

UNIEVANGÉLICA

CURSO DE ENGENHARIA CIVIL

KAMILLA ALMEIDA JAYME

VITÓRIA FORNASIERE FERREIRA

**APLICAÇÃO DO CONCRETO PERMEÁVEL PARA
ESTACIONAMENTO DE VEÍCULOS LEVES**

ANÁPOLIS / GO

2020

**KAMILLA ALMEIDA JAYME
VITÓRIA FORNASIERE FERREIRA**

**APLICAÇÃO DO CONCRETO PERMEÁVEL PARA
ESTACIONAMENTO DE VEÍCULOS LEVES**

**TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO SUBMETIDO AO
CURSO DE ENGENHARIA CIVIL DA UNIEVANGÉLICA**

ORIENTADORA: VANESSA HONORATO DOMINGOS

ANÁPOLIS / GO: 2020

FICHA CATALOGRÁFICA

JAYME, KAMILLA ALMEIDA / FERREIRA, VITÓRIA FORNASIERE

Aplicação do concreto permeável para estacionamento de veículos leve

32.297 mm (ENC/UNI, Bacharel, Engenharia Civil, 2020).

TCC - UniEvangélica

Curso de Engenharia Civil.

1. Concreto Permeável 2. Resistência
3. Estacionamento
I. ENC/UNI II. Título (Série)

REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

JAYME, Kamilla Almeida; FERREIRA, Vitória Fornasiere. Aplicação do concreto permeável para estacionamento de veículos leves. TCC, Curso de Engenharia Civil, UniEvangélica, Anápolis, GO, 50p. 2020.

CESSÃO DE DIREITOS

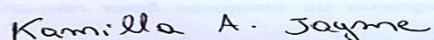
NOME DO AUTOR: Kamilla Almeida Jayme

Vitória Fornasiere Ferreira

TÍTULO DA DISSERTAÇÃO DE TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO: Aplicação do concreto permeável para estacionamento de veículos leves

GRAU: Bacharel em Engenharia Civil ANO: 2020

É concedida à UniEvangélica a permissão para reproduzir cópias deste TCC e para emprestar ou vender tais cópias somente para propósitos acadêmicos e científicos. O autor reserva outros direitos de publicação e nenhuma parte deste TCC pode ser reproduzida sem a autorização por escrito do autor.



Kamilla Almeida Jayme

Email: kamilla_jayme@hotmail.com



Vitória Fornasiere Ferreira

Email: fornasiere@hotmail.com

**KAMILLA ALMEIDA JAYME
VITÓRIA FORNASIERE FERREIRA**

**APLICAÇÃO DO CONCRETO PERMEÁVEL PARA
ESTACIONAMENTO DE VEÍCULOS LEVES**

**TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO SUBMETIDO AO CURSO DE
ENGENHARIA CIVIL DA UNIEVANGÉLICA COMO PARTE DOS REQUISITOS
NECESSÁRIOS PARA A OBTENÇÃO DO GRAU DE BACHAREL**

APROVADO POR:

**VANESSA HONORATO DOMINGOS, Mestra (UniEvangélica)
(ORIENTADORA)**

**CARLOS EDUARDO, Mestre (UniEvangélica)
(EXAMINADOR INTERNO)**

**RODOLFO RODRIGUES DE SOUZA BORGES, Especialista (UniEvangélica)
(EXAMINADOR INTERNO)**

DATA: ANÁPOLIS/GO, 19 de junho de 2020.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, por estar ao meu lado e me dando forças diariamente para que eu chegasse até aqui, me dando sabedoria e discernimento em todos os momentos em que necessitei.

Aos meus pais, com certeza sem eles eu não estaria me formando, desde o apoio para me tornar uma acadêmica do curso que sonhei, por se doarem ao máximo para conseguir pagar a minha faculdade que eu sei que não foi nada fácil, isso é por vocês. Tenho muito orgulho das pessoas que vocês são, minha mãe um exemplo de garra e empenho, meu pai por toda a dedicação para que tudo desse certo sempre. Juntamente agradeço ao meu irmão, que nunca poupou em me ajudar, me colocando no caminho certo, por se esforçar tanto para me auxiliar a concretizar esse meu sonho, meu incentivador do início ao fim.

À Kamilla, que desde o início esteve comigo, desde a primeira prova em dupla até o último trabalho, por ter aceito entrar nesse desafio que foi fazer este trabalho comigo, por toda paciência que teve ao decorrer, por todo o companheirismo ao longo da faculdade. A faculdade não teria sido a mesma sem sua amizade, tenho certeza que a levarei para sempre comigo, sou extremamente grata por tudo.

De forma especial, à nossa orientadora Vanessa Honorato, por ter aceitado nos orientar, sei que não foi uma tarefa fácil, por toda bronca e puxão de orelha necessária e por todo o ensino oferecido, não só na fase do trabalho, mas ao longo da faculdade, lembrar-me-ei de você com muito carinho.

Ao Doutor Leandro Porfiro meu grande professor e incentivador, um amigo que ganhei dentro da faculdade e que levarei para a vida, obrigada por me ajudar a colocar em prática a solidariedade. E também à todos os professores que ministraram suas aulas da melhor forma, para que hoje eu possa dizer que estou encaminhando para ser uma engenheira, sem vocês e sem seus ensinamentos não seria possível.

Com carinho, à professora Kiria por toda ajuda ao longo do tcc, por ser uma pessoa incrível com a gente, gratidão sempre.

Aos meus amigos da faculdade, Brenno, Windson, Vinicius, Anna Paula, Andressa, Márcio Hígor, Wanderley, que estiveram comigo desde o segundo período me aguentando, apoiando, ajudando a todo o momento e principalmente nas horas de dificuldade, sem vocês com certeza essa luta que foi difícil teria sido bem pior.

À minha amiga de infância, Mikaelle Costa, pelo apoio desde o cursinho pré-vestibular até minha formação esteve comigo, sempre bem-disposta a me ajudar e me encorajar nos momentos mais complicados.

À minha segunda família, Família Carvalho (Isabela, Carolina e Lara Rafaela) por nunca me deixarem desistir mesmo quando não havia tanta força para continuar, pelos conselhos e ensinamentos, pela paciência quando meu estresse gritava mais alto que tudo e por estarem comigo nos momentos mais importantes da minha vida. Agradeço também aos meus amigos que compartilharam dessa fase da minha vida, meus apoiadores, que idealizaram esse momento comigo, vocês têm uma grande participação nisso. A todos o meu muito obrigada.

Vitória Fornasiere Ferreira

AGRADECIMENTOS

A Deus que me deu saúde e forças para superar as dificuldades e por me ajudar a me manter firme nessa jornada.

À minha mãe que esteve ao meu lado em todos os momentos, agradeço seus cuidados, ensinamentos e por me incentivar a crescer sempre, e aos meus irmãos que sempre me proporcionaram momentos de diversão e paz.

Aos meus familiares, principalmente às minhas tias Cleuluce e Adriana, que sempre me apoiaram, acreditaram em mim e tornaram grande parte disso tudo possível.

À nossa orientadora Vanessa pela dedicação e empenho. Obrigada por todas as correções e incentivos e por ter aceitado nos conduzir neste trabalho.

À instituição, seus funcionários e professores pela excelência na transmissão de conhecimento e apoio em nossa formação profissional. Agradeço especialmente à professora Kiria que nos deu uma grande ajuda neste trabalho.

À Vitória, minha parceira neste trabalho, que me acompanha desde o início dando forças tanto nos estudos quanto nos momentos de insanidade que foram trazidos por essa experiência. Agradeço por toda sua paciência e amizade e espero que continue pela vida.

Aos meus amigos de sala, Brenno, Anna Paula, Windson, Vinicius e Yasmin que tornaram essa jornada mais agradável e ao mesmo tempo um tanto quanto desafiadora. Obrigada a todos.

Por fim a todos que contribuíram direta ou indiretamente para minha formação.

Kamilla Almeida Jayme

“O período de maior ganho em conhecimento e experiência é o período mais difícil da vida de alguém.”

(Dalai Lama)

RESUMO

São notórias as consequências devido ao aumento das construções nas áreas urbanas sem um estudo prévio de impacto relacionado à drenagem urbana quanto à problematização da impermeabilidade do solo, no qual origina-se picos de cheias, alagamentos e enchentes. A fim de minimizar esses impactos o presente trabalho busca como alternativa desenvolver dois traços que desempenhe os parâmetros normativos vigentes da norma de concreto permeável, com a finalidade de aplicação em estacionamento de veículos leves. Foi realizado o ensaio no Laboratório do Centro Tecnológico de Anápolis - UniEvangélica com o propósito de verificar a resistência a tração indireta por compressão diametral, de um traço preexistente com efeito comparativo, para isso moldou-se 10 corpos de prova cilíndricos com 15 cm de diâmetro por 30 cm de altura, com seu processo de cura, em câmara úmida durante 28 dias. Após esse tempo realizou-se o teste de resistência mecânica dos corpos de prova, no mesmo laboratório anteriormente citado, que disponibilizou a prensa hidráulica que foi utilizada segundo a norma NBR 7222 (ABNT, 1994) realizando o ensaio de tração indireta por compressão diametral. Obteve-se como resultado médio dos 10 corpos de provas o valor de 1,06 MPa de resistência mecânica, com desvio padrão de 0,1496, em comparação com o autor referência Batezini (2013), estes valores tiveram 85,5% de aproximação.

Palavras chaves: concreto, permeabilidade, resistência.

ABSTRACT

The consequences are notorious due to the increase of construction in urban areas without a previous study of the impact related to urban drainage and of the problematization of soil impermeability, which causes floods. In order to minimize these impacts, the present work seeks an alternative to develop two concrete mixes that comply with the current normative parameters of the pervious concrete standard, with the purpose of application in parking lots. The test was carried out at the Laboratory of the Technological Center of Anápolis - UniEvangélica with the purpose of verifying the indirect tensile strength by diametrical compression, of a pre-existing mix with comparative effect. For this purpose 10 cylindrical specimens with 15 cm in diameter were molded 30 cm in height, with its curing process, in a humid chamber for 28 days. After that time, the mechanical strength test of the specimens was carried out in the same laboratory previously mentioned, which provided the hydraulic press that was used according to the NBR 7222 standard (ABNT, 1994), performing the indirect tensile test by diametrical compression. As an average result of the 10 specimens, the value of 1.06 MPa of mechanical strength was obtained, with a standard deviation of 0.1496, in comparison with the reference author Batezini (2013), these values had an 85.5% approximation.

Key words: concrete, permeability, strength

LISTA DE FIGURAS

Figura 1- Efeitos da urbanização sobre o hidrograma.....	12
Figura 2 - Amostra de Concreto Permeável	15
Figura 3 - Sistema de Infiltração Total.....	16
Figura 4 - Sistema de Infiltração Parcial	16
Figura 5 - Relação entre índice de vazios e a condutividade do concreto poroso.....	23
Figura 6 - - Instrumento para determinar a permeabilidade do concreto poroso	26
Figura 7 - Corpos de prova cilíndricos	31
Figura 8 - Corpos de prova em cura na câmara úmida.....	32
Figura 9 - Compactação dos corpos de prova	32
Figura 10 – Prensa hidráulica	33

LISTA DE TABELAS

Tabela 1- Área permeável x densidade populacional, retiradas em senso das cidades de São Paulo, Porto Alegre e Curitiba.....	11
Tabela 2 - Limites da distribuição granulométrica do agregado miúdo	18
Tabela 3 - Designação normalizada, sigla do cimento Portland.....	20
Tabela 4 – Dimensões do corpo de prova e vão de ensaio	22
Tabela 5 – Valores dos ensaios encontrados dos materiais	30
Tabela 6 – Traços elaborados	30

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Determinação do coeficiente de permeabilidade.....	25
Quadro 2 – Valores de tensão de ruptura dos corpos de prova cilíndrico	34
Quadro 3 – Resultado calculados da tensão de ruptura	34

LISTA DE ABREVIATURA E SIGLA

PNAD – Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílio

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

DNIT – Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes

ABCP – Associação Brasileira de Cimento Portland

MPa - Mega Pascal

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	8
1.1 JUSTIFICATIVA.....	9
1.2 OBJETIVOS	9
1.2.1 Objetivo Geral	9
1.2.2 Objetivos Específicos	9
1.3 METODOLOGIA	10
1.4 ESTRUTURA DO TRABALHO.....	10
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	11
2.1 DRENAGEM URBANA	11
2.2 PAVIMENTAÇÃO.....	13
2.3 CONCRETO PERMEÁVEL	14
2.3.1 Definição	14
2.3.2 Tipos de pavimentos permeáveis	15
2.3.3 Determinação do traço.....	17
2.3.4 Agregado Graúdo	18
2.3.5 Agregado Miúdo.....	18
2.3.6 Cimento	19
2.3.7 Água	21
2.4 PROPRIEDADES DO CONCRETO.....	21
2.4.1 Concreto permeável no estado fresco.....	22
2.4.2 Concreto permeável no estado endurecido.....	22
3 CONTROLE TECNOLÓGICO	24
3.1 CONCRETO – PROCEDIMENTO PARA MOLDAGEM E CURA DO CORPO DE PROVA NBR 5738:2015	24
3.2 CONCRETO – ENSAIO DE COMPRESSÃO DE CORPOS DE PROVAS CILÍNDRICOS.....	24
3.3 DETERMINAÇÃO DO COEFICIENTE DE PERMEABILIDADE SEGUNDO A NBR 16.416:2015.....	25
4 ESTUDO DE CASO	27
4.1 LOCAL O PARA EFETIVAÇÃO DO ESTUDO	27
4.2 CARACTERIZAÇÃO DOS MATERIAIS.....	27

4.2.1	Determinação das características do cimento.....	27
4.2.2	Composição Granulométrica do agregado miúdo	28
4.2.3	Determinação da massa unitária.....	28
4.2.4	Determinação da massa específica do agregado miúdo	29
4.3	CARACTERIZAÇÃO DO AGREGADO GRAÚDO	29
4.3.1	Composição Granulométrica.....	29
4.3.2	Massa unitária do agregado graúdo.....	29
4.3.3	Massa específica do agregado graúdo	30
4.3.4	Dosagem.....	30
4.3.4.1	Elaboração do traço.....	30
4.3.5	Confecção dos corpos de prova.....	31
4.3.6	Quantitativo dos materiais.....	32
4.4	Ensaio de resistência a tração indireta por compressão diametral	33
4.5	Resultados finais	33
5	CONCLUSÃO	35
5.1	RECOMENDAÇÃO PARA PESQUISAS FUTURAS.....	35
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	37
	ANEXO A - Cimento Portland -Ficha de Informações de Segurança De Produtos Químicos - FISPQ (NBR 14725)	41

1 INTRODUÇÃO

O crescimento urbano marcado no início da Revolução Industrial, nos séculos XVII e XIX, impulsionou a população a ir à busca de novas condições de vida e trabalho, ocorrendo o chamado êxodo rural. Segundo a Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílio PNAD (2015), a porcentagem de habitantes que residem em área urbana no Brasil é de aproximadamente 85%. O mau planejamento, estudo e fiscalização, tanto por parte dos residentes quanto da administração pública, são problemas que ocorrem com frequência nas cidades, pois as áreas permeáveis reduziram dando lugar às construções. Em conjunto, a ausência da manutenção de projeto de drenagem pluvial e manutenção preventiva do mesmo nas cidades têm como resultado as enchentes e alagamentos.

Segundo Abreu (2018), em Goiânia-GO, 59% da água pluvial não consegue infiltrar no solo devido à grande impermeabilidade. Na década de 50 foi implantado bocas de lobos para atenuar as consequências dessa impermeabilização, porém a projeção feita foi apenas para suprir a demanda daquele ano. Contudo, as vazões atuais são ainda maiores formando um grande volume, acarretando assim em picos de cheias. Logo, a utilização do concreto permeável em determinadas áreas é uma forma de minimizar esse problema, viabilizando a infiltração da água pluvial pelas camadas porosas do concreto.

De acordo com Ferguson (2005) o concreto permeável, ou também chamado de poroso, possui em sua composição grande adição de agregado graúdo e cimento Portland, materiais de graduação aberta. A adição de agregado miúdo e água é quase nula. Portanto há um nível alto de vazios em sua estrutura, consequentemente se torna altamente drenante, ou seja, grande parte da água pluvial penetra percolando sobre os espaços livres, indo ao destino final, o lençol freático ou reservatório.

O concreto poroso existe há cerca de 20 anos, mas só ganhou visibilidade após as rigorosas diretrizes de gestão de águas pluviais, que inseriram esse produto como um material de construção sustentável. Este pode ser aplicado de inúmeras formas em pátios, praças, estacionamentos, entre outros (HUFFMAN, 2005). No entanto, no Brasil há pouca aplicação registrada, assim como seu estudo é bastante escasso. Segundo Rocha (2019) em meados dos anos 80 houve apenas publicações do uso do material, as primeiras execuções foram em pistas de aeroportos e depois rodovias, com o propósito de restringir o número de acidentes.

1.1 JUSTIFICATIVA

O crescimento urbano desordenado traz consequências como a diminuição das áreas permeáveis, sendo necessárias medidas alternativas para minimizar os picos de cheias decorrentes a este fator. A falta da drenabilidade da água pluvial, decorrente do excesso de áreas concentradas, tem como o resultado o assoreamento, no qual os sedimentos cessam nas margens dos rios contaminando o leito, ou saturam o sistema público de drenagem urbana, gerando alagamentos e enchentes nas vias urbanas. A aplicação do concreto permeável em áreas tais como calçadas e estacionamentos traz benefícios quanto ao âmbito econômico e ambiental, como na redução de gastos na implementação de projetos de controle de água pluvial, manutenção dos sistemas existentes de drenagem urbana e a diminuição de enchentes em consequência da elevada drenabilidade do concreto permeável.

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 Objetivo Geral

O presente trabalho tem como objetivo discutir melhorias na drenagem urbana através da implantação do concreto permeável em estacionamentos de veículos leves, a partir da elaboração de dois traços pelo método de Batezini (2013) e tornar a ensaiar um dos traços à resistência mecânica.

1.2.2 Objetivos Específicos

A fim de atingir o objetivo geral do trabalho, têm-se os seguintes objetivos específicos:

- Revisar a literatura referente ao concreto permeável, drenagem urbana e pavimentação.
- Compor os traços para o concreto permeável baseado na experiência de Batezini (2013).
- Verificar as características mecânicas do concreto permeável através do ensaio de resistência compressão axial

1.3 METODOLOGIA

O estudo será composto da análise crítica de artigos e teses da literatura existentes acerca do tema, tendo como referência as normas que regem a aplicação e execução dos traços já existentes do concreto poroso.

O estudo será através de análise experimental, no qual serão elaborados dois traços de concreto permeável a partir da literatura existente, juntamente com o preparo de um traço já desenvolvido para efeito comparativo das propriedades mecânicas.

1.4 ESTRUTURA DO TRABALHO

No capítulo 1 será apresentada uma introdução sobre o concreto permeável, abordando sobre sua história, juntamente com a problemática da drenagem urbana atual. A justificativa, os objetivos e a metodologia são apresentados neste capítulo.

O capítulo 2 é apresentando a revisão bibliográfica do trabalho, analisando mais sobre o conceito e desenvolvimento do concreto permeável, a partir do contexto histórico e sua aplicação. Este capítulo tem como finalidade demonstrar a sua biografia, suas características de execução com enfoque na permeabilidade favorecendo a drenagem urbana.

O capítulo 3 será explicado o controle tecnológico do concreto permeável, desde a separação dos componentes até o preparo do concreto. Serão realizados ensaios normativos com o intuito de verificar a aplicação do concreto permeável em estacionamento de veículos leves.

O capítulo 4 será apresentado o preparo do concreto permeável, os ensaios normativos realizados e os resultados encontrados.

Por fim o capítulo 5 será retratado as considerações finais e recomendações para as pesquisas futuras.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 DRENAGEM URBANA

O crescimento urbano ocorreu de forma desordenada e sem o planejamento das cidades, influenciada pela revolução industrial nos séculos XVII e XIX, no qual a população ia à busca de melhor qualidade de vida. Segundo Barros (2005) as cidades cresceram de forma caótica, destruindo o biossistema e os processos básicos necessários para vida. Esse fator trouxe consequências principalmente para a drenagem urbana, como a impermeabilização do solo, aumentando as enchentes e os alagamentos, tendo reflexos no saneamento básico entre outros.

A Tabela 1 mostra como a ocupação urbana está diretamente relacionada à minimização das áreas permeáveis, dando lugar as novas construções, nas cidades de Porto Alegre, São Paulo e Curitiba.

Tabela 1- Área permeável x densidade populacional, retiradas em senso das cidades de São Paulo, Porto Alegre e Curitiba.

Densidade habitacional (hab./ha)	Área Impermeável (%)
25	11,3
50	23,3
75	36,0
100	50,0
120	58,7
150	64,7
200	66,7

Fonte: Campana e Tucci, 1992. Adaptado

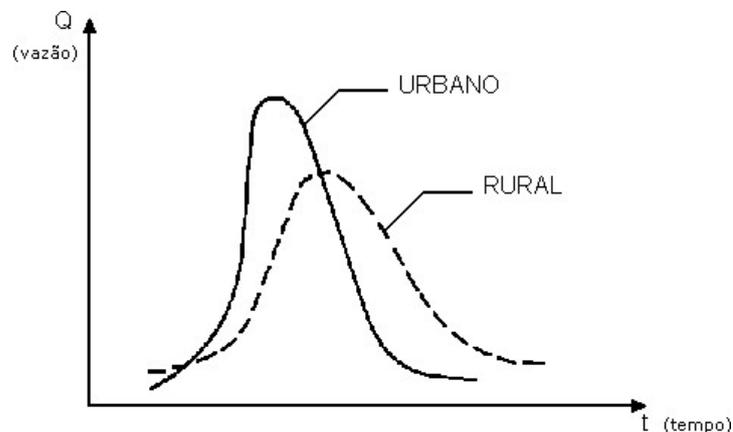
Tucci (1997) explica que grande parte das enchentes ocorre devido à urbanização desordenada, que trazem um aumento da ocupação do solo com áreas impermeáveis e com rede de condutos de escoamentos, e também, devido às obstruções aos escoamentos como aterros e pontes, drenagens inapropriadas e barragens ao escoamento junto a condutos e assoreamentos. Ainda de acordo com Tucci (1995) os demais impactos que a aumento populacional provoca nos escoamentos tanto da água pluvial quanto a fluvial e na interferência na qualidade da água são:

- Crescimento do escoamento superficial da vazão máxima dos hidrograma e da antecipação dos picos;
- Diminuição da evapotranspiração do escoamento subterrâneo e lençol freático;
- Elevação da formação de material sólido;
- Deterioração da qualidade das águas superficiais, essencialmente no início das chuvas pela drenabilidade de água que transportam o material sólido e conduz para as áreas urbanas.

A Figura 1 apresenta os reflexos da impermeabilização do solo causados pela ocupação urbana, podem ser notados no aumento da vazão da água de chuva, destinadas aos cursos d'água e maior concentração de agentes poluidores nesses escoamentos. Estas consequências contribuem para a diminuição da qualidade de água superficial e subterrânea. (TUCCI, 2005).

Em consequência da superfície menos rugosa do pavimento impermeável, obtém menor resistência ao escoamento. Desta forma há a ocorrência de cheias com maior densidade, maior pico de vazão e menor tempo de ocorrência ao se comparar com as cheias naturais. (Esteves, 2006).

Figura 1- Efeitos da urbanização sobre o hidrograma



Fonte: Genz, 1994

De acordo com Baptista e Nascimento (2005) há duas formas de intervenção hidráulica, o sistema clássico e o sistema alternativo. O sistema clássico ocorre o escoamento da água pluvial através de condutos preferencialmente subterrâneo, operando por gravidade. Este é composto por sarjetas, na qual coleta e transporta a água das superfícies das ruas e em sequência é destinada as bocas de lobo e por fim, o deságue ocorre em canais abertos ou em galerias. Já o sistema alternativo sucede a aplicação de tecnologias a fim de compensar os efeitos negativos da impermeabilização do solo causada pela desordenada urbanização, dentre

essas medidas está, as estruturas de armazenamento temporário, canalização em cursos d'água, com medidas que favorecem o escoamento e retenção temporária das águas e também os pavimentos porosos ou permeáveis.

O gerenciamento da drenagem urbana é abordado em cada município pelo Plano Diretor de Urbanização, que rege segundo a Lei do Estatuto da Cidade n. 19.257 de 2001, um conjunto de normas e regras para aqueles que constroem e utilizam o espaço urbano. Apesar da sua importância, a pesquisa de Informações Básicas Municipais (MUNIC), feita pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), afirma que 96,3% dos municípios brasileiros investigados apenas 53,4% possuíam um plano diretor.

Para Tucci (2002) a administração de drenagem urbana deve ser realizada pelo Plano Diretor de Drenagem Urbana e deve:

- Organizar a distribuição da água no tempo e no espaço conforme o crescimento urbano, a fim de melhorar a infraestrutura para diminuir os danos econômicos e ambientais;
- Fiscalizar a apropriação de áreas de riscos de inundação, através de restrições da área de alto risco e;
- Contato com as enchentes nas áreas de baixo risco.

2.2 PAVIMENTAÇÃO

Os pavimentos são estruturas compostas por diversas camadas, sendo o revestimento destinado a receber as forças aplicadas por veículos e mais diretamente da ação climática. Deste modo, a camada asfáltica é composta por agregados minerais, ligantes asfálticos, garantindo a impermeabilidade, durabilidade, resistência à derrapagem, entre outros (Bernucci et al, 2008).

Segundo o manual de pavimentação do DNIT (2006), os pavimentos são classificados em flexíveis, semirrígidos e rígidos:

- Flexível: ocorre em todas as superfícies a deformação elástica sob efeito das forças atuantes;
- Semirrígido: formado por uma base composta por cimento em conjunto com aglutinantes com característica cimentícia;

- Rígido: revestimento que possui grande rigidez comparada às camadas inferiores, contudo recebe todas as tensões oriundas do carregamento suportado.

De acordo com Senço (1997) na base do pavimento asfáltico é aplicado uma membrana impermeabilizante, com a finalidade de aumentar a coesão da superfície imprimida. Dessa forma o pavimento asfáltico possui menor índice de permeabilidade levando o acúmulo considerável de fluídos, para reduzir os efeitos causados pela permeabilização, a aplicação de pavimentos com grande índice de permeabilidade se torna relevante, dentre eles o pavimento de concreto permeável.

2.3 CONCRETO PERMEÁVEL

2.3.1 Definição

O uso de concreto permeável é ainda bastante recente comparado aos demais, possuindo poucas linhas de pesquisa e execução tanto no exterior quanto no Brasil. Segundo Azzout (1994) os pavimentos porosos tiveram sua aplicação inicial na França em meados do século XX, porém só ganharam notoriedade em 1970 em que vários países da Europa voltaram a ter interesse de estudo e aplicação do mesmo.

No Brasil vem crescendo o interesse pela sustentabilidade e métodos alternativos. Segundo Rocha (2019), no ano de 1980, possuía apenas publicações do uso do material, no entanto, atualmente as cidades de São Paulo e Curitiba vêm aderindo ao uso do concreto permeável, empregando em calçadas e estacionamentos, De acordo com Polastre e Santos (2006), em junho de 2006, em São Paulo, a Secretária de Coordenação das Subprefeituras juntamente com outros órgãos públicos e privados noticiaram a utilização da tecnologia do concreto para restituição de algumas áreas degradadas.

O concreto permeável possui como característica principal a alta porosidade devido ao grande índice de vazios, garantindo uma excelente drenabilidade. Se o projeto e execução forem feitos de forma correta, irá refletir de forma positiva sobre uma das maiores consequências da grande impermeabilidade urbana, como os picos de cheias que resultam em alagamentos e enchentes.

De acordo com a NBR 16.416 (ABNT, 2015), o pavimento permeável supre os esforços mecânicos solicitados e sua estrutura permite a percolação da água, amenizando o escoamento. A formação da estrutura do concreto poroso é constituída por um ligante,

agregado graúdo, agregado miúdo e água. Diferente do concreto convencional há uma redução do agregado miúdo, pois a quantidade influencia diretamente no desempenho da drenabilidade. Segundo Huffman (2005) devido o alto grau de vazios em sua composição, o concreto poroso (Figura 2) pode permitir a infiltração de uma quantidade de água que chega a 5080 mm/h por $0,09\text{m}^2$, ou seja, 11,4 a 19 L/min.

Figura 2 - Amostra de Concreto Permeável



Fonte: Monteiro (2010)

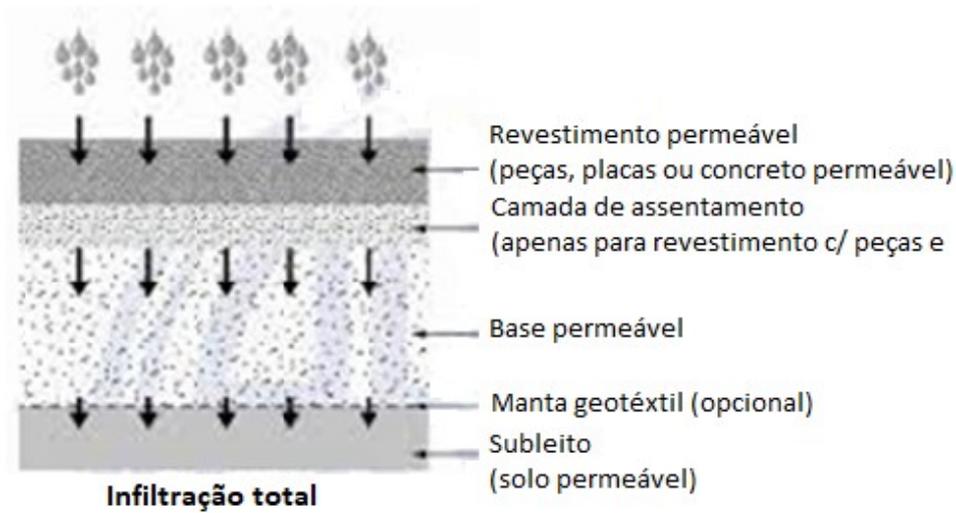
2.3.2 Tipos de pavimentos permeáveis

De acordo com Ferguson (2005) o pavimento poroso tem como particularidade a percolação da água através dos vazios existentes em sua composição, com seu destino final o lençol freático ou um reservatório. O emprego desse material tende a minimizar os escoamentos das águas pluviais e suas consequências.

Os tipos de pavimentos e suas características relacionadas à drenagem pluvial segundo Suzuki, Azevedo e Kabbach Júnior (2013) podem ser classificados como:

- a) Sistema de infiltração total (Figura 3): as águas pluviais são percoladas em sua totalidade, ou seja, o solo necessita ter uma excelente permeabilidade e o pavimento uma boa eficácia de acumulação temporária das precipitações para o índice pluviométrico local.

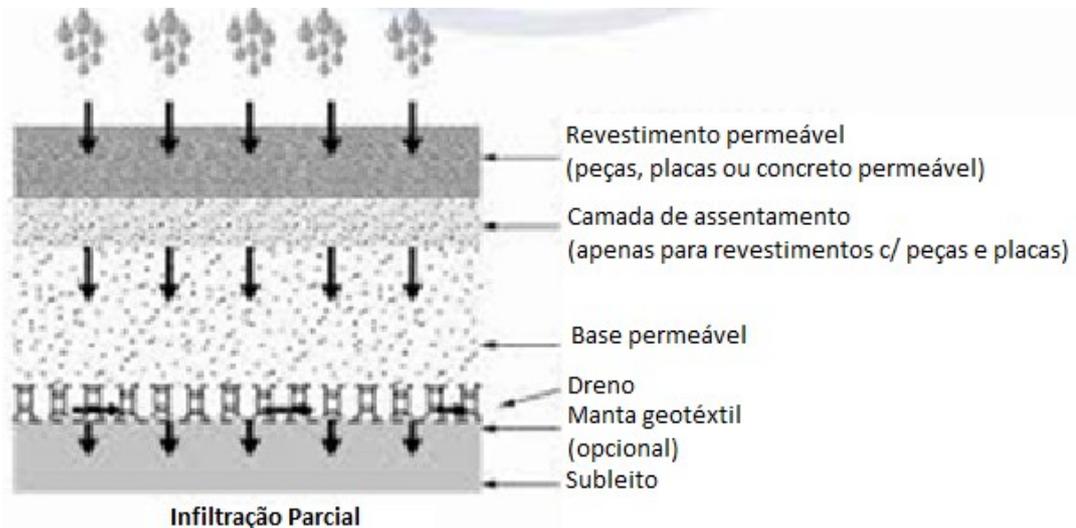
Figura 3 - Sistema de Infiltração Total



Fonte: ABNT, 2015. Adaptado.

b) Sistema de infiltração parcial (Figura 4): este sistema é empregado quando o solo em análise não consegue infiltrar toda a água pluvial, devido o baixo índice de permeabilidade do solo e o nível de água estar muito elevado. Assim sendo necessária uma instalação do sistema de coleta de água superficial.

Figura 4 - Sistema de Infiltração Parcial



Fonte: ABNT, 2015. Adaptado.

c) Sistema de Infiltração para o controle de água: as águas de chuva têm seu primeiro contato com o solo, no qual ocorre o assoreamento, ou seja, tem grande quantidade de sedimentos. Logo após a primeira captação e transporte através do sistema de drenagem urbana, assim ocorrendo o controle de água.

De acordo com NBR 16416 (ABNT, 2015) os revestimentos dos pavimentos são classificados como: revestimentos de pavimento intertravado, revestimento de peças de concreto permeável e revestimento de concreto permeável. Além disso, existem vários fatores que interferem na escolha do tipo de pavimento a ser empregado no local, dentre eles são: a análise do solo, índice pluviométrico da região e o estudo para que o resultado da aplicação será favorável ao investimento.

Assim como o convencional, o pavimento permeável deve atender às solicitações aos esforços mecânicos e às condições de rolamento, mas possui alta porosidade e permeabilidade. Devido sua capacidade de deixar a água percolar, o uso do pavimento poroso em áreas urbanas pode ajudar a reduzir o escoamento superficial, melhorando a drenagem em dias de chuva. Segundo Araujo, Tucci, Goldenfum (2000) a camada superior dos pavimentos porosos é construída de forma idêntica aos convencionais, mas com a retirada da fração de areia fina da mistura dos agregados do pavimento.

2.3.3 Determinação do traço

O método para dosagem utilizado para a constituição do traço deste trabalho foi baseado em trabalhos anteriores, pois ainda não há método de dosagem publicado e normatizado, contudo pegou-se de base para a determinação das etapas e parâmetros, o método da Associação Brasileira de Cimento Portland (ABCP) devido à carência de normas e diretrizes que determinam um método específico para o traço de concreto permeável. Este método foi publicado no ano de 1984 pela ABCP como um parâmetro de dosagem, baseando e adaptando as normas brasileiras para a utilização do agregado graúdo britado, com a norma ACI 221.1-81- Standard Practice for Selecting Proportion for Normal, Heavy weight and Mass Concrete.

2.3.4 Agregado Graúdo

Segundo Bauer (2000) agregado é um material composto por partículas de diversos tamanhos e de atividade química quase nula, sua classificação é de acordo com sua origem, natural ou industrializado, tamanho das partículas, graúdo ou miúdo e quanto seu peso específico, leve médio ou pesado.

De acordo com a NBR 7211(ABNT, 2019) o agregado graúdo é definido pelo material passante pela abertura da peneira de malha de 75 mm e ficam retidos na peneira de 4,75mm, em ensaio normatizado pela NM ISO 3310-1(ABNT, 2019). O material britado possui subdivisões na faixa granulométrica, através da representação das graduações, indicados com G0 á G4.

2.3.5 Agregado Miúdo

De acordo com Sbrighi (2011) agregado miúdo é definido por aqueles grãos passantes pela peneira com abertura de malha de 4,75 mm e o material retido na peneira com abertura de malha de 0,150 mm em ensaios realizados com NBR NM 248 (ABNT, 2003). O agregado tem sua dimensão característica muito pequena em comparação ao agregado graúdo, deste modo os espaços vazios existentes na estrutura do concreto permeável seriam preenchidos por estes elementos, obstruindo a percolação da água. Portanto, a utilização do agregado miúdo será quase nula em comparação aos demais componentes da mistura.

A Tabela 2 mostra a distribuição granulométrica à zona utilizável e à zona ótima, no qual especifica os limites das dimensões dos agregados para concretos convencionais, dos limites recomendados pela NBR 7211(ABNT, 2019). Para Sbrighi (2011) a determinação do módulo de finura é caracterizada pela somatória do material retido até cada peneira da série normal.

Tabela 2 - Limites da distribuição granulométrica do agregado miúdo

(continua)

Peneira com abertura de malha (NBR NM ISO 3310-1)	Porcentagem, em massa, retida acumulada.			
	Limites inferiores		Limites superiores	
	Zona utilizável ²⁾	Zona ótima ¹⁾	Zona ótima ¹⁾	Zona utilizável ³⁾
9,5 mm	0	0	0	0
6,3 mm	0	0	0	7
4,75 mm	0	0	5	10

Tabela 2- Limites da distribuição granulométrica do agregado miúdo

	(conclusão)			
2,36 mm	0	10	20	25
1,18 mm	5	20	30	50
600 µm	15	35	55	70
300 µm	50	65	85	95
150 µm	85	90	95	100

NOTAS

¹⁾ O módulo de finura da zona ótima varia de 2,20 a 2,90.

²⁾ O módulo de finura da zona utilizável inferior varia de 1,55 a 2,20.

³⁾ O módulo de finura da zona utilizável superior varia de 2,90 a 3,50.

Fonte: ABNT, 2005.

2.3.6 Cimento

Conforme Bauer (2000) cimento Portland é o produto resultante da pulverização do *clinker*, composto por uma parcela de sulfato de cálcio natural, podendo ser adicionados ao longo da preparação do concreto aditivos que modificam as propriedades do mesmo. Para Yazigi (2017) o cimento é um componente primordial na composição do concreto, sendo um produto que em contato como solvente, neste caso a água, realiza uma reação exotérmica de cristalização do produto hidratado.

Os cimentos quando hidratados com diversos compostos químicos manifestam diferentes características. Portanto, é possível obter cimentos com diversas composições para as propriedades desejadas. Comercialmente, hoje existem vários tipos de cimento. De acordo com Battagin (2011) o Brasil dispõe de oito tipos de cimento Portland normatizados e disponíveis no mercado brasileiro, sendo eles:

- Cimento Portland Comum (CP I);
- Cimento Portland Composto (CP II);
- Cimento Portland de Alto Forno (CP III);
- Cimento Portland Pozolânico (CP IV);
- Cimento Portland de Alta Resistência Inicial (CP V-ARI);
- Cimento Portland Resistente a Sulfatos (RS);
- Cimento Portland de Baixo Calor de Hidratação (BC);
- Cimento Portland Branco (CPB)

A Tabela 3 apresenta os vários tipos de cimento Portland que correspondem às suas adições e propriedades principais no qual são designados por suas siglas e classes de resistência. A compreensão da tabela resulta na melhor escolha do qual cimento utilizar para a

determinada obra com sua resistência mecânica estipulada em projeto, gerando economia no orçamento.

Tabela 3 - Designação normalizada, sigla do cimento Portland

Designação normalizada (tipo)	Subtipo	Sigla	Classe de Resistência	Sufixo
Cimento Portland comum	Sem adição	CP I	25,32 ou 40 ^c	RS ^a ou BC ^b
	Com adição	CP I-S		
Cimento Portland composto	Com escória granulada de alto forno	CP II-E		
	Com material carbonático	CP II-F		
	Com material pozolânico	CP II-Z		
Cimento Portland de alto-forno		CP III		
Cimento Portland pozolânico		CP IV		
Cimento Portland de alta resistência inicial		CP V	ARI ^d	
Cimento Portland branco	Estrutural	CPB	25, 32 OU 40 ^c	
	Não estrutural	CPB	-	-

a O sufixo RS significa resiste a sulfatos e se aplica a qualquer tipo de cimento Portland que atenda aos requisitos estabelecidos em 5.3, além dos requisitos para seu tipo e classe originais.

b O Sufixo BC significa baixo calor de hidratação e se aplica a qualquer tipo de cimento Portland que atenda aos requisitos estabelecidos em 5.4, além dos requisitos para seu tipo e classe originais.

c As classes 25, 32 e 40 representam os valores mínimos de resistência a compressão aos 28 dias de idade, em megapascals (MPa), conforme método de ensaio estabelecido pela ABNT NBR 7215.

d Cimento Portland de alta resistência inicial, CP V, que apresenta a 1 de idade resistência igual ou maior que 14 MPa, quando ensaiado de acordo com a ABNT NBR 7215 e atende aos demais requisitos estabelecidos nesta Norma para esse tipo de cimento.

Fonte: ABNT, 2013

2.3.7 Água

Para Isaia (2011) as modificações que a água causa na microestrutura do concreto são relevantes, tais como a hidratação do cimento, tempo de cura do concreto fresco, a retração e fluência. Deste modo, a água é um dos principais componentes para a confecção do concreto, definidas as propriedades de resistência e durabilidade.

A utilização da água no preparo do concreto deve ser calculada de forma exata para não afetar a resistência, em razão do fator água x cimento serem inversamente proporcionais e deve ser livre de sedimentos e impurezas, visto que esses elementos reagem diretamente na reação do concreto. Segundo Bauer (2008) a água empregada no preparo do concreto deve ser ausente de impurezas, pois estes interferem nas reações que o mesmo desencadeia promovendo em resultados negativos ao concreto.

2.4 PROPRIEDADES DO CONCRETO

Segundo Bauer (2000) a propriedade de um corpo é determinada pelas particularidades exteriores que o caracterizam e distinguem. O material é identificado pelas suas propriedades resultantes perante esforços exteriores, dentre eles esforços mecânicos nos quais um corpo pode ser submetido, como:

- Compressão: Ação de duas forças em sentidos opostos a fim de reduzir o volume do corpo;
- Tração: uma força axial atuando em direção ao exterior do corpo sólido;
- Flexão: esforço físico onde a deformação ocorre perpendicular ao eixo do corpo, paralelamente a força atuante;
- Torção: deformação de um corpo quando submetido a uma energia de rotação;
- Cisalhamento: tensão gerada por forças empregadas no mesmo sentido ou sentidos opostos, em direções semelhantes com intensidades diferentes do corpo analisado.

A propriedade mecânica mais importante do concreto é sua capacidade de resistência aos esforços de compressão. Esta propriedade é normatizada pela NBR 5739 (ABNT, 2018), em que os corpos de provas cilíndricos e prismáticos são confeccionados segundo a NBR 5738 (ABNT, 2015) com diâmetro entre 10 cm e 45 cm, e ter seção transversal quadrada com

superfícies lisas e livres de saliências, respectivamente. Os corpos de prova prismáticos devem seguir os parâmetros indicados na Tabela 4.

Tabela 4 – Dimensões do corpo de prova e vão de ensaio

Dimensão básica mm	Comprimento mínimo mm	Vão de ensaio ^a mm
100	350	300
150	500	450
250	800	750
450	1400	1350

^a Conforme ABNT NBR 12142

Fonte: ABNT, 2018

2.4.1 Concreto permeável no estado fresco

Como afirma Sobral (2012) o concreto fresco é constituído por agregados miúdos e graúdos envolto por pasta de cimento e espaços cheios de ar. Em seu estado fresco o concreto poroso possui alta consistência, e baixa trabalhabilidade quando comparado ao convencional.

A relação da trabalhabilidade com a consistência origina-se da granulometria dos materiais sólidos, da inclusão de aditivos e, do fator água/cimento, visto que para boa trabalhabilidade do concreto, o ensaio de abatimento do tronco de cone é acessível de ser lançado e adensado. Segundo Batezini (2013) devido a elevada consistência do concreto permeável é incomum a utilização do ensaio *Slump* Teste como recurso de controle na produção de misturas de concreto poroso.

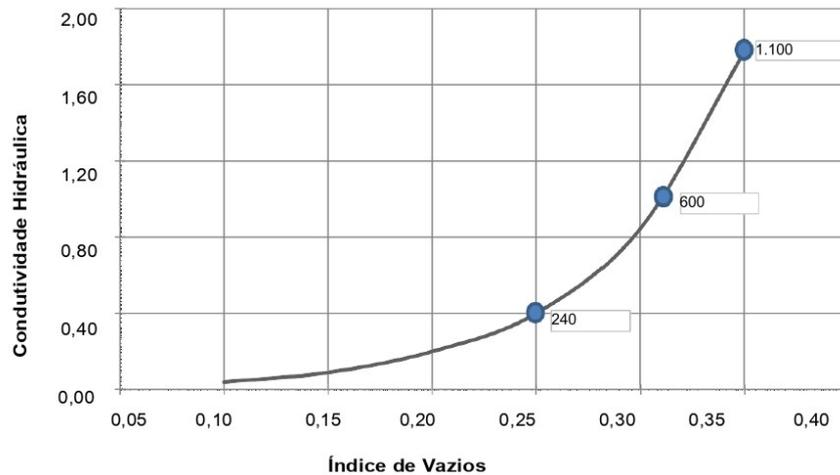
Como Bauer (2000) afirma as características solicitadas para o concreto, como a impermeabilidade e resistência, são obtidas devido a uma boa cura, em que o concreto se torna mais sensível ao calor e ao vento, levando a evaporação da água da mistura, impossibilitando assim, total hidratação do cimento e provocando como consequência a retração.

2.4.2 Concreto permeável no estado endurecido

A composição do concreto permeável possui elevada adição de agregado graúdo, tornando assim a superfície áspera quando se comparado ao convencional, no qual remete a um bom coeficiente de atrito. Segundo Batezini (2013) este tipo de superfície pode ser benéfico quanto à segurança do transeunte, pois não há o acúmulo significativo de água,

diminuindo os rícos de aquaplanagem. Este fator é devido à possibilidade da água adentrar na estrutura do concreto poroso, através do grande índice de vazios, conforme mostra a Figura 5.

Figura 5 - Relação entre índice de vazios e a condutividade do concreto poroso



Fonte: SCHAEFER et al,2006. Adaptado

A resistência mecânica do concreto poroso em seu estado endurecido está diretamente ligada à proporção da quantidade de índice de vazios. Conforme afirma a ACI 522R-19, o concreto permeável neste estado deve possuir de 15 a 35% de quantidade de vazios e a resistência a compressão variando entre 2,8 a 28 MPa.

A permeabilidade é uma das características mais relevante do concreto permeável, esta se dá pela capacidade da água de percolar através de sua estrutura. A permeabilidade do concreto é definida pela porção de água que infiltra na superfície unitária, numa espessura única e no decorrer da unidade de tempo e sob pressão unitária (L/m^2h), (Oliveira, 2012).

3 CONTROLE TECNOLÓGICO

A fim de obter resultados precisos e de ótimo desempenho, principalmente nas propriedades mecânicas, é preciso ter cautela ao realizar o procedimento de produção do concreto, pois durante a confecção há fatores que interferem diretamente na resistência e permeabilidade do concreto poroso. Segundo Dellatte *et al* (2009) o índice de permeabilidade, particularidade do concreto permeável, varia normalmente de 0,1 e 0,9 cm/s, embora possa ser atribuído valores diferentes, a depender principalmente do preparo do concreto e da qualidade do processo de execução. Para tal utiliza-se de ensaios normatizados pela ANBT, que verificam a qualidade dos materiais quanto ao resultado final do produto.

3.1 CONCRETO – PROCEDIMENTO PARA MOLDAGEM E CURA DO CORPO DE PROVA NBR 5738:2015

Para a análise da resistência a compressão do concreto é necessária uma padronização da confecção dos corpos de prova. Para a verificação da resistência da compressão do concreto permeável a NBR 16.416 (ABNT, 2015) prescreve o uso do corpo de prova cilíndrico e o prismático. As dimensões mais usuais dos cilíndricos são de 10 cm de diâmetro e 20 cm de altura, podendo variar. Já nos prismáticos é necessário ter secção transversal quadrada, com superfícies lisas e livres de saliência conforme os dados da Tabela 3 citados no capítulo anterior.

3.2 CONCRETO – ENSAIO DE COMPRESSÃO DE CORPOS DE PROVAS CILÍNDRICOS

Segundo Helene e Terzian (1992) a característica mais utilizada do concreto para o dimensionamento de uma estrutura é a sua resistência à compressão, que está relacionada com a segurança estrutural, de forma assim que a edificação seja realizada com a resistência igual ou superior prevista no projeto. Para a realização do ensaio retiram-se os corpos de prova após o procedimento de cura, transfere-os para a máquina de compressão, onde é aplicada uma força axial até que ocorra o rompimento do mesmo.

Para o cálculo de resistência a compressão divide-se o valor da carga de ruptura dada através do ensaio, pela área da seção transversal do corpo de prova, devendo o resultado ser expresso com a aproximação de 0,1 MPa.

A fim de verificar a resistência a compressão a NBR 16.416 (ABNT, 2015) solicita-se seguir o método de ensaio proposto pela NBR 9781 (ABNT, 2013), para a análise de corpo de prova cilíndrico valor da resistência mecânica de compressão tem que ser maior ou igual 20,0 MPa.

3.3 DETERMINAÇÃO DO COEFICIENTE DE PERMEABILIDADE SEGUNDO A NBR 16.416:2015

Permeabilidade é caracterizada como uma propriedade do solo ou concreto, por deixar a percolação do fluido através de toda a estrutura, sendo a principal característica de análise do concreto permeável. Segundo a NBR 16.416 (ABNT, 2015) o coeficiente de permeabilidade do pavimento construído tem que ser maior que 10^{-3} m/s TENNIS *et al* (2004) e Bean *et al* (2007) estabeleceram como valores de condutividade hidráulica em campo alternando. Como mostra no Quadro 01 os tipos de revestimento e seu método de avaliação para o cumprimento da exigência do coeficiente de permeabilidade.

Quadro 1 – Determinação do coeficiente de permeabilidade

Tipo de revestimento	Método de Ensaio		Coeficiente de permeabilidade do pavimento recém construído m/s
	Local de avaliação		
	Em laboratório	Em campo	
Peça de concreto (juntas alargadas ou área vazadas)	Anexo A	Anexo A	> 10^{-3}
Peça de concreto permeável	ABNT NBR 13292 ou Anexo A		
Placa de concreto permeável			
Concreto permeável moldado no local			

.Fonte: ABNT, 2015.

O método para a determinação do coeficiente de permeabilidade foi baseado no modelo desenvolvido por Neithalath. (2003), este método consiste em um tubo de acrílico de 250 mm, com diâmetro interno de 92 mm, a parte superior do tubo com 150 mm possui diâmetro interno de 95 mm para o encaixe do corpo de prova com comprimento de 150 mm e 95 mm de diâmetro, ajustado a 100 mm do fundo. Na parte inferior do tubo conecta uma válvula de 50 mm de diâmetro, para que a água percole por ele e saia pelo fundo (Figura 6).

Figura 6 - - Instrumento para determinar a permeabilidade do concreto poroso



Fonte: De Paula, *et al.* 2016

4 ESTUDO DE CASO

O presente trabalho tem como objetivo analisar a resistência à tração indireta por compressão diametral do concreto permeável, de um traço elaborado por Batezini (2013) e fazer a comparação dos resultados obtidos. Portanto foi fundamental moldar os corpos de provas e por último realizar os esforços de tração com 28 dias de cura, está foi realizada no Laboratório Tecnológico do Centro Universitário de Anápolis – UniEvangélica, que disponibilizou os equipamentos necessários em câmara. Ademais, desenvolver dois traços referenciados ao autor supracitado. Contudo será essencial caracterizar os materiais utilizados para confecção do concreto permeável, dosar o mesmo, moldar os corpos de prova e por fim submetê-los ao ensaio de tração indireta por compressão diametral.

4.1 LOCAL O PARA EFETIVAÇÃO DO ESTUDO

O estudo de caso foi realizado no mês de fevereiro de 2020 no Laboratório Tecnológico do Centro Universitário de Anápolis – UniEvangélica. Foram realizados ensaios de caracterização dos materiais, dosagem do concreto, confecção dos corpos de provas e ensaios de ruptura dos mesmos.

4.2 CARACTERIZAÇÃO DOS MATERIAIS

Para a dosagem do concreto é necessário à caracterização dos materiais, contudo os valores referentes à propriedade do cimento são disponibilizados pelo fabricante do mesmo, foi realizado o ensaio de composição granulométrica, massa específica massa unitária, módulo de finura, diâmetro máximo característico. Estes valores da caracterização dos agregados tanto graúdo quanto miúdo foram fornecidos pelo Laboratório Tecnológico do Centro Universitário de Anápolis – UniEvangélica,

4.2.1 Determinação das características do cimento

Para a elaboração do concreto é imprescindível compreender qual tipo de cimento utilizar e suas características para efeito de dosagem e obtenção do traço. As suas

propriedades são determinadas através de ensaios normatizados, o fabricante dispõe em seu site todas as propriedades necessárias do cimento CP II – F 32 InterCement Brasil S/A e que foi escolhido para a confecção do concreto conforme anexo A.

4.2.2 Composição Granulométrica do agregado miúdo

O ensaio foi realizado seguindo as especificações da NBR 7211 (ABNT, 2019), no qual foram colocadas no peneirador mecânico 600 gramas de areia, com a série normal de peneiras, em que o mesmo ficou ligado por um tempo de 5 minutos.

Segundo a norma anteriormente mencionada, o módulo de finura (MF) se determina pela soma das porcentagens retidas acumuladas em massas de um agregado, nas peneiras de série normal, dividida por 100.

O módulo de finura calculado no experimento foi de 2,89 kg/m³. O módulo de finura está na faixa de ótimo determinado por norma, que é entre 2,20 a 2,90 kg/m³.

4.2.3 Determinação da massa unitária

Para a realização do ensaio, a NM 45 (ABNT, 2006) indica três métodos distintos para a determinação da massa unitária. Porém o ensaio em questão foi seguido o método C versado pela normativa, sendo ele empregado para determinar a massa unitária do material compactado par quando o material possuir dimensão máxima característica de 37,5 mm ou menor. Foi feita a tara e a medição do recipiente vazio para obter seu volume, após encheu-se o mesmo com a amostra do agregado, lançando-o a 5 cm da extrema borda.

A massa unitária determinada deve ser calculada pela seguinte equação proposta pela norma anteriormente mencionada:

$$\rho = \frac{Mar - Mr}{V}$$

Onde:

ρ : Massa unitária do agregado, em quilograma por metro cúbico.

Mar: Massa do recipiente e mais agregados, em quilograma.

Mr: Massa do recipiente vazio, em quilograma.

V: Volume do recipiente

$$\rho = 1655 \text{ kg/m}^3$$

4.2.4 Determinação da massa específica do agregado miúdo

Os procedimentos para a realização do ensaio seguiu as normativas da NM 42 (ABNT, 2009). O primeiro processo consiste em tarar o equipamento, o picnômetro, após a medição foi adicionado 500 gramas do agregado e completado com água. Em sequência a amostra permaneceu em repouso durante 60 minutos, posteriormente pegou-se o equipamento com a amostra, movimentou-se até conseguir a retirada do ar da amostra. O resultado obtido para a determinação da massa específica é igual 2472 kg/m^3 .

4.3 CARACTERIZAÇÃO DO AGREGADO GRAÚDO

4.3.1 Composição Granulométrica

O procedimento foi realizado conforme as exigências a NBR 7211 (ABNT, 2019) no qual transcreve o processo de peneiramento. Assim foi colocada no peneirador mecânico uma amostra de 3 kg de agregado graúdo ao longo do tempo de 3 minutos, em seguida consiste em retirar a amostra retida em cada peneira e fundo, posteriormente pesá-la para obter o peso retido em cada peneira, a fim de se conseguir o módulo de finura (MF). O módulo de finura é determinado pela soma das porcentagens retidas acumuladas, em massas do agregado das peneiras de série normal, dividido por 100. O diâmetro máximo característico é definido por qual a porcentagem retida acumulada é igual ou inferior a 5%. Contudo, o DMC do agregado graúdo é 12,5 mm, e o módulo de finura $6,11 \text{ kg/m}^3$.

4.3.2 Massa unitária do agregado graúdo

O ensaio foi executado conforme as exigências da NM 45 (ABNT, 2006) em conformidade com o item c. Para a execução do teste foi necessário coletar as medidas do recipiente vazio e calcular seu volume e a tara do mesmo. Seguidamente o agregado foi propelido até o recipiente a uma distância na vertical da borda superior do mesmo, até o extravasamento e por fim a amostra foi rasada. O resultado da massa unitária do agregado graúdo pode ser visto na Tabela 5.

4.3.3 Massa específica do agregado graúdo

O ensaio foi executado conforme as exigências da NM 45 (ABNT, 2006), em conformidade do item C. Para a execução do teste foi necessário coletar as medidas do recipiente vazio e calcular seu volume e a tara do mesmo. Seguidamente o agregado foi propelido até o recipiente a uma distância na vertical da borda superior do mesmo, até o extravasamento e por fim a amostra foi rasada. O resultado obtido através do experimento é iguala 1560 kg/m^3 . A Tabela 5 mostra todos os valores encontrados nos ensaios para a realização da dosagem do concreto permeável.

Tabela 5 – Valores dos ensaios encontrados dos materiais

Agregado miúdo		Agregado graúdo	
Massa específica	2472 kg/m^3	Massa específica	2663 kg/m^3
Massa unitária	1655 kg/m^3	Massa unitária	1560 kg/m^3
Módulo de finura	$2,89 \text{ kg/m}^3$	Módulo de finura	$6,11 \text{ kg/m}^3$
		DMC	12,5 mm

Fonte: próprias autoras (2020)

4.3.4 Dosagem

4.3.4.1 Elaboração do traço

De acordo com as pesquisas estudadas foi constatada que há ausência de uma norma ou método para elaborar o traço de concreto permeável, contudo embasou-se principalmente no autor Batezini (2013) e Altermann (2015) para definir dois traços, assim mantendo a relação água/cimento variando entre 0,26 e 0,45 prescrita por estes autores. O traço unitário oscila entre 1:4 e 1:4,5, estes dados foram previamente estudados e testados pelos autores acima, assim satisfazendo as exigências normativas. Com base nestes parâmetros os traços a serem analisados são demonstrados na Tabela 6.

Tabela 6 – Traços elaborados

Traço	Fator água/cimento	Cimento	Agregado graúdo	Agregado miúdo
1	0,33	1	4,5	0,5
2	0,42	1	4,1	0

Fonte: Próprias autoras, 2020.

4.3.5 Confeção dos corpos de prova

Para verificar se os traços elaborados atendem a resistência mecânica estipulada pela NBR 16.416 (ABNT, 2015), realizou-se a moldagem dos corpos de prova cilíndricos conforme as exigências da NBR 5738 (ABNT, 2015). Estes que possuem dimensões de 15 cm de diâmetro e 30 cm de altura, foram confeccionados 10 corpos de prova (Figura 7) do traço 1:4,4.

Figura 7 - Corpos de prova cilíndricos



Fonte: Próprias autoras, 2020.

Em seguida, no Laboratório, o mesmo local no qual foi realizado o preparo do concreto permeável submeteu os corpos de prova em câmara úmida, conforme a Figura 8 para o processo de cura durante o período de 28 dias, após terem sido tirados da forma com um dia de confecção.

Figura 8 - Corpos de prova em cura na câmara úmida



Fonte: próprias autoras, 2020.

4.3.6 Quantitativo dos materiais

Na confecção do concreto foram utilizados materiais ofertados da cidade de Anápolis – GO, disponibilizados pelo Laboratório anteriormente citado, o mesmo dispôs do maquinário necessário e ajuda técnica para a realização do processo de moldagem, cura e testes mecânicos. De acordo com o traço analisado, foram necessários 7,10 quilogramas de cimento, 31,20 quilogramas de agregado graúdo e 2,13 quilogramas de água, em seguida colocou os materiais para a betoneira a fim de realizar a mistura. Logo após dividiu-se em 3 camadas para aplicar a energia de compactação através da haste metálica (Figura 9), com 15 golpes cada camada.

Figura 9 - Compactação dos corpos de prova



Fonte: próprias autoras, 2020.

Foi dispensada a execução do ensaio de abatimento de tronco de cone devido à baixa consistência do material, em contrapartida utilizou-se a inspeção tato visual Batezini (2013).

4.4 ENSAIO DE RESISTÊNCIA A TRAÇÃO INDIRETA POR COMPRESSÃO DIAMETRAL

Foi realizado no Laboratório do Centro Universitário de Anápolis – UniEvangélica, o teste em 10 corpos de prova cilíndrico, no traço de 1:4,4, no tempo de cura de 28 dias. Este ensaio seguiu as exigências da NBR 7222 (ABNT, 1994). Para a realização deste foi necessário uma prensa hidráulica (Figura 10) e um técnico para o manuseio da mesma. Para qual a NBR 16.416 (ABNT, 2015) exige para concreto permeável moldado in loco destinado ao tráfego de pedestre à resistência tem que ser maior ou igual a 1,0 MPa.

Figura 10 – Prensa hidráulica



Fonte: próprias autoras, 2020.

4.5 RESULTADOS FINAIS

Serão apresentados os resultados obtidos no ensaio de tração indireta por compressão diametral com 28 dias de cura úmida. O Quadro 2 mostra os dados obtidos pelo software da prensa hidráulica em cada um dos corpos de prova analisados, já o Quadro 3 mostra a média da tensão de ruptura e o desvio padrão calculado.

Quadro 2 – Valores de tensão de ruptura dos corpos de prova cilíndrico

Idade	Tensão de Ruptura (MPa)	Carga de Ruptura (Kgf)
28	1,2	3,750
28	0,9	2,830
28	0,8	2,570
28	1,3	4,150
28	0,9	2,870
28	1,1	3,570
28	1,2	3,900
28	1,1	3,410
28	1,0	3,260
28	1,1	3,560

Fonte: próprias autoras, 2020.

Quadro 3 – Resultado calculados da tensão de ruptura

Média	Desvio Padrão
1,06 (MPa)	0,1496

Fonte: próprias autoras, 2020.

5 CONCLUSÃO

A fim de aplicar o concreto permeável em estacionamento de veículos leves existem parâmetros a serem analisados, como a resistência mecânica, para que o pavimento suporte as cargas submetidas, e a permeabilidade, para que a água possa infiltrar em sua camada porosa indo em direção a um reservatório ou até mesmo ao lençol freático, diminuindo assim os picos de cheias.

Analisando o traço de referência a resistência à tração indireta por compressão diametral foi de 1,24 MPa, com o desvio padrão de 0,14 (BATEZINI, 2013). Com o mesmo traço obteve-se os valores de 1,06 MPa como média e 0,15 de desvio padrão. Sendo assim, estes valores se tornam admissíveis perante o autor anteriormente citado, pois teve 85,5% de aproximação do valor encontrada pelo autor. A discrepância dos valores pode estar na forma do manuseio, preparo compactação e utilização dos materiais, pois variam de escolha e região em que são adquiridos. Nas referências estudadas, a compactação variou entre a utilização da haste metálica, que foi o método utilizado neste trabalho, manuseio do soquete de Marshall e mesa vibratória e também a escolha do cimento, fatores que podem influenciar diretamente no resultado final da resistência mecânica.

A escolha prévia dos traços a serem estudados, com base nos autores anteriormente citados, teve embasamento nos valores próximos que atingiram o resultado esperado, a fim de testar os limites mínimos e máximos, no qual se acrescentou a utilização do agregado miúdo em sua composição.

O ensaio de permeabilidade não foi realizado, juntamente com a análise dos outros traços elaborados de forma autoral devido a fatores externos que impossibilitou a realização dos mesmos, devido a isso houve a ausência de parâmetros comparativos de acordo com a norma e as referências estudadas.

5.1 RECOMENDAÇÃO PARA PESQUISAS FUTURAS

Analisar as propriedades dos dois traços elaborados, tais como índice de vazios, massa específica, índice de permeabilidade maior que 10^{-3} e sua resistência mecânica à tração na flexão sendo maior ou igual a 2,0 MPa, isto com o objetivo de atingir os parâmetros

normativos da NBR 16.416 (ABNT, 2015) com o intuito de aplicação e maior ganho de visibilidade do concreto permeável como construção sustentável e alternativa.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABREU, Vandr . 59% de Goiânia impermeável: chuvas aumentam preocupa o com a estrutura urbana. **O Popular**. Goiânia, p. 1-9. 04 fev. 2018. Disponível em: <<https://www.opopular.com.br/noticias/cidades/galerias-pluviais-n%C3%A3o-possuem-caixas-de-recarga-1.1453756>>. Acesso em: 04 fev. 2018.

ARAÚJO, P.R., TUCCI, C.E.M., GOLDENFUN, J.A. – **Avalia o da Eficiência dos Pavimentos Permeáveis na Redu o de Escoamento Superficial**, RBRH – Revista Brasileira de Recursos Hídricos. Volume 5, n. 3 Jul/Set 2000. p 21-29

ASSOCIA O BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 16.416 PAVIMENTO PERMEÁVEIS DE CONCRETO**: Pavimentos permeáveis de concreto - Requisitos e procedimentos. Rio de Janeiro, 2015.

ASSOCIA O BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **A o es e segurança nas estruturas – procedimento: NBR 8681**. 2004

ASSOCIA O BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 5738: Concreto - Procedimento para moldagem e cura de corpos de prova**. Rio de Janeiro, 2015.

ASSOCIA O BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 5739: Concreto - Ensaio de compressão de corpos-de-prova cilíndricos**. Rio de Janeiro, 2018.

ASSOCIA O BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 7211: Agregados para concreto - Especifica o**. Rio de Janeiro, 2019.

ASSOCIA O BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NM 248: Agregados - Determina o da composi o granulométrica**. Rio de Janeiro, 2003.

ASSOCIA O BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NM ISO 3310: Peneiras de ensaio - Requisitos técnicos e verifica o**. Rio de Janeiro, 2010.

ASSOCIA O BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **CIMENTO PORTLAND - REQUISITOS 16697**: Cimento Portland - Requisitos. Rio de Janeiro, 2018.

AZZOUT, Y., BARRAUDS, S., CRES, F. N., ALFAKIH, E.1994.; **Techniques pavements; pollution management tools**. Water Science and Techology, vol. 32, n 1, p 49-56.

BAPTISTA, M.: NASCIMENTO, N.BARRAUD, SYLVIE, **Técnicas Compens torias em Drenagem Urbana**, Porto Alegre: ABRH, (2005), 266 p.

BARROS, Mário Thadeu Leme D. **Saneamento Saúde e Ambiente**. São Paulo: Manole, 2005.

BATEZINI, Rafael. **Estudo preliminar de concretos permeáveis como revestimento de pavimentos para áreas de veículos leves**. 2013. 133 p. Dissertação (Mestrado) - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2013.

BATTAGIN, Arnaldo Forti. **CONCRETO: CIÊNCIA E TECNOLOGIA**. 1. ed. G. C.

BAUER, Luiz Alfredo Falcão. **MATERIAIS DA CONSTRUÇÃO**. 5. ed. Revisada, Rio de Janeiro: LTC, 2008.

BEAN, E. Z.; HUNT, W. F.; BIDELESPACH, D. A. **Field Survey of Pavement Surface Infiltration Rates**. Journal of Irrigation and Drainage Engineering, Vol. 133, No. 3, June, 2007

BERNUCCI, LiediBariani et al. **Pavimentação Asfáltica: Formação Básica para Engenheiros**. Rio de Janeiro: Abeda, 2008.

BRASIL. Ibge. Pesquisa Nacional Por Amostra de Domicílios (Org.). **População Rural e Urbana**. 2015. Disponível em: <<https://educa.ibge.gov.br/jovens/conheca-o-brasil/populacao/18313-populacao-rural-e-urbana.html>>. Acesso em: 26 nov. 2019.

BOTTEON, Letícia Machado. **DESENVOLVIMENTO E CARACTERIZAÇÃO DE CONCRETO PERMEÁVEL PARA UTILIZAÇÃO EM BLOCOS INTERTRAVADOS PARA ESTACIONAMENTOS**. 2017. 93 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Universidade Federal Fluminense, Niterói, 2017. Disponível em: <<https://app.uff.br/riuff/bitstream/1/5255/1/LET%C3%8DCIA%20MACHADO%20BOTTEON%20111.37.017.pdf>>. Acesso em: 13 out. 2019.

CALLERA, Cleverson Aislan. **Industrializando processos na obra: Instalações hidrossanitárias**. Disponível em: <http://nucleoparededeconcreto.com.br/artigos/industrializando-processos-na-obra-instalacoes-hidrossanitarias>. Acesso em: 15 abr. 2016.

CAMPANA, N. A., HAERTEL, V., TUCCI, C., **Estimativa de Áreas Impermeáveis através de Sensoriamento Remoto, RBE, Caderno de Recursos Hídricos**, (1992), vol. 10 n.2 pp 51-59.

CONCRETO, Portal dos **AGREGADOS PARA CONCRETO**. 2016. Disponível em: <<http://www.portaldoconcreto.com.br/cimento/concreto/agregado.html>>. Acesso em: 13 jul. 2016.

CONGRESSO BRASILEIRO DE CONCRETO, 2016, Anápolis. **Avaliação da permeabilidade e da resistência à compressão do concreto permeável com “pedra de Pirenópolis” como agregado graúdo e nanossílica coloidal**. Belo Horizonte: Ibracon, 2016. 16 p.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES. **IPR 719: Manual de Pavimentação**. Rio de Janeiro, 2006.

ESTEVEES, R. L. **Quantificação das superfícies impermeáveis em Áreas Urbanas por Meio de Sensoriamento Remoto**. 2006, 120p. Dissertação (Mestrado em Engenharia), Departamento de Engenharia Civil e Ambiental da Universidade de Brasília, Brasília, 2006.
FERGUSON, B. K. **Porous Pavements – Integrative Studies In Water Management and Land Development**, Taylor & Francis Group CRC Press, 77p., 2055

Genz, F. (1994). **Parâmetros para Previsão e Controle de Cheias Urbanas**. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Instituto de Pesquisas Hidráulicas, Porto Alegre, Brasil.

HELENE, P. R. L.; TERZIAN, P. **Manual de dosagem e controle do concreto**. São Paulo: Pini; Brasília: SENAI, 1992.

HUFFMAN, D. **Understanding Pervious Concrete**. The Construction Specifier, Alexandria, EUA, 2005, p. 41-49.

ISAIA, G. C. et al. **CONCRETO: CIÊNCIA E TECNOLOGIA**. 1. ed. São Paulo: IBRACON, 2011.

MONTEIRO, Anna Carolina Neves. **CONCRETO POROSO: DOSAGEM E DESEMPENHO**. 2010. 36 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2010.

NEITHLATH, N. **Development and Characterization of Acoustically Efficient Cementitious Materials**. 2004, 246p. Thesis (Doctor of Philosophy in Engineering), Faculty of Purdue University, 2004.

Pesquisa Nacional Por Amostra de Domicílio. (2015). **População Urbana e Rural**. Fonte: IBGE Educa: <https://educa.ibge.gov.br/jovens/conheca-o-brasil/populacao/18313-populacao-rural-e-urbana.html>

POLASTRE, B; SANTOS, L.D, **Concreto Permeável**. AUT 221 – Arquitetura, Ambiente e Desenvolvimento Sustentável - 2º SEMESTRE DE 2006. Universidade de São Paulo – Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, 2006;

ROCHA, Camila Abelha. **Concreto permeável: UFF pesquisa soluções para uma urbanização sustentável**. 2019. Disponível em: <<http://www.uff.br/?q=noticias/15-08-2018/concreto-permeavel-uff-pesquisa-solucoes-para-uma-urbanizacao-sustentavel>>. Acesso em: 13 out. 2019.

SBRIGHI, Cláudio Neto. **CONCRETO: CIÊNCIA E TECNOLOGIA**. 1. ed. G. C. ISAIA. São Paulo: IBRACON, 2011.

SCHAEFER, V. R.; WANG, K.; SULEIMAN, M. T.; KEVERN, J. T. **Mix design development for pervious concrete in coldweather climates**. Ames: Center For Transportation Research And Education, 2006. P. 67.

SENÇO, Waltermiler de. **Manual de Técnicas de Pavimentação**. São Paulo: Pini, 2007.

SUZUKI, Carlos Yukio; AZEVEDO, Ângela Martins; KABBACH JÚNIOR, Felipe Issa. **Drenagem subsuperficial de pavimentos**. Rio de Janeiro: Oficina de Textos, 2013.

TENNIS, Paul D.; LEMING, Michael L.; AKERS, David J.; **Pervious concrete pavements, EB.302.02**, Portland Cement Association, Skokie, Illinois, e National Ready Concrete Association, Silve Spring, Maryland, USA, 2004, 36 p.

TUCCI, C. E. M.; **Água no meio urbano**. [S.l. s.n.], 1997

TUCCI, C. E. M.; **Enchentes Urbanas in: Drenagem Urbana**, cap. 1. Editora da Universidade, ABRH. 1995

TUCCI, C. E. M., , **Gerenciamento da drenagem urbana**. Revista Brasileira de Recursos Hídricos, Vol. 7, N.1, jan/mar, 2002, p 5-27.

TUCCI; C. E. M. **Gestão de águas pluviais urbanas: saneamento para todos**. 4. ed. Brasília, DF: Ministério das Cidades, Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental, 2005

YAZIGI, W. **A TÉCNICA DE EDIFICAR**. 17. ed. São Paulo: PINI, 2017

ANEXO A - Cimento Portland -Ficha de Informações de Segurança De Produtos Químicos - FISPQ (NBR 14725)



CIMENTO PORTLAND FICHA DE INFORMAÇÕES DE SEGURANÇA DE PRODUTOS QUÍMICOS - FISPQ (NBR 14725)

1 IDENTIFICAÇÃO DO PRODUTO E DA EMPRESA			2 IDENTIFICAÇÃO DE PERIGOS	
CIMENTO PORTLAND Código interno de identificação do produto (se aplicável)			Efeitos / Sintomas da exposição	
EMPRESA: InterCement Brasil S/A VERIFICAR ANEXO * dados opcionais			Inalação	Exposição à poeira pode causar irritação das vias respiratórias. O efeito depende do grau de exposição. Exposição repetida e prolongada pode causar tensão no tórax, tosse, danos ao pulmão.
			Pele	A pasta de cimento apresenta um pH elevado podendo irritar a pele em caso de contato prolongado. O contato repetitivo com o pó pode causar eczema.
			Olhos	Pode ocorrer irritação, queimadura e danos na córnea. Exposições a longo prazo podem causar queima química ou ulceração dos olhos.
			Ingestão	Pode causar queimadura na mucosa da boca, esôfago e estômago. A ingestão de grandes quantidades pode causar problemas intestinais e possível formação de agregado sólido no estômago e intestino.
			Meio Ambiente	O cimento não apresenta risco ao meio ambiente.
3 COMPOSIÇÃO E INFORMAÇÕES SOBRE INGREDIENTES			4 MEDIDAS DE PRIMEIROS SOCORROS	
Produto químico preparado CAS 65997-15-1 O cimento Portland é constituído basicamente de clínquer portland finamente moído e gesso. Podem, ainda, ser adicionados outros materiais normalizados dependendo do tipo que se deseja. Pode ter a seguinte composição, conforme a mistura que for preparada:			Prevenção	
			Ação	
Componente	Faixa de concentração (%)	Número CAS	Remover a pessoa para local fresco e arejado. Procure assistência médica.	
Silicato tricálcico	20-70	12168-85-3	Evitar contato com a pele. Usar roupas e luvas resistentes à abrasão e materiais alcalinos. Não usar cremes no lugar de luvas.	
Silicato dicálcico	10-60	10034-77-2		
Ferro-aluminato de cálcio	5-15	12068-35-8	Usar óculos de proteção. Não devem ser utilizadas lentes de contato.	
Sulfato de cálcio	2-8	Vários	Não fumar, beber ou comer no ambiente de trabalho. Lavar as mãos antes das refeições. Evitar todas as práticas de trabalho que possam permitir o contato com a boca.	
Aluminato tricálcico	1-15	12042-78-3		
Carbonato de cálcio	0-10	1317-65-3	Evitar descarte do cimento no esgoto e nas águas de superfície (rios, córregos e lagoas)	
Óxido de magnésio (livre)	0-6	1309-48-4		
Óxido de cálcio (livre)	0-3	1305-78-8		
			Lavar imediatamente com bastante água corrente e sabão, por pelo menos 15 minutos. Remover toda roupa contaminada, principalmente com cimento úmido, para evitar contato com a pele. Procurar assistência médica.	
			Lavar imediatamente com bastante água, por pelo menos 15 minutos. Assegurar que as pálpebras estejam abertas e que os olhos se movam por todas as direções. Procurar o médico.	
			NÃO PROVOCAR VÔMITO. Fornecer bastante água ou leite. Procurar assistência médica.	

Revisão 5 - 17/07/20113

Página 1/4



CIMENTO PORTLAND FICHA DE INFORMAÇÕES DE SEGURANÇA DE PRODUTOS QUÍMICOS - FISPQ (NBR 14725)

5 MEDIDAS DE COMBATE A INCÊNDIO		6 MEDIDAS DE CONTROLE PARA DERRAMAMENTO OU VAZAMENTO		7 MANUSEIO E ARMAZENAMENTO	
O cimento não é inflamável. Todas as medidas de extinção são utilizáveis nos casos de incêndio nas proximidades.		Limpar todo o derramamento deste material para evitar levantamento de poeira e coletar em recipientes apropriados. O cimento endurecido pode ser eliminado como resíduo inerte.		Manuseio	
				Armazenamento	
				Manusear com cuidado. Evitar contato direto com a pele. Evitar geração de poeira.	
				Estocar em locais secos, protegidos de umidade e água, e produtos químicos que possam provocar reações perigosas. Manter os recipientes bem fechados e protegidos de danos.	
8 CONTROLE DE EXPOSIÇÃO E PROTEÇÃO INDIVIDUAL					
Valores limites de exposição 10mg/m ³ , concentração média de 8 horas. Utilizar exaustores para manter o nível de poeira abaixo dos limites de exposição em locais de trabalho empoeirado e com ventilação fraca.					
Proteção respiratória: Em condições normais nenhuma proteção respiratória é requerida. Usar proteção respiratória em condições com alta concentração de poeira.		Proteção para os olhos: Usar óculos normais ou óculos de proteção para prevenir contato com os olhos. Não é recomendado usar lentes de contato ao manusear este produto em condições com alta concentração de poeira.		Proteção para a pele: Usar luvas impermeáveis, botas e roupa protetora para evitar contato com a pele.	
9 PROPRIEDADES FÍSICO-QUÍMICAS - Estado físico: Sólido, Cinza, Sem Cheiro					
pH em Solução Aquosa	12 ≤ pH ≤ 14	Pressão de vapor (mm Hg)	Não Aplicável	Temperatura de auto-ignição	Não Aplicável
Ponto de Ebulição	Não Aplicável	Solubilidade em água	até 1,5g/l a 20°C	Limite de explosividade, % vol no ar	nenhum
Ponto de Fusão	Não Aplicável	Densidade relativa do vapor a 20°C	Não Aplicável	Velocidade de evaporação (acetato de butila = 1)	Não Aplicável
Massa Específica Absoluta	2,8 ≤ γ ≤ 3,2 g/cm ³ a 20°C	Ponto de Fulgor (vaso fechado)	Não Aplicável	Coefficiente de partição octanol / água	Não Aplicável
		Massa Específica Aparente	0,9 a 1,2 g/cm ³ a 20°C	Taxa de evaporação	Não Aplicável
10 ESTABILIDADE E REATIVIDADE - Produto Estável					
Condições a evitar: Umidade durante estocagem			Substâncias incompatíveis: nenhuma		
Necessidade de aditivos para evitar reações perigosas: nenhuma			Produtos perigosos da decomposição: nenhum		
11 INFORMAÇÕES TOXICOLÓGICAS					
Ver itens 3 e 4.					
12 INFORMAÇÕES ECOLÓGICAS - Não reconhecida toxicidade às plantas ou animais					
Mobilidade: Nenhuma			Persistência/Degradabilidade: Os componentes do cimento endurecidos são insolúveis		
Bioacumulação: Nenhuma			Comportamento esperado: Em caso de derramamento em meio úmido ocorre um ligeiro aumento da basicidade da água		
13 CONSIDERAÇÕES SOBRE TRATAMENTO E DISPOSIÇÃO					
Pequenas quantidades de material podem ser dispostas como resíduo comum ou devolvida ao recipiente para uso posterior se não estiver contaminada. Após o endurecimento o cimento pode ser eliminado como resíduo inerte. Dispor as embalagens utilizadas em aterro sanitário ou incinerador. Caso haja regulamentação específica na região deve-se utilizá-la.					

Revisão 5 - 17/07/20113

Página 2/4



CIMENTO PORTLAND
FICHA DE INFORMAÇÕES DE SEGURANÇA DE PRODUTOS QUÍMICOS - FISPQ (NBR 14725)

14 INFORMAÇÕES SOBRE TRANSPORTE
O Cimento Portland não é considerado produto químico perigoso, portanto não se aplicam códigos e classificações para transporte terrestre, fluvial, marítimo ou aéreo.
15 REGULAMENTAÇÕES
Por não ser produto químico perigoso ou tóxico não existem regulamentações específicas.
16 OUTRAS INFORMAÇÕES
É importante diferenciar cimento de concreto, que é uma mistura de cimento, areia e outros materiais.

Anexo: Unidades Aplicáveis

EMPRESA: InterCement S/A - Unidade de Apiaí-SP ENDEREÇO: Rua: Sebastião Ferraz de Camargo Penteado, 570 - Alto da Tenda TELEFONE DA FÁBRICA/ EMERGÊNCIA: (15) 3954-8100 RESPONSÁVEL TÉCNICO*: José Marcos de Lima Filho (CRQ 04362903) FAX*: E-MAIL*: josemarcos.lima@intercement.com	EMPRESA: InterCement S/A - Unidade de Bodoquena-MS ENDEREÇO: Estrada de Bodoquena, s/n Km 14 - Morro Cascavel TELEFONE DA FÁBRICA/ EMERGÊNCIA: (67) 3268-2628 RESPONSÁVEL TÉCNICO*: Anderson Esteves Pereira (CRQ 20100011) FAX*: E-MAIL*: anderson.pereira@intercement.com	EMPRESA: InterCement S/A - Unidade de Itajaci - MG ENDEREÇO: Rod. Agnêlo Carvalho de Souza, km 6,5 - sítio Andrezza TELEFONE DA FÁBRICA/ EMERGÊNCIA: (35) 3843-2000 RESPONSÁVEL TÉCNICO*: Jailson Mathias de Souza (CRQ 2102914) FAX*: E-MAIL*: jailson.souza@intercement.com
EMPRESA: InterCement S/A - Unidade de Jacaré-SP ENDEREÇO: Estrada do Senoal 128 - Paratê do meio - CEP 12332-000 TELEFONE DA FÁBRICA/ EMERGÊNCIA: (12) 3954-4800 RESPONSÁVEL TÉCNICO*: Ronney Rocha Pires (CRQ 04475797) FAX*: E-MAIL*: ronney.pires@intercement.com	EMPRESA: InterCement S/A - Unidade de Pedro Leopoldo - MG ENDEREÇO: Rodovia MG 424, km18, Centro TELEFONE DA FÁBRICA/ EMERGÊNCIA: (31) 3660-5340 RESPONSÁVEL TÉCNICO*: Wallace José Pessoa Soares (CRQ 02301124) FAX*: E-MAIL*: wallace.soares@intercement.com	EMPRESA: InterCement S/A - Unidade de Santana do Paraíso - MG ENDEREÇO: Estação João Corrêa S/N - Distrito Industrial TELEFONE DA FÁBRICA/ EMERGÊNCIA: (31) 3825-6052 RESPONSÁVEL TÉCNICO*: Almir de Aguiar Silva (CRQ 2411467) FAX*: E-MAIL*: almir.silva@intercement.com
EMPRESA: InterCement S/A - Unidade de Suape - PE ENDEREÇO: Estrada TDR Norte, 5481 TELEFONE DA FÁBRICA/ EMERGÊNCIA: (81) 3217-7100 RESPONSÁVEL TÉCNICO*: Vilmar Manoel da Silva (CRQ 19300062) FAX*: E-MAIL*: vilmar.silva@intercement.com	EMPRESA: InterCement S/A - Unidade de Cubatão ENDEREÇO: Av. Engenheiro Plínio de Queiroz, S/N - Jardim São Marcos - Cubatão/SP TELEFONE DA FÁBRICA/ EMERGÊNCIA: 13 3369-3341 RESPONSÁVEL TÉCNICO*: Calo Sergio Reis Fonseca Freitas (CRQ4363295) FAX*: E-MAIL*: calo.freitas@intercement.com	EMPRESA: InterCement S/A - Unidade de Nova Santa Rita ENDEREÇO: Estrada de Morretes, S/N - Nova Santa Rita/RS TELEFONE DA FÁBRICA/ EMERGÊNCIA: 51 3479-4210 RESPONSÁVEL TÉCNICO*: Mirian Fuzinato (CRQ 05302758) FAX*: E-MAIL*: mfuizinatto@clmpor.com



CIMENTO PORTLAND
FICHA DE INFORMAÇÕES DE SEGURANÇA DE PRODUTOS QUÍMICOS - FISPQ (NBR 14725)

EMPRESA: InterCement S/A - Unidade de São Miguel Campos ENDEREÇO: Fazenda São Sebastião, S/N - São Miguel dos Campos/AL TELEFONE DA FÁBRICA/ EMERGÊNCIA: 82 3271-9636 RESPONSÁVEL TÉCNICO*: Rafael Freire (CRQ 05302465) FAX*: E-MAIL*: rfreire@clmpor.com	EMPRESA: InterCement S/A - Unidade de Brumado ENDEREÇO: Estrada Brumado à Suçuarana - BR030 Km 5 - Brumado BA TELEFONE DA FÁBRICA/ EMERGÊNCIA: 77 3441-8803 RESPONSÁVEL TÉCNICO*: Giovanni Carmelo Pulici (CRQ 04214875) FAX*: E-MAIL*: gpulici@clmpor.com	EMPRESA: InterCement S/A - Unidade de Cajati ENDEREÇO: BR116 - Rodovia Régis Bittencourt, Km 488,5 - Cajati/SP TELEFONE DA FÁBRICA/ EMERGÊNCIA: 13 3854-9200 RESPONSÁVEL TÉCNICO*: Ricardo Lambrecht (CRQ 04363001) FAX*: E-MAIL*: rlambrecht@clmpor.com
EMPRESA: InterCement S/A - Unidade de Campo Formoso ENDEREÇO: Sítio Esplanada, S/N - Campo Formoso/BA TELEFONE DA FÁBRICA/ EMERGÊNCIA: 74 3645-4200 RESPONSÁVEL TÉCNICO*: Geronimo Lima (CRQ 7301492) FAX*: E-MAIL*: gcalvante@clmpor.com	EMPRESA: InterCement S/A - Unidade de Candiota ENDEREÇO: Estrada de acesso à Cimbagé, S/N - Candiota - RS TELEFONE DA FÁBRICA/ EMERGÊNCIA: 53 3245-7410 RESPONSÁVEL TÉCNICO*: Mirian Fuzinato (CRQ 05302758) FAX*: E-MAIL*: mfuizinatto@clmpor.com	EMPRESA: InterCement S/A - Unidade de Cezarina ENDEREÇO: Rodovia BR60, Km 224 - Cezarina/GO TELEFONE DA FÁBRICA/ EMERGÊNCIA: 64 3543-8066 RESPONSÁVEL TÉCNICO*: Lincoln Hayasaka (CRQ 12300377) FAX*: E-MAIL*: lhayasaka@clmpor.com
EMPRESA: InterCement S/A - Unidade de João Pessoa ENDEREÇO: Fazenda da Graça, S/N - Ilha do Bispo - João Pessoa/PB TELEFONE DA FÁBRICA/ EMERGÊNCIA: 83 2106-8058 RESPONSÁVEL TÉCNICO*: Cynthia Pinheiro (CRQ 4200079) FAX*: E-MAIL*: cynthiap@clmpor.com		