

ANÁLISE DO ARRASTE DE SÓLIDOS EM UMA PARCELA EXPERIMENTAL DE PAVIMENTOS PERMEÁVEIS

Cláudia de Sousa Guedes

Tecnóloga em Saneamento Ambiental e mestranda em engenharia de meio ambiente pela UFG

Emanoelle Pereira da Silva

Mestranda do Programa de Pós-Graduação em Engenharia do Meio Ambiente – UFG, GO. e-mail: manups3@gmail.com

Eduardo Queija Siqueira

Professor da Escola de Engenharia da Universidade Federal de Goiás - UFG. e-mail: eduqs@yahoo.com

Endereço(1): Viela 1 Quadra 8ª lote 26 Parque Industrial de Goiânia. Goiânia-GO email: claudiasguedes@yahoo.com.br

Resumo

O carreamento de sedimentos pelo escoamento superficial em áreas impermeáveis é responsável por boa parte da poluição dos corpos hídricos, nos primeiros eventos de chuva há o fenômeno conhecido como “first flush”, ou seja, a carga de lavagem da superfície, onde há o arraste de grandes quantidades de sedimentos. Este artigo tem como objetivo mensurar a concentração de sólidos pelo tempo que são carreados em um evento de precipitação em uma área experimental de pavimentos permeáveis. As amostras foram coletadas a cada 10 segundos e foram analisados os parâmetros sólidos suspensos, turbidez e cor, por gravimetria e espectrometria. As maiores concentração estão presentes no primeiro minuto do escoamento superficial, neste período a concentração máxima de SS é de 397 mg/L, a turbidez de 89,9 NTU e a cor de 366 mg Pt/L. As concentrações de sólidos suspensos e turbidez no início do escoamento não apresentaram correlação, sendo similares apenas após o primeiro minuto de chuva.

Palavras – chave: pavimentos permeáveis, qualidade da água, sedimentos.

INTRODUÇÃO

A tendência da população, desde o início do século XIX, de países tanto em desenvolvimento como também em países desenvolvidos, foi a da emigração da zona rural para a cidade. Com isso, a ocupação dessas novas áreas teve como consequência uma urbanização desordenada, que culminou na alteração das características do solo e também da drenagem natural da bacia hidrográfica.

A urbanização afeta o ciclo hidrológico natural da área, provocando impactos que são manifestados na forma de inundações, cada vez mais frequentes e em maiores magnitudes, no carreamento de sedimentos, nutrientes e metais pesados para as águas superficiais, que resulta na degradação das águas por meio de erosão, sedimentação, inundações, e até mortandade de peixes (BEAN; HUNT; BIDEISPACH, 2007). Para Scholz e Grabowiecki (2006) as superfícies impermeáveis tem um elevado potencial para introduzir cargas de poluentes para os cursos d'água, como matéria orgânica, óleos e graxas, sólidos em suspensão entre outros.

Segundo Dias e Antunes (2010), o carreamento de sedimentos pelo escoamento superficial em áreas impermeáveis é responsável por boa parte da poluição dos corpos hídricos, e as redes de drenagem são consideradas como principais fontes de poluição do rio, uma vez que as mesmas são responsáveis pela veiculação dessas cargas.

Para Araújo, Tucci e Goldenfun (2000), as soluções para esses problemas por parte da administração pública geralmente são voltadas para o uso de medidas estruturais, como as estruturas de drenagem convencional. Os dispositivos de drenagem urbana convencional ou tradicionais visam à solução do problema pontual com a canalização do escoamento, ou seja, são projetados para deslocar o excesso de escoamento superficial o mais rápido possível de um ponto a outro. Estas estruturas não levam em consideração a causa do problema e ocasionam muitas vezes a transferência de inundação e poluição para áreas à jusante da bacia em questão. Os sistemas tradicionais são limitados devido ao alto custo de instalação e manutenção e também não comportam o aumento da vazão escoada na superfície.

A tendência mais moderna em dispositivos de drenagem, considerada por Araújo, Tucci e Goldenfun (2000) são as estruturas alternativas que promovem a infiltração e o retardo na vazão de escoamento, estes dispositivos visam alterar o estado atual da bacia hidrográfica para condição de pré-urbanização. De acordo com Zanta et al. (2008), essas técnicas já estão bastante difundidas em países desenvolvidos como Estados Unidos, Canadá e Austrália.

"Os pavimentos permeáveis são constituídos de uma camada superior de revestimento poroso, assentado sobre camadas de material granular. O revestimento superior pode ser do tipo concreto poroso ou de blocos de concreto vazados." (COSTA, SIQUEIRA e MENEZES FILHO, 2007).

São estruturas que associadas ao sistema de drenagem convencional, podem proporcionar a redução da vazão de cheia da bacia. Esses dispositivos já estão sendo utilizados em áreas como estacionamento, parques e calçadas, eles visam o aumento da infiltração da água no solo e conseqüentemente favorece a recarga do escoamento subterrâneo (BEAN; HUNT; BIDEISPACH, 2007).

Com relação ao arraste de sedimentos, Dias e Antunes (2010) afirmam que o volume de poluentes carregados para o corpo d'água receptor por meio do escoamento está relacionado à quantidade de chuva, às condições de limpeza dos pavimentos, ao processo de urbanização e à intensidade da circulação de veículos, etc. E que áreas verdes, fundos de vales e

dispositivos alternativos de drenagem como pavimentos permeáveis e trincheiras de infiltração, são importantes para o aumento da qualidade do escoamento superficial, uma vez que estes espaços retêm o escoamento superficial promovendo a sedimentação dos poluentes impedindo assim a sua chegada no cursos d'água.

De acordo com Poletto e Martinez (2011) é de fundamental importância o conhecimento da quantidade de sedimentos que alastra da malha urbana até o corpo hídrico pelo escoamento, pois esta informação ajuda no planejamento e aproveitamento do recurso hídrico, uma vez que, os danos causados pelos sedimentos dependem da quantidade e da natureza destes.

Neste contexto, considerando que os sedimentos urbanos provocam degradação ambiental aos ecossistemas aquáticos, este artigo tem como objetivo mensurar a concentração de sólidos pelo tempo que são carregados em um evento de precipitação em uma área experimental de pavimentos permeáveis.

MATERIAL E MÉTODOS

Para este estudo foi realizado a simulação de um evento de chuva de intensidade de 100 mm/h com duração de 15 minutos. O evento de chuva foi simulado utilizando o simulador de chuva desenvolvido por Sousa Junior (2011) que afirma que seu equipamento é composto por duas unidades: uma de aspersão e a outra de suporte. O simulador é equipado com dois aspersores, um manômetro analógico ligado a tubulação de entrada da água, registro de gaveta de 1/2" e solenoides para o controle da intensidade de chuva.

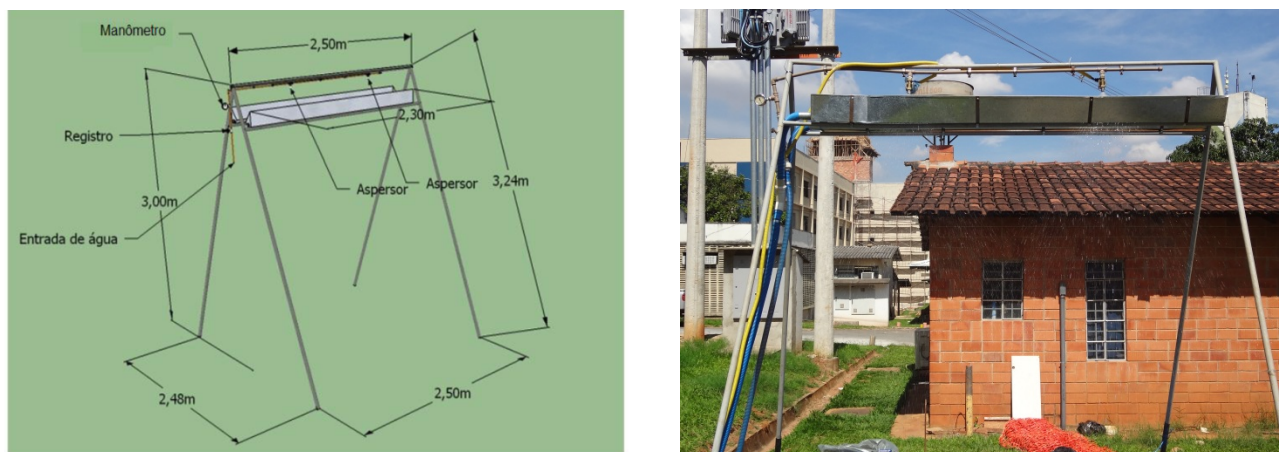


Figura 1: (a) desenho esquemático do simulador de chuva(SOUSA JUNIOR,2011); (b) simulador de chuva.

As válvulas são controlados por um controlador de placa única que ligada ao software livre *Arduino Duemilnove* é possível fazer a programação da abertura e fechamento da válvula de acordo com a intensidade de chuva escolhido utilizando a fórmula demonstrada abaixo.

$$I_c [\text{mm/h}] = 106,1046 + 22,5978t_a - 32,1052t_f - 1,4662t_a^2 + 2,3096t_f^2 + 0,4107t_a t_f$$

Onde:

t_a - tempo de abertura das válvulas solenoides.

t_f - tempo de fechamento das válvulas solenoides.

Para a simulação de eventos de chuva Sousa Junior (2011) confirma que a pressão a ser utilizada é de 80 Kpa, pois após a realização de testes, observou-se que o tamanho das gotas a essa pressão se assemelha a condições de chuvas naturais. Para a calibração do simulador foi utilizado uma lona sobre a célula de pavimentação, onde foi coletado seu volume de escoamento.

O evento foi realizado sobre o pavimento permeável do tipo PAVER que consiste em blocos de concreto maciço pré-moldados, a área possui aproximadamente 3,2 m² e foi construída no ano de 2011 por Castro (2011) na Escola de Engenharia Civil - EEC na Universidade Federal de Goiás, na cidade de Goiânia.

O trecho do pavimento foi construído sobre um subleito compactado com uma base de areia de 7 cm de altura e manta geotêxtil, onde foi inserido um dreno, que consiste em um cano de PVC com 65mm de diâmetro e com furos para permitir a entrada de água, toda área foi delimitada com chapas de zinco (Figura 2).

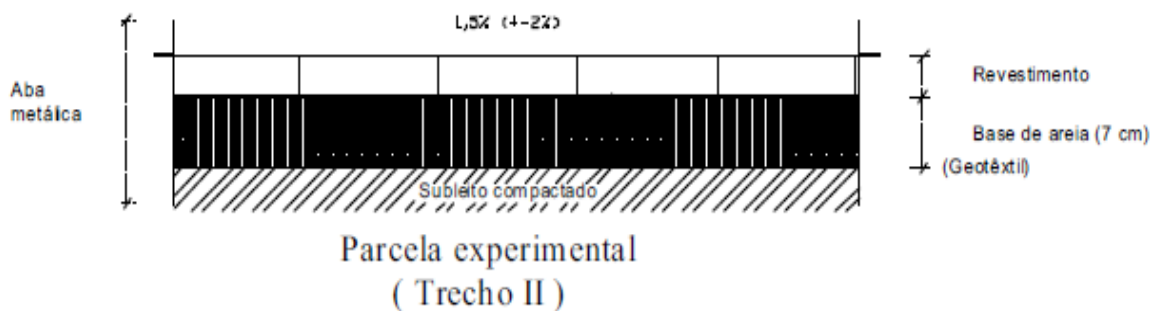


Figura 2: perfil esquemático da área experimental

Amostras do escoamento superficial foram coletadas a cada 10 segundos a partir do início do escoamento, para verificar efeito do fenômeno conhecido como “first flush”, ou seja, a carga de lavagem da superfície nos primeiros instantes da chuva. Os parâmetros analisados foram sólidos suspensos, turbidez e cor, os sólidos são poluentes primários em áreas urbanas e partículas que transportam poluentes tóxicos que contaminam as águas pluviais e consequentemente os rios receptores. A turbidez foi adotada, pois é um método indireto determinar as partículas sólidas em suspensão, e a cor por ser um método indireto de determinação de sólidos dissolvidos. As análises foram realizadas no Laboratório de Saneamento da Escola de Engenharia Civil – EEC, Universidade Federal de Goiás, por gravimetria e espectrometria segundo as metodologias do Standard Methods for Examination of Water and

Wastewater (2005), sendo que as amostras para análise e turbidez passaram por um triturador mecânico para quebrar as partículas. Os dados foram analisados em planilha eletrônica, Excel 2010, no qual foi determinada a melhor correlação de sólidos suspensos e turbidez.

RESULTADOS

A Figura 3 apresenta as concentrações de sólidos suspensos, turbidez e cor no tempo.

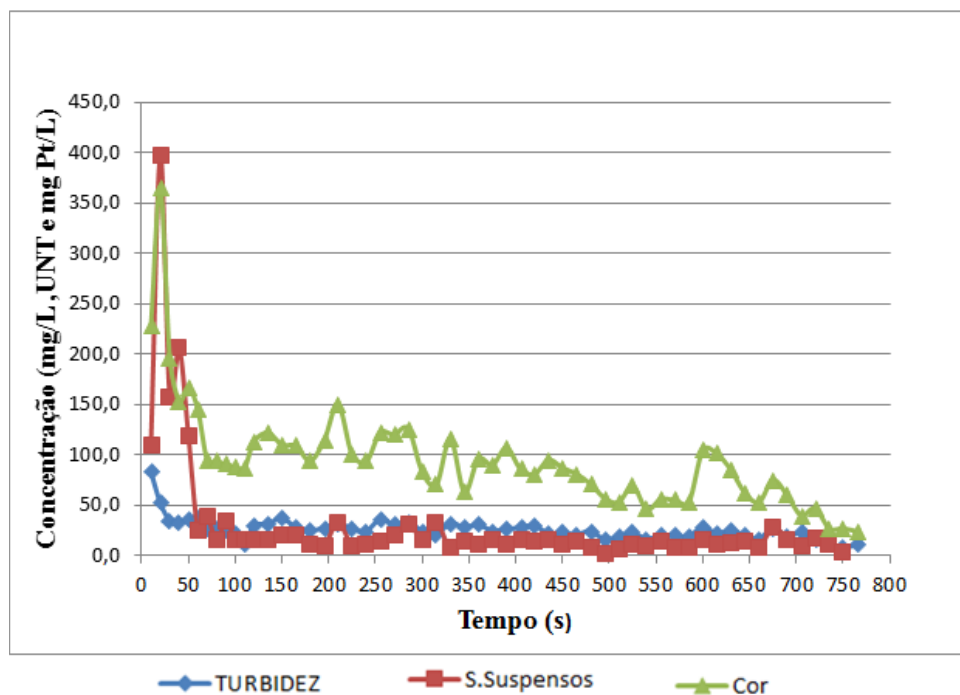


Figura 3: Concentração de sólidos suspensos e turbidez no tempo

Observa-se que as maiores concentração estão presentes no primeiro minuto do escoamento superficial, neste período a concentração máxima de SS é de 397 mg/L, a turbidez de 89,9 NTU e a cor de 366 mg Pt/L. No entanto, com o tempo a concentração vai diminuído, evidenciando assim a carga de lavagem do pavimento, ou seja, a medida que a chuva vai lavando o pavimento a concentração de sólidos vai diminuindo. Este fato foi verificado por Miguntanna (2009) que observou que a concentração dos poluentes nos primeiros minutos da precipitação é elevada, mas depois decresce pela diluição, de forma que quanto maior o evento de precipitação maior a carga carreada.

A cor apresentou um comportamento similar ao de sólidos suspensos, no entanto com concentrações maiores para quase todo período de coleta, o mesmo foi observado em relação a turbidez. Sendo que o índice de partículas dissolvidas estiveram a maior parte do tempo entre 50 e 150 mg de Pt/L.

As concentrações de sólidos suspensos e turbidez no início do escoamento não apresentaram correlação, sendo similares apenas após o primeiro minuto de chuva. Isso possivelmente ocorreu, pois as primeiras amostras de lavagem do pavimento apresentaram partículas grosseiras, fato que afeta a sensibilidade do turbidímetro, pois a mesma diminui com o aumento do tamanho das partículas. A análise de correlação entre a concentração de sólidos suspensos e turbidez é apresentada na Figura 4, a qual foi determinada através do coeficiente R^2 . A melhor correlação observada foi a do modelo exponencial, no entanto a correlação foi mais baixa que o esperado. Desta forma, indica-se que a turbidez só dever ser usada com método indireto de medição de sólidos, quando as partículas forem de menor diâmetro.

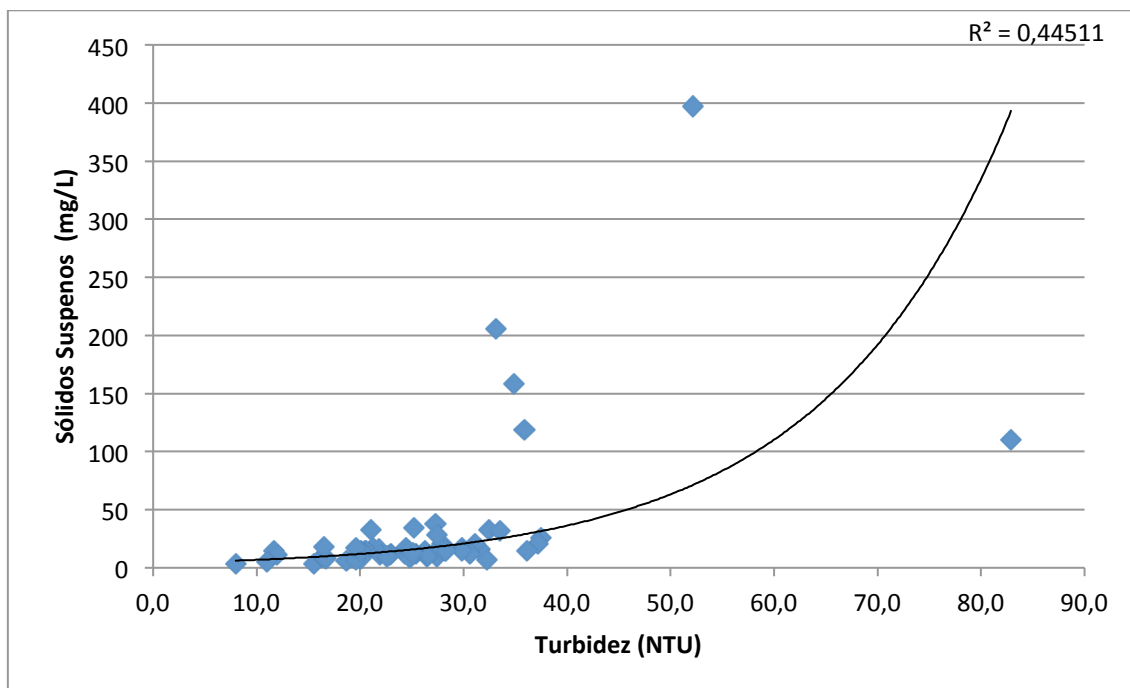


Figura 4: Relação da concentração de sólidos suspensos e turbidez.

CONCLUSÃO

Os sedimentos carregados para os corpos d'água causam grande impacto, pois podem agregar substâncias tóxicas que degradam e deterioram a qualidade dos ecossistemas aquáticos. O resultado exposto mostra que durante um minuto de escoamento de uma chuva de 100 mm/h em uma área de 3,2m² mais de 1000 mg/L de SS é carregado. Fato preocupante se for pensar no carregamento de sedimentos em uma bacia hidrográfica inteira, desta forma o trabalho apresenta uma análise para estimular a importância de estudo na área de carregamento de sedimentos urbanos e para fornecer dados para projetos que visem à instalação de estruturas que visem a remoção de poluentes das águas de drenagem.

REFERÊNCIAS

1. ARAÚJO, P.R., TUCCI, C.E.M. e GOLDENFUM, J.A. **Avaliação da eficiência dos pavimentos permeáveis na redução do escoamento superficial**, Revista Brasileira de Recursos Hídricos, Vol. 5, nº 3, 2000.
2. BEAN, E. Z., HUNT, W. F., AND BIDELSPACH, D. A. Evaluation of four permeable pavement sites in eastern North Carolina for runoff reduction and water quality impacts. **Journal of Irrigation and Drainage Engineering** 133(6): págs. 583-592, 2007.
3. CASTRO, T. Q. **Avaliação do desempenho de pavimentos permeáveis**. Dissertação (mestrado) Escola de Engenharia Civil -UFG, Goiânia, 2011.
4. COSTA, A. R., SIQUEIRA, E. Q., MENEZES FILHO, F. C. M. **Curso Básico de Hidrologia Urbana: nível 3** /. Brasília: ReCESA 2007.
5. DIAS, F. S., ANTUNES, P. T. S. C. **Estudo Comparativo de Projeto de Drenagem Convencional e Sustentável para Controle de Escoamento Superficial em Ambientes Urbanos**, Rio de Janeiro: UFRJ / Escola Politécnica, 2010.
6. MIGUNTANNA. **Nutrients build-up and wash-off process in urban land uses**. Thesis submitted to Faculty of Built Environment and Engineering, Australia. 2009. Disponível em:< http://eprints.qut.edu.au/31236/1/Nandika_Miguntanna_Thesis.pdf> . Acesso 22 ago.2012.2009.
7. POLETO, C., MARTINEZ, L. L. G. Sedimentos urbanos: ambiente e água. **HOLOS Environment**, v.11 n.1, 2011 - P. 1
8. SCHOLZ M. AND GRABOWIECKI P. Review of permeable pavement systems. **Building and Environment**, 2007, 42(11), págs.3830-3836, 2007.