XII Simpósio de Práticas de Engenharia Geotécnica da Região Sul
GEOSUL 2019 – 17 a 19 de Outubro, Joinville, Santa Catarina, Brasil
©ABMS, 2019

Estruturação de Modelo Físico e Análise de Sistema de Multiplas Camadas de Agregados voltadas para Pavimentação Permeável

Luana Espíndola Ribeiro Aguiar
Centro Universitário La Salle Rio de Janeiro, Niterói, Brasil, luanaribeiro.eng@outlook.com

Roberta de Oliveira Costa
Centro Universitário La Salle Rio de Janeiro, Niterói, Brasil, roberta.costa@lasalle.org.br

Suzana Alerno Souza Santos
Centro Universitário La Salle Rio de Janeiro, Niterói, Brasil, suzana.santos@lasalle.org.br

RESUMO: Com o crescente e desordenado processo de urbanização no Brasil, o número de áreas impermeabilizadas pela construção civil aumentou significativamente. Este fato, intensificou a ocorrência de inundações urbanas mediante a sobrecarga dos sistemas de drenagem. Em meio a busca por soluções que atenuem estes impactos, o presente trabalho apresenta um estudo sobre possíveis composições de estruturas voltadas para a pavimentação permeável. Desta forma, as camadas de base e sub-base destas estruturas foram compostas por diferentes numerações de britas. Já o subleito foi caracterizado por dois tipos distintos de solos, um argiloso e outro arenoso. Através dos ensaios de granulometria, porosidade e vazão das britas e dos solos, os resultados obtidos mostraram, que a estruturação das camadas deverão estar diretamente relacionadas ao tipo de subleito. É esta relação que determinará a mais adequada composição de camadas para que ocorra, expressivamente, a diminuição do escoamento superficial.

PALAVRAS-CHAVE: Permeabilidade, Pavimentação Permeável, Vazão.

1 INTRODUÇÃO

O processo de urbanização no Brasil é crescente e desordenado, hodiernamente, a população urbana gira em torno de 80%, enquanto na década de 50, esse percentual se apresentava inferior a 40% (Parkinson *et al*., 2003). Estes números revelam o quão abrupto se deu tal evento e que, dentre os principais problemas gerados pela falta de planejamento deste processo de urbanização, estão as questões ligadas a drenagem urbana. Os sistemas de drenagem pluviais, no Brasil, possuem como foco o escoamento rápido da água precipitada outorgando o problema para a jusante (Parkinson *et al*., 2003). Deste modo, mesmo as enchentes e inundações sendo problemas inveterados no Brasil, o crescimento populacional das cidades intensificou tais eventos devido ao grande número de áreas que se tornaram impermeáveis, graças a construção de casas, edifícios e, principalmente, áreas pavimentadas. Porto Alegre -RS, por exemplo, a partir da década de 70, apresentou um aumento de 46% da população urbana intensificando o número de áreas impermeabilizadas e diminuindo o percentual de áreas verdes.

Com o intuito de minimizar os efeitos das cheias, na década de 70, engenheiros dos Estados Unidos começaram a utilizar novas técnicas de pavimentação que ficaram conhecidas como pavimento permeável (Virgillis, 2009). Os pavimentos convencionais, impermeáveis, costumam dispor de suas camadas em estado ressequido objetivando a estabilidade estrutural, todavia, seu nível de impermeabilidade acaba por condicionar mais facilmente a formação de lâmina d'agua intensificando o escoamento

©ABMS, 2019

superficial. Já o pavimento permeável surge aumentando a permeabilidade do substrato, pois conta com, além da função mecânica, a função hidráulica, que pode se apresentar de duas formas distintas: infiltração e armazenamento. Esse tipo de pavimento, possui sua natureza ligada à porosidade e permeabilidade, com elevados teores de vazios o que possibilita a infiltração da água através da camada superior até as camadas que funcionam como reservatório. (Virgillis, 2009)

A partir de estudos ligados a vazão, infiltração e permeabilidade do solo é possível desenvolver métodos e dispositivos que amenizem os dilemas presentes, principalmente, nas grandes cidades, como é o caso do escoamento superficial desordenado (Pinto *et al*., 1976). Logo, a utilização de estruturas como dos pavimentos permeáveis contribui para atenuar tais dilemas, além, de reduzir efeitos de aquaplanagem em estradas, garantindo a segurança de diversas formas e coadjuvando o encolhimento dos efeitos urbanos sobre o meio ambiente.

2 METODOLOGIA

Todos experimentos foram realizados no laboratório de mecânica dos solos do Centro Tecnológico do Centro Universitário La Salle - RJ, na cidade de Niterói - RJ, dentro do período de agosto de 2018 – maio de 2019.

Para análise de materiais de composição de base e sub-base foram utilizados cinco tipos de britas: pó de brita, britas de nº 0, nº 1, nº 2 e nº3, adquiridas na forma de sacos de 20 kg. A brita graduada simples (BGS) já é um material muito utilizado na constituição da base e sub-base de pavimentos convencionais (impermeáveis), porém, possuem partículas de diversos tamanhos o que diminui, expressivamente, o índice de vazios. Dessa forma, a escolha das britas de tamanhos "definidos" se deu para buscar atender melhor as funções hidráulicas da base e sub-base dos pavimentos permeáveis, mantendo-se semelhantes os espaçamentos entre as partículas, uma vez que as partículas usadas são, aproximadamente, do mesmo diâmetro em cada camada.

Já os solos utilizados para análise de constituição de subleito dos pavimentos foram coletados em locais distintos. O solo com características argilosas (Solo A) (Figura 1A) foi retirado de um talude natural de uma região urbanizada e de declive. O solo com perfil arenoso (Solo B) (Figura 1B) foi coletado em uma região praiana e menos urbanizada. A escolha dos materiais a serem analisados, britas e solos, se deu a partir dos materiais que já constituem pavimentos tradicionais, com objetivo de investigar, mais profundamente, as propriedades hidráulicas.

Figura 1. Amostras de solos analisados e seus respectivos locais de extração. (A) Solo A com características argilosas e (B) Solo B com características arenosas. Fonte: Os autores

2.1 1ª Fase – Experimentos referentes as Características dos Materiais

Para analise e caracterização do solo foi utilizada a Carta de Munsell (Campos e Demattê, 2004), que funciona como uma série de paletas de cores que envolvem croma, valor e matiz e caracteriza

©ABMS, 2019

o solo a partir da proximidade da sua cor original com as cores da paleta da carta. O Sistema Brasileiro de Classificação de Solos da EMBRAPA SOLOS, foi utilizado para completar a caracterização do tipo de solo, juntamente, com ensaios de porosidade.

Os testes de porosidade (Figura 2) foram realizados atrvés de métodos semi-empíricos. Com auxílio de béqueres de 600 ml foram colocados 200 ml de amostras de solos e britas em seu interior, uma amostras por vez, e posteriormente, acrescentou-se água com auxílio de uma proveta de 100 ml até que o material ficasse completamente saturado. Em seguida, mediu-se quantidade de água que a amostra absorveu até sua saturação, encontrando o volume de vazios. O cálculo da porosidade foi realizado de acordo com a equação 1, segundo CAPUTO (2015).

$$n = \frac{V_V}{V_V + V_S} . 100 \qquad (1)$$

Onde,

$n = \text{Porosidade (\%)}$

$V_V = \text{Volume de vazios (ml)}$

$V_S = \text{Volume de sólidos(ml)}$

Figura 2. Ensaio semi-epírico de porosidade com uma amostras de solo.
Fonte: Os autores

Os experimentos de vazão foram também realizados utilizando os materiais separadamente. Foi selecionado um recipiente cilíndrico, transparente e translúcido, sem deformidades e altura atendível, para assim proporcionar melhores resultados e auxiliar os cálculos com relação ao volume. Com o recipiente definido foi delimitado o diâmetro de 1 mm para a furação. Essa delimitação foi baseada no menor diâmetro possível para simular a complexidade da passagem da água por partículas bem pequenas. A distribuição dos furos deu-se de forma radial e simétrica.

A execução dos experimentos deu-se, inicialmente, apoiando-se o recipiente de PET sobre um béquer de 1000 ml (Figura 3). Os béqueres tinham como principal função a mensuração da quantidade de água que transitou entre as partículas dos materiais e nele se depositou.

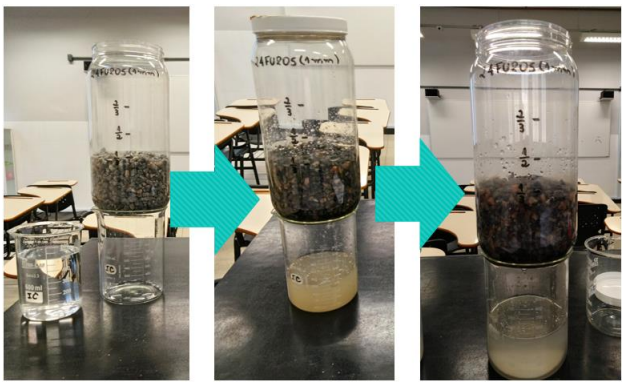


Figura 3. Teste de vazão com amostras de brita.
Fonte: Os autores

Para o cálculo de vazão foi utilizado a equação de vazão volumétrica (Equação 2), consultada em (Pinto *et al*., 1976), já que foram observados os volumes de fluido que atravessou as partículas dos materiais analisados durante determinados intervalos de tempo (60s, 10 min e 1h).

$$Q = \frac{V}{t} \qquad (2)$$

Onde,

$Q = \text{Vazão } \left(\frac{m^3}{s}\right)$

$V = \text{Volume } (m^3)$

$t = \text{Tempo } (s)$

Ao todo foram realizados 14 testes, sete em estado inicial seco e sete adicionando-se mais 500 ml de H2O, após a saturação. Os experimentos foram realizados dispondo-se de um material por vez, cobrindo 1/3 do volume do recipiente (aprox. 0,98 litros).

Com todos os volumes, intervalos de tempo e pesos tabulados, deu-se início aos cálculos de vazão e percetual de água retido nas amostras, possibilitando as análises, geração dos gráficos e determinações para início das montagens dos perfis dos solos, constituintes da segunda fase dos experimentos.

2.2 2ª Fase – Contrução dos Perfis

Após os experimentos de capacidade de vazão com as britas e os solos separadamente, deu-se início aos experimentos com os materiais combinados. Cinco perfis foram construídos e simularam a formação das camadas de base, sub-base e subleito de um pavimento permeável. Para executar tais experimentos, foi utilizado um recipiente que possui o formato de um tronco de pirâmide o que transmite ao sistema tendência ao escoamento da água em direção ao fundo (subleito), feito de material plástico com capacidade aproximada de 26,0 litros.

Foram utilizados dois recipientes do descrito acima, um para montagem dos perfis (Recipiente 1) e outro para recepção e armazenagem da água que atravessou os perfis (Recipiente 2) (Figura 4). O recipiente para locação dos perfis teve seu fundo recortado e seu esqueleto preso em uma bandeja de alumínio com dimensões de 0,50m x 0,40m x 0,05m, onde foi furada e apoiada sobre o recipiente 2. O número de furos se deu de modo a cobrir uniformemente a base do recipiente, totalizando 56 furos de 1mm em forma de malha e espaçamentos equidistantes entre eles. A estrutura final, com peso de 1,787g.

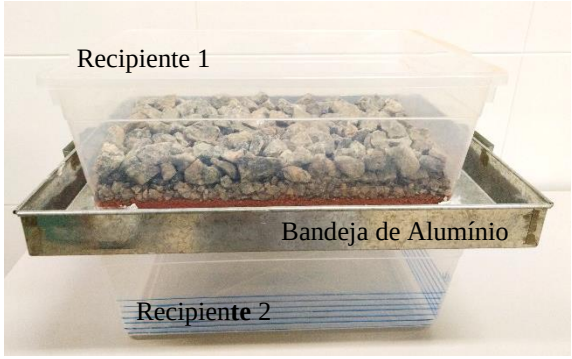


Figura 4. Estrutura final para formação dos perfis
Fonte: Os autores

Dos cinco perfis (Tabela 1), dois foram formados com solo B (camada do subleito) e três com o solo A. Já os materiais de base e sub-base foram definidos de acordo com a porosidade, a retenção de H2O e as vazões encontradas para cada tipo de brita analisada.

Tabela 1 Configuração dos Perfis construídos

Perfil	Base	Sub-Base	Subleito
1	Brita nº2	Brita nº0	Solo Argiloso
2	Brita nº2	Brita nº0	Solo Arenoso
3	Brita nº1	Brita nº2	Solo Argiloso
4	Brita nº1	Brita nº2	Solo Arenoso
5	Brita nº2	Brita nº1	Solo Argiloso

Fonte: Os autores

A quantidade de água adicionada aos perfis foi de três litros para o estado inicial seco e mais três litros para o estado inicial úmido, já que o experimento fora repetido 24h depois de ter adicionado os primeiros litros de água. Essa repetição teve como objetivo analisar o comportamento da água através do perfil já umedecido.

Todo processo teve início colocando-se o solo do subleito no fundo do recipiente 1, sequencialmente, foram colocadas as britas que constituíam as camadas de sub-base e, por último, a base. Os três litros de água foram colocados em um regador plástico com capacidade total de 5 litros, com o intuito de distribuir mais uniformemente a água sobre o perfil. Simultaneamente, era cronometrado o tempo levado para absorver 1 litro, 1,5 litros, 2 litros, 2,5 litros, 3 litros e até 3,5 litros (no caso dos perfis já úmidos).

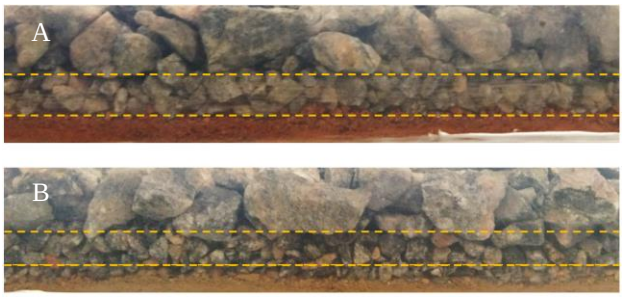


Figura 5. Figura ampliada dos Perfis 1(A)(Brita nº2, Brita nº0 e solo A) e Perfil 2(B) (Brita nº2, Brita nº0 e solo B), com a divisão das camadas destacadas pelas linhas tracejadas.
Fonte: Os autores

Cada camada possui de 2,0 a 3,0cm de altura, variando devido ao tamanho das partículas. Os cinco perfis apresentaram altura total de 7cm.

3 ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

3.1 Análise das Características dos Materiais separadamente

No ensaio de porosidade dos agregados foram encontrados valores maiores que 30% (Tabela 2), exceto o pó de brita que apresentou porosidade igual a 22%, ou seja, as demais enquadram-se na NBR 16416/2015, que estipula que o percentual de porosidade dos agregados adequados para compor as camadas de base e sub-base de pavimentos permeáveis devem possuir porosidade superior a 30%.

Tabela 2. Porosidade dos solos e das britas.

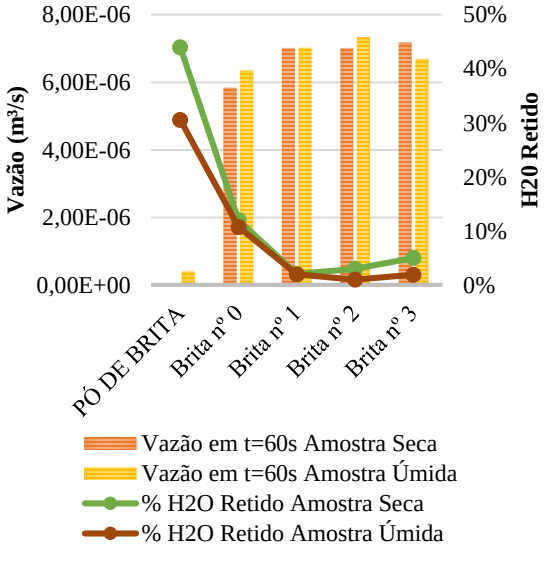
Material	Porosidade (%)
Solo A	33%
Solo B	23%
Pó de Brita	22%
Brita nº0	31%
Brita nº1	33%
Brita nº2	39%
Brita nº3	46%

Fonte: Os autores

Com as análises na Carta de Munsell, classificou-se o solo A como argiloso (Latossolos vermelho – amarelo) e o B como argilo-arenoso (Latossolos amarelos). O Latossolos vermelho – amarelo apresentou uma rápida absorção de água durante o ensaio de porosidade e, posteriormente, uma diminuição significativa da sua permeabilidade. Este fato é uma forte característica dos solos argilosos, que devido a presença de micropartículas, quando seco, permite que água seja absorvida, mas, após preenchidos os vazios, o solo acaba por possuir baixa permeabilidade, dificultando a transição das moléculas de água entre suas partículas. Já os Latossolos amarelos são caracterizados pela EMBRAPA SOLOS (20015) como sendo solos arigilo-arenosos. Solos estes que mesmo possuindo teores de argila em sua composição, possuem significativo percentual de areia fina, sendo característicos de regiões litorâneas. Estes solos também apresentam permeabilidade maior do que os Latossolos vermelho-amarelo e menor coesão de suas partículas, assim como também baixa retenção de água.

A partir de então, foram analisadas as vazões através dos cinco tipos de britas. O Grafico 1 apresenta os valores das vazões no tempo t=60s (secas e úmidas) e os percentuais de água retido nas amostras de brita.

Gráfico 1. Vazão através das amostras de brita no tempo t=60s e percentual de H2O retido nas amostras.



Fonte: Os autores

O gráfico 1 revela que as britas n° 1, nº 2 e n°

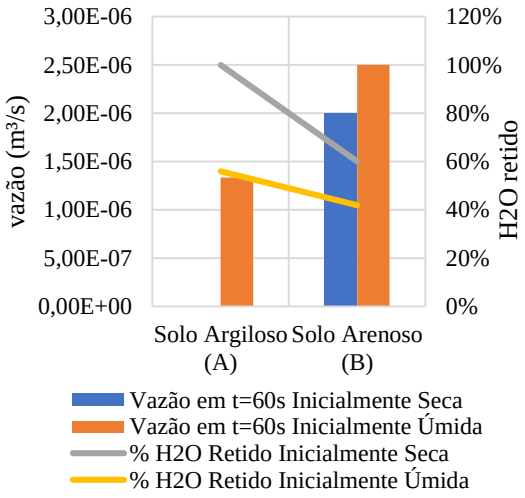
3 são as que apresentam maiores valores de vazão, conduzindo mais facilmente os fluidos até o subleito por meio da infiltração, mesmo, quando as partículas já se apresentam úmidas. Da mesma maneira, as britas n°1, n° 2 e n° 3 apresentaram valores percentuais de água retido nas amostras relativamente baixos, se comparados as demais britas analisadas.

Segundo o Manual de Pavimentação do DENIT (2006) nos pavimentos convencionais, impermeáveis, é incomum a utilização dos números de brita 2 e 3 para compor as camadas de base e sub-base. Isto objetiva preservar as características mecânicas do pavimento, devido ao elevado grau de vazios que elas possuem, o que pode gerar alguns problemas de instabilidade do pavimento se não forem compactados de forma apropriada. Vale lembrar, que não foram feitas análises relativas a resistência sobre essas amostras apenas analises hidráulicas. Entretanto, segundo NBR 16416/2015 a granulometria dessas britas se encaixam nas indicadas pela norma, onde é delimtado o uso de materiais porosos, com o mínimo percentual de finos, para efetuarem a função de infiltração e/ou armazenamento em pavimentos permeáveis.

O Gráfico 1 também revela que a brita n°0 apresentou valores de vazão inferiores as maiores (britas n° 2 e 3) em torno de apenas 5% a 10%, o que significa que ela possui preferível capacidade de retenção de fluido combinada com satisfatórios valores de vazão, possibilitando que a água se infiltre até as camadas de base e fique reclusa nos poros das partículas e, posteriormente, percorra os vazios das mesmas, até que seja coletada ou absorvida pelo subleito, se encaixando na função de armazenamento. Segundo o DNIT (2006) esse número de brita já é mais comumente utilizada em pavimentos convencionais principalmente, em camadas mais superficiais como a base, devido ao tamanho de suas partículas que auxilia o processo de compactação fornecendo mais rigidez e resistência ao pavimento.

Já os solos analisados possuem características praticamente opostas, o Gráfico 2, apresenta o elevado grau de absorção de água através do solo argiloso, onde no primeiro experimento (em estado incial seco) o mesmo absorveu 100% da água tendo seus valores de vazão zerados. Esses dados indicam também a suscetibilidade deste solo à formação de lâmina d'agua na superfície.

Gráfico 2 Vazão em t=60s e percentual de H2O retido nas amostras de solos



Fonte: Os autores

No caso de pavimentos permeáveis, com função de infiltração, formados por um subleito composto por um solo argiloso como o analisado, estes necessitariam, de auxílio de drenos, para captar a água que não conseguisse infiltrar no subleito. Já os pavimentos permeáveis com função de armazenamento, sob o mesmo tipo de subleito, necessitariam de camadas de base de maior espessura e formadas por britas de diâmetros maiores para armazenar maior quantidade de água. Isto evitaria que após a saturação do solo, a água vá se acumulando desordenadamente nas camadas de base e retorne a superfície formando lâmina d'agua.

No caso do solo arenoso as vazões apresentaram valores, aproximadamente, três vezes maior que os valores das vazões no solo argiloso (Gráfico 2). Assim, um pavimento permeável sob um subleito formado por esse tipo de solo conseguiria atender mais facilmente as funções de armazenamento. Para um subleito arenoso, as camadas de base e sub-base podem

ser constituídas de britas nº1, n° 2 ou 3., no caso de pavimentos com função de infiltração. Já nos pavimentos com função de armazenamento a brita n°0 seria mais indicada para compor a camada de base por diminuir a entrada inicial de água no pavimento até a camada de reservatório (sub-base), já que o solo arenoso possibilita maiores vazões. Dessa forma, reduz-se as chances de que a sub-base se sobrecarregue rapidamente e faça a água voltar a superfície. Também foi possível observar que o solo arenoso absorveu 40% menos água do que o solo argiloso.

3.2 Análise dos Perfis

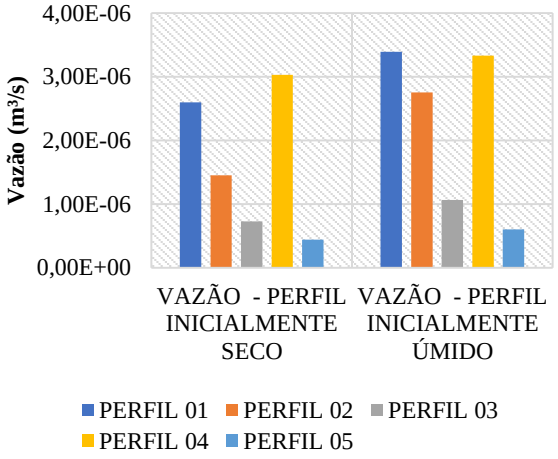
Após a construção dos cinco perfis, os pontos principais analisados nos experimentos foram: tempo inicial de queda d'agua (considerado o tempo para a água atingir o subleito), altura do nível d'água e a vazão máxima inicial através de cada perfil.

Para o Perfil 1, constituído por um subleito argiloso, que apresentou facilidade e rapidez na retenção de água no estado seco, foram escolhidas as britas nº 2 e nº 0 para a constituição das camadas de base e sub-base. Esta escolha, visou equilibrar o processo de retenção, já que essas britas apresentaram baixos percentuais de retenção, 3% e 12%, respectivamente. A escolha foi realizada para acelerar a infiltração da água através da brita nº2 na base, que apresentou bons valores de vazão e desacelerar com a brita nº0 na sub-base, que mostrou uma vazão inicial menor e percentual de retenção 4 vezes maior que a brita nº2, prolongando o tempo que a água se armazena na sub-base.

No Perfil 2, utilizou-se a mesma configuração do Perfil 1, alterando somente o subleito para o solo arenoso.

As britas com maiores dimensões foram colocadas na posição de base nos dois perfis acima. A NBR 16416/2015 estipula uma graduação maior para a sub-base e menor para a base, devido a função de reservatório realizada pela sub-base. Levando em consideração o que diz a norma, nos perfis 3 e 4 (subleito argiloso e arenoso, respectivamente), as camadas de sub-base foram compostas pela brita nº2. O objetivo foi o de aumentar a vazão e intensificar a função de reservatório, estendendo-a para a camada de base, a qual foi constituida por brita nº1.

Gráfico 3. Vazões máximas dos perfis em estado inicial seco e em estado inicial úmido.



Fonte: Os autores

Tabela 3. Nível da água nos perfis em estado seco e úmido.

Perfil	Tipo de solo (Subleito)	Nível d'água (cm)	
		Inicialmente Seco	Inicialmente Úmido
1	Argiloso	7,0	8,0
2	Arenoso	6,5	7,5
3	Argiloso	6,8	8,0
4	Arenoso	7,0	7,5
5	Argiloso	6,5	7,5

Fonte: Os autores

Frente aos resultados do Perfil 3, vazão 3,5 vezes menor do que no Perfil 1, usou-se no Perfil 5 novamente a brita de maior diâmetro na base, a brita nº2, e brita nº1 na sub-base, juntamente com o solo argiloso compondo o subleito. Essa mudança buscou aumentar a vazão do perfil mantendo a utilização da brita n°1 em uma das camadas, já que esta, aprsentou vazão individual maior que a brita n°0 (Gráfico 1), já utilizada.

Entretanto, mesmo voltando a usar a brita n° 2 na base, os resultados continuaram sendo insatisfatórios para o Perfil 5. A vazão passou a ser aproximadamente seis vezes menor que a encontrada no Perfil 1 (Gráfico 3), sendo este, o

que apresentou a configuração mais aconselhável para um subleito argiloso. Outro fator importante a ser levado em considerção, foi o fato de os Perfis 3 e 5 apresentarem cravamento das partículas de brita no solo do subleito e mistura das partículas menores. Este fato pode provocar a diminuição dos vazios pelo preenchimento dos mesmos por tais partículas.

Os perfis com subleito arenoso, Perfil 2 e 4, apresentaram baixos tempos iniciais de queda d'água, 20 e 17 segundos, respectivamente. Tempos 4,5 vezes menores que os tempos encontrados nos perfis com solos argilosos. O Perfil 4 apresentou vazão duas vezes maior que a do Perfil 2 e, aproximadamente, sete vezes maior que a do Perfil 5 (com solo argiloso no subleito) (Gráfico 3).

As vazões dos solos em estado úmido possuiram seus valores aumentados em relação ao estado inicial seco (Gráfico 3), similares aos ensaios individuais de vazão. O tempo de queda inicial de água diminuiu na maioria dos casos, principalmente, nos perfis com subleito argiloso. Após a saturação o nível de água dos perfis aumentou de 0,5cm até 1,0cm , o que significa que superou o tamanho dos perfis (7,0 cm). Na prática, isso pode significar um transbordamento, ou seja, formação da lamina d'água na superfície.

A Retenção de água em cada perfil também foi analisada e esta apresentada no Tabela 4. A leitura indica que os perfis com solos argilosos no subleito reteram maior quantidade de água, principalmente, o Perfil 5 (33,33%), sendo um perfil capaz de exercer mais a função de armazenamento, uma vez que amplie a altura da camada de armazenamento ou utilize auxilio de drenos.

Tabela 4. Percentual de H2O retido nos perfis

Perfil	% H2O Retido
1	16,67%
2	5,00%
3	5,00%
4	5,00%
5	33,33%

Fonte: Os autores

A partir de todas as analises realisadas, levando em consideração os tipos de subleitos, os perfis 1 e 4 apresentaram os melhores resultados para pavimentos permeáveis. Desta forma, foram montados duas sugestões de estruturas (Figura 6) para compor um pavimento permeável.

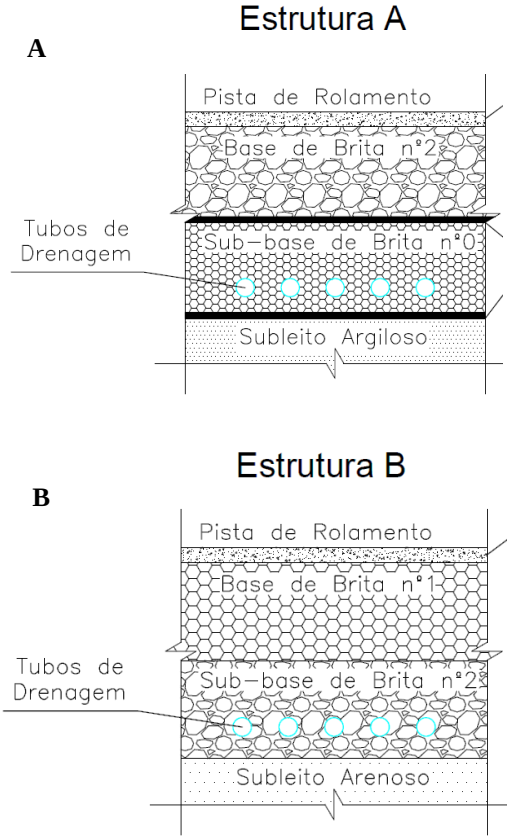


Figura 6. Modelos fisicos de pavimentos permeáveis estruturados a partir dos dados coletados e analisados.
Fonte: Os autores

Essas sugestões, levam em consideração pavimentos com revestimento constituído por concreto asfáltico poroso, já que o concreto e o asfalto são materiais já comumente utilizados nas rodovias do Brasil.

A estrutura A é indicada para pavimentos sobre subleitos argilosos e a estrutura B para pavimentos com subleitos arenosos. As dimensões de cada camada não foram estipuladas pois variam com necessidades específicas de local para local, como índices pluviométricos e material de subleito.

No geral, a estrutura A acompanha a formação do Perfil 1. Para desempenhar a função de infiltração e armazenamento deve ser levada em consideração o aumento da altura da camada de brita nº 2 e o auxílio de filtro geotêxtil entre as camadas, para evitar mistura de material e o cravamento das partículas no subleito. Também se optou pela utilização de tubos de drenagem para evitar transbordamento e consequente formação da lâmina d'água.

Já a estrutura B, segue a formação do Perfil 4, focando na função de infiltração, com altos valores de vazão e baixos percentuais de retenção de água. Nesse caso, também foram indicados usos de tubos de drenagem para auxiliar a vazão, quando toda estrutura se encontrar saturada, evitando também a formação da lâmina d'água e consequente chances de inundações.

4 CONCLUSÃO

Os resultados encontrados neste trabalho, mostram a importância do estudo da vazão e da capacidade de retenção de água das partículas que formam um pavimento permeável. Incluir um estudo mais aprofundado do solo de formação do subleito também é algo imprescindível na construção da pavimentação permeável.

Os experimentos mostraram, que em alguns casos, como de pavimentos permeáveis com função de infiltração, britas que não são comumente utilizadas em pavimentos tradicionais (impermeáveis), como é o caso da brita n°1 e n°2, podem sim apresentar grande função hidráulica e possuir grande influência na redução do escoamento superficial. Ao mesmo passo, a brita n°0, que é um tipo de brita mais correntemente utilizada, também possui capacidades hidráulicas satisfatórias, principalmente, para o uso em pavimentos permeáveis com função de armazenamento.

Deste modo, este trabalho tenta apresentar uma contribuição para a harmonia entre o fator urbano e o meio ambiente, o que é essencial para que as pessoas possuam condições de vida aceitáveis e seguras, além da necessidade de garantir que as matérias primas oferecidas pelo meio ambiente não se esgotem.

REFERÊNCIAS

ABNT - Instituto Brasileiro de Normas Técnicas. (2015). *ABNT NBR 16416/2015 - Pavimentos permeáveis de Concreto - Requisitos e Procedimentos.* Rio de Janeiro-RJ.

ABNT. (1984). *NBR7181- Solo - Análise Granulométrica.* ABNT -Associação Brasileira de Normas Técnicas.

Campos, R. C., e Demattê, J. A. (2004). Cor do solo: uma abordagem da forma convencional de obtenção em oposição à automatização do método para fins de classificação de solos. *Revista Brasileira de Mecânica dos Solos, 28.*

Caputo, H. P. (2015). *Mecânica dos solos e suas aplicações - Rochas, Fundações e Obras da Terra* (7ª ed., Vol. 2). Rio de Janeiro: LCT.

Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes. (2006). *Manual de Pavimentação* (3ª ed.). Rio de Janeiro: IPR-719.

EMBRAPA. (2018). *Sistema Brasileiro de Classificação de Solos* (5ª ed.). Brasília - DF: Solos Embrapa. Fonte: AGEITC - Agencia Embrapa de Informação Tecnológica.

Parkinson, J., Milograna, J., Campos, L. C., e Campos, R. (2003). *Drenagem Urbana Sustentável no Brasil.* Goiânia - GO: Escola de Engenharia Civil - Universidade Federal de Goiás.

Pinto, N. L., Tatit Holtz, A. C., Martins, J. A., e Sibut Gomide, F. L. (1976). *Hidrologia Básica* (1ª ed.). São Paulo-SP: Editora Edgard Blücher Ltda.

Virgillis, A. L. (2009). *Procedimentos de projeto e execução de pavimentos permeáveis visando retenção e amortecimneto de picos de cheias.* São Paulo-SP: Escola Politécnica da Universidade de São Paulo.