

## **ESTUDO DO CONCRETO PERMEÁVEL: RESISTÊNCIA E PERMEABILIDADE**

CASTRO, Breno Brandão da Costa

*Discente, Bacharelado em Engenharia Civil, UniEVANGÉLICA - Centro Universitário de Anápolis (breno.697@hotmail.com)*

NASCIMENTO, Matheus Moraes do

*Discente, Bacharelado em Engenharia Civil, UniEVANGÉLICA - Centro Universitário de Anápolis (matheusmnascimento@hotmail.com)*

TEODORO DA SILVA, Agnaldo Antônio Moreira

*Professor Especialista, Bacharelado em Engenharia Civil, UniEVANGÉLICA - Centro Universitário de Anápolis (professoragnaldoantonio@gmail.com)*

### **RESUMO**

O concreto permeável possui propriedades únicas no quesito permeabilidade, sendo eficiente para construções de calçadas, ciclovias, garagens etc. Comparado ao concreto convencional, o concreto permeável possui vantagens e desvantagens. No quesito vantagem, entra sua maior taxa de infiltração e suas consequências positivas para as cidades. Já nas desvantagens, a diminuição da resistência à compressão, comparado ao concreto convencional e mão-de-obra especializada são as principais. O intuito desse estudo foi moldar corpos de prova com dois traços de concreto permeável, aplicar aditivo no qual apresentar melhor resistência à compressão e fazer uma série de ensaios laboratoriais. Os ensaios são de granulometria, massa específica, massa unitária, slump test, resistência à compressão e permeabilidade. Após a realização dos ensaios, percebe-se a melhor resistência à compressão no traço com a menor relação água cimento e quantidade de agregado graúdo, e ao adicionar aditivo nesse traço, sua resistência à compressão teve um aumento de aproximadamente 128%, aos 28 dias. Já o coeficiente de permeabilidade do traço sem aditivo é de aproximadamente 175% maior do que o traço com aditivo.

### **PALAVRAS-CHAVE**

Concreto permeável. Permeabilidade. Taxa de infiltração. Resistência à compressão.

## 1 INTRODUÇÃO

Com a urbanização em rápido crescimento, ocupando novas áreas, observa-se o aumento em áreas impermeáveis que vem causando sérios transtornos, que são derivados do escoamento da água das chuvas. A impermeabilização do solo aumenta o número de enchentes, tornando possível a transmissão de doenças e gerando potenciais vítimas fatais em seu caminho. Por isso, é necessário investir em obras para prevenir tais problemas.

As cidades buscam a prevenção por meio dos seus Planos Diretores que acatam um percentual de áreas permeáveis nas edificações, porém devido à falta de fiscalização, isso não é cumprido. Surge então a necessidade de investir em obras para prevenir essa problemática, com o intuito de abaixar o custo, ao se comparar com o reparo dos danos causados e, ainda, viabilizar a qualidade de vida da população.

Há soluções plausíveis para diminuir os impactos do escoamento de águas pluviais, como o uso de geossintéticos voltados para a drenagem de vias. A manta geotêxtil é um exemplo desta tecnologia, tem aplicações em diversas áreas da construção civil, da acústica a drenagem, porém para a aplicação, é necessário mão de obra qualificada.

A utilização de pavimentos permeáveis é outra opção, que promove uma solução com uma eficácia mais abrangente, permitindo uma reabsorção das águas pluviais ao lençol freático em vários tipos de terrenos, com a possibilidade de serem empregados em calçadas, estacionamentos, praças, ciclovias, pisos de quadras poliesportivas. E suas vantagens também envolvem a redução de enxurradas, enchentes, gastos com sistemas de drenagem, além de sua composição ainda poder empregar resíduos de construção civil.

Uma característica importante desse material é a resistência à compressão, que indica o uso em edificações, no entanto, a resistência do concreto permeável é inferior quando comparado com o concreto convencional.

## 2 METODOLOGIA

Para alcançar os objetivos dessa pesquisa, será avaliada a viabilidade da aplicação do concreto permeável, realizando traços diferentes conforme a literatura, com

a finalidade de buscar os melhores traços, avaliar a resistência característica e identificar os locais para aplicá-lo.

Essa identificação será pautada, juntamente, pela avaliação da capacidade de infiltração desses elementos, ao se verificar a adequação referente à eliminação das águas de chuva e desimpermeabilização do solo.

A princípio, foi determinado o tipo do cimento e da brita de acordo com estudos já realizados sobre o concreto permeável.

Realizou-se a construção de dois traços de concreto permeável, com alteração na quantidade de agregado graúdo e da relação a/c, para ser possível analisar as diferenças nos resultados e relacionar com os materiais.

Depois de realizar vários ensaios e escolher o melhor dos traços, passou para a segunda fase, que consiste em focar no traço que apresentou melhores resultados, com adição de um aditivo redutor de água, causando um aumento na resistência à compressão.

A partir dos resultados, o foco é reforçar o traço para aumentar a resistência do concreto permeável, simultaneamente à verificação das alterações na taxa de permeabilidade.

### **3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**

#### **3.1 CONCRETO**

De acordo com Salgado (2011), o concreto se forma na junção de vários materiais que em conjunto com a água confecciona diversas peças com especificidades e aspectos estruturais para a aplicação na construção civil.

Por ter propriedades de moldar-se ao ambiente, de acordo com as formas, juntamente com a alta resistência à compressão oferecida, popularizou-se muito rápido e, atualmente, é um dos materiais mais utilizado da construção civil no mundo.

Segundo Neville e Brooks (2013), o concreto se origina de produtos que tenham um meio cimentante. Comumente esse meio se dá na reação entre o cimento hidráulico e água. Logo, o concreto é confeccionado com o uso de diversos tipos de cimento, podendo conter pozolanas, ser aquecidos e ter diversas formas de cura.

A aplicação do concreto deve ser feita de maneira cautelosa para que o mesmo não perca sua qualidade, resistência, trabalhabilidade, entre outros aspectos. Por isso, deve-se analisar tanto o transporte quanto a peça que vai receber o concreto.

Conforme Salgado (2011), deve-se ter um imenso cuidado com o manuseio do concreto devido a sua qualidade, uma vez que se pode comprometer ao usar materiais ou equipamentos de forma indevida. Ademais, quando se fala em aplicação do concreto, também deve ser levado em consideração o preparo desse. Existe uma série de conferências que devem ser feitas durante todo o processo do concreto na construção civil. Quanto maior o cuidado nesse processo, mais se garante a sua qualidade e trabalhabilidade.

O adensamento do concreto é algo de extrema importância a ser analisado, ainda de acordo com Salgado (2011), deve-se ter cuidado com o adensamento do concreto para que o mesmo consiga preencher todos os vazios de onde está sendo inserido, usando ferramentas corretas, deixando a massa de concreto com aspecto coeso, preservando a sua aplicabilidade.

### 3.2 CONCRETO PERMEÁVEL

Para que as cidades respeitem o índice de infiltração mínimo, o concreto permeável é a solução para diminuir problemas relacionados à infiltração nas cidades, porque na sua composição, a quantidade de areia é nula ou pouca. O uso do concreto permeável não está consolidado de maneira efetiva na construção civil atualmente, pela falta de inovação do mercado e por seu custo ser maior, comparado ao concreto convencional.

No início, o concreto permeável foi usado em tubos drenantes, mas está ganhando espaço, assim como o concreto asfáltico poroso, em vários países da Europa, nos Estados Unidos e Japão, com a função de focar a segurança em várias condições meteorológicas (OSPINA & ERAZO, 2007 *apud* MONTEIRO, 2010).

A aplicação do concreto permeável se dá em várias áreas. As mais convencionais são as áreas industriais, galpões, pátios, ruas com tráfegos leves, condomínios e conjuntos habitacionais, praças, calçadas, estacionamentos, entre outros.

De acordo com Monteiro (2010), um dos principais benefícios derivados do concreto permeável é a recarga do lençol freático, controle no sistema de drenagem e amenização de poluentes no solo e água, incluindo a redução das ilhas de calor.

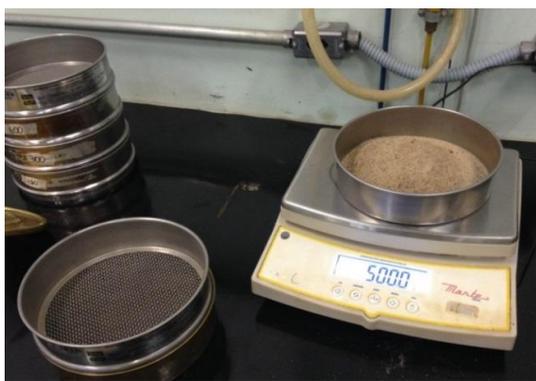
## 4 RESULTADOS

### 4.1 ENSAIO DE GRANULOMETRIA

O cálculo foi realizado de acordo com a NBR NM 248 (ABNT, 2003) para determinar o módulo de finura da areia, e se chegou a um módulo de finura correspondente a 2,59 (Figura 1).

Foi usado brita 0 e DMC 9,5 mm, obtida com facilidade em Anápolis, extraída de rocha de micaxisto.

**Figura 1 – Agregado miúdo na balança**



Fonte: PRÓPRIOS AUTORES, 2018.

### 4.2 MASSA ESPECÍFICA

Segundo a NBR NM 52 (ABNT, 2003), foi determinada a massa específica aparente da areia de 2,498 g/cm<sup>3</sup> e da brita 0, de 2,67 g/cm<sup>3</sup> (Figura 2).

**Figura 2 – Preparação para a determinação da massa específica**



Fonte: PRÓPRIOS AUTORES, 2018.

### 4.3 MASSA UNITÁRIA

Segundo a NBR NM 45 (ABNT, 2016), foi determinada a massa unitária da areia de  $1,53 \text{ kg/dm}^3$  e brita 0, de  $1,5 \text{ kg/dm}^3$  (Figura 3).

**Figura 3 – Preparação para determinar a massa unitária do agregado graúdo**



Fonte: PRÓPRIOS AUTORES, 2018.

### 4.4 DOSAGEM

A dosagem foi feita de acordo com o método do ACI. Foram moldados 18 corpos de provas para encontrar o melhor traço, sendo 9 para o traço (1 : 0,40 : 3 : 0,32) e 9 para o traço (1 : 0,40 : 4 : 0,34).

Após os resultados de compressão, de ambos os traços com 7, 14 e 28 dias de idade, foi encontrado o melhor dos traços (1 : 0,40 : 3 : 0,32). Dando seguimento, foram feitos mais 15 corpos de provas com esse traço com a adição de aditivo, sendo 3 corpos de prova para (0,3 L de aditivo / 50 kg de cimento); 6 corpos de provas para (0,5 L de aditivo / 50 kg de cimento); 6 corpos de provas para (0,7 L de aditivo / 50 kg de cimento) e refazendo os ensaios de compressão nas idades de 7, 14 e 28 dias (Figura 4).

**Figura 4 – Dosagem do aditivo**



Fonte: PRÓPRIOS AUTORES, 2018.

#### 4.5 MOLDAGEM DOS CORPOS DE PROVA

Seguindo os parâmetros da NBR 5738 (ABNT, 2003), realizou-se a moldagem de 33 corpos de provas cilíndricos, 18 corpos de provas sem aditivo e 15 com aditivo. O diâmetro corresponde a 10 cm, 20 cm de altura e com um volume de 1,5708 cm<sup>3</sup>. Todos os corpos de provas foram submetidos ao ensaio de resistência à compressão com 7, 14 e 28 dias, facilitando a comparação entre os resultados (Figura 5).

**Figura 5 – Moldando os corpos de prova**



Fonte: PRÓPRIOS AUTORES, 2018.

#### 4.6 ENSAIO DE SLUMP TEST

A NBR NM 67 (ABNT, 1998) determina a consistência pelo abatimento do tronco de cone, porém não foi possível realizar esse ensaio por não haver abatimento, não houve diferença de altura entre o molde e o eixo do corpo-de-prova (Figura 6).

**Figura 6 – Conferindo o abatimento**



Fonte: PRÓPRIOS AUTORES, 2018.

#### 4.7 ENSAIO DE RESISTÊNCIA À COMPRESSÃO SIMPLES

**Figura 7 – Ensaio de resistência à compressão axial**



Fonte: PRÓPRIOS AUTORES, 2018.

Os corpos de provas cilíndricos produzidos de concreto permeável passaram por um ensaio de resistência à compressão axial e diametral, com o objetivo de ter mais dados para comparação. Ocorreu no laboratório da UniEvangélica – Centro Universitário

de Anápolis, por uma máquina que analisa cada corpo de prova e exibe o resultado de compressão máxima suportada, normalmente em MPa (Figura 7).

#### 4.8 ENSAIO DE PERMEABILIDADE

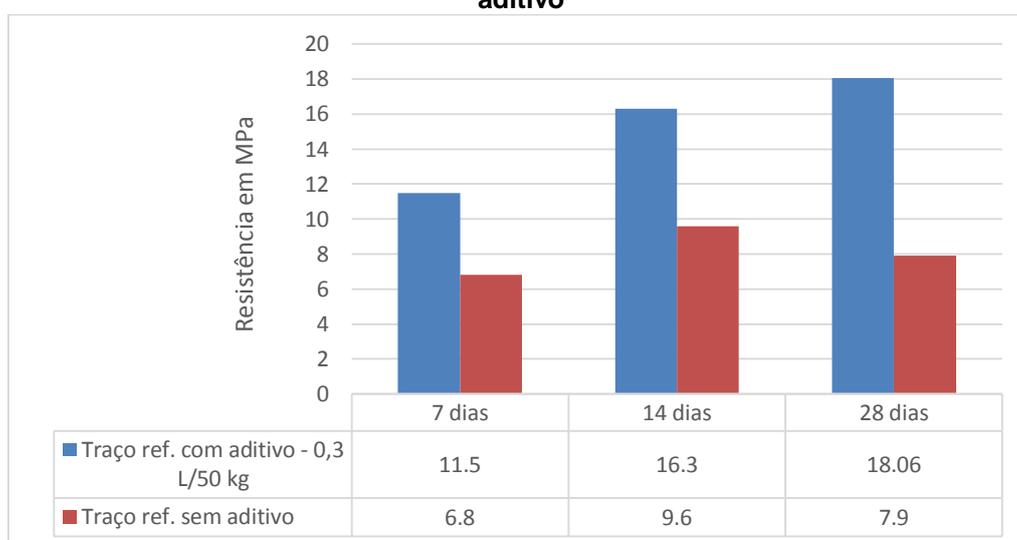
Esse ensaio foi realizado com o traço dos corpos de prova de concreto permeável sem aditivo, que apresentou a melhor resistência à compressão e com o traço correspondente da menor quantidade de aditivo, dada por 300 ml, para 50 kg de cimento.

De Paula *et al.* (2016) apresentou a ideia do equipamento construído de tubo de acrílico, com diâmetro interno de 92 mm e uma válvula de 50 mm de diâmetro com a função de conectar a parte do fundo do tubo a uma tubulação vertical, permitindo a drenagem da água para fora.

### 5 DISCUSSÕES DOS RESULTADOS

Considerando o Traço de referência (Traço 1) igual a 1 : 0,40 : 3 : 0,32 e o Traço 2 sendo 1 : 0,40 : 4 : 0,34.

**Gráfico 1 – Comparação da compressão axial do traço de referência com e sem aditivo**

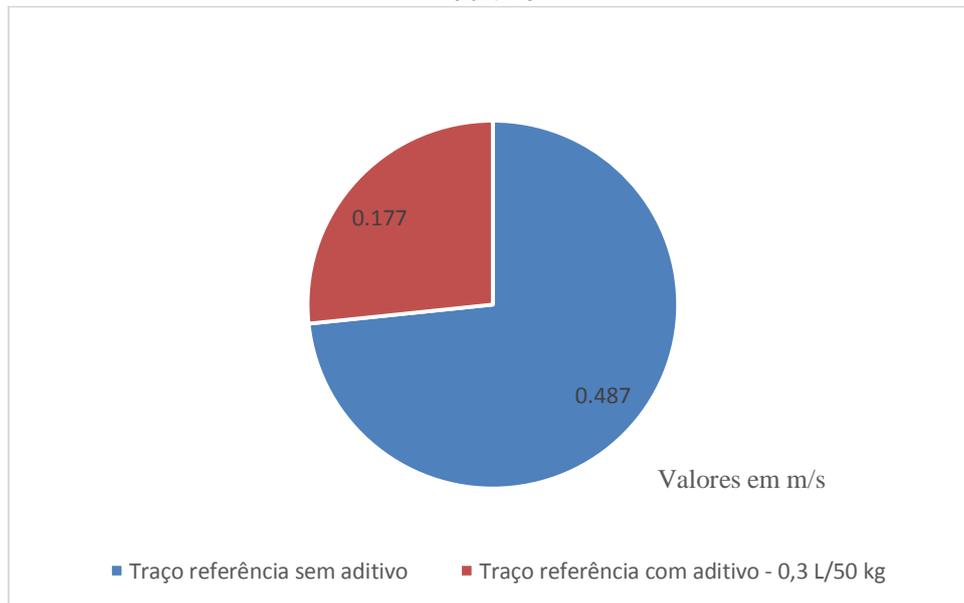


Fonte: PRÓPRIOS AUTORES, 2018.

Conclui-se que o concreto permeável com adição do aditivo Tecplus 1 Quartzolit apresentou um aumento considerável de resistência à compressão e melhoria na

trabalhabilidade. A composição química do aditivo proporciona um prolongamento do tempo de reação química do cimento, que resulta em um aumento constante da resistência à compressão, uma vez que sem o aditivo observa-se uma diminuição aos 28 dias (Gráfico 1).

**Gráfico 2 – Comparação entre coeficiente de permeabilidade com e sem aditivo**



Fonte: PRÓPRIOS AUTORES, 2018

Infere-se que o concreto permeável sem a adição do aditivo apresentou um maior coeficiente de permeabilidade. Isso acontece porque o aditivo usado possui propriedade impermeabilizante, na qual diminui a quantidade de vazios em sua composição, não necessariamente retirando sua característica de ser permeável, o que faz essa característica é seu traço (Gráfico 2).

## 6 CONCLUSÃO

Conforme os resultados obtidos é coerente afirmar a necessidade do uso de aditivos para que a resistência à compressão seja melhorada, porém aditivos próprios para o concreto permeável que não causem grandes perdas de permeabilidade.

A princípio o aditivo utilizado seria a base de Policarboxilato, compatível ao concreto permeável, como não foi possível ter adquirido, utilizou-se o aditivo impermeabilizante Tecplus 1 Quartzolit, que provocou um aumento significativo na

resistência à compressão, mas uma diminuição na taxa de permeabilidade, de acordo com os ensaios realizados.

A resistência à compressão obtida não possibilitou a utilização do concreto permeável na construção de calçadas, ciclovias e garagens. Mas evidenciou seu uso em sistemas de drenagem pluvial, como na fabricação de poços de recarga e sumidouros, por exemplo, propiciando um aumento na velocidade de infiltração das águas pluviais, tornando a técnica de drenagem mais eficaz.

## REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR NM 67**: Concreto - Determinação da consistência pelo abatimento do tronco de cone. 1-8. Rio de Janeiro, 1998.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 5738**: Concreto - Procedimento para moldagem e cura de corpos-de-prova. 1-6. Rio de Janeiro, 2003.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR NM 248: Agregados - Determinação da composição granulométrica**. 1-6. Rio de Janeiro, 2003.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR NM 52**: Agregado miúdo - Determinação da massa específica e massa específica aparente. 1-6. Rio de Janeiro, 2003.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. (2006). **NBR NM 45**: Agregados - Determinação da massa unitária e do volume de vazios. 1-8. Rio de Janeiro.

DE PAULA, R. S., DOS SANTOS, V. C., DE LIMA, F. M., & ANDRADE, D. S. Avaliação da permeabilidade e da resistência à compressão do concreto permeável com "pedra de Pirenópolis" como agregado graúdo e nanossílica coloidal. **IBRACON**, 1-16, 2016.

MONTEIRO, A. C. Concreto poroso: dosagem e desempenho. **Cimento**. Goiânia, Goiás, Brasil, 2010.

NEVILLE, A. M., & BROOKS, J. J. **Tecnologia do Concreto**. Porto Alegre: Bookman, 2013.

SALGADO, J. **Técnicas e Práticas Construtivas para Edificação**. São Paulo: Érica Ltda, 2011.