

UEMASUL



UNIVERSIDADE ESTADUAL DA REGIÃO TOCANTINA MARANHÃO – UEMASUL
CAMPUS AÇAILÂNDIA
CURSO DE ENGENHARIA CIVIL BACHARELADO

ITALO ARAUJO CHAGAS

**ESTUDO DO DESEMPENHO HIDRÁULICO DE BLOCOS DE CONCRETO COM
ADIÇÃO DE PARAFINA COMOMATERIAL ESPAÇADOR**

Açailândia

2024

ITALO ARAUJO CHAGAS

**ESTUDO DO DESEMPENHO HIDRÁULICO DE BLOCOS DE
CONCRETO COM ADIÇÃO DE PARAFINA COMO MATERIAL
ESPAÇADOR**

Artigo apresentado ao Curso Engenharia Civil Bacharelado do Centro de Ciência Humanas, Sociais, Tecnológicas e Letras da Universidade Estadual da Região Tocantina do Maranhão, *campus* Açailândia, como requisito para o grau de bacharelado em Engenharia Civil.

Açailândia

2024

C433e

Chagas, Italo Araujo

Estudo do desempenho hidráulico de blocos de concreto com adição de parafina como material espaçador / Italo Araujo Chagas. – Açailândia: UEMASUL, 2024.
18 f. : il.

Artigo (Curso de Bacharel em Engenharia Civil) – Universidade Estadual da Região Tocantina do Maranhão – UEMASUL, Açailândia, MA, 2024.

Orientador: Prof. Dr. Carlos Alberto Andrade Serra dos Santos.

1. Concreto poroso. 2. Parafina. 3. Permeabilidade. I. Título.

CDU 624.012.44:556

ITALO ARAUJO CHAGAS

**ESTUDO DO DESEMPENHO HIDRÁULICO DE BLOCOS DE CONCRETO
COM ADIÇÃO DE PARAFINACOMO MATERIAL ESPAÇADOR**

Artigo apresentado ao Curso Engenharia Civil Bacharelado do Centro de Ciência Humanas, Sociais, Tecnológicas e Letras da Universidade Estadual da Região Tocantina do Maranhão, *campus* Açailândia, como requisito para o grau de bacharelado em Engenharia Civil.

Aprovado em 08 / 03 / 2024

BANCA EXAMINADORA

Documento assinado digitalmente



CARLOS ALBERTO ANDRADE SERRA DOS SANTOS

Data: 01/08/2024 09:02:53-0300

Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Dr. Carlos Alberto Andrade Serra dos Santos

Universidade estadual da região tocantina maranhão – UEMASUL

Documento assinado digitalmente



BRUNO LUCIO MENESES NASCIMENTO

Data: 01/08/2024 08:13:37-0300

Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Dr. Bruno Lucio Meneses Nascimento

Universidade estadual da região tocantina maranhão – UEMASUL

Documento assinado digitalmente



ARTHUR VINICIUS RAMOS TEIXEIRA

Data: 29/07/2024 17:31:40-0300

Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Esp. Arthur Vinícius Ramos Teixeira

Faculdade de Imperatriz - FACIMP

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	6
2	MATERIAIS E MÉTODOS	8
2.1	Ensaio de permeabilidade	9
2.2	Ensaio de absorção de água	11
2.3	Ensaio de resistência a compressão	12
3	RESULTADOS E DISCUSSÃO	12
4	CONCLUSÃO	15

Estudo do Desempenho Hidráulico de Blocos de Concreto com Adição de Parafina como Material Espaçador

Hydraulic Performance Study of Concrete Blocks with the Addition of Paraffin as a Spacer Material

Italo Araujo Chagas¹; Carlos Alberto Andrade Serra dos Santos²;

¹ Universidade Estadual da Região Tocantina do Maranhão, Imperatriz/MA, Brasil.
Email: italochagas.20180035126@uemasul.edu.br

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3835-7526>

² Universidade Estadual da Região Tocantina do Maranhão, Unidade/Departamento, Imperatriz/MA, Brasil. Email: carlos.santos@uemasul.edu.br

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2436-3677>

RESUMO

O estudo aborda de maneira abrangente a problemática das cheias urbanas, resultantes da impermeabilização do solo nas grandes cidades. Destaca-se a relevância do concreto poroso como uma solução inovadora para enfrentar o desafio do adequado escoamento da água da chuva, com o intuito de preservar o ciclo hidrológico natural. A pesquisa concentrou-se na avaliação do desempenho hidráulico de blocos de concreto, valendo-se da parafina como agente para aumentar a porosidade. A metodologia adotada englobou uma abrangente revisão bibliográfica, ensaios laboratoriais meticulosos e uma análise minuciosa dos resultados obtidos. O enfoque foi direcionado para a dosagem precisa de materiais, como cimento, areia e agregado, além da incorporação da parafina. Os blocos foram cuidadosamente moldados e submetidos a uma série de ensaios, abrangendo permeabilidade, retenção hídrica e força de resistência à compressão. Os resultados revelaram que o bloco contendo 75% de parafina evidenciou uma notável melhoria na permeabilidade e absorção de água, indicando um potencial expressivo para a drenagem eficiente em ambientes urbanos. No entanto, todos os blocos demonstraram não atender à resistência mínima exigida para pavimentação urbana, conforme normas

específicas estabelecidas. A conclusão destaca a importância da introdução de características permeáveis nos blocos de concreto, ressaltando, contudo, a necessidade urgente de revisão na metodologia empregada. Sugere-se considerar técnicas adicionais, como o uso de mesa vibratória para adensamento, visando aprimorar a resistência dos blocos. Este estudo não só contribui para a compreensão do papel do concreto poroso na gestão de águas pluviais urbanas, mas também aponta direções para futuras pesquisas e desenvolvimentos nesta área crucial.

Palavras-chaves: Concreto poroso, Parafina, Permeabilidade

ABSTRACT

The study comprehensively addresses the issue of urban flooding resulting from soil impermeabilization in large cities. The significance of porous concrete stands out as an innovative solution to the challenge of proper rainwater drainage, aiming to preserve the natural hydrological cycle. The research focused on evaluating the hydraulic performance of concrete blocks, utilizing paraffin as an agent to increase porosity. The adopted methodology included an extensive literature review, detailed laboratory tests, and a meticulous analysis of the results obtained. The emphasis was on the precise dosage of materials such as cement, sand, and aggregate, along with the incorporation of paraffin. The blocks were carefully molded and subjected to a series of tests, including permeability, water retention, and compressive strength. The results revealed that the block containing 75% paraffin showed a notable improvement in permeability and water absorption, indicating significant potential for efficient drainage in urban environments. However, all blocks fell short of meeting the minimum resistance required for urban pavement, as per established specific standards. The conclusion emphasizes the importance of introducing permeable characteristics in concrete blocks but underscores the urgent need for a methodology review. Additional techniques, such as the use of a vibrating table for compaction, are suggested to enhance block strength. This study not only contributes to understanding the role of porous concrete in managing urban rainfall but also points towards future research directions and developments in this critical area.

Keywords: Porous concrete, Paraffin, Urban drainage.

1 INTRODUÇÃO

A ocupação urbana nas grandes cidades resulta no aumento da periodicidade de cheias urbanas devido ao aumento de superfícies impermeáveis que dificulta o escoamento da água das chuvas para o solo. (Monteiro 2010). Uma das principais mudanças visíveis na paisagem das áreas urbanas é a impermeabilização do solo, desde passeios, estradas, coberturas, estacionamentos, entre outros (Faustino, 2022).

Em meio a ampliação de edificações verticais, passeios, e construções de grande envergadura como edificações industriais, a água da chuva precisa cumprir seu ciclo hidrológico natural, e o concreto permeável pode ajudá-la a escoar esse volume hidrológico, ao mesmo tempo que contribui para a permeabilidade do solo (Pruner, 2018).

Uma das tecnologias de drenagem urbana que podem cumprir a função de pavimento e em conjunto manter as propriedades hidrológicas, próximas ao solo natural, é o concreto permeável (Pruner, 2018).

Os pavimentos permeáveis em concreto poroso contêm espaços livres na sua composição, não só o revestimento, como também as camadas inferiores de suporte e drenagem, que permitem a passagem da água, aumentando a capacidade de infiltração no solo (Santos; Fernandes; Gonçalves, 2016).

Os pavimentos permeáveis são caracterizados como aqueles que apresentam espaços livres em sua estrutura, permitindo a passagem da água através deles (Ferguson, 2005)

A norma ABNT NBR 16416:2015 estabelece a definição de pavimento permeável como aquele que cumpre os requisitos de carga mecânica e condições de rolamento, ao mesmo tempo em que sua estrutura permite a infiltração e/ou processamento temporário de água, fornece o escoamento superficial sem prejudicar a integridade da estrutura.

A dimensão da estrutura do pavimento deve ser determinada levando em conta não apenas a intensidade pluviométrica no local e as propriedades do solo, mas também as condições de tráfego às quais o pavimento estará exposto. Uma das características fundamentais desse sistema é a preservação da área útil do pavimento através da redução do escoamento superficial. (Marchioni; Silva 2018).

Partindo dessa perspectiva, a investigação de novas tecnologias e a adoção de revestimentos porosos em espaços urbanos táticas podem desempenhar uma função relevante no aprimoramento do processo de escoamento (Diniz et al, 2021).

Neste contexto de intensa urbanização recente, acompanhada pelo crescimento de edifícios verticais, calçadas e estruturas de grande porte, como armazéns industriais, é essencial permitir o ciclo hidrológico natural das águas pluviais. O uso de concreto poroso surge como uma ferramenta que facilita o escoamento dessas águas, contribuindo para a melhoria da índice de permeabilidade (Pruner, 2018).

Considerando o atual contexto, onde a ocupação urbana desenfreada contribui significativamente para a impermeabilização do solo, alterando o ciclo hidrológico e exacerbando o problema das enchentes nas áreas urbanas, além do agravamento da presença de substâncias poluentes nos corpos d'água, o propósito principal deste estudo é avaliar o desempenho hidráulico de blocos de concreto, fabricados em laboratório, utilizando parafina na sua composição como material espaçador, afim de aumentar a porosidade do bloco.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

O presente projeto, enquadra-se em uma abordagem de pesquisa quantitativa, utilizando dados numéricos e estatísticos para análise. As técnicas de pesquisa quantitativa viabilizam a obtenção e análise de dados a fim de examinar hipóteses, além disso, a pesquisa quantitativa possibilita comparações entre grupos e ao longo do tempo, ampliando a compreensão do fenômeno em estudo.

A elaboração do trabalho baseou-se em pesquisa bibliográfica, na realização de ensaios laboratoriais e, posteriormente, na análise dos resultados obtidos. A revisão bibliográfica foi realizada por meio da consulta a artigos técnicos, teses, dissertações, monografias e normas vigentes.

A definição do traço mais apropriado para a fabricação dos blocos envolveu a consideração de vários parâmetros, com o intuito de atender às especificações do concreto poroso. Entre esses parâmetros, destaca-se a relação água-cimento.

Segundo Oliveira (2000), fator água/cimento ideal é de baixa proporção, pois um excesso de cimento pode impactar negativamente na retração do concreto, agravando esse problema.

De acordo com Neithalath et al. (2003), a relação água-cimento é mantida de forma constante, com o valor próximo de 0,33, o que auxilia na minimização da quantidade elevada de pasta de cimento, permitindo uma quantidade suficiente para o revestimento dos agregados.

Com base nisso, adotou-se como referência a dosagem validada por Schvaickardt e Mattos (2018), de 1:3:1//0,34, onde, cimento, areia, agregado e a relação água-cimento (a/c).

A partir do traço determinado, procedeu-se à preparação do concreto e à moldagem dos corpos de prova. Este processo envolveu a mistura dos materiais em uma betoneira, conforme demonstrado na Figura 1, com capacidade para 400 litros, por aproximadamente 3 minutos. A sequência de adição dos materiais foi a seguinte: 70% de água, seguido por 100% de brita 1, 100% de cimento CPIV-32, 100% de parafina granulada e, por fim, os 30% restantes de água.

Foram confeccionadas formas para a concretagem dos blocos, com dimensões de 10 cm x 20 cm x 6 cm, conforme ilustrado na Figura 2. Dentre esses corpos de prova,

dois foram compostos com a adição de parafina granulada: um com 50% (CP-II) da areia substituída por parafina e outro com 75% (CP-III), enquanto o terceiro (CP-I) não recebeu essa adição. Subsequentemente, as amostras foram colocadas em um ambiente fechado e cobertos por uma lona.

Após decorridos 28 dias, os blocos confeccionados com adição de parafina foram sujeitos a um período de aproximadamente 48 horas dentro de uma estufa a 100 graus, com o objetivo de viabilizar a evaporação do componente parafínico.

Figura 1 – betoneira.



Fonte: autor 2024

Figura 2 – Formas.



Fonte: autor 2024

Figura 3 – Blocos concretados.



Fonte: autor 2024

2.1 Ensaio de permeabilidade

Para a realização dos testes de permeabilidade, adotou-se a norma NBR 16416/15 - Pavimentos Permeáveis de Concreto – Requisitos e Procedimentos. Essas normas, estabelece os critérios e métodos necessários para a avaliação da permeabilidade conforme necessário para o estudo em análise.

De acordo com a norma NBR 16416/15, o procedimento inicia-se posicionando um anel de infiltração, feito por um tubo de PVC (Policloreto de Polivinila), sobre o bloco de concreto. Nas extremidades de contato entre o anel e o bloco, foi aplicada massa de calafetar para evitar o vazamento da água. Posteriormente, um recipiente foi posicionado abaixo dos blocos para permitir a percolação da água, enquanto o tempo que a água levou para infiltrar e percolar pelos blocos foi cronometrado.

Durante a execução do ensaio, seguindo as diretrizes da norma NBR 16416/15, foram utilizados os seguintes equipamentos e materiais: água limpa, blocos de concreto poroso e convencional, recipiente de 1 litro, massa de calafetar (empregada para vedar frestas e orifícios) e um cronômetro com precisão de 0,1 segundo.

Além disso, foi empregado um anel de infiltração cilíndrico e vazado, capaz de manter a resistência a deformações quando cheio, com diâmetro de (300 +/- 10) milímetros e altura mínima de 50 milímetros. No interior do cilindro, foram posicionadas duas linhas de referência, a 10 mm e 15 mm da face inferior do anel, contribuindo para as medições durante o teste de permeabilidade.

No procedimento, posicionou-se o anel de infiltração no centro do bloco, que, por sua vez, foi colocado sobre dois apoios, como indicado na Figura 4. O anel foi devidamente vedado com massa de calafetação para prevenir possíveis vazamentos.

Figura 4 – Ensaio de Permeabilidade.



Fonte: autor 2024

A determinação do coeficiente de permeabilidade K foi realizado conforme as diretrizes presentes na NBR 16416 (2015), como demonstrado pela equação 1 abaixo:

$$K = \frac{Qt}{t.C} \quad (1)$$

Onde:

K: representa o coeficiente de permeabilidade, expresso em milímetros por hora (mm/h);

Q: é a massa de água infiltrada, expressa em quilogramas (kg);

d: denota o diâmetro interior do cilindro, especificado em milímetros (mm)

t: é o tempo necessário para a percolação completa da água, expresso em segundos (s);

C: é o fator de conversão das unidades para o Sistema Internacional (SI) de medidas.

Na execução do ensaio, a determinação da massa de água para o procedimento seguiu as orientações descritas pela Norma NBR 16416 (2015). Esta indicação estabelece a relação entre o tempo de pré-molhagem e a massa de água a ser empregada no ensaio. Caso o período de pré-molhagem seja igual ou inferior a 30 segundos, a quantidade de água requerida para o ensaio é de $18 \pm 0,05$ quilogramas. Para tempos de pré-molhagem superiores a 30 segundos, a massa de água a ser utilizada é de $3,60 \pm 0,05$ kg.

2.2 Ensaio de absorção de água

O procedimento para o ensaio de absorção, em conformidade com as diretrizes da norma NBR 12118:2013 e a subsequente análise dos resultados conforme a NBR 6136:2014, é fundamental na avaliação da absorção de água em blocos de concreto. Conforme os parâmetros estabelecidos por essas normas, a média do índice de absorção deve ser mantida a $\leq 6\%$ para blocos Classe A, $\leq 8\%$ para blocos Classe B e $\leq 10\%$ para blocos Classe C, proporcionando critérios específicos para a classificação de diferentes tipos de blocos.

A obtenção da porcentagem de absorção inicia-se com a pesagem do bloco completamente seco, após 24 horas de permanência em estufa. As medições são repetidas até que as sucessivas não apresentem uma diferença superior a 0,5% em relação à medida anterior, identificando, assim, a massa seca do bloco. A segunda medida refere-se ao corpo de prova submetido a completa saturação, após um período de imersão em água de 24 horas, seguido por um processo de drenagem de 60 segundos e secagem rápida, permitindo a obtenção da massa saturada.

A fórmula para calcular a absorção de água (%), utilizando a diferença entre a Massa Final e a Massa Inicial, é expressa da seguinte forma:

$$\text{Absorção de água (\%)} = \left(\frac{M_2 - M_1}{M_1} \right) \times 100 \quad (2)$$

Onde:

M_1 : Massa seca do bloco.

M_2 : Massa saturada do bloco.

2.3 Ensaio de resistência a compressão

Para a execução do teste de resistência, os blocos de concreto foram submersos em água por um período de 24 horas antes da ruptura, conforme as normas estabelecidas pela ABNT NBR 9781:2013 – Peças de concreto para pavimentação – Especificação e método de ensaio.

O ensaio foi conduzido em uma prensa hidráulica nas instalações de uma empresa local, como ilustrado na figura abaixo.

Figura 5 – Ensaio de compressão



Fonte: autor 2024

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Tabela 1 apresenta os resultados dos ensaios de permeabilidade e absorção de água realizados nos blocos. Ressalta-se que o corpo de prova com 75% de adição de parafina (CP-III) demonstrou ser permeável, exibindo um coeficiente de permeabilidade de $2,07 \times 10^{-10}$, enquanto os corpos de prova com 50% de adição e sem adição revelaram ausência de permeabilidade através do ensaio realizado.

No ensaio de absorção de água, evidenciam-se valores similares, com destaque para o CP-I, que registrou 5,41%, o CP-II, com 5,71%, e o CP-III, com 6%. Estes resultados atendem integralmente aos requisitos estabelecidos pela norma ABNT NBR 9781:2013. Conforme essa norma, os blocos destinados à circulação de pedestres, veículos de passeio e veículos comerciais devem apresentar um índice médio de absorção de água igual ou inferior a 6%.

Tabela 1 – Resultados dos ensaios de permeabilidade e absorção de água.

Resistência a compressão e absorção de água		
Itens	Coefficiente de permeabilidade (k)	Absorção de água (%)
CP-I	-	5,41%
CP-II	-	5,71%
CP-III	$2,07 \times 10^{-10}$	6%

Fonte: autor 2024.

Os ensaios realizados revelaram vantagens no bloco que continha uma maior proporção de parafina, quando comparado aos demais. No que diz respeito às melhorias na capacidade desse bloco em permitir a percolação da água através dele e em sua eficácia individual de drenagem, observa-se que o processo de evaporação da parafina contribuiu para o aumento da porosidade do bloco, conferindo-lhe a capacidade de permitir a passagem da água pelo seu interior

Apesar da incorporação de parafina no CP-II, não foi observada permeabilidade, semelhante ao CP-I. Essa característica alinha-se aos blocos pavers convencionais, que não apresentam permeabilidade individual. A permeabilidade nesse tipo de pavimento ocorre no espaço entre as junções dos blocos assentados no solo. Esta observação destaca a influência limitada da adição de parafina, mesmo em até 50%, na permeabilidade individual dos blocos e na capacidade de absorção de água.

Os resultados do ensaio de ruptura dos blocos foram compilados na Tabela 2, apresentando tanto a tensão de ruptura quanto a carga de ruptura, respectivamente.

Tabela 2 – Resultados dos ensaios de compressão.

Resistência a compressão e absorção de água		
Itens	Tensão de ruptura (Mpa)	Carga de ruptura (tf)
CP-I	4.7	3.08
CP-II	2.2	1.46
CP-III	2.7	1.75

Fonte: autor 2024.

O bloco de concreto convencional demonstrou uma resistência à compressão superior em relação aos blocos de concreto com parafina. No entanto, os resultados para os blocos não atenderam às exigências mínimas estabelecidas pela NBR 16416/15, a qual especifica uma resistência mínima de 15 MPa para locais como estacionamentos e calçadas.

Na literatura, Schvaickardt e Mattos (2018) reportaram uma resistência à compressão de 31,28 MPa, ao utilizar a mesma proporção de dosagem dos materiais na fabricação dos blocos de concreto, resultado superior aos valores obtidos nos ensaios realizados.

Possivelmente, a baixa resistência apresentada pelos blocos pode ter ocorrido devido ao processo de fabricação, no qual não foram empregadas técnicas como o uso de mesa vibratória para o adensamento e prensa. Essas práticas contribuem para o ganho de resistência nos blocos de modelo paver.

4 CONCLUSÃO

Com base nos resultados apresentados nesta pesquisa, constata-se que o estudo alcançou com sucesso os objetivos propostos. A introdução de características permeáveis no bloco de concreto foi obtida pela aplicação da técnica de aumento da porosidade, através da substituição de uma porcentagem da areia por parafina lentilhada. Essa abordagem revelou-se eficaz na obtenção das propriedades permeáveis desejadas no material, evidenciando o êxito da metodologia adotada neste estudo.

No que diz respeito à permeabilidade, o bloco com 75% de parafina em sua composição destacou-se pela percolação da água através de seus vazios, indicando uma possível eficiência superior na drenagem de águas urbanas em comparação com o bloco de concreto tradicional. Entretanto, é importante ressaltar que os blocos não alcançaram a resistência mínima requerida pelas normas para sua aplicação em pavimentações de áreas urbanas.

Diante desse cenário, recomenda-se a revisão da metodologia de fabricação dos blocos e a realização de testes com diferentes dosagens de concreto, visando identificar aquela que melhor se alinha aos objetivos da pesquisa.

REFERENCIAS

AMADEI , DAYSA IONE BRAGA. AVALIAÇÃO DE BLOCOS DE CONCRETO PARA PAVIMENTAÇÃO PRODUZIDOS COM RESÍDUOS DE CONSTRUÇÃO E DEMOLIÇÃO DO MUNICÍPIO DE JURANDA/PR. *In: AMADEI , DAYSA IONE BRAGA. AVALIAÇÃO DE BLOCOS DE CONCRETO PARA PAVIMENTAÇÃO PRODUZIDOS COM RESÍDUOS DE CONSTRUÇÃO E DEMOLIÇÃO DO MUNICÍPIO DE JURANDA/PR.* 2011. Dissertação (Mestre em Engenharia Urbana) - UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MARINGÁ, [S. l.], 2011. Disponível em: file:///C:/Users/DELL/Downloads/000211178.pdf. Acesso em: 27 dez. 2022.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 16416:2015 - **Pavimentos Permeáveis de Concreto - Requisitos e Procedimentos.** Rio de Janeiro, 2015.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CIMENTO PORTLAND. **Manual de Pavimento Intertravado: passeio público.** Associação Brasileira de Cimento Portland – ABCP, São Paulo, 2010.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15953: pavimento intertravado com peças de concreto – execução.** Rio de Janeiro, 2011. _____. NBR 9781: peças de concreto para pavimentação – especificação e métodos de ensaio. Rio de Janeiro, 2013.

BARBOSA, Eduardo Samuel da Costa; BARBOSA, Flávio Gabriel Romani; BASSI , Viviane Barbosa. **PAVIMENTAÇÃO COM BLOCOS INTERTRAVADOS DE CONCRETO:: ESTUDO DE CASO: COMPARATIVO DE DIMENSIONAMENTO DO PAVIMENTO NA OBRA CLPA 02 EMPREENDIMENTOS IMOBILIÁRIOS LTDA. PAVIMENTAÇÃO** , [s. l.], 2021.

CARVALHO, M.D. **Pavimentação com peças pré-moldadas de concreto.** 4.ed. São Paulo, Associação Brasileira de Cimento Portland, 1998. 32p. (ET-27).

CRUZ, L. O. M. **Pavimento intertravado de concreto: estudo dos elementos e métodos de dimensionamento.** 2003. 281 p. Tese (Mestrado) – Universidade Federal do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, 2003.

DA SILVA, Renata Alves Fernandes; CALLEJAS, Ivan Julio Apolonio; CAVALCANTI, Albéria. Caracterização termo física mecânica de pavimento confeccionado com concreto permeável destinado à pavimentação urbana. *In: 56º Congresso Brasileiro do Concreto CBC2014, Natal.* 2014.

DINIZ, Maria Ingridy Lacerda et al. **Estudo da eficiência de pavimentos permeáveis: análise da permeabilidade e das propriedades mecânicas.** Revista Ibero-Americana de Ciências Ambientais, São Paulo, v. 12, n. 3, p. 398-407, 2021.

FAUSTINO, INÊS RAQUEL QUEIRÓS. **PAVIMENTOS PERMEÁVEIS PARA MEIO URBANO.** 2022. Dissertação (MESTRE EM ENGENHARIA CIVIL) - Faculdade de engenharia universidade de porto, [S. l.], 2022. Disponível em:

<https://repositorio-aberto.up.pt/bitstream/10216/146157/2/595029.pdf>. Acesso em: 21 dez. 2022.

FERGUSON, B.K. **Porous Pavements. Integrative Studies in Water Management and Land Development**. Florida, 2005.

FIORITI, Cesar Fabiano; INO, Akemi; AKASAKI, Jorge Luís. **Avaliação de blocos de concreto para pavimentação intertravada com adição de resíduos de borracha provenientes da recauchutagem de pneus**. *Ambiente Construído*, Porto Alegre, v. 7, n. 4, p. 43–54, out./dez. 2007

MARCHIONI, Mariana L.; SILVA, Cláudio Oliveira. **Conceitos e requisitos para pavimentos intertravado permeável**. **ACBP, Associação Brasileira de Cimento Portland**. São Paulo. 2018 Disponível em: <<http://www.abcp.org.br/cms/download/?search=Pavimentos%20perme%C3%A1veis>> . Acesso em: 18 mar 2018.

MONTEIRO, ANNA CAROLINA NEVES. **CONCRETO POROSO: DOSAGEM E DESEMPENHO**. 2010. Trabalho de conclusão de curso (Bacharelado em Engenharia Civil) - Universidade Federal de Goiás, [S. l.], 2010. Disponível em: file:///C:/Users/DELL/Desktop/TCC/CONCRETO_POROSO_DOSAGEM_E_DESEMPENHO.pdf. Acesso em: 29 dez. 2022.

OLIVEIRA, Patrícia Lizi de; **Projeto estrutural de pavimentos rodoviários e de pisos industriais de concreto**. 2000. São Carlos, 216 p. Dissertação (Mestrado) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, 2000.

PRUNER, Lenon H. da Costa. **A influência dos agregados sobre as propriedades do concreto permeável**. 2018. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharel em Engenharia Civil) - Centro Universitário de Brusque, Brusque, 2018.

SANTOS, Thais Ferreira; FERNANDES, Maria Eduarda; GONÇALVES, Erika Peterson. **PAVIMENTO INTERTRAVADO PERMEÁVEL COM RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL E MICROESFERAS DE PARAFINA. PAVIMENTO INTERTRAVADO PERMEÁVEL COM RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL E MICROESFERAS DE PARAFINA**, [s. l.], 2016. Disponível em: file:///C:/Users/DELL/Desktop/TCC/0573_0233_01.pdf. Acesso em: 21 dez. 2022.

SCHVAICKARDT, Charles Miguel; MATTOS, João Rodrigo Guerreiro. Estudo de traço para peças pré-moldadas de concreto para pavimentos intertravados. **Revista Nacional de Gerenciamento de Cidades**, v. 6, n. 39, 2018.

SCHVAICKARDT, Charles Miguel; MATTOS, João Rodrigo Guerreiro. *Revista nacional de gerenciamento de cidades*. **Estudo de traço para peças pré moldadas de concreto para pavimentos intertravados**, [s. l.], v. 06, ed. 39, 2018.

SILVA, Cláudio Oliveira *et al.* **Manual de Desempenho: SISTEMA DE PISO COM PEÇAS DE CONCRETO PAVIMENTO INTERTRAVADO**. 1. ed. rev. e aum. [S. l.: s.

n.], 2022. Disponível em: file:///C:/Users/DELL/Desktop/TCC/Manual-de-Desempenho-Pavimento-Intertravado_4.pdf. Acesso em: 19 dez. 2022.