que os valores médios de taxa de infil-

tração medidos em campo dos concretos sem pigmento e verde são estatisticamente iguais ao valor médio obtido na calçada permeável construída em 2016 e cuja mistura balizou a dosagem dos concretos com pigmento. Contudo, a confrontação das médias com o concreto com pigmento vermelho revelou que as médias são de fato diferentes devido aos efeitos outrora discutidos.

## 5. CONCLUSÕES

O presente projeto de pesquisa ensejou avaliar a aplicabilidade e os aspectos que norteiam a execução de

**Tabela 2**  
Teste F: duas amostras para variâncias

Parâmetros teste F	Ref 21	2016	2016	Verm 21	Verde 21	2016
Média	2,545	2,437	2,437	0,887	2,227	2,437
Variância	0,623	0,254	0,254	0,121	0,408	0,254
Observações	10	11	11	10	10	11
gl	9	10	10	9	9	10
F	2,458		2,092		1,610	
P (F <= f) uni-caudal	0,088777		0,140875		0,234203	
F crítico uni-caudal	3,020		3,137		3,020	
Resultado	Aceita H0: variâncias iguais		Aceita H0: variâncias iguais		Aceita H0: variâncias iguais	

**Tabela 3**  
Teste t-Student para médias de duas amostras presumindo variâncias equivalentes – taxa de infiltração média (cm/s)

Parâmetros teste t-Student	2016	Ref 21	2016	Verm 21	2016	Verde 21
Média	2,437	2,545	2,437	0,887	2,437	2,227
Variância	0,254	0,623	0,254	0,121	0,254	0,508
Observações	11	10	11	10	11	10
Variância agrupada	0,429		0,191		0,327	
gl	19		19		19	
Stat t	-0,377		8,120		0,842	
P (T <= t) uni-caudal	0,355		6,72E-08		0,205	
t crítico uni-caudal	1,729		1,729		1,729	
P (T <= t) bi-caudal	0,710		1,37E-07		0,410	
t crítico bi-caudal	2,093		2,093		2,093	
Resultado	Aceita H0: médias iguais		Rejeita H0: médias diferentes		Aceita H0: médias iguais	

ciclovias com o emprego de concretos permeáveis coloridos desde a sua dosagem em laboratório, que consistiu na Parte I publicada em edição anterior a esta publicação, até a sua posterior execução, levando às seguintes conclusões no que tange os aspectos construtivos:

- ▶ O emprego de equipamentos do tipo bambolê para acabamento superficial não deve ser utilizado, especialmente quando da execução de concretos pigmentados, dado seu impacto na alteração de tonalidade da superfície em decorrência da remoção, ainda que parcial, da pasta de cimento que envolve os agregados graúdos;
- ▶ A execução de pavimentos de concreto permeáveis não deve ser realizada durante a ocorrência de eventos pluviométricos; ou, em caso de os trabalhos já terem sido iniciados, esta deve ser interrompida e a parte executada completamente coberta de modo a evitar que a precipitação carregue a pasta de cimento fresca, acarretando intensa desagregação posteriormente;
- ▶ Ainda no que tange as alterações de tonalidade, é essencial que a relação a/c seja mantida constante durante todo o processo executivo, pois

quaisquer alterações nesse sentido devido a excesso de umidade nos materiais fatalmente acarretarão esmaecimento da cor.

Destarte, o presente estudo corrobora o potencial de execução de concretos coloridos para fins de aplicação em in-

fraestrutura cicloviária, de modo que se possa potencializar os benefícios proporcionados por tais estruturas no que tange seu efeito compensatório no pico de jussante dos sistemas de drenagem, atuação como bacia de bioretenção e combate aos efeitos das ilhas de calor urbano. ☑

### ▶ Ficha Técnica

Fomento	Tipo de participação	Detalhes
FAPESP	Auxílio à Pesquisa em parceria com o CONICYT (Chile) e Universidad de La Concepción	Processo 2019/13269-4
CNPq	Bolsa de Produtividade em Pesquisa Nível 1	Processo 304391/2019-0
Prefeitura do Campus da Capital – USP	Execução da obra básica de infraestrutura	Escavação, assentamento de guias, execução de drenagem, assentamento de lona de PEAD, tubulação e colocação da base de agregado reciclado; paisagismo e sinalização de pista cicloviária
Projeto USP Cidades Sustentáveis – SANTANDER	Mensalidade de bolsistas de iniciação científica e de pós-graduação	USP Municípios Vice-Reitoria da USP – Parcerias para o desenvolvimento paulista – <a href="https://municipios.usp.br">https://municipios.usp.br</a>
Parcerias	Tipo de participação	Detalhes
Polimix	Dosagem e fornecimento de concretos usinados	Dosagens em suas instalações em Santana do Parnaíba, SP
Lanxess	Fornecimento de pigmentos coloridos vermelhos e verdes	Óxidos de ferro e de cromo
Engenharia de Pisos – EP	Execução e acabamento do concreto e formas de madeira trechos 2 e 3	Equipe de execução
SBR Reciclagem	Fornecimento de agregados reciclados de construção e de demolição para base das ciclovias	Material cinza-avermelhado de 12 a 19 mm

### ▶ REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] AMERICAN CONCRETE INSTITUTE. ACI 522R: Report on Pervious Concrete. Farmington Hills: 2010. 40 p.
- [2] AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS – ASTM. ASTM C1701/C1701M – Standard Test Method for Infiltration Rate of In Place Pervious Concrete. West Conshohocken, PA, USA, 2009.
- [3] ARENGO-ÁLVAREZ, L.F. Análise de Benefícios Econômicos do Emprego do Transporte Não Motorizado (Ciclovias) por meio do Modelo HDM-4 – Estudo de Caso para o Município de São Paulo. Dissertação (Mestrado), Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, (Orientador: José Tadeu Balbo), São Paulo, 2021.
- [4] BALBO, J. T. Pavimentos de Concreto Permeáveis: uma visão ambiental da tecnologia sustentável emergente. Oficina de Textos, São Paulo, 2020.
- [5] BALBO, J. T.; MARTINS, J. R. S.; CARGNIN, A. P.; RIBEIRO, H. L.; ESPOSITO, C. M.; SILVA, E. R. Concreto colorido e permeável para ciclovias: estudo de dosagem laboratorial. CONCRETO & CONSTRUÇÃO, v. 1., p. 34-41, 2022.
- [6] BATEZINI, R. Estudo das características hidráulicas e mecânicas de calçadas em concreto permeável em pista experimental. Doutorado (Tese). Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2019.
- [7] COLORADO READY MIXED CONCRETE ASSOCIATION – CRMA. Specifier’s Guide for Pervious Concrete Pavement Design Version 1.2. Colorado Ready Mixed Concrete Association, Centennial, CO. Disponível em: [https://www.sefindia.org/forum/files/pervious\\_concrete\\_guide\\_2009\\_08\\_18\\_176.pdf](https://www.sefindia.org/forum/files/pervious_concrete_guide_2009_08_18_176.pdf) (Acesso: 04.09.2021).
- [8] CURVO, F. O. Estudo da drenabilidade de calçadas experimentais em concreto permeável no Campus Armando Salles de Oliveira da USP. Mestrado (Dissertação). Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2017.
- [9] CRUZ, W. Como são pavimentadas (ou pintadas) as ciclovias – na Holanda e no Brasil. Disponível em: <https://vadebike.org/2013/08/pintura-ciclovias-holanda-e-brasil/>. (Acesso: 04.09.2021).
- [10] GEIPOP – Empresa Brasileira de Planejamento de Transportes. Manual de Planejamento Cicloviário. Ministério dos Transportes, Brasília, D.F., 2001.