

FAMIG – FACULDADE MINAS GERAIS
ANA PAULA CABRAL REIS

PAVIMENTAÇÃO PERMEÁVEL: Conceitos e fundamentos

Belo Horizonte
2022

ANA PAULA CABRAL REIS

PAVIMENTAÇÃO PERMEÁVEL: Conceitos e fundamentos

Projeto de Pesquisa apresentado a Prof^a Rejane Izabel Lima Corrêa como requisito parcial para obtenção de título de bacharel em Engenharia Civil.

Belo Horizonte

2022

FAMIG – FACULDADE MINAS GERAIS

Projeto de pesquisa intitulado **PAVIMENTAÇÃO PERMEÁVEL: CONCEITOS E FUNDAMENTOS**, de autoria dos alunos **Ana Paula Cabral Reis**, aprovados pela banca examinadora constituída pelos seguintes professores:

Prof. Dr. ou Ms. #Nome completo do membro da banca#
Membro Da Banca

Prof. Dr. ou Ms. #Nome completo do membro da banca#
Membro da Banca

Prof. Dr. ou Ms. #Nome completo do membro da banca#
Membro da Banca

Belo Horizonte – MG, 08 de outubro de 2022.

RESUMO

O aumento da urbanização influencia diretamente na diminuição das áreas permeáveis naturais, afetando o meio ambiente – no que tange o aquecimento global e a disponibilidade hídrica do lençol freático e aquíferos – e, também, a sociedade – como por exemplo, enchentes. Desta forma, busca-se formas de diminuir esses impactos, sendo uma delas, o uso de pavimentos permeáveis nas vias, ruas, estradas e rodovias. Por esta estrutura ser incipiente, este trabalho busca apresentar seu conceito e seus possíveis materiais, além de comparar sua permeabilidade e resistência com os pavimentos convencionais e apresentar suas vantagens e desvantagens. Para isto, utiliza-se de pesquisa bibliográfica e documental, de forma qualitativa e quantitativa, baseando, principalmente, na norma ABNT NBR 16.416 de 2015, a qual trata diretamente das pavimentações permeáveis. A partir do estudo, é possível verificar que esta tipologia de pavimento atende seu principal objetivo – percolar as águas pluviais –, porém falha no concerne de resistência, sendo indicado, então, estudos aprofundados neste âmbito, assim como o uso de agregados reciclados.

Palavras-Chaves: Urbanização. Drenagem Urbana. Pavimento Permeável.

ABSTRACT

The increase in urbanization directly influences the reduction of natural permeable areas, affecting the environment – in terms of global warming and the water availability of the groundwater and aquifers – and society – for example, floods. Thus, ways to reduce these impacts are researched, one of them being the use of permeable pavements on roads, streets, and highways. As this structure is incipient, this work seeks to present its concept and possible materials, in addition to comparing its permeability and resistance with conventional pavements and presenting its advantages and disadvantages. For this, bibliographic and documentary research is used, in a qualitative and quantitative way, based mainly on the ABNT NBR 16.416 of 2015, which directly deals with permeable pavements. From the study, it is possible to verify that this type of pavement meets its main objective - to percolate rainwater -, however it fails in terms of resistance, being therefore indicated in-depth studies in this area, as well as the use of recycled aggregates.

Keywords: Urbanization. Urban Drainage. Permeable Floor.

LISTA DE ABREVIATURAS, UNIDADES E SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
ACBP	Associação Brasileira de Cimento Portland
Fig.	Figura
m/s	Metros por segundo
mm	Milímetro
MPa	Megapascal
NBR	Norma Brasileira

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Revestimentos de pavimento intertravado permeável.....	12
Figura 2 – Revestimentos de pavimento de placas de concreto permeável.	12
Figura 3 – Revestimentos de pavimento de concreto permeável.....	12
Figura 4 – Percentagem de água infiltrada e escoada superficialmente após uma precipitação.....	14

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Resistência mecânica e espessura mínima do revestimento permeável.	15
Quadro 2 - Resistência à compressão em um ensaio.....	16

SUMÁRIO

1	Introdução	8
2	Justificativa.....	9
3	Problema de pesquisa.....	9
4	Objetivos	10
4.1.1	Objetivo geral.....	10
4.1.2	Objetivos específicos	10
5	Hipóteses e Pressupostos.....	10
5.1	Conceitos	11
5.2	Materiais para pavimentação permeável.....	12
5.3	Permeabilidade dos pavimentos convencional e permeável.....	13
5.4	Resistência dos pavimentos convencional e permeável	14
5.5	Vantagens e desvantagens do pavimento permeável.....	16
6	Metodologia.....	18
7	Considerações Finais.....	19
	Referências	21

1 INTRODUÇÃO

A criação das vias públicas, ruas, estradas e rodovias é diretamente ligada a urbanização das cidades, que está crescendo desordenadamente por todo o mundo. Este crescimento afeta diretamente diminuição das áreas permeáveis existentes, ou seja, áreas que consiste na cobertura natural do solo ou revestimento de piso permeáveis – que permitem a percolação de água até chegar no solo ou em estruturas de escoamento.

No caso das pavimentações, pode-se citar as pavimentações permeáveis. A norma ABNT 16.416, que trata desta tipologia de asfalto ou concreto, define este material como estrutura que permite a percolação e ou o acúmulo temporário de águas sem causar dano a estrutura (ABNT, 2015). A norma ainda cita que os pavimentos permeáveis diminuem o escoamento superficial, ou seja, o deslocamento das águas sobre a superfície do solo. Vale ressaltar que se estas águas não forem escoadas para sistemas de drenagem adequados, essas poderão causar enchentes e outros transtornos a cidade.

Desta forma, é previsto uma grande necessidade do uso de pavimentos permeáveis como forma de solução para as enchentes causadas pela ação antrópica. Por ser um tema ainda incipiente e com pouca visibilidade, este trabalho busca apresentar os conceitos que envolvem as pavimentações permeáveis, elucidando também as definições do convencional.

Como forma de abranger mais informações sobre esta tipologia de pavimentação, este estudo procura identificar os materiais existentes para aplicação do pavimento permeável, assim como compara a permeabilidade e resistência deste com os pavimentos convencionais. Por fim, investiga-se também as vantagens e desvantagens da pavimentação permeável.

Portanto, para a realização deste trabalho, utiliza-se como principal metodologia a pesquisa bibliográfica e documental, que ocorre por meio de livros, normas, artigos, dentre outros documentos. Como meio de análise desses arquivos, utiliza-se, principalmente, métodos qualitativos, tratando, também, método quantitativo.

2 JUSTIFICATIVA

A crescente urbanização das cidades e, por sua vez, a criação de inúmeras novas vias municipais, estaduais e federais faz com que diminua as áreas permeáveis disponíveis para a percolação das águas pluviais. Desta forma, ocorre-se alagamentos e inundações durante as chuvas, acontecendo até mesmo com pequenas quantidades de precipitações.

Buscando resolver este problema e, também, com foco na sustentabilidade – tema comumente em foco na sociedade – foi criado as pavimentações permeáveis, ou seja, aquelas que permitem não apenas o escoamento como também a percolação das águas pluviais. Dentre os possíveis materiais utilizados para a produção deste pavimento, tem-se os agregados reciclados, também ligado diretamente a sustentabilidade.

Contudo, a possibilidade de uso tanto da pavimentação permeável quanto dos materiais reaproveitados é pouco abordada no setor, afetando diretamente a sociedade, como já descrito. Assim, a partir deste trabalho, busca-se demonstrar aos atuais e futuros profissionais, ao mercado e a sociedade as vantagens do uso material considerado sustentável, havendo, também, impacto direto no meio ambiente, seja pela diminuição dos resíduos descartados ou pela diminuição dos riscos causados pelas chuvas, que estão cada vez mais fortes devido ao aquecimento global.

3 PROBLEMA DE PESQUISA

O Problema de Pesquisa deste estudo será o seguinte: Qual as vantagens do uso de pavimentação permeável com agregado reciclado?. Para responder esta pergunta, trabalhar-se-á as seguintes questões:

1. Quais os conceitos de pavimentação convencional e permeável?
2. Quais os materiais existentes para pavimentação permeável?
3. Qual a diferença de permeabilidade entre pavimento convencional e permeável?

4. Qual a diferença entre a resistência de asfalto convencional e permeável?
5. Quais as vantagens e desvantagens da pavimentação permeável?

4 OBJETIVOS

4.1.1 Objetivo geral

Abordar as vantagens e desvantagens de se utilizar pavimentação permeável com agregado reciclado, citando quais seus tipos, comparando a permeabilidade e resistência entre pavimento convencional e permeável.

4.1.2 Objetivos específicos

- a) Apresentar os conceitos de pavimentação convencional e permeável;
- b) Identificar os materiais existentes para pavimentação permeável;
- c) Comparar permeabilidade entre pavimento convencional e permeável;
- d) Comparar a resistência de asfalto convencional e permeável;
- e) Abordar as vantagens e desvantagens da pavimentação permeável.

5 HIPÓTESES E PRESSUPOSTOS

Com base no pressuposto da necessidade do aumento de áreas percoláveis no que tange a urbanização, este estudo busca apresentar a pavimentação permeável, seus possíveis materiais, permeabilidade, resistência, vantagens e desvantagens. Para responder o problema de pesquisa proposto, por sua vez, será realizado uma pesquisa sobre o tema de forma bibliográfica e documental, analisando os documentos em busca do discorrido a seguir.

5.1 Conceitos

A Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), a partir da norma técnica NBR 16.416 de 2015 (ABNT, 2015) – Pavimentos permeáveis de concreto - Requisitos e procedimentos –, define pavimento como

estrutura construída após a terraplenagem e destinada, econômica e simultaneamente, em seu conjunto a

- resistir e distribuir ao subleito os esforços verticais oriundos dos veículos
- melhorar as condições de rolamento quanto à comodidade e segurança
- resistir aos esforços horizontais que nela atuam tornando mais durável a superfície de rolamento (ABNT, 2015, p.2).

Na mesma norma, há a definição de pavimento permeável ou asfalto drenante, que é descrito como estrutura que “permite a percolação e/ou acúmulo temporário de água, diminuindo o escoamento superficial, sem causar dano a sua estrutura” (ABNT, 2015, p.2). E, ainda, a NBR 16.416 diferencia o pavimento permeável com estrutura permeável, citando esta como a combinação das camadas de uma pavimentação – sub-base, camada de assentamento e revestimento – dimensionadas para suportar o carregamento do tráfego, distribuir os esforços no subleito e permitir a percolação de água.

A norma NBR 16.416 de 2015 apresenta, também, o conceito de concreto permeável, outro sistema de pavimentação utilizado, sendo “concreto com vazios interligados que permitem a percolação de água por ação da gravidade”.

Tosta *et al.* (2016, p.5) complementa apresentando que o asfalto permeável “tem por característica a elevada porosidade e uma boa drenagem da água, dependendo da sua granulometria”. Os autores ainda acrescentam que

O asfalto permeável é constituído de camadas. A parte mais superficial, a pista, é composta de pequenas pedras ligadas ao asfalto. Mais internamente aparece uma camada grossa com pedras grandes, que abrem espaços de 25% na camada, para que a água, vazada das pequenas pedras, fique armazenada (TOSTA *et al.*, 2016, p.2).

Tratando dos requisitos relativos aos pavimentos permeáveis, a ABNT define em sua norma NBR 16.416 (ABNT, 2015) que os locais revestidos com este material devem permitir a percolação de 100% da água precipitada incidente sobre ela e sobre as áreas de contribuição (áreas do entorno). “As áreas pavimentadas permeáveis

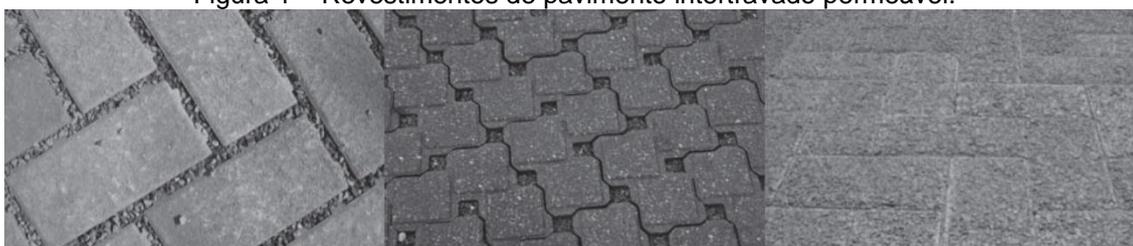
devem ter toda a sua superfície (área permeável + área de contribuição) considerada como 100 % permeável” (ABNT, 2015, p.9).

Já relativo à manutenção, a norma veta o uso de revestimentos impermeáveis ou outros materiais que evidenciem o reparo ou prejudiquem o desempenho do pavimento, enfatizando a necessidade da utilização dos mesmos tipos de materiais do pavimento existente (ABNT, 2015).

5.2 Materiais para pavimentação permeável

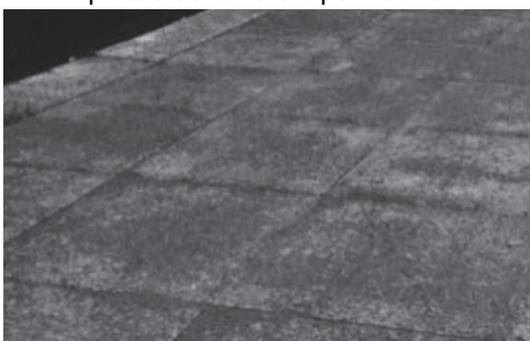
Além das conceituações, a NBR 16.416 de 2015 apresenta três tipologias de revestimentos para pavimentação permeável: pavimento intertravado permeável (Figura 1), placas de concreto permeável (Figura 2) e concreto permeável (Figura 3).

Figura 1 – Revestimentos de pavimento intertravado permeável.



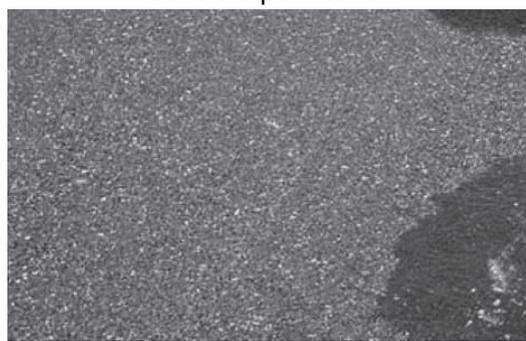
Fonte: ABNT (2015), adaptado.

Figura 2 – Revestimentos de pavimento de placas de concreto permeável.



Fonte: ABNT (2015).

Figura 3 – Revestimentos de pavimento de concreto permeável.



Fonte: ABNT (2015).

De acordo com a NBR 16.416 (ABNT, 2015), o primeiro tipo, exemplificado na Figura 1, se subdivide em três tipologias: peças de concreto com juntas alargadas (Fig. 1 esquerda), com áreas vazadas (Fig. 1 meio) e concreto permeável (Fig. 1 direita). Nos dois primeiros tipos, a percolação da água ocorre nos espaços do revestimento – juntas ou áreas vazadas –, enquanto no terceiro tipo a percolação

ocorre no próprio concreto (ABNT, 2015). O revestimento exemplificado na Figura 2 – com placas de concreto permeável – representa aqueles cuja percolação ocorre pelo concreto da placa. Por fim, o último tipo, mostrado na Figura 3, se trata de “pavimento revestido com concreto permeável moldado no local em que a percolação de água ocorre pelo concreto” (ABNT, 2015, p.7).

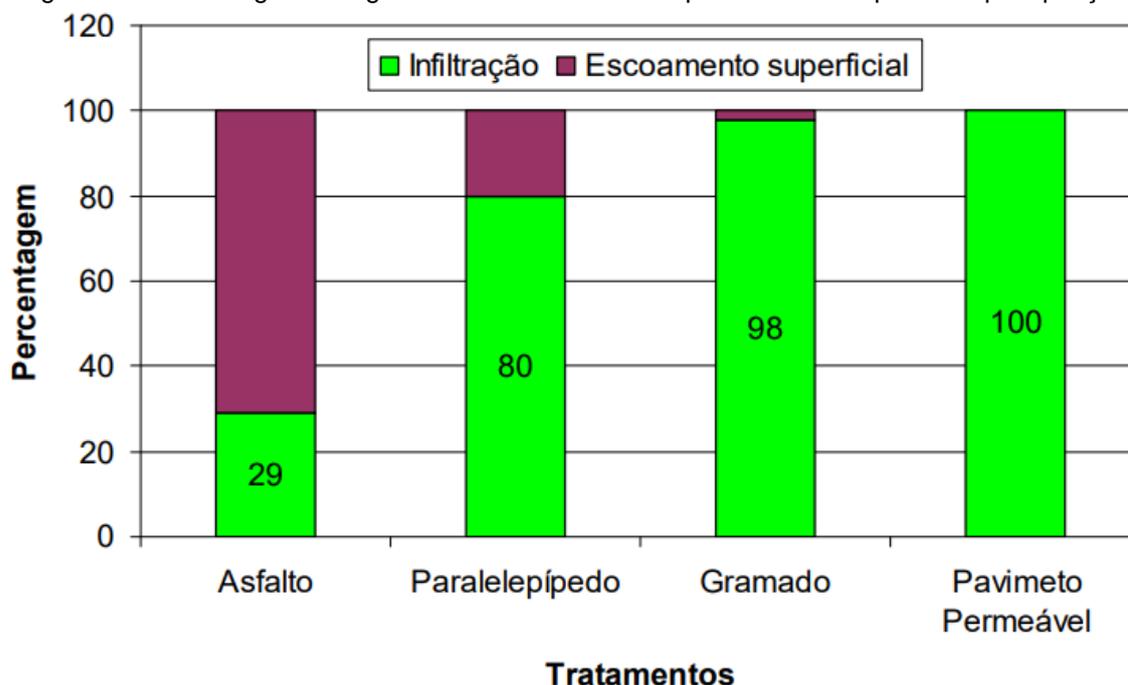
5.3 Permeabilidade dos pavimentos convencional e permeável

A norma ABNT NBR 16.416 de 2015 determina que deve existir um nível mínimo de permeabilidade, representado pelo regulamento como coeficiente de permeabilidade que “pode ser previamente avaliado em laboratório, podendo-se ensaiar apenas a camada de revestimento ou o revestimento juntamente com toda a estrutura do pavimento” (ABNT, 2015, p.14). De acordo com a norma (ABNT, 2015), o coeficiente mínimo deve ser 10^{-3} m/s, ou seja, um pavimento permeável deve percolar 0,001 metros por segundo de água.

Ainda conforme a norma, existem três concepções de pavimento permeável em relação à infiltração de água precipitada, dependendo das características do solo ou condicionantes do projeto de pavimentação. Essas maneiras são: infiltração total, quando toda a água precipitada alcança o subleito e se infiltra; infiltração parcial, quando “parte da água precipitada alcança o subleito e se infiltra, porém, parte da água fica temporariamente armazenada na estrutura permeável, sendo depois removida pelo dreno” e sem infiltração, no qual a “água precipitada fica temporariamente armazenada na estrutura permeável e não infiltra no subleito, sendo depois removida pelo dreno” (ABNT, 2015, p.8-9).

Já comparando o asfalto normal com o permeável, Maus, Righes e Buriol apresentam em seu estudo de 2007 o gráfico apresentado na Figura 4, considerando, neste caso, uma precipitação de 236,62 milímetros (mm) acumulados no período de testes.

Figura 4 – Percentagem de água infiltrada e escoada superficialmente após uma precipitação.



Fonte: MAUS *et al.* (2017).

Conforme pode ser visto na Figura 4, um pavimento permeável possui uma infiltração de água 3,4 vezes maior que o asfalto convencional, superando, também, o pavimento de paralelepípedo (pavimento com pedras e vazios entre elas) e gramado. Maus *et al.* (2017) enfatizam que o escoamento superficial existente neste último tratamento se dá à cobertura do solo e as raízes, insetos e outros organismos componentes do elemento.

5.4 Resistência dos pavimentos permeáveis

A norma ABNT NBR 16.416 (2015), dentro dos requisitos de revestimento de pavimentação permeável, apresenta a resistência mínima que estes materiais devem ter. Estes dados são apresentados no Quadro 1.

Quadro 1 - Resistência mecânica e espessura mínima do revestimento permeável.

Tipo de revestimento	Tipo de solicitação	Espessura mínima (mm)	Resistência mecânica característica (MPa)
Peça de concreto (juntas alargadas ou áreas vazadas)	Tráfego de pedestres	60,0	$\geq 35,0^a$
	Tráfego leve	80,0	
Peça de concreto permeável	Tráfego de pedestres	60,0	$\geq 20,0^a$
	Tráfego leve	80,0	
Placa de concreto permeável	Tráfego de pedestres	60,0	$\geq 2,0^b$
	Tráfego leve	80,0	
Concreto permeável moldado no local	Tráfego de pedestres	60,0	$\geq 1,0^c$
	Tráfego leve	100,0	$\geq 2,0^c$
^a determinação da resistência à compressão, conforme na ABNT NBR 9781.			
^b determinação da resistência à flexão, conforme na ABNT NBR 15805.			
^c determinação da resistência à tração na flexão, conforme na ABNT NBR 12142.			

Fonte: ABNT (2015), adaptado.

A partir do apresentado no Quadro 1, retirado da NBR 16.416:2015, é possível verificar que a resistência mecânica mínima dos revestimentos para pavimentação permeável varia entre 1,0 MPa – para tráfego de pedestres em concreto permeável moldado no local – e 35 MPa – para tráfego de pedestres e leve em peças de concreto com juntas alargadas ou áreas vazadas.

Como exemplificação desses valores, pode-se tomar base Finocchiaro e Girardi (2017), que realizou testes de laboratório com pavimentos convencionais e permeáveis após 14 dias da moldagem do concreto, encontrando os seguintes resultados.

Quadro 2 - Resistência à compressão em um ensaio.

Agregado	Traço	Resistência à compressão (MPa)
Reciclado	1:3,00	12,5
	1:6,45	8,44
Natural	1:3,00	19,9
	1:6,45	9,36

Fonte: FINOCCHIARO, GIRARDI (2017), adaptado.

A partir do apresentado, é possível verificar que a resistência de um concreto permeável produzido com agregado natural é maior do que os produzidos com agregado reciclados, mesmo ambos estando abaixo do mínimo da norma. Contudo, vale ressaltar que a norma NBR 16.416 adiciona que

Os lotes de peças ou placas de concreto, quando entregues na obra com idade inferior a 28 dias, devem apresentar no mínimo 80 % da resistência especificada no momento de sua instalação, sendo que, aos 28 dias ou mais de idade de cura, a resistência característica do concreto deve ser igual ou superior ao especificado em projeto (ABNT, 2015, p.15).

Ou seja, como os testes foram feitos após 14 dias – inferior ao tempo estipulado pela norma –, o valor resultante do teste para o pavimento permeável com agregado natural com traço de 1:3,00 é aceitável.

5.5 Vantagens e desvantagens do pavimento permeável

Assim como todo processo de construção, as pavimentações permeáveis possuem vantagens e desvantagens. Relacionado as vantagens, a Associação Brasileira de Cimento Portland (ABCP, s/d) cita:

- Melhoria na segurança e conforto devido a redução na formação de poças de água e conseqüente melhoria da aderência;
- Ganhos ambientais no que tange a possibilidade de recarga de reservas subterrâneas no caso dos pavimentos de infiltração, diminuindo, portanto, o escoamento superficial;
- Melhoria da qualidade das águas por ação de filtração no corpo do pavimento, no caso de porosos;

- Benefícios financeiros associados à redução das dimensões do sistema de drenagem.

Em contrapartida, a ABCP (s/d) não apresenta desvantagens e sim, precauções, que são:

- Poluição do lençol freático, no caso dos pavimentos de infiltração;
- Colmatação¹;
- Não uso de rejunte na adoção de blocos porosos.

Complementando, Tosta *et al.* (2016) cita que

O asfalto permeável pode ser considerado um grande aliado para resolver os problemas que grandes e pequenas cidades vem enfrentando atualmente pois tem características porosas facilitando assim a infiltração das águas pluviais no solo evitando enchentes, bolsões de águas, aquaplanagem (água sobre a superfície do asfalto) e efeitos splash (TOSTA *et al.*, 2016, p.3).

Os autores ainda apresentam em seu estudo uma forma de uso das águas percoladas quando realizado um pavimento permeável com direcionamento a um reservatório, que é o reuso desta água, havendo, assim, a diminuição no gasto de água tratada proveniente de sistema de distribuição de água ou poços tubulares.

O Centro de Estudos de Águas Pluviais da Universidade de Hampshire (The UNH Stormwater Center, s/d), por sua vez, ainda acrescenta outras vantagens ao sistema de asfalto drenante, que são a possibilidade da redução da infraestrutura de águas pluviais como tubulações, cascas de captação, pontes de contenção e retenção; redução dos ruídos causados pelo atrito entre pneu/carro e vida útil do pavimento estendido devido a uma base bem drenada. Como desvantagens, o estudo apresenta:

- Não recomendação do uso do pavimento para tráfego pesado e intenso, que exceda 500 viagens/dia;
- Necessidade de manutenção periódica de limpeza do pavimento para evitar a colmatação;
- Aplicação para pequenas áreas de drenagem.

¹ Colmatação: Preenchimento de vazios ou fissuras. (ENGENHARIA CIVIL, s/d)

6 METODOLOGIA

Para atingir os objetivos desta pesquisa e responder o problema proposto, este trabalho é produzido com base em diferentes tipos de pesquisa, categorizados em enfoque, abordagem, fins, meios e técnicas.

Relativo ao enfoque, esta pesquisa é aplicada, definida por Gil (2008) como aquela que tem o interesse na aplicação e utilização prática dos conhecimentos, buscando a futura aplicação em uma realidade circunstancial.

Tratando de sua natureza, o trabalho é qualitativo e quantitativo, ou seja, pesquisa mista. De acordo com Praça (2015), o primeiro método é a relação entre os objetivos e resultados não expressados em números, não requerendo técnicas estatísticas, enquanto o segundo conta com dados numéricos e estatísticos para análise das informações trabalhadas.

Por ser um trabalho que tem como intuito apresentar uma base de conhecimento para profissionais, estudantes e sociedade, este se define, no tange os seus fins, como pesquisa descritiva. Segundo Rampazzo (2005), esta tipologia de pesquisa “trata-se do estudo e da descrição das características, propriedades e relações existentes na comunidade, grupo ou realidade pesquisada [...] favorecem as tarefas da formulação clara do problema e da hipótese como tentativa de solução”.

Já os meios utilizados para atingir as metas deste trabalho são por pesquisas bibliográficas e documental. De acordo com Gil (2008), o primeiro tipo se trata daquelas desenvolvidas a partir de materiais já elaborados – livros, artigos científicos – enquanto no segundo, são utilizados documentos primários – documentos oficiais, reportagens de jornal, cartas, contratos, diários, filmes, fotografias, gravações, entre outros – e documentos secundários – relatórios de pesquisa, de empresas, tabelas estatísticas, entre outros.

Enquanto a pesquisa bibliográfica se utiliza fundamentalmente das contribuições dos diversos autores sobre determinado assunto, a pesquisa documental vale-se de materiais que não receberam ainda um tratamento analítico, ou que ainda podem ser reelaborados de acordo com os objetivos da pesquisa (GIL, 2008, p.51).

Como já citado, para a produção deste estudo, foi utilizado coleta de dados em livros, artigos e publicações na internet, além de informativos e relatórios dos produtos citados na pesquisa. Para a análise desses documentos, será realizado a separação

por tema tratado e o cruzamento das informações cabíveis, produzindo ao fim, um estudo que terá como intuito difundir os resultados encontrados.

A limitação encontrada para a produção deste trabalho foi a falta de documentação acadêmica disponível para base na língua portuguesa, sendo necessária utilizar de fontes em outras linguagens para produzir um material mais completo.

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A partir do apresentado neste trabalho, é possível visualizar que a pavimentação permeável se mostra bastante eficaz quanto seu objetivo, que é percolar as águas e diminuir o escoamento superficial, ultrapassando, até mesmo, solos com coberturas naturais em alguns casos. Com esta percolação, há um aumento nas reservas subterrâneas de água – lençol freático ou aquífero –, sendo este um ganho ambiental. Contudo, há preocupação quanto a poluição do lençol freático, apontado como uma das desvantagens dessa tipologia de pavimento, e a colmatação, que ocorre quando as impurezas cobrem os vazios existentes no material.

Outra pontuação negativa realizada foi quanto ao uso do pavimento para tráfegos pesados e intensos, visto que sua resistência – nos casos abordados por este estudo – está abaixo do permitidos pelas normas da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) NBR 16.416, 9.781, 15.805 e 12.142. Entretanto, vale enfatizar que o pavimento permeável aumenta a segurança e conforto no caso da aderência dos veículos no que tange a formação de poças de água – que ocorre no pavimento convencional – diminuindo, também, os casos de aquaplanagem.

Desta forma, visto que este trabalho tem o foco acadêmico e elucidativo, com base em bibliografias e documentações relativas à pavimentação permeável, conclui-se que foi atingido seus objetivos. Contudo, não se descarta a necessidade de novos estudos que envolvem o tema, como por exemplo a pesquisa em laboratório da percolação de água com diferentes quantidades de precipitação e estudos relativos ao gasto financeiro associados à construção de pavimento convencional com

sistemas de drenagem pluvial e de pavimentos permeáveis, que não precisam do sistema citado.

É possível citar também, a necessidade do estudo de materiais que permitem a percolação de água e que fiquem com resistência acima do mínimo exigido pelas normatizações cabíveis. Ainda se tem a possibilidade dos estudos relativos aos agregados reciclados, uma tipologia de material que possui ganho ambiental e pode agregar ao tema estudado neste trabalho.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CIMENTO PORTLAND - ABCP. **Projeto Técnico**: Pavimento Sustentável. s/d.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT. NBR 16416. **Pavimentos permeáveis de concreto – Requisitos e procedimentos**. 1 ed. ABNT: Rio de Janeiro, 2015. 25 p.

ENGENHARIA CIVIL. Colmatção. Dicionário. s/d. Disponível em: <https://www.engenhariacivil.com/dicionario/colmatacao>. Acesso em: 27 set. 2022.

FINOCCHIARO, Pedro S.; GIRARDI, Ricardo. Concreto permeável produzido com agregado reciclado. **Revista de Engenharia da Faculdade Salesiana**, n.5, p.19-26. 2017.

GIL, Antonio Carlos. **Métodos e Técnicas de Pesquisa Social**. 6 ed. São Paulo: Editora Atlas, 2008.

MAUS, Victor Wegner; RIGHES, Afranio Almir; BURIOL, Galileo Adeli. Pavimentos permeáveis e escoamento superficial da água em áreas urbanas. **I Simpósio de Recursos Hídricos do Norte e Centro-Oeste**. Cuiabá, 2007.

PRAÇA, Fabíola Silva Garcia. Metodologia da Pesquisa Científica: organização estrutural e os desafios para redigir o trabalho de conclusão. **Diálogos Acadêmicos**, Fortaleza, v. 4, n. 1, p. 72-87, jul. 2015. Disponível em: http://uniesp.edu.br/sites/_biblioteca/revistas/20170627112856.pdf. Acesso em: 22 maio 2020.

RAMPAZZO, Lino. Metodologia científica: para alunos dos cursos de graduação e pós-graduação. 3. ed. São Paulo: Edições Loyola, 2005.

THE UNH STORMWATER CENTER. **Porous Asphalt Pavement for Stormwater Management**. s/d. Disponível em:

https://www.unh.edu/unhsc/sites/unh.edu.unhsc/files/porous_ashpalt_fact_sheet.pdf. Acesso em: 27 set. 2022.

TOSTA, Alexsandro B. M.; DE SOUZA, Claudemir Q.; RODRIGUES, Joelson R.; CAVALCANTI, Rafaela P.; DE LACERDA, Maria C. Escoamento superficial da água em áreas urbanas utilizando asfalto permeável (CBOQ). **Revista Saberes de UNIJIPA**, v.01, p.119-128. 2016.