

AVALIAÇÃO DE CONCRETO PERMEÁVEL PRODUZIDO COM AGREGADOS DA REGIÃO DE GURUPI-TO

Marco Antonio Maia Vasconcelos¹, Miguel Lucas Lopes de Queiroz², Kauê de Castro Cruz³, João Victor Ferreira Rodrigues⁴, Kauan Rodrigues Rocha⁵, Thauan Rodrigues Rocha⁶, Thayná Sousa da Silva⁷, Kárita Christina Soares Kanaïama Alves⁸

^{1,2,3,4} Estudantes do Curso Técnico em Edificações – IFTO. e-mail: <marco.vasconcelos@estudante.ifto.edu.br>; <miguel.queiroz@estudante.ifto.edu.br>; <kauê.cruz@estudante.ifto.edu.br>; <joao.rodrigues22@estudante.ifto.edu.br>

^{5,6,7} Estudantes do Curso Superior de Engenharia Civil – IFTO. e-mail: <kauan.rocha2@estudante.ifto.edu.br>; <thauan.rocha@estudante.ifto.edu.br>; <thayna.silva3@estudante.ifto.edu.br>

⁸ Docente do Curso Superior de Engenharia Civil – IFTO. Orientadora. e-mail: <karita.alves@ifto.edu.br>

1 INTRODUÇÃO

Com o avanço da urbanização e as recentes mudanças climáticas, as cidades brasileiras têm enfrentado sérios problemas relacionados às enchentes e inundações durante os períodos de chuva intensa, como os episódios registrados em 2024 no estado do Rio Grande do Sul. A impermeabilização dos solos, resultante da pavimentação e da execução de diferentes tipos de pisos, favorece o escoamento superficial da água e reduz a sua infiltração no subsolo.

Diante da necessidade de se adotar alternativas mais sustentáveis na construção civil, o concreto permeável surge como um material promissor. De acordo com a NBR 16416 (ABNT, 2015), o concreto permeável é definido como aquele que possui vazios interligados capazes de permitir a percolação da água por ação da gravidade. Contudo, ao mesmo tempo em que o concreto adquire capacidade de percolação de água, ocorre a redução de sua resistência mecânica, justamente em função da matriz mais porosa.

Dessa forma, o concreto permeável se apresenta como uma alternativa viável em situações que exigem maior capacidade de drenagem superficial. No entanto, torna-se fundamental estudá-lo quanto às suas características mecânicas, a fim de garantir que atenda às necessidades estruturais e funcionais de cada aplicação específica.

2 OBJETIVO

O objetivo deste trabalho foi avaliar a consistência, a resistência e a permeabilidade de diferentes composições de concreto permeável, produzidos com agregados da região de Gurupi-TO.

3 MATERIAL E MÉTODOS

Foram avaliadas 3 composições de concreto produzidos com cimento CP II-F-32, brita 0 (Pedreira Gurupi), areia lavada (Rio Santa Teresa) e cascalho laterítico, segundo os traços apresentados na Tabela 1. Os traços 1 e 2 são semelhantes aos traços M1 e M3 analisados por Souza (2023) quanto à quantidade de materiais, mas têm a brita 0 como agregado graúdo. Já o traço 3, tem a mesma composição do traço 1, mas utilizou cascalho laterítico, com granulometria de brita 0. O traço 3 exigiu maior quantidade de água em virtude da presença de material pulverulento no cascalho.

O cascalho laterítico foi obtido por reaproveitamento de material de escavação proveniente das obras de reforma do bloco II, do IFTO *campus* Gurupi, que ocorreram no primeiro semestre de 2025. O cascalho foi separado do material escavado por meio de peneiramento, sendo selecionada a amostra retida na peneira de 4,0 mm.

Os concretos foram produzidos pela mistura em betoneira dos materiais indicados em cada traço, para a proporção de 10 kg de cimento. Todos os ensaios foram realizados no laboratório de construção civil do IFTO *campus* Gurupi.

Tabela 1 - Traços de concreto permeável

Traço	Cimento (kg)	Areia (kg)	Brita 0 (kg)	Brita 1 (kg)	Cascalho (kg)	Água (kg)
1	1	-	4	-	-	0,35
2	1	0,4	3,6	-	-	0,35
3	1	-	-	-	4	0,5
M1	1	-	-	4	-	0,35
M3	1	0,4	-	3,6	-	0,35

Fonte: Autoria própria.

Para avaliação da consistência, foi realizado o ensaio de abatimento do tronco de cone, conhecido como *slump test*, conforme as orientações da NBR 16889 (ABNT, 2020).

O ensaio compreende a compactação de três camadas sucessivas de concreto, adensadas com 25 golpes cada, num molde tronco-cônico, sobre uma base de metal, como mostrado na Figura 1. Após esta etapa, o molde é levantado verticalmente, entre 5 s e 10s. O abatimento é a medida entre o topo do molde e o topo do corpo de prova abatido. Devido este tipo de concreto ser uma mistura muito seca, o valor do abatimento esperado é próximo de zero.

Figura 1 - Ensaio de abatimento em andamento: (a) Traço 1, (b) Traço 3.



(a)



(b)

Fonte: Autoria própria.

3.1 Avaliação da resistência à compressão e da permeabilidade

Para avaliar a resistência mecânica dos concretos foram moldados corpos de prova cilíndricos de 100 mm x 200 mm, de acordo com a NBR 5738 (ABNT, 2016). Cada CP foi moldado com 2 camadas, que foram adensadas com 12 golpes, cada. Foram produzidos 2 corpos de prova para cada idade de ensaio, sendo 6 para cada concreto. Após a retirada dos moldes, os CPs foram levados para cura úmida em tanque com água saturada com cal.

Após o tempo de cura, os corpos de prova foram levados ao ensaio de compressão axial, com elevação da carga até a ruptura, em prensa hidráulica com capacidade de 100 toneladas, seguindo os procedimentos da NBR 5739 (ABNT, 2018). A resistência à compressão é calculada pela relação entre a carga máxima de ruptura e a área da seção transversal do corpo de prova. A Figura 3a mostra um ensaio de compressão em andamento.

Para a determinação do coeficiente de permeabilidade foi desenvolvido um dispositivo para

ensaiar os corpos de prova com carga constante de água, como apresentado na Figura 3b. Para tanto, foram moldados dois corpos de prova de cada traço em tubos de PVC de 100mm.

A partir das características do corpo de prova, área transversal e altura, da altura de carga hidráulica, e da medida do tempo para escoar certo volume de água pelo corpo de prova, foram calculados os coeficientes de permeabilidade a partir da Lei de Darcy, utilizando a Equação 1. Para cada CP foram feitas dez leituras de ensaio.

$$k = \frac{m \cdot L}{\delta \cdot \Delta t \cdot h \cdot A} \quad (1)$$

Onde:

k é o coeficiente de permeabilidade, em m/s;

m é a massa de água que passa pelo corpo de prova, em kg;

L é altura do corpo de prova em m;

δ é a densidade da água, em kg/m³, na temperatura do ensaio;

Δt é o intervalo de tempo, em s;

h é a carga hidráulica, em m;

A é a área da seção transversal do corpo de prova, em m².

De acordo com a NBR 16416 (ABNT, 2015), o coeficiente de permeabilidade de um pavimento permeável deve ser maior do que 10⁻³ m/s.

Figura 3 - Ensaios em andamento: (a) Compressão, (b) Permeabilidade.



(a)



(b)

Fonte: Autoria própria.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados dos ensaios de abatimento e de resistência à compressão estão apresentados na Tabela 2. Assim como esperado, os concretos apresentaram baixo valor de abatimento, sendo que os maiores foram obtidos nos traços com areia (2 e M3).

Em relação a resistência, observou-se que os traços com areia (2 e M3) apresentaram valores superiores aos traços sem areia (1 e M1), indicando que o agregado miúdo favorece o aumento da

resistência, e o traço com cascalho laterítico apresentou a menor resistência aos 28 dias.

De acordo com a NBR 16416 (ABNT, 2015) a resistência mínima de peças de concreto permeável deve ser de 20 MPa. Sendo assim, todos os concretos avaliados neste estudo precisam sofrer ajustes em sua composição para atendimento desta propriedade.

Tabela 2 - Resultados dos ensaios de consistência e de resistência à compressão.

Traço	Abatimento (mm)	Resistência à compressão (MPa)		
		7 dias	14 dias	28 dias
1	0	7,28	7,88	9,97
2	5	9,17	10,39	12,31
3	0	4,05	4,26	5,25
M1 (Souza, 2023)	0	-	-	8,51
M3 (Souza, 2023)	10	-	-	24,01

Fonte: Autoria própria.

Os coeficientes de permeabilidade calculados foram de $9,48 \cdot 10^{-3}$ m/s, $5,66 \cdot 10^{-3}$ m/s e $5,42 \cdot 10^{-3}$ m/s, para os traços 1, 2 e 3, respectivamente. O traço 1, sem areia, apresentou a maior permeabilidade, enquanto que os valores do traço 2, com areia, e do traço 3, com cascalho laterítico e sem areia, apresentaram valores semelhantes. Conforme critério da NBR 16416 (ABNT, 2015), todos os concretos avaliados apresentam permeabilidade adequada para a finalidade de uso em pavimentos permeáveis.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Embora os concretos avaliados neste trabalho tivessem apresentado permeabilidade adequada para uso em pavimentos drenantes, os resultados de resistência à compressão indicaram a necessidade de ajuste na composição.

Desse modo, para pesquisas futuras, sugere-se o ajuste do traço, bem como a realização de ensaios complementares para avaliar essa solução.

REFERÊNCIAS

ABNT: ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 16416: Pavimentos permeáveis de concreto - Requisitos e procedimentos. Rio de Janeiro, 2015.

ABNT: _____. NBR 16889: Concreto – Determinação da consistência pelo abatimento do tronco de cone. Rio de Janeiro, 2020.

ABNT: _____. NBR 5738: Concreto – Procedimento para moldagem e cura. Rio de Janeiro, 2016.

ABNT: _____. NBR 5739: Concreto – Ensaio de compressão de corpos de prova cilíndricos. Rio de Janeiro, 2018.

SOUZA, M. B. Desenvolvimento de concreto permeável para o auxílio na drenagem urbana. Trabalho de Conclusão de Curso. IFTO. Gurupi, 2023.