

## ANALISE GRANULOMÉTRICA DE SEDIMENTOS EM SUPERFÍCIES ASFALTADAS NA ÁREA URBANA DO MUNICÍPIO DE GOIÂNIA – GOIÁS

*Debora Pereira da Silva<sup>1\*</sup>; Jussanã Milograna<sup>2</sup>; Ricardo Alcântara Ferreira<sup>3</sup>; Josiene Barcelo da Silva<sup>4</sup>; Sandro Borges Vale<sup>5</sup>; Hebert Oliveira Santos<sup>6</sup>*

**Resumo** – O aumento na produção de sedimentos urbanos traz consigo uma série de impactos, dentre os quais se destaca a poluição difusa, podendo assorear as redes de drenagem e carrear os poluentes procedentes do ambiente urbano. Este trabalho apresenta resultados da caracterização de sedimentos depositados nas sarjetas de vias asfaltadas do município de Goiânia, na abrangência da bacia hidrográfica do córrego Botafogo, objetivando a avaliação da dinâmica de produção de sedimentos. As coletas de amostras de sedimento foram através do método de varrição a seco e aspiração de Vaze e Chiew (2002). Os dados foram correlacionados com as características de ocupação locais, o fluxo de veículos, a ocorrência de chuvas e a frequência de varrição. As análises laboratoriais foram realizadas conforme NBR 6457:1986 e NBR 7181:1984, os resultados indicaram a diminuição da porcentagem de partículas < 63µm devido à ocorrência de eventos chuvosos e da altura de precipitação. Foi observado também um aumento da porcentagem de partículas com diâmetro entre 63µm e 200µm devido ao alto fluxo de veículos. E constatou-se que os eventos de precipitação dissolvem e transportam partículas de fração finas (< 63µm) com maior facilidade e as frações grossas são redistribuídas pelas vias.

**Palavras-Chave** – Sedimentos urbanos; poluição difusa; bacia hidrográfica do córrego Botafogo.

## GRANULOMETRIC ANALYSIS OF SEDIMENTS ON ASPHALTED SURFACES IN THE URBAN AREA OF THE MUNICIPALITY OF GOIÂNIA - GOIÁS

**Abstract** – The increase in the production of urban sediments brings a series of impacts, among which the diffuse pollution stands out, being able to silt the draining networks and carry the pollutants from the urban environment. This work presents results of the characterization of sediments deposited in the road gutter of the municipality of Goiânia, within the watershed of the Botafogo stream, objective the evaluation of sediment production dynamics. Sediment samples were collected through the dry sweeping and aspiration method of Vaze and Chiew (2002). The data were correlated with local occupation characteristics, vehicle flow, the rainfall events and the frequency of sweeping. The laboratory analysis were performed according to NBR 6457: 1986 and NBR 7181: 1984, the results indicated the decrease of the particle percentage <63µm due to the rainfall events and precipitation height. It was also observed an increase in the percentage of particles with diameter between 63µm and 200µm due to the high vehicle flow. It has been found that rainfall events dissolve and transport fine fraction particles (<63µm) more easily and the coarse fractions are redistributed by the pathway.

<sup>1</sup> Instituto Federal de Goiás: debora\_pdsilva@hotmail.com

\* Debora Pereira da Silva

<sup>2</sup> Instituto Federal de Goiás: jussana.milograna@ifg.edu.br

<sup>3</sup> Instituto Federal de Goiás: ricardalcantara@gmail.com

<sup>4</sup> Instituto Federal de Goiás: josienebarcelo@yahoo.com

<sup>5</sup> Instituto Federal de Goiás: sandrovale.com@gmail.com

<sup>6</sup> Universidade Federal de Goiás: hebert\_oliveiras@hotmail.com

**Keywords** – Urban sediments; Diffuse pollution; Watershed of the Botafogo stream.

## 1. INTRODUÇÃO

Os sedimentos produzidos nas zonas urbanas e depositados nas ruas escoam durante os eventos chuvosos e tornam-se fonte de poluição difusa que ao serem lançados nos mananciais comprometem a qualidade da água dos mesmos. (Poletto e Martinez, 2011; Tucci, 2002).

No tocante à quantidade de sedimentos produzida em uma bacia hidrográfica é função de diferentes fatores, como o nível de desenvolvimento, o uso do solo, em que a produção de sedimentos em áreas comerciais é superior as áreas residenciais e o tráfego veicular (Poletto e Martinez, 2011; Sutherland, 2003).

Segundo Dotto (2006), o quantitativo de sedimentos apresenta uma correlação com as cargas poluentes, pois o tempo de residência do sedimento sobre a superfície, devido aos intervalos de variação é um fator importante uma vez que, segundo Poletto e Martinez (2011) o aumento no tempo de permanência do sedimento nas ruas facilita a interação entre os metais presentes e as partículas.

A maior parte dos poluentes, em torno de 70 a 80%, encontra-se associada aos sedimentos de granulometrias inferiores a 100 $\mu$ m, a outra parte, em torno de 25 a 30%, encontra-se associada à granulometrias superiores a 100 $\mu$ m (Baptista et al. 2005; Sutherland, 2003).

Em vista dos impactos nos recursos hídricos ocasionados por interferências antrópicas, faz-se necessário o desenvolvimento desta pesquisa que tem por objetivo analisar as características granulométricas e a dinâmica da produção de sedimentos em vias urbanas do município de Goiânia – GO, uma vez que os sedimentos secos fornecem uma alta representatividade da atividade econômica predominante, apresentam uma maior facilidade no processo de amostragem, e uma baixa probabilidade de alteração das propriedades químicas por fatores ambientais (Poletto e Martinez, 2011).

## 2. METODOLOGIA

Para este estudo, foram escolhidos pontos amostrais na abrangência da bacia hidrográfica do córrego Botafogo, localizado no município de Goiânia – GO. Selecionaram-se microbacias que se situam nas proximidades de dois parques do município, sendo eles: Parque Jardim Botânico e Parque Flamboyant.

Na região de cada microbacia selecionaram-se duas vias para realizar as coletas das amostras, considerando o uso do solo e o fluxo de veículos, este último classificado conforme hierarquia da rede viária da Subseção II da Lei Complementar nº 171, de 29 de maio de 2007. As características de cada ponto amostral podem ser observadas na Tabela 1, a frequência de varrição foi obtida das planilhas de varrição da Companhia de Urbanização de Goiânia (COMURG).

**Tabela 1: Localização dos pontos de coleta, coordenada geográfica, fluxo de veículos e características da via.**

Região Amostrada	Localização	Coordenadas	Classificação da rede viária conforme Lei Complementar nº 171	Características da via
Parque Jardim Botânico	Ponto 1 - Avenida 3ª Radial	16°43'11,50" S 49°15'1,89" W	Via Arterial 1ª Categoria	Uso Comercial Fluxo alto de veículos Calçada impermeabilidade Superfície asfáltica desgastada Frequência de varrição: Terça, Quinta e Sábado
	Ponto 2 - Rua Alameda João Elias da Silva Caldas	16°43'5,52" S 49°15'5,65" W	Via Coletora	Uso Residencial e Comercial Fluxo médio de veículos Calçada impermeabilidade com grama Superfície asfáltica desgastada Frequência de varrição: Terça, Quinta e Sábado
Parque Flamboyant	Ponto 1 - Rua Castorina Bittencourt Alves	16°42'16,80" S 49°14'5,93" W	Via Local	Uso Residencial Fluxo baixo de veículos Calçada impermeabilidade Superfície asfáltica desgastada Frequência de varrição: Segunda, Quarta e Sexta
	Ponto 2 - Rua 46 c/ Rua 13	16°42'14,39" S 49°14'12,22" W	Via Local	Uso Residencial e Comercial Fluxo baixo de veículos Calçada impermeabilidade com grama Superfície asfáltica conservada Frequência de varrição: Segunda, Quarta e Sexta

## 2.1 COLETA DAS AMOSTRAS DE SEDIMENTO

No processo de coleta de sedimentos utilizou-se o método de varrição a seco e aspiração adaptando-se a metodologia de Vaze e Chiew (2002).

As coletas das amostras sucederam-se no período chuvoso e seco, em intervalos médios de 15 dias visando o acúmulo representativo de sedimentos e com período mínimo de 24h anterior a data da coleta sem ocorrência de eventos chuvosos, o suficiente para obtenção de amostras secas.

As coletas foram realizadas em uma área de 0,5 m<sup>2</sup>, os sedimentos foram coletados na sarjeta a montante da boca de lobo em uma área de extensão equivalente de 11,50 m, almejando quantidade representativa de sedimentos para as análises de laboratório (Dotto, 2006).

## 2.2 ANÁLISES GRANULOMÉTRICAS

As análises granulométricas das amostras sucederam-se no Laboratório de Solos do IFG – Campus Goiânia. Realizou-se o ensaio de caracterização conforme as normativas ABNT NBR 6457:1986 e ABNT NBR 7181:1984.

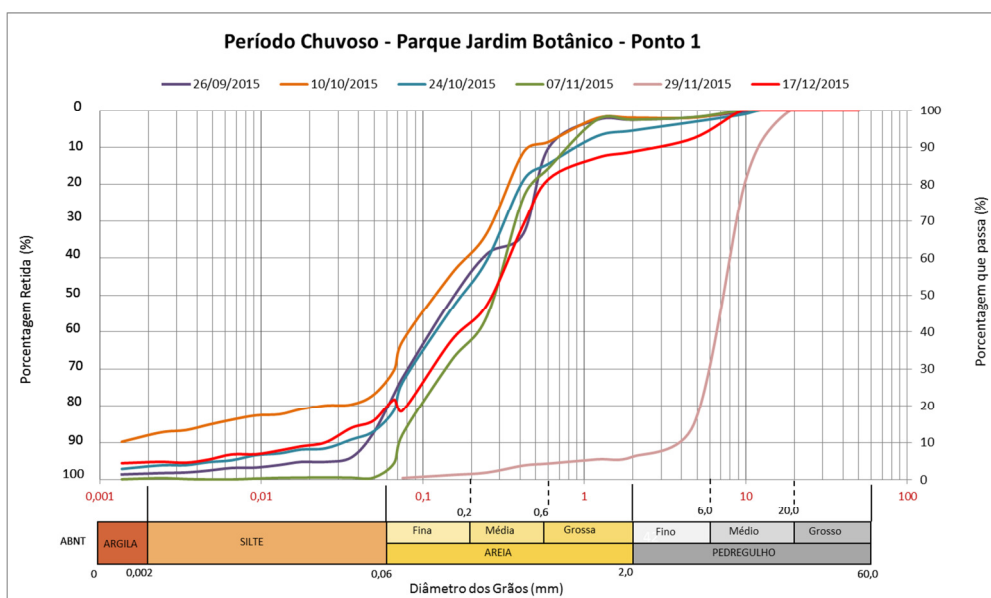
## 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O número de dias sem ocorrência de chuva e a altura pluviométrica referente às coletas realizadas no período chuvoso podem ser verificadas na Tabela 2 conforme dados do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) da estação convencional nº 83423.

**Tabela 2: Dias antecedentes a data da coleta das amostras do período chuvoso sem ocorrência de chuvas.**

Data da Coleta	Quantidade de dias antecedentes sem ocorrência de chuvas	Precipitação (mm)
26/09/2015	16	12
10/10/2015	10	1
24/10/2015	1	9
07/11/2015	1	34
29/11/2015	1	66
17/12/2015	4	17

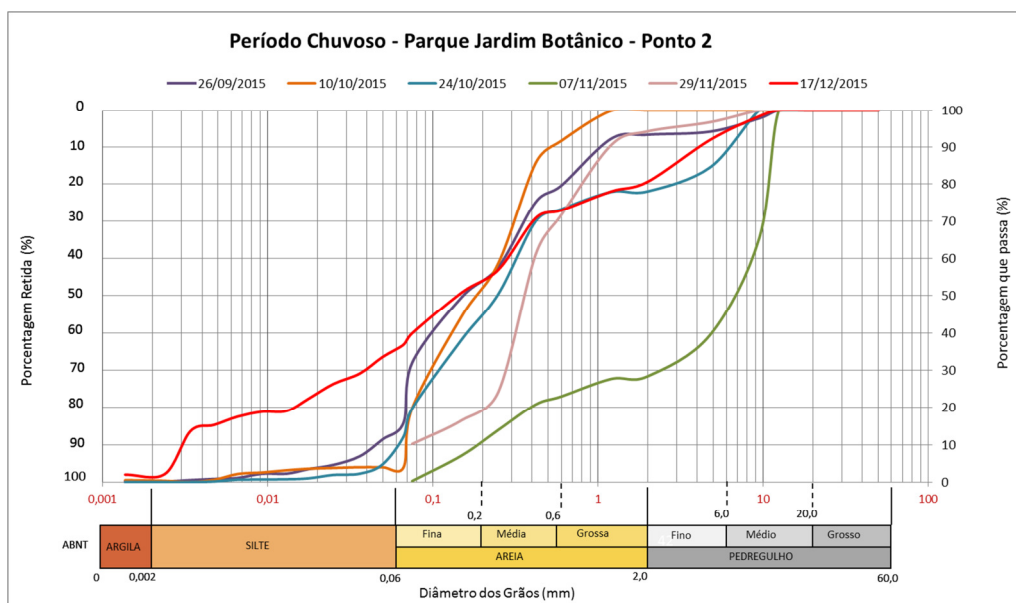
As Figura 1 e Figura 2 apresentam as curvas de caracterização granulométricas da região amostral da Microbacia do Parque Jardim Botânico no período chuvoso.



**Figura 1: Curva granulométrica correspondente ao Ponto amostral 1 do Parque Jardim Botânico - período chuvoso.**

Analisando o ponto amostral 1 da Microbacia do Parque Jardim Botânico, observa-se que a menor porcentagem de partículas  $< 2\mu m$  foi de 0,01%, coletada no dia 29/11/2015 e a maior porcentagem foi de 12,75% coletada no dia 10/10/2015, antecedida por 10 dias sem eventos chuvosos. Atribui-se o aumento da porcentagem de argila à ampliação do intervalo de ocorrência de precipitação.

Conforme a curva granulométrica observa-se que no dia 29/11/2015 houve o aumento exacerbado da porcentagem de pedregulho, devido ao processo de recomposição asfáltica.



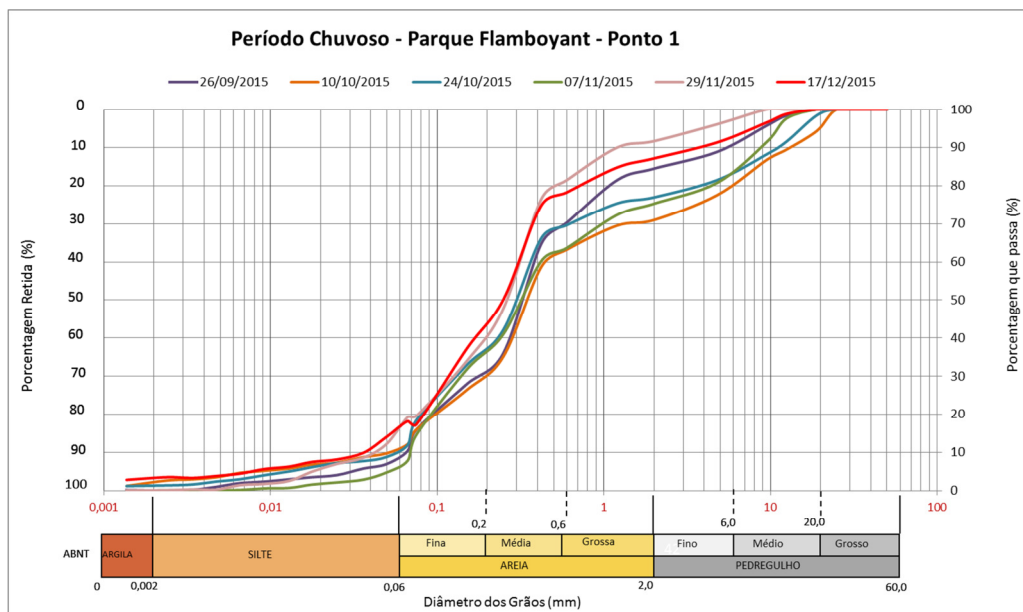
**Figura 2: Curva granulométrica correspondente ao Ponto amostral 2 do Parque Jardim Botânico - período chuvoso.**

Analisando o ponto amostral 2, a menor e a maior porcentagem de partículas < 2 $\mu$ m foram de 0,01% e 2,23% coletadas no dias 07/11/2015 e 17/12/2015 respectivamente.

Conforme a Figura 2, observa-se que no dia 07/11/2015 houve um aumento da porcentagem de pedregulho médio devido à altura pluviométrica na data anterior a coleta, onde partículas finas são dissolvidas e carregadas com facilidade em comparação com as partículas grossas, que são carregadas e redistribuídas pelas vias (Tucci, 2002).

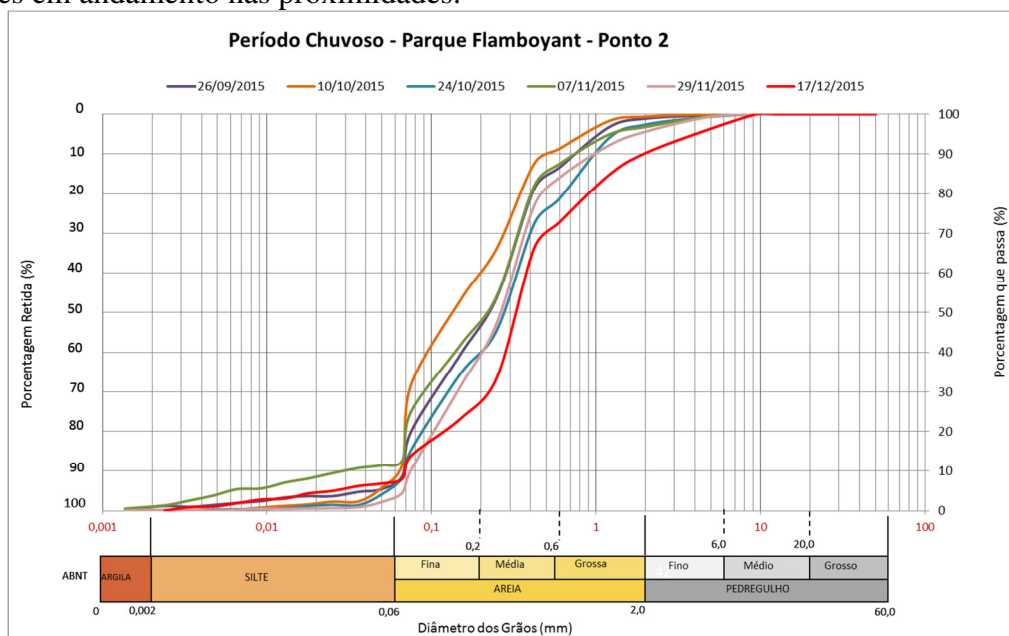
As coletas do período seco apresentaram pequena variação das características granulométricas devido à frequência de varrição realizada as terças, quinta e sábado. No tocante a quantidade de sedimento produzidos o ponto amostral 1, com fluxo alto de veículos, apresentou em 82% das coletas a massa total de sedimentos superior ao ponto amostral 2, com fluxo médio de veículos.

As Figura 3 e Figura 4 apresentam a porcentagem de sedimentos secos da região amostral da Microbacia do Parque Flamboyant no período chuvoso.



**Figura 3: Curva granulométrica correspondente ao Ponto amostral 1 do Parque Flamboyant - período chuvoso.**

Analisando o ponto amostral 1, a menor porcentagem de partículas  $< 2\mu\text{m}$  foi de 0,11%, coletada no dia 07/11/2015 e a maior porcentagem de 3,55% coletada no dia 17/12/2015. Atribui-se a redução da porcentagem de argila ao intervalo de um dia sem ocorrência de precipitação e a altura de precipitação de 34 mm, o aumento da porcentagem de areia média atribui-se à presença de construções em andamento nas proximidades.



**Figura 4: Curva granulométrica correspondente ao Ponto amostral 2 do Parque Flamboyant - período chuvoso.**

No ponto amostral 2, observa-se uma menor porcentagem de partículas  $> 2000\mu\text{m}$  devido à frequência de varrição que contempla a sexta-feira, data anterior a coleta.

No tocante a quantidade de sedimento produzidos o ponto amostral 2, com fluxo baixo de veículos e uso comercial, apresentou em 55% das coletas a massa total de sedimentos superior ao ponto amostral 1, com fluxo baixo de veículos e uso residencial.

Em resumo, pode-se verificar que os sedimentos coletados na Microbacia do Parque Flamboyant correspondente ao período seco e chuvoso são constituídos em média de 13% pedregulho, 78% areia, 7,60% silte e 1,60% argila. A porcentagem de silte apresentou maior discrepância em relação aos valores encontrados por Santos (2015) em um ponto de baixo fluxo de veículos no Município de Goiânia, semelhante à região em análise, apresentando o valor de 35%. As porcentagens de areia e argila em relação ao mesmo estudo apresentaram pequena variação, os valores foram 65% areia e 2% argila.

Conclui-se que a caracterização granulométrica é de suma importância para a elaboração de projetos de drenagem que levem em consideração as partículas retidas nas bocas de lobo e corpo receptor, o entendimento da distribuição dos poluentes associados as partículas e modelagem dos sedimentos a fim de evitar inundações localizadas e fluviais e reduções no canais de macrodrenagem (Dotto, 2006; Sutherland, 2003).

#### 4. AGRADECIMENTOS

À Fundação de Apoio à Pesquisa do Estado de Goiás e ao Instituto Federal de Goiás por disponibilizar os recursos necessários ao andamento da pesquisa.

#### REFERÊNCIAS

- ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6457**: Amostras de solo - Preparação para ensaios de compactação e ensaios de caracterização.. Rio de Janeiro, 1986.
- \_\_\_\_\_. **NBR 7181**: Solo – Análise Granulométrica. Rio de Janeiro, 1984.
- BAPTISTA, M. B., NASCIMENTO, N. O. E BARRAUD, S. **Técnicas Compensatórias em Drenagem Urbana**. ABRH, Editora da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2005, 266p.
- COMURG. Companhia de Urbanização de Goiânia. **Planilha de Varrição**. Goiânia, 2016.
- DOTTO, C. B. S. **Acumulação e balanço de sedimentos em superfícies asfálticas em área urbana de Santa Maria – RS**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil – Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2006.
- INMET. Instituto Nacional de Meteorologia. **Estações Convencionais – Gráficos**. Disponível em: <[http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=home/page&page=rede\\_estacoes\\_conv\\_graf](http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=home/page&page=rede_estacoes_conv_graf)>. Acesso em: 24 Jul. 2016.
- POLETO, C.; MARTINEZ, L. L. G. Sedimentos urbanos: ambiente e água. **HOLOS Environment**, v. 11, n. 1, 2011.
- PREFEITURA DE GOIÂNIA. **Lei Complementar nº171, de 29 de maio 2007**. Dispõe sobre o Plano Diretor e o processo de planejamento urbano do Município de Goiânia e dá outras providências e dá outras providências. Goiânia, 2007.
- SANTOS, C.M.S.M. **Caracterização e avaliação da distribuição de sedimentos e metais em superfícies urbanas no município de Goiânia**. Dissertação de Mestrado, Escola de Engenharia Civil e Ambiental, Universidade Federal de Goiás, 2015.

SUTHERLAND, R. Lead in grain size fractions of road-deposited sediment. **Environmental Pollution**, n. 121, p. 229-237, 2003.

TUCCI, C. E. M. **Impactos da variabilidade climática e o uso do solo sobre os recursos hídricos**. In: Fórum Brasileiro de Mudanças Climáticas Câmaras Temática de Recursos Hídricos, Brasília, 2002.

VAZE, J.; CHIEW, F. H. S. Experimental study of pollutant accumulation on an urban road surface. **ELSEVIER**, p. 379-389. 2002.