

TECHNICAL FEASIBILITY STUDY OF THE IMPLANTATION OF A DRAINAGE SYSTEM WITH THE USE OF PERMEABLE ASPHALT, AS AN ALTERNATIVE FOR FLOOD MITIGATION, IN URBAN AREAS OF MANAUS.

Weberter K. Perrone¹, Willace Lima de Souza²

^{1 2} Centro Universitário do Norte - Laureate International Universities – UNINORTE, Manaus – Amazonas – Brasil.

Email: betoperronee@gmail.com

Received: April 29th, 2019

Accepted: May 27th, 2019

Published: September 30th, 2019

Copyright ©2016 by authors and Institute of Technology Galileo of Amazon (ITEGAM). This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



ABSTRACT

With the significant expansion of urbanization by man, as well as the growth of impermeable surfaces in cities, large urban centers begin to suffer high flow peaks through surface runoff and, consequently, an increasing frequency of flooding, causing environmental, social and economic damages. In Manaus, it is enough to arrive the period of intense rains, that these problems are evident in several points of the city. In view of this, the need arises to seek solutions for the mitigation of the problem, through the use of alternative recoating materials, such as permeable asphalt. The aim of the study was to carry out a bibliographic survey to identify the technical feasibility of implantation of the permeable asphalt. The method used to carry out this research was the deductive method. The type of research adopted covered three aspects: the objectives were an exploratory research; approach to the problem was qualitative; regarding technical procedures, was bibliographical. After carrying out this study, it is noted that the placement of a layer of geotextile blanket will increase the duration of the asphalt, causing any residue or water that flows in the cracks or holes to reach the geotextile blanket, diverting to the sides of the tracks where they will be drained.

Keywords: Asphalt Permeable; Asphalt; Permeability.

ESTUDO DE VIABILIDADE TÉCNICA DA IMPLANTAÇÃO DE SISTEMA DE DRENAGEM COM UTILIZAÇÃO DE ASFALTO PERMEÁVEL, COMO ALTERNATIVA DE MITIGAÇÃO DE INUNDAÇÕES, EM ÁREAS URBANAS DE MANAUS.

RESUMO

Com a expansão significativa da urbanização, por ação do homem, assim como o crescimento das superfícies impermeáveis nas cidades, os grandes centros urbanos começam a sofrer altos picos de vazão, através do escoamento superficial, e conseqüentemente, uma frequência cada vez maior de enchentes, causando prejuízos ambientais, sociais e econômicos. Em Manaus, basta chegar o período de chuvas intensas, que esses problemas se evidenciem em vários pontos da cidade. Diante disso, surge a necessidade de buscar soluções para a mitigação do problema, por meio da utilização de materiais de revestimento alternativos, à exemplo do asfalto permeável. O estudo tem por objetivo realizar um levantamento bibliográfico para identificar a viabilidade técnica de implantação do asfalto permeável. O método adotado para a efetivação desta pesquisa foi o dedutivo. A tipologia da pesquisa adotada abrangeu três aspectos: quanto aos objetivos tratou-se de uma pesquisa exploratória; quanto à abordagem do problema, foi qualitativa; quanto aos procedimentos técnicos, foi bibliográfica. Após realização desse estudo pontua-se que a colocação de uma camada de manta permeável irá ampliar a duração do asfalto, fazendo com que todo resíduo ou água que escoar nas rachaduras ou buracos chegue até a manta permeável, desviando para as laterais das vias onde serão drenados.

Palavras chave: Asfalto Permeável; Asfalto; Permeabilidade.

I. INTRODUÇÃO

A acelerada expansão da urbanização da cidade de Manaus e a consequente impermeabilização dos solos em suas áreas urbanas, associados à falta de planejamento, geraram consequências negativas ao meio ambiente e à sociedade. Dentre as novas proposições pode-se destacar a utilização de materiais alternativos, que contribuem para a redução do escoamento superficial e para o aumento da capacidade de infiltração da superfície.

O processo de urbanização no Brasil, através da ação do homem, vem ocorrendo de forma acelerada e desordenada, degradando significativamente a superfície dos solos, impermeabilizando as áreas urbanas e rurais, e agravando assim os problemas relativos às enchentes dos rios e inundações nas cidades. O uso do solo sem planejamento racional, associado à impermeabilização do solo, têm ampliado o quadro de insustentabilidade, prejudicando a infraestrutura das cidades e colocando em risco a vida de milhões de pessoas, além que tal quadro possui, também, estreita relação com as alterações na qualidade das águas. Os sedimentos e poluentes, que ficam depositados sobre tal superfície, acabam sendo transportadas aos corpos d'água pelas águas da chuva. Além do que, a impermeabilização da superfície em áreas urbanas reduz a infiltração do solo, contribuindo para a não recarga do lençol freático, podendo acarretar problemas sérios de secas em períodos de grandes estiagens, tal qual se verifica nos últimos anos [1]. Outros problemas, como erosão e assoreamento de rios, também podem ser causados, em parte pela impermeabilização das superfícies, que gera escoamento com maior volume do que o escoamento em superfícies naturais [2].

Atualmente em Manaus, vem aumentando os transtornos causados pelas chuvas. Uma das medidas tomadas pelos órgãos competentes para soluções de drenagem urbana são, na maioria das vezes, meios de drenar as águas das precipitações o mais rápido possível para a jusante. As ações antrópicas formadas pelo crescimento acelerado das áreas urbanas impermeáveis (telhados, passeios, ruas, estacionamentos entre outros), resultado do aumento populacional concentrado nos centros das cidades, juntamente com consequente interferência humana no ciclo hidrológico, tem tido como resultado o aumento das enchentes, inundações urbanas e a degradação das águas pluviais, o que obriga os órgãos públicos a tomarem ações que buscam a minimização dos efeitos produzidos pelas chuvas intensas.

Segundo a Pesquisa Nacional de Saneamento Básico - PNSB – realizado no ano de 2008 -, o estado do Amazonas apresenta precariedade em serviços de saneamento. A região Norte apresenta em relação ao instrumento regulador dos serviços de saneamento básico aproximadamente 26,5% para abastecimento de águas, 4,5% para esgotamento sanitário e 14% para manejo de águas pluviais [3]. E tem-se observado um aumento das ocorrências de alagamentos e inundações, devido às coletas de dados realizadas na Defesa Civil do Município de Manaus.

Novas soluções buscam resgatar as condições de pré urbanização utilizando dispositivos que proporcionem o aumento de infiltração das águas pluviais, e o aumento do tempo de retardo de escoamento superficial. Neste caso, um dos dispositivos utilizados para essa finalidade é o asfalto permeável, quem tem a capacidade de reduzir a taxa de escoamento superficial, e reduzir os picos de alagações [4]. Este dispositivo pode absorver inteiramente ou parte do escoamento por meio de uma superfície permeável para dentro de um reservatório de brita de granulometria

uniforme construída sobre o perfil do terreno, podendo este conduzir gradativamente as águas para o sistema de esgoto, ou simplesmente transferi-la para o solo [5].

Entendendo as inundações e enchentes como consequências relacionados à construção de ambientes urbanos caracterizados pela insustentabilidade e forma desordenada, tornou-se necessário ampliar a pesquisa por materiais relacionados à construção de um ambiente capaz de minimizar efeitos negativos decorrentes das inundações.

II. METODOLOGIA

Este artigo foi formulado através de uma metodologia de revisão bibliográfica, o que permite uma sustentação teórica para discutir o tema escolhido “Estudo de viabilidade técnica da implantação de sistema de drenagem com utilização de pavimento permeável, como alternativa de mitigação de inundações, em áreas urbanas de Manaus” e os problemas que nele se insere, possibilitando criar um quadro teórico e conceitual que dará apoio ao que está sendo apresentado.

Esta pesquisa é classificada como descritiva, exploratória, qualitativa e estudo de caso. Os instrumentos de coleta de dados foram baseados em um levantamento bibliográfico. A pesquisa qualitativa, “possibilita obter informações de maior profundidade e ao mesmo tempo maior amplitude do problema investigado” [5].

Neste trabalho, também fez uso do método descritivo onde destaca-se que, “o raciocínio descritivo tem como características observar, registrar, analisar, descrever e correlacionar fatos ou fenômenos sem manipulá-los, procurando descobrir com precisão a frequência em que um fenômeno ocorre e sua relação com outros fatores” [5].

A coleta de dados possui caráter exploratório, pois vinculam ao tipo de pesquisa em que “busca-se conhecer com maior profundidade o assunto, de modo a torná-lo mais claro ou construir questões importantes para a condução da pesquisa” [5].

III. REFERÊNCIAL TEÓRICO

As enchentes são fenômenos naturais que ocorrem periodicamente nos cursos d'água devido às chuvas intensas [6]. Apesar de serem naturais, a intervenção humana tende a ser a principal responsável pelas ocorrências registradas nas metrópoles [1]. Destaca-se ainda que, as enchentes são o acréscimo de vazão ou descarga d'água, devido ao escoamento superficial das águas provenientes de precipitações, nos canais fluviais. Em períodos de enchentes, as vazões geradas podem atingir magnitude que supere a capacidade de descarga da calha do curso d'água, resultando no extravasamento para áreas marginais ao leito fluvial menor [3]. Embora de ocorrência sazonal e natural, tais processos são intensificados pela ação antrópica, por meio do crescimento das áreas urbanizadas, que invadem o espaço das planícies de inundação ou de áreas costeiras e avançam em direção às partes mais elevadas do relevo [6].

A incorporação das várzeas dos rios ao sistema viário das cidades, com o consequente processo de retificação de canais fluviais meandantes e obras de canalização, intensificaram a impermeabilização das planícies de inundação, com consequente aceleração dos escoamentos superficiais e aumento dos picos de vazão e de ocorrência de inundações [6].

Apesar dos avanços técnicos, a adoção de novas medidas esbarra em dificuldades financeiras, de fiscalização e comprometimento dos cidadãos. Tais medidas não dispensam a rede de galerias, que deve possuir capacidade de vazão e estar

preparada para atuar independentemente, mesmo que em situações emergenciais, e a incorporação de novas tecnologias no desenvolvimento de materiais de pavimentação [6].

Os problemas de drenagem urbana requerem soluções alternativas estruturais e não estruturais, baseadas em conhecimentos da dinâmica ambiental, climatológica e hidrológica, além de componentes sociais e políticos-institucionais que contemplem planejamento de drenagem, obras de infraestrutura e de planejamento urbano, analisados de forma integrada nos planos diretores de drenagem [3].

A esse respeito, comenta-se ainda que, os pavimentos permeáveis, de concreto ou asfalto, podem ser utilizados em vias de pequeno tráfego, como passeio, estacionamentos, quadras esportivas e ruas de pouco tráfego [4]. O uso destes dispositivos não é indicado em vias de grande tráfego, pois estes pavimentos podem ser deformados ou entupidos, tornando-se impermeáveis [7].

De forma tradicional os pavimentos procuram adquirir o máximo teor de impermeabilidade. Proporcionando assim uma maior proteção ao solo, evitando a umidade a qual diminui a resistência do solo pavimentado. Os solos quando úmidos tende a ficar menos resistente fazendo com que o pavimento possa ceder por este motivo à tendência dos pavimentos é selar a sua superfície para que a água não atinja o solo onde ele está.

O uso de pavimento permeável teve início há mais de 150 anos, embora a sua real aplicação para as mais diversas finalidades somente veio a apresentar grande avanço há pouco mais de 20 anos, principalmente nos EUA. Atualmente as pesquisas sobre asfalto permeável tem se tornado convidativo para o mercado, pois muitas empresas e condomínios preferem o asfalto permeável em seus estacionamentos [8].

Pesquisas têm sido feita em vários países, com o intuito de dominar a técnica do pavimento permeável, de onde seu comportamento, sua eficiência e durabilidade, sendo que no Brasil, esse dispositivo ainda é pouco conhecido e pouco aplicado.

IV. ASFALTO PERMEÁVEL

O atual sistema de drenagem vem causando grandes problemas em cidades de grande porte, os pavimentos impermeáveis contribuem para o aumento nos volumes do escoamento e vazões, aumentando consideravelmente a frequência de inundações.

Os principais impactos devidos a urbanização descontrolada no processo hidrológico, são:

- Aumento na carga de poluentes decorrentes da rede pluvial ou do escoamento superficial;
- Redução da umidade do solo, que leva a uma redução do lençol freático;
- Redução do armazenamento potencial, e da capacidade de transporte dos vales dos rios;
- Aumento no volume do escoamento superficial;
- Aumento da frequência das inundações, assim como de sua intensidade.

A utilização da técnica de concreto asfáltico poroso, ou Camada Porosa de Atrito (CPA), é relativamente recente, tendo em vista que a concepção tradicional de pavimentos indicava sua impermeabilização [9]. Destaca-se ainda que, o asfalto permeável consiste de um pavimento de asfalto onde não existem os agregados finos, como areia, sendo composto por agregados com vazios entre 18% a 30%. Os processos de produção do asfalto permeável não apresentam diferenças expressivas em relação ao

concreto betuminoso convencional, à exceção de algumas particularidades [10]. Por fim, salienta-se que, a implantação do asfalto permeável requer uma análise prévia de viabilidade técnica [11], conforme Figura 1.

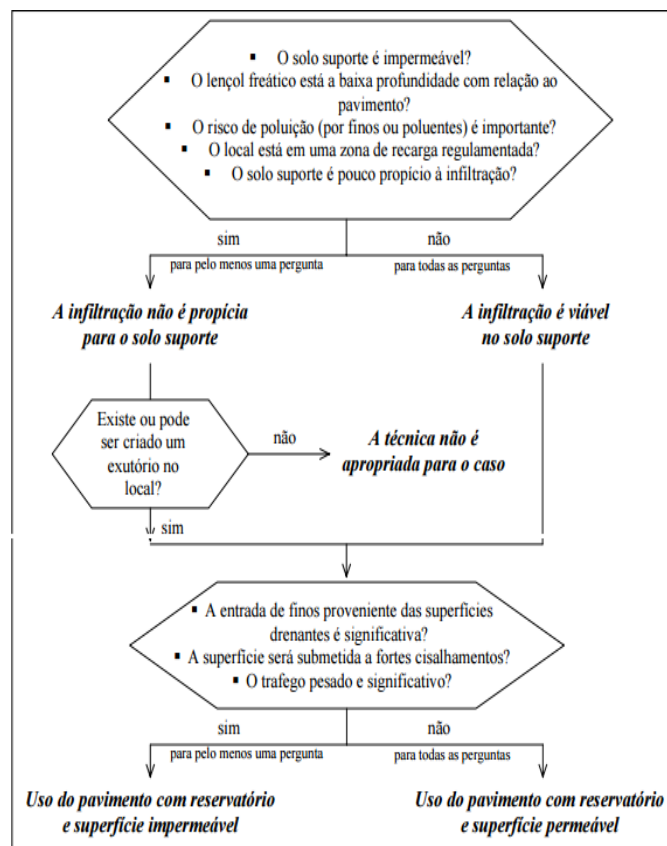


Figura 1. Fluxograma para análise de viabilidade técnica.

Fonte: de Acioli, (2005).

Antes da aplicação do pavimento poroso é necessário observar:

- Características do local de implantação: áreas a serem drenadas, existência de vegetação, topografia, existência de redes de água e esgoto, o tráfego ao qual será submetido, dentre outros.
- Características do solo subjacente: capacidade/comportamento de carga, taxa de infiltração.
- Estudos hidro geológicos: Identificará as características do lençol freático, como flutuações sazonais, cota do lençol, vulnerabilidade e propriedades qualitativas.
- Estudos hidrológicos: vazão máxima permitida, características pluviométricas, áreas de armazenamento d'água, localização do exutório, coeficiente de escoamento [11].

O asfalto permeável tem por característica a elevada porosidade e uma boa drenagem da água, dependendo da sua granulometria. Devida a estas características de deixar a água infiltrar através de suas camadas, tem sido um grande aliado nas vazões de pico que ocorrem durante os meses mais chuvosos nos países que optaram por esta tecnologia [12]. Nos estudos de Acioli, tem-se a divisão da técnica de drenagem, por porosidade, em dois grupos, que seguem dois princípios básicos:

- A infiltração de água no solo, quando possível, para reduzir o escoamento superficial à jusante (dispositivos de infiltração);
- O armazenamento provisório de água pluvial, para reduzir o escoamento superficial, e limitar a poluição a jusante (dispositivos de retenção e detenção) [11].

Ou seja, os benefícios ambientais vão além de abastecer os lençóis freáticos e evitar alagamentos. Esse sistema funciona como um filtro (da mesma forma que a terra durante o processo natural) e retém na superfície as impurezas e substâncias tóxicas presentes na água. Ele também diminui a pressão dos sistemas de esgoto em áreas urbanas onde toda a água e resíduos precisam escoar durante uma chuva forte, além auxilia no controle de inundações e da poluição. Entretanto, os custos, às vezes, são extremamente altos.

V. ANALISE DE RESULTADOS

V.I. COMPARAÇÃO DE PERMEABILIDADE ENTRE ASFALTO CONVENCIONAL E ASFALTO PERMEÁVEL

O asfalto permeável, como medida mitigadora no combate a enchentes e inundações, em áreas urbanas, abrange benefícios ao meio ambiente com a recarga de lençol freático, aumento da umidade nas áreas verdes urbanas e melhora da qualidade da água infiltrada, retendo impurezas [1, 13].

A principal diferença entre o asfalto convencional e o asfalto permeável é o elevado índice de vazios do asfalto permeável devido ao aumento de tamanho granulométrico, constituído para drenar de modo eficiente a água superficial [10].

O traço do asfalto varia de acordo com a resistência que se busca, quanto maior a resistência, menor a capacidade de permeabilidade. O asfalto permeável possui índices de vazios na ordem de no máximo 25% enquanto o asfalto convencional possui apenas 4% de vazios [14].

Enquanto o asfalto convencional é utilizado como pavimento para tráfego, o asfalto permeável, para seu maior desempenho possui algumas restrições, como a declividade. “Quanto maior for a declividade da pista de asfalto permeável, menor será a sua taxa de infiltração da água” [15].

V.II. COMPARAÇÃO DE RESISTÊNCIA ENTRE O ASFALTO PERMEÁVEL E ASFALTO CONVENCIONAL

A vida útil nos pavimentos asfálticos pode reduzir-se por erros na fabricação, execução, sobrecarga, mesmo quando as misturas asfálticas atendem as especificações vigentes, ou por intemperismo [15]. Os principais problemas que apresentam estão relacionados com a resistência, fadiga e acúmulo de deformação na camada superior, sendo que a fadiga é a importante característica para perda de desempenho das camadas asfálticas no Brasil [14].

A resistência do asfalto permeável depende da escolha do material ligante, escolhidos por ensaios realizados com ligantes convencionais e ligantes modificados por polímeros. Os ligantes especiais proporcionam maior resistência à oxidação, e pontos de ligação mais fortes entre as partículas do agregado [15].

V.III DESVANTAGENS DO ASFALTO PERMEÁVEL

O alto teor de vazios pode provocar o desprendimento de agregado, por ação da água, no caso de má aderência entre o agregado e o ligante. Essa causa pode ser combatida com o aumento da espessura da película de ligante, recobrindo os agregados do asfalto modificado por polímeros [7].

Para obter maior permeabilidade é preciso maior volume de vazios, consequentemente se obterá uma menor resistência. Por isso, há limitações na aplicação do sistema de drenagem com asfalto permeável, sendo mais indicado para locais com menor solicitação de carga, onde a resistência é menos exigida, ou seja, locais que possuam tráfego leve [4].

Além disso, pode ocorrer entupimentos dos vazios provocados por terras adjacentes, óleos ou areia, contudo, é possível minimizar esse problema com a manutenção periódica para o desentupimento dos vazios.

No asfalto permeável, conhecido tecnicamente como CPA – Camada Porosa de Atrito, um dos componentes do pavimento, é a interface entre a superfície e as camadas interiores. É feito por meio de mistura usinada a quente entre agregados, cimento asfáltico, fibras e polímeros. De modo geral, o preço do asfalto permeável é mais caro que o convencional, chegando a uma ordem de 30% [15].

Um dos principais posicionamentos contra o uso do asfalto permeável está na aplicação custosa e retorno financeiro abaixo do esperado. Novas tecnologias tendem a ser mais caras e o asfalto permeável tende a pagar-se com o tempo, sobretudo pela redução de obras de drenagem.

V.IV VANTAGENS DO ASFALTO PERMEÁVEL

As principais vantagens dos pavimentos permeáveis são: melhoria na segurança e conforto, pois há redução na formação de poças de água e conseqüente melhoria da aderência dos veículos; recarga os aquíferos; melhoria da qualidade das águas por ação de filtração no corpo do pavimento; destacam-se benefícios financeiros, associados à redução das dimensões do sistema de drenagem de jusante; possibilidade de captação e reserva para tratamento e reutilização posterior; diminuição de enxurradas e enchentes; e redução do escoamento superficial das águas pluviais [12].

Em uma última análise pontua-se que que o estudo das patologias e suas respectivas técnicas de reparo são de grande importância para a vida útil do pavimento e, como conseqüência, seu nível de qualidade. Nesse particular, esse estudo pontua que se consegue analisar que após um período o asfalto começa a se deteriorar gerando rachaduras, ondulações e posteriormente buracos. Diante disso consideramos que a colocação de uma camada de manta permeável irá ampliar a duração do asfalto, fazendo com que todo resíduo ou água que escoar nas rachaduras ou buracos chegue até a manta permeável, desviando para as laterais das vias onde serão drenados.

VI. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Nesse particular, esse estudo pontua que se consegue analisar que após um período o asfalto começa a se deteriorar gerando rachaduras, ondulações e posteriormente buracos, que diminuíram a vida útil do solo, trazendo então mais gastos com a manutenção e gerando mais custos.

Assim, sendo a utilização de asfalto permeável como um sistema de drenagem mostrou-se eficiente devia a sua multifuncionalidade, e principalmente, para redução das inundações urbanas. Diante de tais informações, destaca-se a necessidade de futuros estudos mais abrangentes que incluam, na análise de custos, os gastos públicos e privados, diretos e indiretos, relacionados ao problema das enchentes ocasionado pela impermeabilização do solo, devida a utilização do asfalto convencional.

Frente a esse contexto, esse estudo considera que a colocação de uma camada de manta permeável irá ampliar a duração do asfalto, fazendo com que todo resíduo ou água que escoar nas rachaduras ou buracos chegue até a manta permeável, desviando para as laterais das vias onde serão drenados. Isso faz

com que se evitem complicações e aumente a durabilidade da via, diminuindo os custos de manutenções do asfalto.

O fato é que Independentemente da finalidade a que se propõe, a aplicação da manta permeável basicamente deve obedecer sempre aos mesmos critérios no que se refere aos cuidados com elementos pontiagudos no plano de assentamento, à expansão adequada para evitar dobras indesejáveis, à ação de agentes químicos agressivos a sua integridade e aos métodos utilizados nos aterros ou colocação de outros materiais sobre a mesma.

Tendo em vista as limitações em relação à variável resistência, destaca-se também a necessidade de novos estudos que permitam identificar vias e locais que favoreçam o uso e desempenho do asfalto permeável, como aquelas apontadas pelas bibliografias consultadas, a exemplo de áreas privadas de estacionamentos, pátios, grandes empreendimentos imobiliários e vias de tráfego local.

VII. REFERÊNCIAS

- [1] Tucci, C. E., & Bertoni, J. C. (2003). Inundações urbanas na América do Sul. Ed. dos Autores.
- [2] Esteves, R. L. (2006). Quantificação das Superfícies Impermeáveis em Áreas Urbanas por Meio de Sensoriamento Remoto. Xiv,106 p., 210 X297, mm (ENC/FT/UnB, Mestre, Tecnologia Ambiental e Recursos Hídricos, 2006). Dissertação de mestrado, Universidade de Brasília, Faculdade de Tecnologia. Disponível em: <<http://repositorio.unb.br/bitstream/10482/2935/1/Dissertacao%20Rafael%20Esteves%20091.pdf>>. Acessado em: 25.abr.2019.
- [3] Canholi, A. (2014). Drenagem urbana e controle de enchentes. Oficina de textos.
- [4] Febestral. (2005). Les Revêtements Drainants en pavés de béton. Recuperado em: 27, outubro de 2017, de: <<http://www.febestral.be>>. Acessado em: 10.abr.2019.
- [5] IBGE. Pesquisa nacional de saneamento básico 2008. Rio de Janeiro – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2008. <https://observatoriopnrs.files.wordpress.com/2014/12/pnsb_ibge-2008-2010.pdf>. Acessado em: 18.abr.2019.
- [6] Pompêo, C. A. (2000). Drenagem urbana sustentável. Revista Brasileira de Recursos Hídricos, 5(1), 15-23.
- [7] Suderhsa, C. H. D. B. (2002). Manual de drenagem urbana– Região metropolitana de Curitiba/PR-versão 1.0. Suderhsa– Superintendência de Desenvolvimento de Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental. Não publicado.
- [8] LI, J. Mix design of pervious recycled concrete. Geohunan International Conference – Material Design, Construction, Maintenance, and Testinf of Pavements. V. 195, n. 15, p. 103-108, Ago. 2009
- [9] Baptista, M. B., de Oliveira Nascimento, N., & Barraud, S. (2005). Técnicas compensatórias em drenagem urbana. ABRH.
- [10] Tomaz, P. (2009). Aproveitamento de água de chuva em áreas urbanas para fins não potáveis. Oceania, 65(4), 5.
- [11] Acioli, L. A. (2005). Estudo experimental de pavimentos permeáveis para o controle do escoamento superficial na fonte. Doctoral dissertation, Programa de Pós graduação em Recursos hídricos e saneamento ambiental, Universidade Federal do Rio Grande do Sul.
- [12] ABCP - Associação Brasileira de Cimento Portland. Projeto técnico: Pavimentos Permeáveis, 2011.
- [13] Castro, L. R. (2013). Mezclas Drenantes. In 13º Congreso Ibero-Americano Del Asfalto. Cooper, D. R., & Schindler, P. S. (2008). Métodos de Pesquisa em Administração-12ª Edição. McGraw Hill Brasil.
- [14] Virgilis, A. L. C. D. (2009). Procedimentos de projeto e execução de pavimentos permeáveis visando retenção e amortecimento de picos de cheias (Dissertação, Universidade de São Paulo).
- [15] Gonçalves, F. P., Ceratti, J. A., & Somacal, L. (2000). Investigação do desempenho de misturas asfálticas convencionais e modificadas com polímeros: proposição de um estudo envolvendo ensaios acelerados de pavimentos com um simulador linear de tráfego. Anais do Simpósio Internacional de Manutenção e Restauração de Pavimentos e Controle Tecnológico, São Paulo.