

ANÁLISE COMPARATIVA DE DESEMPENHO DO PAVIMENTO PERMEÁVEL EM RELAÇÃO AO ASFÁLTICO QUANDO APLICADO EM UM ESTACIONAMENTO RESIDENCIAL DE BELO HORIZONTE - MG**COMPARATIVE ANALYSIS OF PERMEABLE AND ASPHALTIC FLOOR PERFORMANCE WHEN APPLIED IN A RESIDENTIAL PARKING IN BELO HORIZONTE**

Jorgea Borges do Carmo
Lorena Campolina Soares,
Fernando César Zanette

RESUMO

O presente artigo consiste em uma análise comparativa entre o desempenho do pavimento permeável e o asfáltico, levando em conta alguns parâmetros específicos, tais como as propriedades drenantes, seu sistema construtivo, retenção de calor e a contribuição destes dois tipos de revestimento para o controle do escoamento superficial de águas pluviais. O objetivo é propor uma metodologia que permita a familiarização com os pavimentos, para que seja possível apontar qual a melhor opção a ser implantada em um estacionamento residencial localizado na região de Belo Horizonte - MG. A partir dos dados obtidos, constatou-se que a escolha pelo uso do pavimento permeável pode ser considerada mais eficiente devido às vantagens que ele apresentou nos parâmetros de comparação utilizados.

Palavras-chave: Pavimento permeável. Asfáltico. Propriedades drenantes. Águas pluviais.

ABSTRACT

The present article consists of a comparative analysis between the performance of the permeable pavement and the asphalt pavement, taking into account some specific parameters, such as the draining properties, their constructive system, heat retention and the contribution of these two types of flooring to the control of the surface runoff of rainwater. The objective is to propose a methodology that allows familiarization with the pavements, so that it is possible to point out which is the best option to be implemented in a residential parking located in the region of Belo Horizonte - MG. From the data obtained, it was found that the choice to use the permeable pavement can be considered more efficient due to the advantages it presents in the comparison parameters used.

Keywords: Permeable pavement. Asphalt. Draining properties. Rainwater.

1 INTRODUÇÃO

O crescimento acelerado das cidades, realizado de forma desordenada, acarreta grande impacto no setor ambiental, social e econômico. Um dos principais impactos causados pela urbanização é a impermeabilização do solo, que consiste na perda ou retirada da capacidade do mesmo em absorver água, devido à substituição das vegetações pelos sistemas construtivos. Em decorrência desta impermeabilização, surgem novas técnicas que possam amenizar ou até solucionar os efeitos causados, tais como as inundações que ocorrem com frequência nos grandes centros. Contudo, o planejamento urbano está cada vez mais relacionado aos conceitos de desenvolvimento sustentável.

Analisando o contexto apresentado, foi proposta uma comparação da eficácia do pavimento permeável em relação ao asfáltico, a fim de definir qual o mais indicado para a área de um estacionamento residencial em Belo Horizonte - MG. No presente artigo não foi considerada a variável custo de implantação dos projetos como parâmetro de comparação, tendo em vista que a pesquisa tem como foco a análise da absorção de calor do pavimento, a taxa de escoamento superficial e um sistema de drenagem mais racional.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Sustentabilidade

As ações construtivas podem desencadear uma série de danos ao ambiente, quando realizadas de forma abnegada. A taxa de permeabilidade mínima, conforme Quadro 01, apresenta-se como medida mitigadora em relação a alta impermeabilização do solo.

Quadro 01- Taxa de permeabilidade mínima.

Zoneamento/ADE	Taxa de Permeabilidade
ZPAM	95%
ZP-1	70%
ZP-2	30%
ZP-3	30%
ZA, ZAP, ZAR-1, ZAR-2	20%

Fonte: Lei 7166/96. <prefeitura.pbh.gov.br>. Acesso em 20 de out. 2019

A taxa de permeabilidade mínima de acordo com a Lei 7166/96 do Município de Belo Horizonte, está relacionada com o zoneamento em que o empreendimento se localiza, conforme os anexos VI e VI-A (art. 50, § 1º, da Lei 7.166/96).

2.2 Pavimentação

Pavimentar significa revestir um piso ou chão com uma cobertura. Como estrutura, o pavimento deve ser dimensionado levando em conta uma série de variáveis como, por exemplo, o fluxo de veículos, a base do terreno e principalmente possíveis impactos causados por sua aplicação. O pavimento é composto de múltiplas camadas que segundo Balbo (2007), possui uma ou mais funções específicas que devem proporcionar ao veículo condições adequadas de suporte. As camadas dos pavimentos são:

- Subleito: maciço de terra que serve de fundação para o pavimento ou revestimento;
- Reforço de subleito: camada granular do pavimento executada com o objetivo de melhorar a capacidade de suporte de carga do subleito e de reduzir espessura da sub-base;
- Sub-base: camada corretiva do subleito e complementar à base;
- Base: camada destinada a resistir aos esforços verticais oriundos dos veículos, distribuindo-os ao subleito sobre a qual se constrói o revestimento;
- Revestimento: camada mais acima do pavimento, que recebe diretamente as ações verticais e horizontais dos veículos.

Diante do crescimento das cidades, surgiram novas técnicas de pavimentação, as cidades foram migrando dos antigos métodos de calçamento para os pavimentos flexíveis, até chegar aos pavimentos rígidos.

Pavimento Flexível

De acordo com o Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes - DNIT (2006), os pavimentos flexíveis são aqueles em que todas as camadas sofrem deformação elástica e distribuem as cargas em parcelas equivalentes para as outras camadas. Este é composto por agregados à base de petróleo, podendo ser preparados em usinas ou diretamente no próprio local de aplicação.

Um fator necessário para o dimensionamento das camadas do pavimento flexível é o (N), responsável por caracterizar o número de operações de um eixo padrão, durante um determinado intervalo de tempo. Ele é calculado através de alguns fatores como o fator de pista, que leva em consideração a contagem volumétrica, o fator climático, que varia de acordo com cada país e o fator de veículo que leva em consideração as cargas

transportadas. Através do cálculo do número N é possível dimensionar a espessura da camada do revestimento asfáltico.

Pavimentos Permeáveis

Segundo a Associação Brasileira de Cimento Portland - ABCP (2013), no Programa Soluções para Cidades, os pavimentos permeáveis são aqueles que possuem espaços livres em sua estrutura por onde a água pode escoar, podendo ser infiltrada no solo ou ser transportada pelo sistema superficial de drenagem urbana. A Norma que regulariza esse tipo de pavimento é a ABNT 16416-2015 - "Pavimentos permeáveis de concreto". Tais pavimentos podem ser classificados segundo seu tipo de infiltração:

- Pavimento com infiltração total: Todo o volume coletado de água infiltra no solo. Geralmente esses tipos de solos apresentam taxas de permeabilidade elevadas e o nível do lençol freático está baixo.
- Pavimento sem infiltração: O volume de água é coletado por sistema de drenagem com drenos perfurados que conduzirão a água para o sistema de drenagem. As taxas de permeabilidade do solo são baixas.
- Pavimento com infiltração parcial: O solo absorve parte da água e o restante é coletado através do sistema de drenagem.

Absorção de calor pelo pavimento

Segundo o Centro de Referência para as energias Solar e Eólica - CRESESB (2008) a radiação solar fornece diariamente para a atmosfera terrestre cerca de $1,5 \times 10^{18}$ kWh de energia. Essa radiação, ao incidir sobre o pavimento, vai à maior ou menor quantidade, sofrer uma mudança de direção, sendo reenviada para o espaço por reflexão. A fração de energia refletida por uma superfície em relação ao total de energia incidente denomina-se de Albedo. O Quadro 02 apresenta a influência dos tipos superfície no fluxo de energia.

Quadro 02– Relação da superfície com o fluxo de energia

Tipo de Superfície	Albedo	Emissividade	Condutibilidade e (W m-1 K-1)	Difusividade (m ² s—1 x 10-6)	Efusividade (J m-2s-1/2 K-1)
Solos (secos)	0,05 – 0,40	0,90 – 0,94	0,06 - 0,3	0,10 - 0,24	190 - 620
Concreto denso*	0,10 – 0,35	0,90 – 0,96	1,28 - 1,74	0,63 - 0,72	1604 - 2048
Pavimento Asfáltico**	0,05 – 0,20	0,95	1,39 - 1,56	0,45 - 0,52	1689 - 1957

Fonte: Adaptado de Oke (1987), *Frota e Schiffer (2003), **Hellmann (2008) *apud* CALLEJAS; DURANTE (2015).

De modo simplificado, pavimentos de cor clara tem o índice de Albedo elevado (próximo de 1), isso significa que refletem a maior parte de luz que incide sobre ele, causando maior conforto térmico no transitar de pedestres no local em que está aplicado, diminuindo a formação de ilhas de calor.

2.3 Estudos Hidrológicos

A hidrologia é de grande importância para a Engenharia visto que é preciso considerar diversos fatores hidrológicos para o correto dimensionamento das estruturas. Por isso, é necessário conhecer algumas variáveis importantes.

Precipitações

A precipitação pode ser entendida como qualquer forma de água proveniente da atmosfera que atinge a superfície terrestre. Segundo Netto e Fernández (2015) a chuva é a forma que recebe mais atenção na área da engenharia pois possui uma alta capacidade de gerar escoamento. Segundo os autores, a altura pluviométrica, duração, intensidade, frequência e tempo de recorrência da chuva são grandezas que precisam ser consideradas.

Bacia hidrográfica

Segundo Gribbin (2014), a bacia hidrográfica é a área sobre a qual a chuva incide que seguirá o mesmo caminho até chegar a outro curso d'água.

Tempo de Concentração

Para Netto e Fernández (2015, p.471), o tempo de concentração é “o intervalo de tempo da duração da chuva necessário para que toda a bacia hidrográfica passe a contribuir para a vazão naquela seção de drenagem”. Para o cálculo do tempo de concentração é necessário conhecer o comprimento e a declividade média da bacia hidrográfica.

Coefficiente de Escoamento Superficial

Netto e Fernández (2015) e Gribbin (2014), definem o coeficiente de escoamento superficial como a relação do volume de água que escoou pela superfície com o volume precipitado. O Quadro 03 apresenta os valores de coeficiente de deflúvio em relação ao tipo de superfície e sua declividade.

Quadro 03 – Coeficiente de Deflúvio

TIPO DE SUPERFÍCIE	COEFICIENTE DE DEFLÚVIO "c"
Ruas:	
Asfalto	0,70 a 0,95
Concreto	0,80 a 0,95
Tijolos	0,70 a 0,85
Trajetos de acesso a calçadas	0,75 a 0,85
Telhados	0,75 a 0,95
Gramados; solos arenosos:	
Plano, 2%	0,05 a 0,10
Médio, 2 a 7%	0,10 a 0,15
Íngreme, 7%	0,15 a 0,20
Gramados; solo compacto:	
Plano, 2%	0,13 a 0,17
Médio, 2 a 7%	0,18 a 0,22
Íngreme, 7%	0,15 a 0,35

Fonte: Manual de Hidrologia Básica. DNIT, 2005.

Coeficiente de Permeabilidade

Segundo Marangon (2009), o coeficiente de permeabilidade (k) é calculado através da fórmula de Darcy e está diretamente ligado com o índice de vazios, temperatura e grau de saturação do solo.

Cálculo de Vazão

Existem diversos métodos para o cálculo de vazão, podendo ser empírico, estatístico, hidrometeorológico ou racional. O método racional é muito utilizado para bacias de pequenas áreas e calcula a maior vazão produzida levando-se em conta o coeficiente de escoamento superficial. O DNIT (2005) apresenta a fórmula da vazão pelo método racional conforme fórmula abaixo:

$$Q = \frac{c \times i \times A}{3,6}$$

Sendo:

Q= descarga máxima, em m³/s;

C= coeficiente de deflúvio;

I= intensidade da chuva definida, em mm/h; e

A= área da bacia hidrográfica, em km².

2.4 Dispositivos de Drenagem

Atualmente em muitas cidades brasileiras o sistema de drenagem é subdimensionado ocasionando diversos problemas, principalmente em épocas chuvosas. Os sistemas de drenagem urbana são classificados de acordo com suas dimensões em sistemas de microdrenagem e macrodrenagem. Segundo Kinsey (2010), a microdrenagem é responsável por conduzir as águas do escoamento superficial até a macrodrenagem que compreende a rede de drenagem natural, existente antes da ocupação.

De acordo com Mascaró e Yoshinaga (2013), a microdrenagem é constituída pelas redes coletoras de águas pluviais, poços de visita, sarjetas, bocas de lobo e meios-fios.

Já a macrodrenagem é constituída de galerias de grande porte, canais e rios canalizados e precisam ser dimensionadas para grandes vazões, em que o índice de velocidade também é maior.

Segundo Jabor (2014) outros dispositivos podem ser necessários para o auxílio da drenagem, como é o caso dos drenos que possuem específicas funções. Tais dispositivos são geralmente utilizados nos sistemas construtivos de determinadas pavimentações. Podem ser subdivididos em:

- Dreno Profundo Longitudinal: Rebaixamento do Lençol freático protegendo a estrutura do pavimento.
- Dreno Espinha de Peixe: Utilizados em séries, em sentido oblíquo, podendo ser utilizados com tubos ou não, já que geralmente são utilizados em profundidades menores.
- Dreno Sub-Horizontal: Utilizados da prevenção de escorregamentos.
- Dreno Subsuperficial: Recebem as águas drenadas pela camada de pavimento de grande permeabilidade e conduz até o deságue.

3 METODOLOGIA

O universo do artigo em questão trata da área de estacionamento residencial do Condomínio Ville Helena, em Belo Horizonte – MG, o mesmo tem como amostra os pavimentos Permeável e Asfáltico a terem o seu desempenho comparado.

A pesquisa quanto aos fins se deu pelo método exploratório, com intuito de levantar e comparar o desempenho dos pavimentos já citados, a fim de definir por meio dos resultados qual o mais indicado para a implantação na área de estacionamento residencial do condomínio definido. Quanto aos meios, o artigo representa uma Pesquisa de Campo, uma vez que, em sua maioria, os parâmetros utilizados para realização da análise comparativa, foram observados e coletados no local.

A pesquisa se deu a partir do seguinte roteiro:

- Visita técnica ao condomínio, para conhecimento e registro da área de estacionamento onde o pavimento será empregado;
- Extração das áreas de relevância dos documentos obtidos;
- Delimitação da área de contribuição por meio da análise das áreas;
- Visita aos fornecedores dos tipos de pavimentos analisados;
- Determinação dos índices para realização dos cálculos da vazão;
- Elaboração dos projetos como proposta de implantação do pavimento mais indicado para a área em estudo, segundo o resultado da comparação realizada.

4 ANÁLISE DOS RESULTADOS

4.1 Caracterização do Condomínio Ville Helena

Para a realização dos estudos a respeito do pavimento Permeável e Asfáltico, selecionou-se o estacionamento de um condomínio residencial, para definir o revestimento mais adequado a ser implantado no mesmo. O condomínio em questão é denominado Ville Helena, empreendimento localizado no Bairro Araguaia em Belo Horizonte - MG, em que a região está inserida na ZAP (Zona de Adensamento Preferencial), conforme Quadro 01.

As áreas de relevância retiradas do documento, “Instituição de Condomínio” e da visita realizada *in loco*, são:

Área Terreno: 5.419,52 m².

Área Construída Global Total: 12.016,01 m²

Área total do estacionamento: 2.243 m³

Estacionamento

Conforme contido no documento “Instituição de Condomínio”, o estacionamento de veículos é composto por 120 (cento e vinte) vagas para veículos de médio porte, com dimensões de 230 x 450 cm e área de 10,35 m², sendo quatro para portadores de necessidades especiais (PNE). Todas as vagas são livres e descobertas. Foi realizado um croqui do estacionamento incluindo as vagas e as vias de acesso. A área hachurada corresponde à área a ser pavimentada, conforme Figura 01.

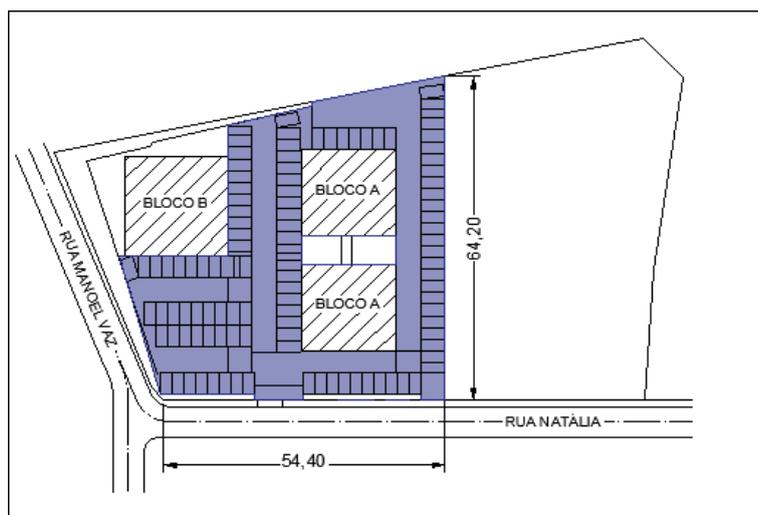


Figura 01- Croqui de demarcação da área a ser pavimentada

Fonte: Desenho elaborado por Lorena Campolina e Jorgea Borges (2020).

Definição do pavimento

Para que pudesse haver maior familiarização com o processo de fabricação dos pavimentos permeáveis, realizou-se uma visita a um fabricante do mesmo, onde se observou que o processo ocorre de forma automatizada, visando à garantia da qualidade. Após realizar estudos sobre os modelos de blocos disponíveis, levando-se em conta o cenário do estacionamento, como dimensão e utilização, definiu-se como melhor opção o Piso Intertravado Drenante com dimensões de 8x10x20 cm (E x L x C).

Em contrapartida, o segundo tipo de revestimento escolhido foi o CBUQ (Concreto Betuminoso Usinado a Quente) por sua utilização ser comum em estacionamentos.

Absorção de calor

Os pavimentos permeáveis apresentam uma maior taxa de reflexão solar, diferente do CBUQ (Concreto Betuminoso Usinado a Quente), que por sua coloração mais escura tem maior absorção de calor, como demonstrado nos índices de Albedo no Quadro 04.

Quadro 04 – Comparação entre os índices de Albedo.

Revestimento	Albedo	Reflexão solar
Permeável	0,10 a 0,35	Maior taxa de Reflexão solar
Asfáltico	0,05 a 0,20	Menor taxa de Reflexão solar

Fonte: organizado por Lorena Campolina e Jorgea Borges (2020), a partir dos dados coletados em pesquisa.

Como se pode observar, o valor de Albedo do Pavimento Permeável é em média 50% maior que do Asfáltico, acarretando a diminuição do ganho de energia do revestimento, reduzindo a formação de ilhas de calor e contribuindo para a confortabilidade térmica da população que circula no local.

Vazão

O método escolhido para o cálculo da vazão de ambos os pavimentos foi o racional, por se tratar de uma bacia de pequeno porte e de um escoamento laminar. Foram utilizados os seguintes valores:

C= coeficiente de deflúvio: Para o Bloco Intertravado Drenante, utilizou-se um coeficiente de deflúvio mínimo de 0,05, levando em conta sua taxa de 100% de permeabilidade, retirada do ensaio realizado e disponibilizado pelo fabricante.

Conforme o Quadro 03, para o CBUQ (Concreto Betuminoso a Quente) foi considerado o coeficiente de 0,95 devido as sua característica de impermeabilização.

I= intensidade da chuva definida, em mm/h: A intensidade da chuva a ser utilizada será de 194,5 mm/h, estipulada como intensidade de chuva média para a região de Belo Horizonte, segundo a SUDECAP (2004).

A= área da bacia hidrográfica, em km²: A área de contribuição considerada será a área total do estacionamento, desconsiderando as áreas dos apartamentos, sendo: 2.243 m²= 0, 002243 km².

Bloco Intertravado Drenante:

$$Q = \frac{0,05 \times 194,5 \times 0,002243}{3,6} = 0,0061 \text{ m}^3 / \text{s}$$

A vazão de escoamento superficial no pavimento permeável será de 0,0061 m³/s.

Revestimento CBUQ (Concreto Betuminoso Usinado a Quente):

$$Q = \frac{0,95 \times 194,5 \times 0,002243}{3,6} = 0,1151 \text{ m}^3/\text{s}$$

A vazão de escoamento superficial no pavimento permeável será de 0,1151 m³/s.

Os pavimentos que possuem um coeficiente de escoamento alto, como é o caso do asfáltico, indicam uma baixa taxa de infiltração, e por consequência um maior valor de vazão, se comparado com os pavimentos permeáveis, onde a vazão de escoamento superficial é menor. Ou seja, nos pavimentos asfálticos será observado uma maior quantidade de água escoando sobre a superfície do pavimento, sendo necessário dispositivos de drenagem superficiais.

Projeto

Pavimentação Permeável: Bloco Intertravado Drenante

Classificação do Sistema de Infiltração : Infiltração Parcial

Revestimento: Bloco Intertravado Drenante 20x10x8 cm

Camada de Assentamento : Pedrisco

Camada de 5 cm

Índice de Vazios ≥ 32%

Dimensão Máxima Característica – 9,5 mm

Não é recomendada a utilização de areia ou pó de pedra na camada de assentamento e no rejunte, devido ao baixo coeficiente de permeabilidade destes materiais.

Camadas do Pavimento: Foi considerada como material para a camada de base a BGS (Brita Granulada Simples) com CBR ≥ 80% e Índice de Vazios ≥ 32%. O subleito será o solo natural no local desde que apresente CBR ≥ 2%.

Drenagem : Dreno Subsuperficial

A Figura 02 apresenta o corte transversal relativo ao projeto de pavimentação permeável, no qual utiliza-se como revestimento blocos de concreto permeável.

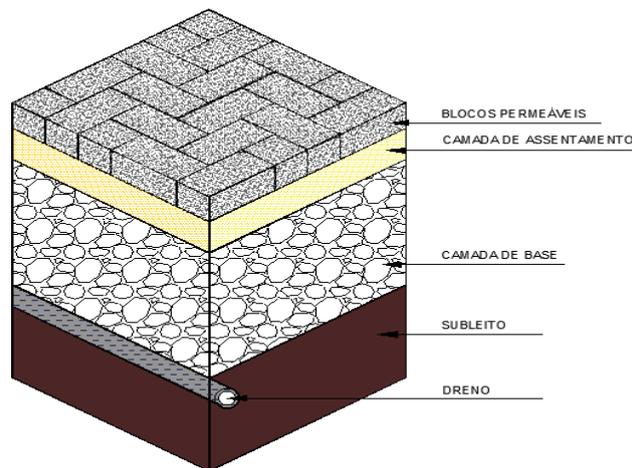


Figura 02 - Corte Transversal - Pavimento Permeável

Fonte: Lorena Campolina e Jorgea Borges (2020).

Pavimentação Flexível: Revestimento: Concreto Betuminoso Usinado a Quente (CBUQ) – 5 cm.

A definição da espessura do revestimento foi retirada do Manual de Pavimentação do DNIT (2006), sendo uma camada de 5 cm para revestimentos em CBUQ.

Camadas do Pavimento: Foi considerada uma espessura de 15 centímetros de BGS (Brita Graduada Simples) com $CBR \geq 80\%$ e $Expansão \leq 0,5\%$. Para a camada de Sub-Base o material utilizado foi a Bica Corrida com espessura de 15 centímetros com $CBR \geq 2$ e $Expansão \leq 1\%$. A camada de Subleito será o solo natural local desde que apresente $CBR \geq 2\%$ e $Expansão \leq 2\%$. Os valores mínimos e máximos exigidos de CBR e expansão foram retirados do Manual de Pavimentação do DNIT (2006).

Dispositivos de Drenagem superficial : Canaletas, caixas e sarjetas.

A Figura 03 apresenta o corte transversal relativo ao projeto de pavimentação asfáltica, no qual utiliza-se como revestimento Concreto Betuminoso Usinado à Quente.

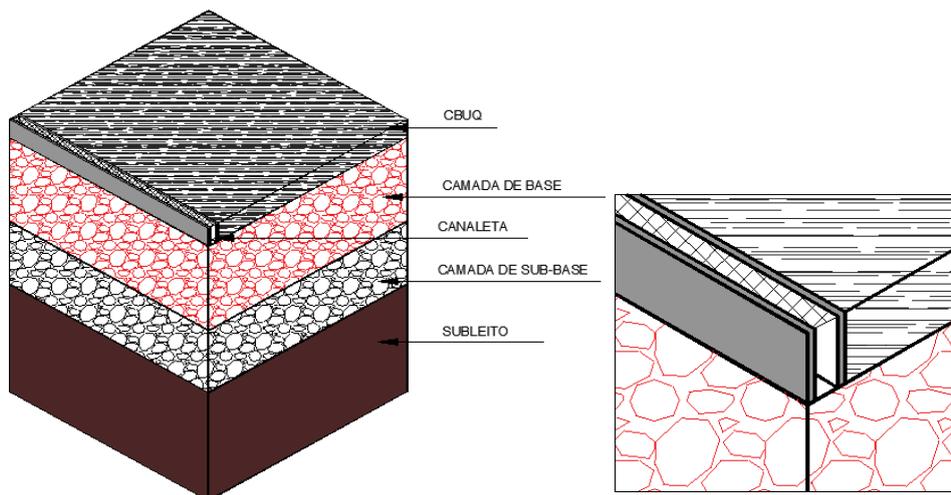


Figura 03 - Corte Transversal - Pavimento Permeável/ Detalhe da Canaleta.
 Fonte: Lorena Campolina e Jorgea Borges (2020).

Drenagem

O Quadro 05 apresenta uma análise do tipo de dispositivos utilizados em relação ao tempo de escoamento e aos efeitos causados pela passagem dos veículos.

Quadro 05 – Comparação do sistema de drenagem

Revestimento	Dispositivos	Tempo de escoamento até o destino	Observação
Permeável	Drenos	Lento	Contribuição local do lençol freático.
Asfáltico	Canaletas sarjetas	Rápido	Possibilidade de Hidroplanagem(acúmulo de água na superfície).

Fonte: organizado por Lorena Campolina e Jorgea Borges (2020), a partir dos dados coletados em pesquisa.

Os próprios pavimentos permeáveis funcionam como uma caixa de drenagem, tendo o auxílio dos drenos para direcionar o fluxo da água para rede externa, diferentemente do pavimento Asfáltico, que conta com dispositivos superficiais de drenagem, sendo comum perceber acúmulo de água na superfície, principalmente em época de chuvas intensa.

5 CONCLUSÕES E CONSIDERAÇÕES FINAIS

De acordo com a análise dos resultados obtidos através da comparação realizada, o Bloco Intertravado Drenante se destacou por apresentar maiores benefícios a partir da sua fabricação, com etapas automatizadas e a possibilidade de estocagem. Outro ponto a se destacar é a absorção de calor, uma vez que o Bloco Drenante, por sua cor clara, tem alta refletância de luz, enquanto o CBUQ retém energia, podendo gerar ilhas de calor e elevar a sensação térmica.

Obteve-se para o Bloco Permeável uma vazão calculada dezoito vezes menor quando comparada ao CBUQ (Concreto Betuminoso Usinado a Quente), indicando uma maior infiltração das águas pluviais na estrutura do pavimento, evitando o acúmulo de água na superfície e a diminuição ou até mesmo a eliminação de dispositivos superficiais de drenagem. O processo ocorre de forma mais lenta com o auxílio dos drenos, assim não sobrecarrega a rede pública de drenagem, sendo um grande aliado na prevenção de enchentes.

Diante dos resultados analisados e comparados, o pavimento mais indicado para ser implantado na área de estacionamento do Condomínio Residencial Ville Hellena, é o Bloco Intertravado Drenante, uma vez que o mesmo apresentou melhor desempenho levando em consideração os parâmetros definidos.

A análise de custo da implantação dos projetos desenvolvidos, bem como a captação das águas pluviais que escoam pela estrutura do pavimento permeável, apresentam variáveis que exigem estudos específicos, logo os mesmos ficam como sugestões para pesquisas futuras.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CIMENTO PORTLAND. **Projeto Técnico: Pavimento Permeável**. São Paulo: Fábrica de Ideias Brasileiras, 2013. Disponível em: <http://www.solucoesparacidades.com.br/wpcontent/uploads/2013/10/AF_Pav%20Permeavel_web.pdf>. Acesso em 01 out. 2019, 08:10:30.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT 16416-2015 - Pavimentos permeáveis de concreto**. São Paulo, 2015. Arquivo para visualização disponibilizado durante a visita técnica.

AZEVEDO NETTO, José M. de; FERNÁNDEZ, Miguel. **Manual de Hidráulica**. 9 ed. São Paulo: Blucher, 2015.

BALBO, José Tadeu. **Pavimentação Asfáltica: materiais, projetos e restauração**. São Paulo: Oficina de Textos, 2007.

CALLEJAS, Ivan Júlio Apolônio; DURANTE, Luciane Cleonice. **Pavimentação Asfáltica: Contribuição no Aquecimento de Áreas Urbanas**. Periódico Científico. Scientific Journal of FAET and ICET. Universidade Federal do Mato Grosso, 2015. Disponível <<http://www.periodicoscientificos.ufmt.br/ojs/index.php/eng/article/viewFile/2555/1723>>. Acesso em 15 set. 2019, 20:48:25.

CENTRO DE REFERÊNCIA PARA AS ENERGIAS SOLAR E EÓLICA. **Radiação Solar**. 2008. Disponível em: < <http://www.cresesb.cepel.br> >. Acesso em :15 set. 2019, 19:30:00.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES. **Manual de Hidrologia Básica**. 2 ed. Rio de Janeiro, 2005. Disponível em: < http://ipr.dnit.gov.br/normasmanuais/manuais/documentos/715_manual_de_hidrologia_basica.pdf>. Acesso em: 30 set. 2019, 22:05:10.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES. **Manual de Pavimentação**. 3. ed. Rio de Janeiro, 2006. Disponível em: http://www1.dnit.gov.br/arquivos_internet/ipr/ipr_new/manuais/Manual%20de%20Pavimentacao%20de%2005.12.06.pdf. Acesso em: 11 set. 2019, 14:30:15.

GRIBBIN, Jhohn. **Introdução a hidráulica, hidrologia e gestão de águas pluviais**. Tradução da 4 ed. Norte Americana. São Paulo: Cengage Learning, 2014.

JABOR, Marcos Augusto. **Drenagem de Rodovias. Estudos Hidrológicos e Projeto de Drenagem. Apostila do Curso de Drenagem**. FACTIVA, 2014.

KINSEY, Harry. Micro e Macrodrenagem Urbana. **Disciplina de Saneamento Básico**. 2010. Disponível em: <<https://www.docsity.com/pt/aula-2-definicao-de-micro-e-macrodrenagem-urbana/4800641/>>. Acesso em :22 set. 2019, 17:30:00.

MARANGON, M. Faculdade de Engenharia de Juiz de Fora. Núcleo de Geotecnia. **Hidráulica dos Solos**. Juiz de Fora, 2009.

MASCARÓ, Juan Luis; YOSHINAGA, Mário. **Infraestrutura Urbana**. Rio de Janeiro: Masquatro, 2013.

PREFEITURA DE BELO HORIZONTE. Taxa de Permeabilidade mínima. **Lei 7166/96**. Belo Horizonte, 2019. Disponível em: < <https://prefeitura.pbh.gov.br/politica-urbana/planejamento-urbano/plano-diretor/plano-diretor-em-vigor> > Acesso em 20 out. 2019, 18:50:00.

SUDECAP, Superintendência de Desenvolvimento da Capital. **Instrução Técnica para Elaboração de Estudos e Projetos de Drenagem Urbana do Município de Belo Horizonte**. Belo Horizonte, 2004. Disponível em: < <https://www.docsity.com>> Acesso em 01 nov. 2019, 17:00:00.