



Research, Society and Development  
ISSN: 2525-3409  
ISSN: 2525-3409  
rsd.articles@gmail.com  
Universidade Federal de Itajubá  
Brasil

# Análise e estudo de materiais para aproveitamento de água em pavimento permeável quando comparado com pavimento convencional

Amador Salomão, Pedro Emílio; Santos Oliveira, Louês Lenne; Rhis, Arnon Roberto; Figueredo Coelho, Sandro Sofia

Análise e estudo de materiais para aproveitamento de água em pavimento permeável quando comparado com pavimento convencional

Research, Society and Development, vol. 8, núm. 4, 2019

Universidade Federal de Itajubá, Brasil

**Disponível em:** <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=560662195035>

**DOI:** <https://doi.org/10.33448/rsd-v8i4.912>



Este trabalho está sob uma Licença Internacional Creative Commons Atribuição 4.0.


# Análise e estudo de materiais para aproveitamento de água em pavimento permeável quando comparado com pavimento convencional

Analysis and study of materials for perutable floor water advantage when compared with conventional pavement

Análisis y estudio de materiales para aprovechamiento de agua en pavimento permeable cuando comparado con pavimento convencional

Pedro Emílio Amador Salomão [pedro.salomao@ufvjm.edu.br](mailto:pedro.salomao@ufvjm.edu.br)

*Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, Brasil*

 <http://orcid.org/0000-0001-9451-3111>

Louês Lenne Santos Oliveira [loueslenne16@gmail.com](mailto:loueslenne16@gmail.com)

*Universidade Presidente Antônio Carlos, Brasil*

 <http://orcid.org/0000-0001-5981-0428>

Arnon Roberto Rhis [profarnon@gmail.com](mailto:profarnon@gmail.com)

*Universidade Presidente Antônio Carlos, Brasil*

 <http://orcid.org/0000-0002-4617-7333>

Sandro Sofia Figueredo Coelho

[sandrasofiaunipac@hotmail.com](mailto:sandrasofiaunipac@hotmail.com)

*Universidade Presidente Antônio Carlos, Brasil*

 <http://orcid.org/0000-0002-7196-4945>

Research, Society and Development, vol. 8, núm. 4, 2019

Universidade Federal de Itajubá, Brasil

Recepção: 07 Janeiro 2019

Revised: 25 Janeiro 2019

Aprovação: 31 Janeiro 2019

Publicado: 26 Fevereiro 2019

DOI: <https://doi.org/10.33448/rsd-v8i4.912>

Redalyc: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=560662195035>

**Resumo:** O crescimento desordenado de centros urbanos, acabam por gerar diversos tipos de transtornos, principalmente na questão de drenagem pluvial. Grandes alagamentos acabam por gerar diversos prejuízos a sociedade. Este artigo, teve por objetivo comparar e analisar a viabilidade da utilização do pavimento de concreto permeável, na rua Dr. Laerte Laender, no município de Teófilo Otoni/MG, afim de evitar enchentes, ocasionados pela falta de drenagem e escoamento da água da chuva. No desenvolvimento do artigo, ao interpretar o comportamento do solo no local indicado, foi possível verificar um alto índice de penetração de água a partir de 1,20 m de profundidade no solo, sendo assim viável a implantação de um sistema sem infiltração, canalizando a água para um reservatório, cujo volume determinado de acordo com o índice pluviométrico da região, é um valor próximo de 7,424 m<sup>3</sup>. Portanto apesar das dificuldades encontradas pode-se dizer que é viável a utilização do pavimento de concreto permeável, afim de reduzir esses transtornos gerados.

**Palavras-chave:** Concreto permeável, reservatório, infiltração.

**Abstract:** The disorderly growth of urban centers, end up generating several types of disorders, mainly in the matter of pluvial drainage. Large floods end up causing several losses to society. The objective of this article was to compare and analyze the feasibility of the use of permeable concrete pavement in the street Dr. Laerte Laender, in the municipality of Teófilo Otoni / MG, in order to avoid floods caused by the lack of drainage and drainage of rainwater. In the development of the article, when interpreting the soil behavior at the indicated location, it was possible to verify a high water penetration index from 1.20 m depth in the soil, thus being feasible the

implantation of a system without infiltration, channeling the water to a reservoir, whose volume determined according to the rainfall index of the region, is a value close to 7.424 m<sup>3</sup>. Therefore, despite the difficulties encountered, it is feasible to use the permeable concrete pavement in order to reduce these generated disturbances.

**Keywords:** Permeable concrete, reservoir, infiltration.

**Resumen:** El crecimiento desordenado de centros urbanos, acaban por generar diversos tipos de trastornos, principalmente en la cuestión de drenaje pluvial. Las grandes inundaciones acaban por generar diversos perjuicios a la sociedad. Este artículo, tuvo por objetivo comparar y analizar la viabilidad de la utilización del pavimento de concreto permeable, en la calle Dr. Laerte Laender, en el municipio de Teófilo Otoni / MG, a fin de evitar inundaciones, ocasionados por la falta de drenaje y desagüe del agua de lluvia. En el desarrollo del artículo, al interpretar el comportamiento del suelo en el lugar indicado, fue posible verificar un alto índice de penetración de agua a partir de 1,20 m de profundidad en el suelo, siendo así viable la implantación de un sistema sin infiltración, canalizando agua para un depósito, cuyo volumen determinado de acuerdo con el índice pluviométrico de la región, es un valor cercano a 7,424 m<sup>3</sup>. Por lo tanto, a pesar de las dificultades encontradas se puede decir que es viable la utilización del pavimento de concreto permeable, a fin de reducir esos trastornos generados.

**Palabras clave:** Concreto permeable, shell, infiltración.

## 1. INTRODUÇÃO

Com o crescimento acelerado das regiões urbanas de maneira desordenada e mal planejada, desenvolveu-se vários problemas dentre eles a drenagem de águas superficiais. As áreas com coberturas impermeáveis como telhados, calçadas e pavimentos entre outros, sendo assim, foi necessário desenvolver técnicas para absorver essa água.

A solução mais rápida criada é um projeto de drenagem convencional baseado em escoar a água por estruturas de bueiros e tubos que encaminha a água precipitada para os rios. Apesar de o sistema ser eficiente só transfere a inundação pra outro lugar, as bacias hidrográficas, causando a degradação dos seus leitos e assim aumentando os índices de inundações em outros pontos.

Dessa maneira se torna cada vez mais necessário o uso de medidas diferentes para solucionar o problema. Sendo assim o uso de pavimentos permeáveis pode ajudar a reduzir o volume de água escoado, desde que seja monitorado periodicamente, analisado os limites de sua estrutura física e manutenção no prazo de segurança, para assim evitar entupir. (Salomão et al. 2017)

Outra característica de interesse dos pavimentos permeáveis está na melhoria da qualidade da água, visto que o escoamento superficial de vias urbanas representa uma importante fonte de poluição de rios e lagos. Essa poluição é de origem não pontual, ou difusa, e está relacionada à ocorrência de precipitações. Ela é resultado de diversas atividades que depositam poluentes de forma esparsa sobre a área de contribuição da bacia hidrográfica, sendo, portanto, de difícil controle. (Nascimento, et al. 2018)

Com o objetivo de analisar e expressar as diferenças de absorção do volume de água em pavimentos permeáveis quando comparado com pavimentos convencionais, apresentando através de definições e estudos científicos sobre o assunto, este trabalho tem como principal objetivo

comparar e analisar a viabilidade da utilização do pavimento de concreto permeável, na rua Dr. Laerte Laender, que é um local de tráfegos leves e problemas no sistema de drenagem.

## 2. ESTRUTURA DE UM PAVIMENTO

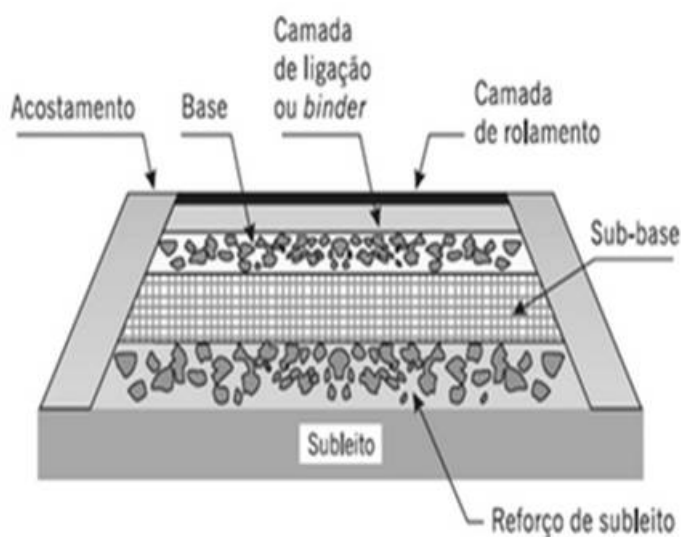
Pavimento é uma disposição de materiais construída em cima de uma superfície, constituída através da terraplanagem. Com objetivo resistir esforços e garantir aos usuários segurança e comodidade, que deve ser construído sob análise da engenharia, isto é, com qualidade e menor custo. (Santana 1993).

Segundo o Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes – DNIT (2006), pavimento é uma grande estrutura constituída por camadas, depois da terraplanagem com objetivo de absorver os esforços e melhorar o tráfego de maneira segura, e com longa duração. As camadas se constituem com revestimento, base sub-base, reforço do subleito e subleito

### 2.1. CLASSIFICAÇÕES DOS PAVIMENTOS

Os pavimentos utilizados em diversos tipos de calçamentos, podem ser classificados de maneira em geral em 2 tipos: Rígidos e Flexíveis. (Silva et al. 2018)

Pavimento Rígido, como observado na Figura 1, é formado normalmente por cimento Portland, e com pouca deformação. Pavimentos flexível, formado por material betuminoso em suas constituições com alta granulométrica, e atinge o estado limite último sem romper. (Berto, et al. 2018)

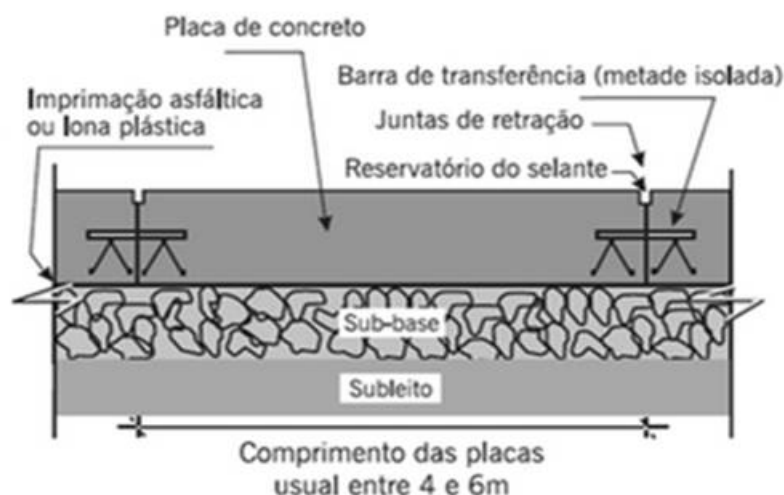


**FIGURA 1 -**  
**Estrutura do Pavimento Flexíveis**  
Fonte: Autoria Própria modificado, 2018.

Como ilustrado na figura 1 e comentado, o pavimento flexível apresenta propriedades que o torna viável sua utilização em solos que podem apresentar deformações no decorrer da sua vida útil. (NBR 16416)

De acordo com o manual do DNIT (2006), pavimento rígido é a composição de revestimento com alta rigidez, comparado com as camadas inferiores, isto é, absorvendo as tensões geradas da carga aplicada, tornando sua estrutura no geral menos permeável e mais dura.

Como ilustrado na Figura 2 o Pavimento Flexível tem em sua estrutura uma composição de camadas, que pode apresentar uma deformação elásticas sob influência de uma carga aplicada, em que elas se distribuem igualmente entre as camadas.



**FIGURA 2:**

Estrutura do Pavimento Rígido

Fonte: Autoria Própria modificado, 2018.

Na figura 2 pode ser visto um modelo de um pavimento rígido. Sua utilização fica a espécie de grandes rodovias de fluxo intenso, na qual a sua estrutura suporta grande intempéries e elevada carga sobre ela.

Como pode ser visto, existem 2 grandes classes de pavimentos rígidos e flexíveis. Neste trabalho será feito uma comparação entre 2 tipos de pavimentos, pavimento convencional de concreto betuminoso e concreto permeável com o nível de absorção, flexível e rígido respectivamente. (Cristina et al. 2018)

O Pavimento convencional, muito utilizando em centros urbanos, é constituído de um revestimento com agregados (brita) e ligantes asfáltico, esse tipo de pavimento apresenta em sua composição final, misturas de material betuminosas. (Salomão et al. 2018)

Pavimentos permeáveis são definidos como aqueles que possuem espaços livres na sua estrutura por onde a água pode atravessar. (James et al. 2018)

Na figura 3, pode ser visto uma estrutura com ligantes hidráulicos composto por brita, água e algum ou nenhum agregado miúdo. Opcionalmente acrescentam-se adições ou aditivos, como forma de melhorar a resistência, desempenho e duração.



**FIGURA 3 -**  
Amostra de Concreto permeável  
Fonte: (James et al. 2018)

Como descrito e reportado na figura 3, alguns tipos de pavimentos apresentam em sua composição alguns elementos, como brita de diferentes granulometrias, tornando sua estrutura mais porosa.

Segundo Henderson et (2009) com a redução ou eliminação do agregado miúdo, amplia-se o índice de vazios para 0,15 a 0,3. Dessa forma contribui para o escoamento da água entre os poros do concreto e escoamento superficial.

A relação entre os materiais e o procedimento na criação dos pavimentos permeáveis são um dos fatores mais importantes, pois eles interferem de maneira direta nas propriedades mecânicas. No Quadro 1 observa o consumo e proporção dos materiais usados nas misturas de um pavimento permeável.

**Quadro 1**

Consumos e proporções típicas utilizadas nas misturas de concreto permeável.

Materias	consumos /proporções
Ligante hidráulicos (Kg/m <sup>3</sup> )	270 A 415
Agregado Graudos (Kg/m <sup>3</sup> )	1.190 A 1.700
Relação água/cimento (a/c) em massa	0,27 A 0,34
Relação cimento/agregado em massa	1;4 A 1;4,5
Relação Agreg. Miúdo/ Agreg. Graudo em massa	0 A 1,1

Fonte: Modificada pela autora (Araújo et al 2000)

Como mostrado no quadro 1, a relação consumo de material com as devidas proporções, seguem valores pré-estabelecidos que já são utilizados na confecção de pavimentos. De certa forma, cada proporção fornece um tipo de propriedade e resistência ao pavimento. (Araújo et al. 1999)

## 2.2. CLASSIFICAÇÕES QUANTO A COMPOSIÇÃO

Concreto poroso ou concreto permeável é composto com material parecido com CPA, com remoção de uma areia fina, dos agregados incorporados ao pavimento. Como resultado tem-se de 15 % a 25% de vazios, ocasionando menor resistência, indicado somente para tráfego de veículos leves ou menos intensos.



Concreto asfáltico ou CBUQ é uma mistura composta de agregado mineral graduado, filer e ligantes betuminosos. Estruturado por revestimento, base regularização ou reforço do pavimento. (Silva et al. 2018)

### 2.3. ABSORÇÕES DOS TIPOS DE PAVIMENTO

No Quadro 2 a seguir são apresentados aspectos positivos do pavimento permeável, quando comparado com os outros. Considerando que, a fórmula ( $Q = c.i.a A$ ), o escoamento está diretamente relacionado com o coeficiente de escoamento.

**Quadro 2:**  
Absorção de Pavimentos

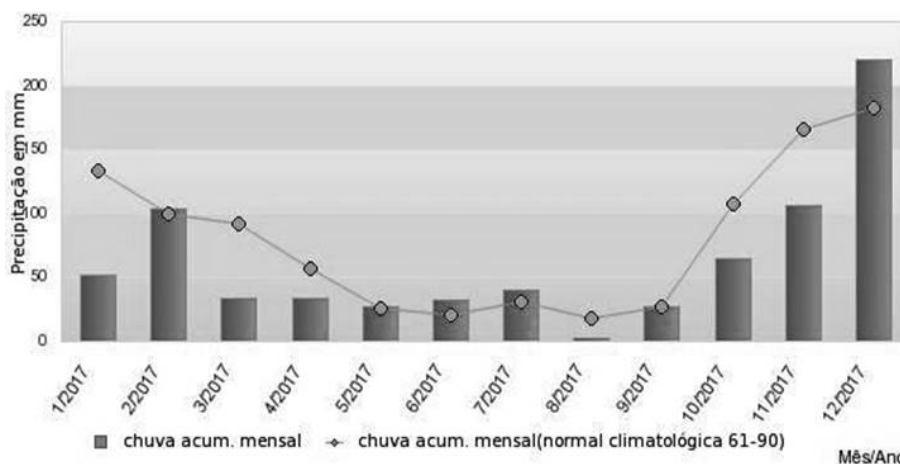
Revestimento	Chuva total (mm)	Escoamento total (mm)	Coeficiente de escoamento
Solo Compactado	18,66	12,32	0,66
Paralelepípedo	18,33	10,99	0,60
Bloco de concreto	19,33	15,00	0,78
Concreto	18,33	17,45	0,95
Bloco Vazado	18,33	0,5	0,03
Concreto Permeável	20,00	0,01	0,005

Fonte: Modificada pela autora (Marchiori et, al 2012 , adaptado Araújo et. al 2000).

No quadro 2, pode ser visto a relação da chuva, com escoamento total juntamente com o coeficiente de escoamento. Esses valores são utilizados constantemente para mensurar escoamento de pavimentos, afim de evitar problemas futuros na parte estrutural.

De acordo com dados levantados pelo Instituto Nacional de Meteorologia, o índice de chuvas acumuladas e chuva normal na cidade de Teófilo Otoni no ano de 2017 (GRÁFICO 1).





**GRÁFICO 1:**  
Índice pluviométrico anual em Teófilo Otoni.  
Fonte: Instituto nacional de meteorologia- INMET 2017

Como ilustrado no gráfico 1, o município de Teófilo Otoni apresenta chuvas concentradas nos meses que vão de Novembro a Fevereiro. Em estudos anteriores foi reportado que o índice pluviométrico do município apresentava valores que tornava viável a reutilização para fins não potáveis, afim de evitar futuros desabastecimentos. (Catulé et al. 2018)

### 3. METODOLOGIA

Este artigo tem como objetivo realização de um comparativo entre o pavimento asfáltico e o pavimento de concreto permeável, sendo esta análise efetuada na rua Engenheiro Celso Murta, em frente a universidade Presidente Antônio Carlos- UNIPAC-TO, no bairro Doutor Laerte Laender na cidade de Teófilo Otoni- MG. O estudo busca expor as vantagens e desvantagens de cada pavimento, de modo a evidenciar qual destes pavimentos tem uma maior viabilidade no local escolhido, com a finalidade de buscar uma solução para esta via que apresenta um sistema de drenagem ineficiente;

Este estudo visa analisar os pavimento asfáltico e pavimento de concreto permeável. Com isso será possível observar as vertentes a ser considerada como:

- a composição de cada pavimento;
- a resistência;
- o nível de absorção;
- o tipo de solo;
- a viabilidade do pavimento.

Para verificação será constatado a viabilidade do uso do concreto permeável, e posteriormente sucederá uma investigação do nível de infiltração no solo, pois o local sofre como sistema de drenagem ineficiente, causando inundações. Sendo viável a adoção de um reservatório, para a reutilização da água da chuva.

## 4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

De acordo com os dados extraídos dos trabalhos científicos e análise sobre o solo da rua Dr. Celso Murta, pode ser constatado a necessidade de solucionar o problema do sistema de drenagem ineficiente do local. Com esse intuito foram feitos estudos, para observar a viabilidade de se utilizar o pavimento de concreto permeável.

Analisando o local, descobriu-se que o tipo de solo é caracterizado como solo latossolo vermelho amarelo distrófico, com alta permeabilidade, porém dentro do estudo do solo, que afirma que se a infiltração não tiver no mínimo 1,20 m, depois do pavimento não é possível usar pavimento com infiltração total no solo. No entanto seria viável a adoção do concreto permeável, sem infiltração no solo, guiando a água infiltrada para a tubulação ou conduzir para um reservatório, no qual pode ser reutilizada. Como é apresentada na Figura 4, a infiltração da água em pavimento permeável, sem infiltração no solo, onde a água é canalizada ou reservada.

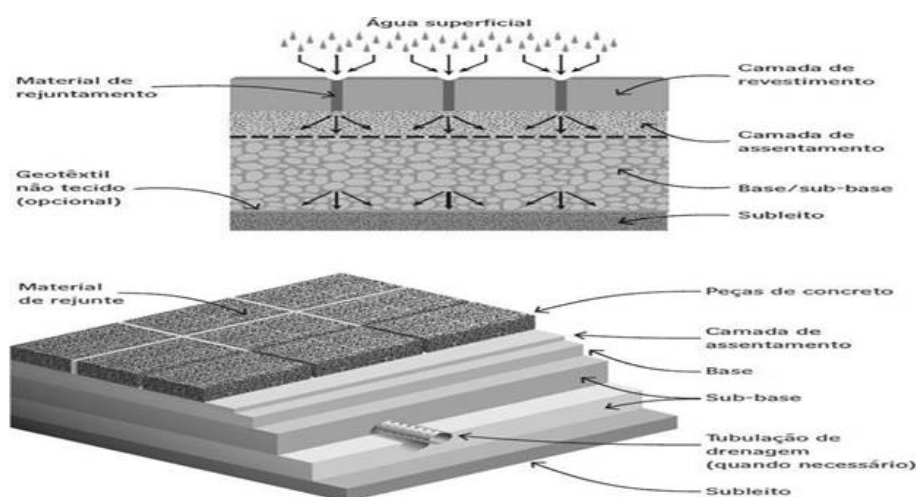


FIGURA 4

Infiltração da chuva em pavimento permeável

Fonte :Andrey Benevenuto / Equipe de Jornalismo, 2018.

Para o dimensionamento do concreto permeável, foram levados em conta os dados sobre as propriedades hidráulicas, níveis de permeabilidade, e resistência. A partir dessas análises determina se a espessuras de suas camadas.

Na camada do subleito observa se o tipo de solo se tem alta taxa de infiltração, se é argiloso ou arenoso, para assim prevenir de possíveis problemas, como expansão do solo. A base deve ser com granulométrica de diâmetro de 25 mm.

De acordo com dados extraídos do artigo de Rafael Batezini os níveis de permeabilidade do concreto permeável variam de 0,13 a 0,14 cm /s.

Para dimensionar o reservatório foram feitos estudos de qual método seria mais viável. De acordo com a norma ABNT (Associação Brasileira De Normas Técnicas da NBR 15527/2007) para estimar o reservatório,

devem ser levados em consideração critérios científicos, financeiros e ambientais.

Sendo assim, foi adotado o Método de Rippl que estima a capacidade de absorção de água da chuva no reservatório adotando conjunto de dados periódicos mensais ou diários. Sendo assim o é necessário os valores do volume de chuva aproveitável, demanda mensal de chuva e o coeficiente de escoamento. Segue a seguir a equação:

$$S(t) = D(t) - Q(t)$$

$$Q(t) = C \times P \times A \times V = \sum S(t)$$

Apenas nos valores  $S(t) > 0$  Assim sendo :  $\sum D(t) < \sum Q(t)$

Onde:

$S(t)$  = volume de água no reservatório no tempo  $t$ ;

$D(t)$  = demanda ou consumo no tempo  $t$ ;

$Q(t)$  = volume de chuva aproveitável no tempo  $t$ ;

$C$  = coeficiente de escoamento superficial;

$P$  = Precipitação da chuva;

$A$  = Área de captação;

Essa fórmula foi inserida no Quadro 3 a seguir:

**Quadro 3:**  
**Método de Rippl**  
**MÉTODO DE RIPPL**

Coeficiente de runoff (CR) =		0,8					
Meses	Chuva média mensal	Demanda mensal	Área de captação	Volume de chuva mensal	Diferença entre o volume da demanda e volume de chuva	Diferença acumulada da coluna 6 dos valores positivos	Situação do reservatório
	(mm)	(m³)		(m³)	(m³)	(m³)	
Coluna 1	Coluna 2	Coluna 3	Coluna 4	Coluna 5	Coluna 6	Coluna 7	Coluna 8
Janeiro	50	4.176	1160000	46400	-42224	0	E
Fevereiro	100	4.176	1160000	9280	-5104	0	E
Março	40	4.176	1160000	3712	464	464	D
Abril	40	4.176	1160000	3712	464	928	D
Maio	30	4.176	1160000	2784	1392	2320	D
Junho	40	4.176	1160000	3712	464	2784	D
Julho	45	4.176	1160000	4176	0	2784	S
Agosto	10	4.176	1160000	928	3248	6032	D
Setembro	30	4.176	1160000	2784	1392	7424	D
Outubro	70	4.176	1160000	6496	-2320	5104	S
Novembro	110	4.176	1160000	10208	-6032	0	E
Dezembro	220	4.176	1160000	20416	-16240	0	E
Total	785	50112		114608	Volume=	7424	

E: água escoando pelo extravasor D: nível de água baixando S: nível de água subindo

Fonte :Autoria própria (2018)

Explicação do quadro:

Coluna 1 se refere aos meses;

Coluna 2: Índice pluviométrico mensal da cidade de Teófilo Otoni no ano de 2017;

Coluna 3: Demanda de chuva mensal na área de captação;

Coluna 4: Área de captação da chuva referente ao perímetro ao redor da área onde será aplicado o pavimento permeável;

Coluna 5 = Volume de água mensais disponíveis de chuva. Obtido através da conta (Coluna 2) x (Coluna 4) x (Coeficiente de runoff) / (100) para achar o valor em metro cúbico;

Coluna 6 = Diferença entre os volumes das seguintes colunas (Coluna 3) - (Coluna 5). O sinal negativo aponta para o excesso de água, e o sinal positivo aponta a o volume da demanda nos meses consecutivos em que supera o volume de água disponível;

Coluna 7 = Nesta coluna estão as diferenças acumuladas da coluna 6 considerando somente os valores positivos. Para preencher esta coluna foi admitido a hipótese inicial de o reservatório estar cheia. Os valores negativos não foram computados, pois, correspondem a meses em que há excesso de água (volume disponível superando a demanda) (Coluna 7 mês anterior) + (Coluna 6 mês atual) .Se o valor resultante for menor que zero adotar zero;

Coluna 8 = Se (Coluna 7) for igual a zero, valor resultante "E" (Extravasando)

;Se (Coluna 7 mês atual) for maior do que (Coluna 7 mês anterior), valor resultante "D" (Descendo); Se (Coluna 7 mês atual) for menor do que (Coluna 7 mês anterior), valor resultante "S" (Subindo).

O resultado para dimensionar o reservatório do volume obtido é de 7,424 metros cúbicos , além disso na tabela acima também apresenta os meses em que o reservatório estará cheio ou vazio .

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Estudos de permeabilidade visam a obtenção de De acordo com os estudos neste trabalho, observou se que a adoção do pavimento de concreto permeável reduz o volume da vazão em 85%, pois o pavimento do local é pavimento convencional impermeável.

No entanto encontrou se uma limitação, e com o tipo de estrutura de infiltração, pois o solo presente na rua Dr. Laerte Laender, possui solo latossolo vermelho amarelo, que se caracteriza pelo alto índice de infiltração, por ser um solo argiloso. Sendo assim será necessário um sistema sem infiltração, com adoção de drenos para canalizar a água para um reservatório .

Para o dimensionamento do reservatório usou se um Método de Rippl, que utilizou o índice pluviométrico, e área de captação como base para determinar o volume do reservatório, no qual o valor foi de 7,424 metros cúbicos. Portanto conclui se que, o uso dessa estrutura, apesar de haver limitações é totalmente viável como solução dos eventos no sistema hidrológico crítico.

Como sugestão de trabalhos futuros, pode ser feita uma identificação mais detalhada do solo, através de uma sondagem STP afim de elucidar melhor a permeabilidade. Análises de permeabilidade com mais pontos de amostragem, além de pavimentos com diferentes tipos de composição, que venha facilitar a infiltração.

## 6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABNT (2015). *NBR 16416: pavimentos permeáveis de concreto: requisitos e procedimentos*. Associação Brasileira de Normas Técnicas. Rio de Janeiro, 25 p.
- Araújo, P. R.; Tucci, C. E. M. & Goldenfum, J. A. (1999). *Avaliação da eficiência dos pavimentos permeáveis na redução do escoamento superficial*. Instituto de Pesquisas Hidráulicas da UFRG. Porto Alegre.
- Araújo, Paulo R.; Tucci, Carlos E.M. & Goldenfum, Joel A. (2000). Avaliação da eficiência dos pavimentos permeáveis na redução de escoamento superficial. *Braz. J. Walter Resour*, 5(3):21-29.
- Silva, L. S., Nogueira, M. H. P., Lima, G. K. M., da Silva Batista, N. J., & Nascimento, F. R. (2018). Análise comparativa entre as técnicas construtivas de pavimentação empregadas no sistema Bus Rapid Transit (BRT)-Belém-PA versus Fortaleza-CE. *RCT-Revista de Ciência e Tecnologia*, 4(6).
- DNIT (2006). Manual de pavimentação. Rio de Janeiro.
- James, W., von Langsdorff, H., & McIntyre, M. (2018). Pavimentadoras Permeáveis Projetadas para Renovação Rápida considerando a Mecânica Sweeper: Testes Iniciais de Campo. *Journal of Water Management Modeling*.
- Nascimento, M. B. D., Marques, L. S., & Rebouças, L. M. C. (2018). ESTUDO EM ESCALA DE BANCADA DA UTILIZAÇÃO DO CONCRETO PERMEÁVEL EM PAVIMENTAÇÃO E DRENAGEM DE ÁGUAS PLUVIAIS. *Ciência (In) Cena Bahia*, 1(7), 73-90.
- Berto, L. K., Godoi, R., Amaro, L. P., Corso, M., Ribeiro, J. R., & Rezende, L. C. S. H. (2018). ANÁLISE DA RELAÇÃO ENTRE A PERMEABILIDADE E AS CARACTERÍSTICAS MECÂNICAS DO REVESTIMENTO ASFÁLTICO PERMEÁVEL. *Revista da Universidade Vale do Rio Verde*, 16(2).
- Catulé, PF, Salomão, PEA, Cangussu, L., e de Carvalho, PHV (2018). Estudo sobre a verificação da viabilidade de legenda e uso de água de chuva no município de Teófilo Otoni-MG. *Research, Society and Development*, 7 (11), 6711438.
- Cristina, P., Salomão, P. E. A., Cangussú, L., & de Carvalho, P. H. V. (2018). Brick solo cement with vegetable fiber addition: an alternative in civil construction. *Research, Society and Development*, 7(9), 779439.
- Salomão, P. E. A., Porto, T. B., Cabrai, S. C., da Silva, W. L., & de Oliveira, A. N. S. (2018). Elaboration of tables for concrete dosage based on the aggregates used in Northeast Mineiro. *Research, Society and Development*, 7(4), 1274305.
- Salomão, P. E. A., Junio, E. F., & de Souza, S. A. B. (2017). ESTUDO FÍSICO QUÍMICO DE PNEUS PARA DE APROVEITAMENTO NA ELABORAÇÃO DE ASFÁLTICO ECOLÓGICO. *Engenharia Ambiental: Pesquisa e Tecnologia*, 14(1).

## Apêndice

### *Porcentagem de contribuição de cada autor no manuscrito*

Pedro Emílio Amador Salomão - 40%  
Louês Lenne Santos Oliveira - 20%  
Arnon Roberto Rhis - 20%  
Sandro Sofia Figueredo Coelho - 20%