



7, 8 e 9  
Março 2018  
ÉVORA  
Évora Hotel

GESTÃO DOS  
RECURSOS HÍDRICOS:  
**NOVOS  
DESAFIOS**

## ANÁLISE DA PRODUÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DO SEDIMENTO DEPOSITADO EM VIAS PAVIMENTADAS DA BACIA DO CÓRREGO BOTAFOGO, NO MUNICÍPIO DE GOIÂNIA/GO, CONSIDERANDO AS CARACTERÍSTICAS DAS VIAS E A SAZONALIDADE DO CLIMA.

Ricardo, FERREIRA

<sup>1</sup> Engenheiro Civil, Professor do Instituto Federal de Goiás, Rua 75, Nº 46, Centro Goiânia/GO, Brasil. CEP: 74055-110.  
ricardo.af@ifg.edu.br - Fone: (55) 62.99611-1020

### Resumo

Quantificar e caracterizar os sedimentos coletados em seis vias pavimentadas na Bacia do Córrego Botafogo, em Goiânia-GO, considerando os parâmetros declividade das ruas, fluxo de veículos, uso do solo e a sazonalidade do clima, entre os meses de setembro/2015 a junho/2016. A coleta foi realizada através do método de varrição e aspiração descrito por Vaze e Chiew (2002), utilizando-se um grupo gerador com potência de 2200 W, um aspirador de pó/água com potência de 1200 W e escovação do material fino agregado ao pavimento. A quantificação do sedimento foi elaborada com base nas amostras coletadas e as estimativas das massas em cada ponto foram obtidas por análise estatística, executada pelo software Action Stat®, que utiliza a plataforma R integrada ao software Microsoft Excel® (modelo de regressão linear múltipla). Para caracterização do sedimento foram utilizadas análise granulométrica (ABNT NBR 7181:1984) e Espectrometria de emissão óptica com plasma - ICP OES, com ênfase para os metais Cádmio, Cromo, Cobre, Manganês, Níquel, Chumbo e Zinco. Os estudos apontaram maior acumulação de sedimentos nas vias com menor declividade e maior fluxo de veículos. Os maiores valores de massa média coletada foram obtidos na Avenida Americano do Brasil, entre 195,53 a 708,48 g/m<sup>2</sup>, enquanto a Alameda João Elias da Silva registrou os menores valores, entre 2,43 e 164,58 g/m<sup>2</sup>. As maiores faixas de distribuição granulométricas variaram entre 0,06 a 2,0 mm. Em todas as amostras foram identificadas presenças de metais com diferentes concentrações, variando de acordo com a região do estudo e alternância dos períodos seco e chuvoso. Cobre, Manganês e Zinco apresentaram os maiores índices de concentração em todas as amostras. O Cobre representou 30,20% deste total. Todos os metais sofreram uma redução da concentração após o período chuvoso e uma tendência de acréscimo da concentração nas amostras coletadas no período seco.

**Palavras-chave:** Sedimento urbano, Estimativa sedimento, Metais traço.

**Tema:** Gestão de recursos hídricos e bacias hidrográficas.



7, 8 e 9  
Março 2018  
ÉVORA  
Évora Hotel

GESTÃO DOS  
RECURSOS HÍDRICOS:  
**NOVOS  
DESAFIOS**

## **1. INTRODUÇÃO**

A expansão desordenada dos grandes centros urbanos e o fluxo migratório da população rural, associado ao desrespeito às normas do plano diretor das cidades, exerce um papel cada vez maior na degradação do meio ambiente. A expansão das cidades, com a ocupação das áreas verdes e a pavimentação de vias, tem como resultado imediato o aumento da impermeabilização dos solos, provocando um incremento da velocidade de escoamento das águas superficiais, dificultando a recarga do lençol freático e diminuindo a disponibilidade de água potável para a população.

De acordo com Poleto (2008) uma das primeiras consequências da urbanização é a devastação de grandes áreas de vegetação, e a subsequente impermeabilização daquele solo devastado por construções de vários tipos.

O conhecimento dos fatores que colocam em risco os recursos hídricos, essenciais para o desenvolvimento das cidades e da preservação da vida é um passo importante na direção da elaboração de ações governamentais que impactem toda a sociedade.

O experimento pode proporcionar um maior conhecimento dos processos de geração e acúmulo de sedimentos nas vias pavimentadas das cidades, levando-se em consideração as características de declividade, fluxo de veículos, taxa de ocupação do solo, estágio de urbanização e a interação destes parâmetros com a sazonalidade do clima.

O estudo também pode mostrar como as características de cada região podem interferir na composição e na granulometria dos sedimentos, oferecendo dados para avaliação dos riscos de comprometimento dos recursos hídricos e das estruturas de captação pluvial.

Por fim, os resultados desta pesquisa podem oferecer uma oportunidade de formulação de novas políticas públicas, implantação de ações estruturais nas cidades que possam recuperar, proteger e evitar a degradação do meio ambiente, com a utilização de técnicas que tornem as cidades locais cada vez mais adaptados para a vida humana.

## **2. OBJETIVOS**

Caracterizar a geração e o acúmulo de sedimentos em áreas urbanas, a partir da coleta e análise do sedimento seco depositado em vias pavimentadas da região da bacia do Córrego Botafogo no município de Goiânia/GO, de acordo com as diferentes características, parâmetros de localização dos pontos de coletas e da sazonalidade do clima.

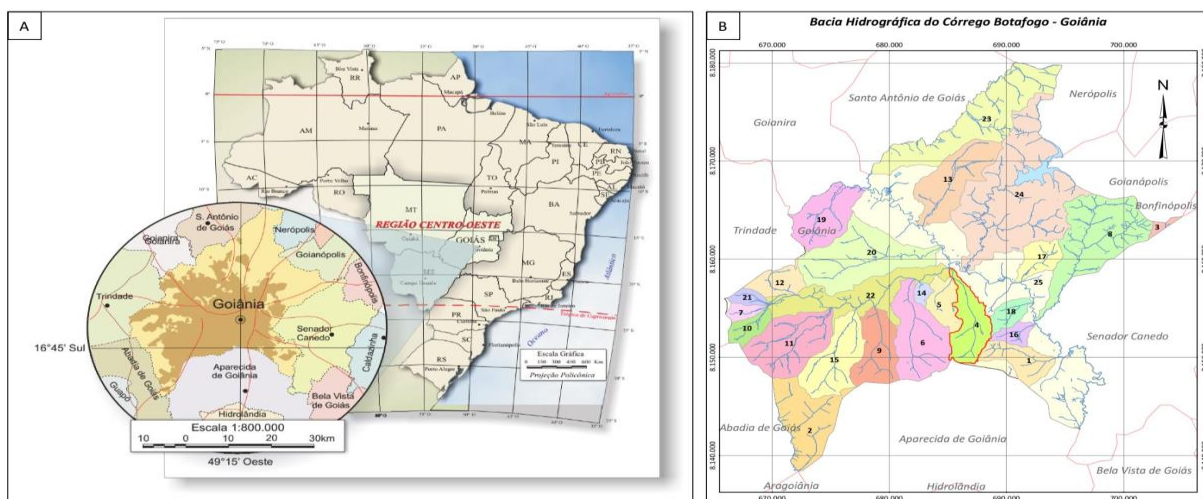
## **3. MATERIAIS E MÉTODOS**

### **3.1. Descrição da área da pesquisa**

Para o desenvolvimento da pesquisa foi escolhida a região da bacia do Córrego Botafogo, no município de Goiânia/GO.

A Bacia Hidrográfica do Córrego Botafogo possui área de aproximadamente 32,84 km<sup>2</sup> com extensão do córrego principal de aproximadamente 10,93 km, da nascente ao exutório. Suas nascentes, localizam-se no Parque Municipal Jardim Botânico Amália H. Teixeira, região sul de Goiânia. Geograficamente, a bacia do Córrego Botafogo localiza-se entre os paralelos 682.852 e 688.852 e meridianos 814.5843 e 816.5843, abrangendo os municípios de Goiânia e Aparecida de Goiânia, na região centro-oeste do Brasil, no Estado de Goiás (SIEG, 2014).

As Figuras de 1, letras “A” e “B”, apresentam o mapeamento da área de estudo e foram confeccionadas a partir dos dados vetoriais disponíveis no Mapa Urbano Digital de Goiânia (MUBDG), versão 23 de 2012, com a utilização do Ortofoto 2006 e resolução de 50 cm, manipulados na Plataforma ArcGis.



**Figura 1.** Localização município (A), Nº 4- Bacia hidrográfica córrego Botafogo (B).

No Quadro 1 estão descritas as ruas escolhidas para o experimento, com suas respectivas características e parâmetros de localização.

**Quadro 1.** Características e parâmetros das ruas do experimento.

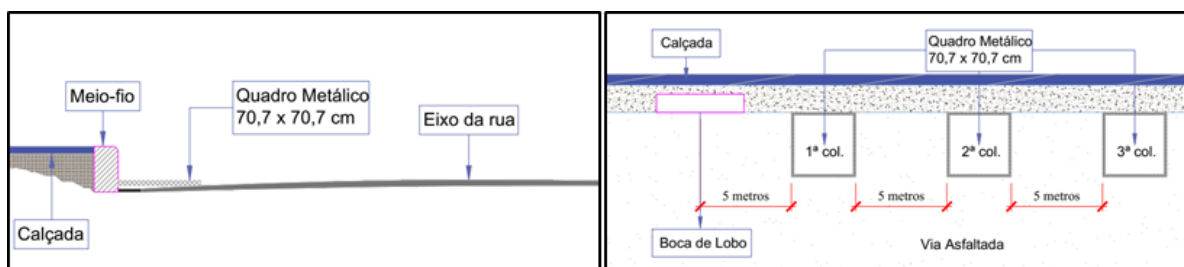
Pontos de Coletas	Declividade	Fluxo médio de veículos (hora de pico)	Taxa de ocupação	Coordenadas
PA1	1,14%	624	88,35%	16° 42' 16" S 49° 15' 19" W
PA2	3,85%	87	86,69%	16° 42' 35" S 49° 15' 36" W
JB1	5,72%	712	83,18%	16° 43' 12" S 49° 15' 02" W
JB2	3,93%	337	100,00%	16° 43' 05" S 49° 15' 05" W
PF1	6,11%	792	58,61%	16° 42' 16" S 49° 14' 07" W
PF2	3,24%	453	37,74%	16° 42' 14" S 49° 14' 12" W

O clima da região Centro Oeste é predominantemente tropical, com duas estações bem definidas e distribuídas ao longo do ano. Uma é a estação chuvosa, que está compreendida entre os meses de novembro a março, e a outra é a estação seca, que predomina entre os meses de junho a agosto. A altitude média da capital é de 790 metros e a temperatura média anual é de aproximadamente 22° C (SIEG, 2014).

### 3.2. Procedimento adotado para as coletas do sedimento

As coletas dos sedimentos foram realizadas em três (03) seções por rua, por evento de coleta, seguindo a orientação do item 3.1.3.5.2 da NBR 10007:2004, que estabelece que para obtenção da faixa de variação da concentração do resíduo, devem ser coletadas no mínimo três amostras simples.

As três seções de coleta foram posicionadas a cinco (05) metros uma da outra, marcadas a partir da face externa do quadro, conforme experimento realizado por Santos (2015). A primeira seção a ser coletada em cada rua foi posicionada junto a um bueiro de captação pluvial (boca de lobo), padronizando assim, o mesmo sentido de escoamento superficial para todos os pontos de coleta. O procedimento adotado para coleta está ilustrado na Figura 2.



**Figura 2.** Procedimento de coleta. Posicionamento do quadro metálico.

O quadro metálico foi posicionado junto ao meio fio, seguindo os estudos realizados por Buttler e Clark (1995), que indicaram a sarjeta como local de maior concentração do sedimento em vias pavimentadas no ambiente urbano.

Os sedimentos foram coletados seguindo o método de aspiração mecânica e escovação, utilizado no experimento realizado por Vaze e Chiew (2002). As amostras obtidas foram compostas por três (03) seções em cada rua, delimitadas por um quadro metálico com dimensões de (70,7 x 70,7) cm. Cada rua apresentou uma área total de coleta de 1,50 m².

Para cada seção, primeiro foi aspirada a carga livre (CL) do sedimento. Após a coleta da CL a mesma seção foi escovada para obtenção do sedimento aderido ao pavimento, a carga fixa (CF). Após a escovação da seção, a CF foi também aspirada e juntamente com a CL. Ao final da aspiração das 3 seções obteve-se a carga total (CT) do sedimento coletado em cada via.

Coletada a CT de cada rua, o saco do aspirador de pó era retirado do equipamento, acondicionado em sacos plásticos hermeticamente vedados (para evitar contaminação da amostra) e enviado ao laboratório de Solos do IFG, campus Goiânia/GO. Para execução da próxima coleta (próxima rua) o saco do aspirador de pó era substituído por um novo.

No laboratório de Solos do IFG, todas as amostras foram homogeneizadas, pesadas e armazenadas. Após a retirada do material, os sacos coletores do aspirador foram descartados.

Estas amostras foram destinadas à realização dos ensaios de granulometria e uma pequena fração, aproximadamente 1 grama de cada amostra, foi enviada para o laboratório Aqualit, responsável pela análise dos metais presentes nas amostras.

Os equipamentos utilizados nas coletas dos sedimentos são apresentados na Figura 3.

- (a) Aspirador de pó Eletrolux-AQP 20 (1200 W) e grupo gerador BRANCO (2200 W);
- (b) Quadro metálico com dimensões de (70,7 x 70,7) cm e trena metálica de 8 metros;
- (c) Escova com pelo de malta para escovação do pavimento;



**Figura 3.** Equipamentos utilizados nas coletas do sedimento nas vias pavimentadas.

### 3.3. Quantificação e estimativa do sedimento

Na Tabela 1 estão descritas as massas médias dos sedimentos coletados nas 11 campanhas do experimento. Os dados foram gerados a partir da CT de cada rua, dividida pela área total de coleta das 3 seções (área de 1,50 m<sup>2</sup>), em cada evento.

**Tabela 1.** Massa média do sedimento coletado por campanha nas ruas do experimento (g/m<sup>2</sup>).

Nº eventos	Data	Nº de dias sem precipitação	Volume de precipitação (mm)	PA1 g/m <sup>2</sup>	PA2 g/m <sup>2</sup>	JB1 g/m <sup>2</sup>	JB2 g/m <sup>2</sup>	PF1 g/m <sup>2</sup>	PF2 g/m <sup>2</sup>
1	26/09/15	16	28,8	617,21	209,10	354,41	142,61	495,13	225,31
2	10/10/15	10	1,8	420,86	620,88	387,94	38,10	269,19	214,90
3	24/10/15	1	8,7	568,26	327,07	278,02	119,51	355,37	432,26
4	07/11/15	1	101	317,43	60,86	61,75	2,43	438,29	194,83
5	29/11/15	1	262,3	572,64	13,87	120,17	70,75	53,28	218,47
6	17/12/15	4	70,3	605,25	183,26	81,96	116,90	147,38	230,20
7	20/04/16	23	0	195,53	232,60	90,63	164,58	251,21	102,83
8	07/05/16	10	1,3	367,45	101,16	152,98	97,23	414,17	303,09
9	27/05/16	8	33,2	708,48	105,17	84,29	33,34	168,85	269,95
10	11/06/16	23	0	360,71	250,28	148,18	66,89	682,21	378,78
11	30/06/16	42	0	200,52	117,20	325,38	105,58	339,23	1.435,70



Com os dados da Tabela 1 e do Quadro 1, mais os valores das precipitações no período, foram estimadas as massas médias dos sedimento para as 6 ruas. Essa estimativa foi obtida através do software Action Stat®, que utiliza a plataforma “R” integrada ao software Microsoft Excel®, com o uso da técnica de regressão linear múltipla. A Tabela 2 apresenta o resultado desta estimativa de massa de sedimento por rua, de acordo com os períodos chuvoso e seco.

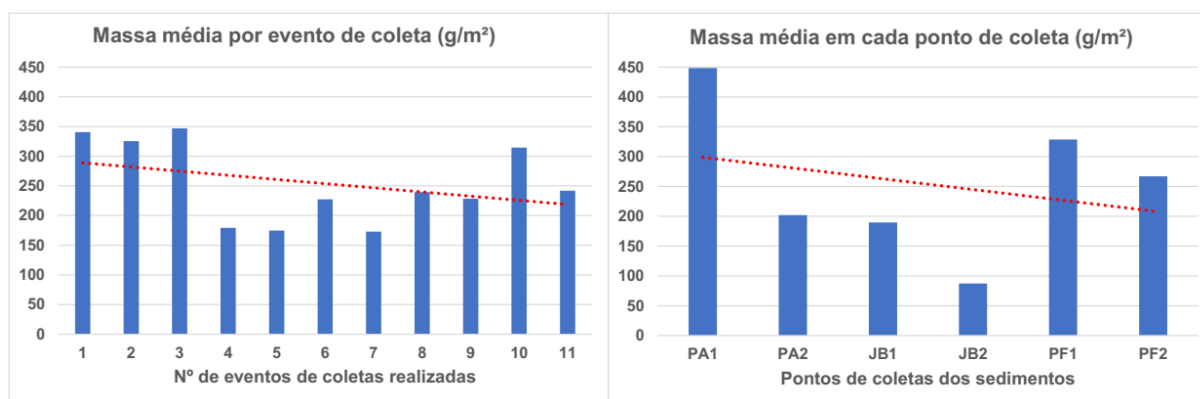
**Tabela 2.** Estimativa de massa média em cada ponto da pesquisa (g/m<sup>2</sup>)

Nº Coletas	Período	Pontos de Coleta	PA1	PA2	JB1	JB2	PF1	PF2
		Data	M (g/m <sup>2</sup> )	M (g/m <sup>2</sup> )	M (g/m <sup>2</sup> )	M (g/m <sup>2</sup> )	M (g/m <sup>2</sup> )	M (g/m <sup>2</sup> )
01	<b>Chuvoso</b>	26/09/2015	433,24	152,97	226,82	175,64	297,88	422,62
02		10/10/2015	428,19	147,91	221,77	170,59	292,83	417,57
03		24/10/2015	403,05	122,77	196,62	145,45	267,69	392,43
04		07/11/2015	368,85	88,57	162,42	111,25	233,49	358,22
05		29/11/2015	309,08	28,80	102,65	51,48	173,72	298,46
06		17/12/2015	387,75	107,48	181,33	130,15	252,39	377,13
07	<b>Seco</b>	20/04/2016	461,48	181,21	255,06	203,88	326,12	450,86
08		07/05/2016	428,38	148,10	221,95	170,78	293,01	417,75
09		27/05/2016	411,54	131,26	205,11	153,94	276,18	400,91
10		11/06/2016	461,48	181,21	255,06	203,88	326,12	450,86
11		30/06/2016	509,16	228,89	302,74	251,56	373,80	498,54

## 4. RESULTADOS

### 4.1. Quantificação do sedimento

As massas médias obtidas em cada rua indicam uma relação direta entre a quantidade de sedimentos presentes nas vias e a variação das precipitações. Ou seja, a quantidade de massa presente nas vias varia de acordo com o período chuvoso e o seco. A Figura 4 traz a distribuição das massas médias por campanha de coleta e por rua do experimento.



**Figura 4.** Distribuição das massas médias coletadas nas 11 campanhas e por rua do experimento.

Foi observada uma tendência geral de redução da massa coletada a partir do início do período chuvoso. A tendência de acumulação é constatada no período seco, em junho/2016.

#### 4.2. Estimativa de acumulação do sedimento nas vias

Conforme demonstrado por Dotto (2006), a redistribuição dos sedimentos ao longo dos dias secos, resulta em uma quantidade praticamente uniforme de sedimentos ao longo da superfície nos diferentes períodos.

A partir dos valores ajustados das massas descritos na Tabela 2 e os comprimentos das vias obtidas no MUBDG, foram estimadas as massas presentes em cada rua do experimento. A área de coleta em cada rua foi obtida entre o produto da aresta do quadro de coleta (70,7 cm) pelo o comprimento das sarjetas, que foi definido em duas vezes o comprimento das vias, pois a acumulação ocorre nos dois lados de cada rua, conforme Tabela 3.

**Tabela 3.** Comprimento das ruas e das áreas de depósito de sedimento.

Ponto de coleta	Cumprimento da rua (m)	Largura da sarjeta (m)	Área de sarjeta (m <sup>2</sup> )
PA1	1.000,00	0,707	1.414,00
PA2	400,00	0,707	565,60
JB1	800,00	0,707	1.131,20
JB2	550,00	0,707	777,70
PF1	450,00	0,707	636,30
PF2	900,00	0,707	1.272,60

Dessa forma, foram calculados os valores das massas médias estimadas e/ou depositadas ao longo das vias, nas datas das coletas dos sedimentos, descritos na Tabela 4.

**Tabela 4.** Estimativa de massa depositada nas vias do experimento.

Nº de Coletas	Período	Pontos de Coleta	PA1	PA2	JB1	JB2	PF1	PF2
		Data	M (kg)	M (kg)	M (kg)	M (kg)	M (kg)	M (kg)
01	<b>Chuvoso</b>	26/09/2015	612,60	86,52	256,58	136,60	189,54	537,83
02		10/10/2015	605,46	83,66	250,86	132,67	186,33	531,40
03		24/10/2015	569,91	69,44	222,42	113,12	170,33	499,40
04		07/11/2015	521,55	50,10	183,73	86,52	148,57	455,88
05		29/11/2015	437,04	16,29	116,12	40,03	110,54	379,81
06		17/12/2015	548,28	60,79	205,12	101,22	160,60	479,93
07	<b>Seco</b>	20/04/2016	652,53	102,49	288,52	158,56	207,51	573,76
08		07/05/2016	605,72	83,77	251,07	132,81	186,45	531,63
09		27/05/2016	581,91	74,24	232,02	119,72	175,73	510,20
10		11/06/2016	652,53	102,49	288,52	158,56	207,51	573,76
11		30/06/2016	719,95	129,46	342,45	195,64	237,85	634,44

#### 4.3. Granulometria e metais traço das amostras

As análises granulométricas foram realizadas por meio do ensaio de peneiramento e sedimentação, conforme descrito nas normas da ABNT NBR 7181:1984.

As análises dos metais foram realizadas pelo laboratório Aqualit, com ênfase nos metais Cádmio (Cd), Chumbo (Pb), Cobre (Cu), Cromo (Cr), Manganês (Mn), Níquel (Ni) e Zinco (Zn). As amostras foram ensaiadas por espectrometria de absorção atômica, método USEPA 3050 B (United States Environmental Protection Agency), com o equipamento de ICP OES, PerkinElmer Optima 7300 DV. Também foram feitas as análises do “branco” nos recipientes de armazenamento e coleta das amostras.

##### 4.3.1. Granulometria

De maneira geral todas as ruas do experimento apresentaram resultados semelhantes aos estudos realizados por Dotto (2006) em Santa Maria/RS e Santos (2015) em Goiânia/GO, onde o maior percentual da distribuição granulométrica, com mais de 70% da distribuição situado nas três faixas de areia fina, média e grossa (diâmetros entre 0,06 a 2,0 mm).

A Tabela 5 representa a distribuição granulométrica obtida em PA1, e a faixa destacada em azul mostra a concentração das maiores granulometrias, entre 0,06 a 2,0 mm, ocorridas em todas as ruas do experimento.

**Tabela 5.** Distribuição granulométrica em PA1 de acordo com a escala da ABNT.

Classif ABNT Diâmetro (mm)	Datas das 11 campanhas de coletas dos experimentos do ponto PA1.										
	2015						2016				
	26/09	10/10	24/10	07/11	29/11	17/12	20/04	07/05	27/05	11/06	30/06
<b>Argila &lt; 0,002</b>	0,30%	1,41%	1,30%	0,06%	8,45%	10,42%	2,10%	1,75%	11,46%	5,64%	0,69%
<b>Silte 0,002 - 0,06</b>	9,23%	7,13%	5,89%	7,85%	5,30%	11,39%	6,62%	5,08%	10,93%	9,81%	4,96%
<b>Areia fina 0,06 - 0,2</b>	22,71%	25,69%	26,43%	28,33%	25,52%	30,63%	23,11%	23,82%	33,66%	30,93%	39,69%
<b>Areia média 0,20 - 0,60</b>	28,74%	28,67%	27,24%	35,43%	41,02%	35,82%	32,15%	31,08%	26,54%	32,07%	24,17%
<b>Areia grossa 0,60 - 2,0</b>	19,64%	17,76%	14,87%	17,36%	13,75%	7,17%	16,73%	15,18%	7,57%	14,25%	5,77%
<b>Pedreg. Fino 2,0 - 6,0</b>	10,49%	11,26%	11,29%	6,23%	4,80%	2,56%	10,09%	12,82%	5,52%	3,66%	12,97%
<b>Pedreg. Médio 6,0 - 20,0</b>	7,47%	7,39%	8,98%	3,32%	0,90%	1,75%	9,21%	9,31%	3,52%	3,07%	9,23%
<b>Pedreg. grosso 20,0 - 60,0</b>	1,42%	0,69%	4,00%	1,42%	0,26%	0,28%	0,00%	0,96%	0,80%	0,57%	2,52%
<b>Total</b>	100,00 %	100,00 %	100,00 %	100,00 %	100,00 %	100,00 %	100,00 %	100,00 %	100,00 %	100,00 %	100,00 %



Observou-se que nos pontos de baixa declividade, como em PA1, ocorreu um maior acúmulo de areia grossa no período chuvoso, entre setembro e dezembro/2015, e foi se equilibrando com as faixas de areia fina e média a partir do retorno ao período seco, de abril a junho/2016. O fluxo de veículos e a precipitação se mostraram como parâmetros que interferem diretamente na granulometria, principalmente sobre os maiores diâmetros, que se encontram desagregados do pavimento. O remoção destes maiores grãos ocorre pelo arraste no tráfego de veículos, no período seco, e pelo escoamento superficial das águas das chuvas. A construção civil também colabora com a geração de sedimentos com maiores diâmetros, que pode ser verificado nas regiões de expansão imobiliária, em PA1, PF1 e PF2, onde o percentual de pedregulho fino se apresenta em taxas semelhantes às da areia grossa. Constatou-se uma grande redução do percentual de silte durante o período chuvoso, de setembro a dezembro/2015 e um acréscimo coincidindo com a volta ao período seco, a partir de abril/2016. O silte por possuir baixa granulometria, tem maior capacidade de adsorção ao pavimento, após ser carregado pela chuva.

#### 4.3.2. Metais traço

Verificou-se que as maiores concentrações dos metais não se apresentaram vinculadas aos maiores volumes de massas coletadas dos sedimentos, indicando que a presença de um grande volume de sedimentos, não necessariamente aponta para um quadro de contaminação. As concentrações dos metais que definem a contaminação de uma área.

As concentrações de cádmio se apresentaram abaixo de 0,001 mg/kg, para todos os pontos de coleta. Todos os resultados apresentaram uma redução significativa das concentrações dos metais a partir do 2º período da pesquisa, indicando uma relação das precipitações e do escoamento superficial, como fatores que impedem a adsorção dos metais aos sedimentos, diminuindo a concentração dos mesmos.

No Quadro 2 estão descritas as concentrações totais de cada metal, obtidas nas 11 coletas de cada rua do experimento, em ordem decrescente de valores.

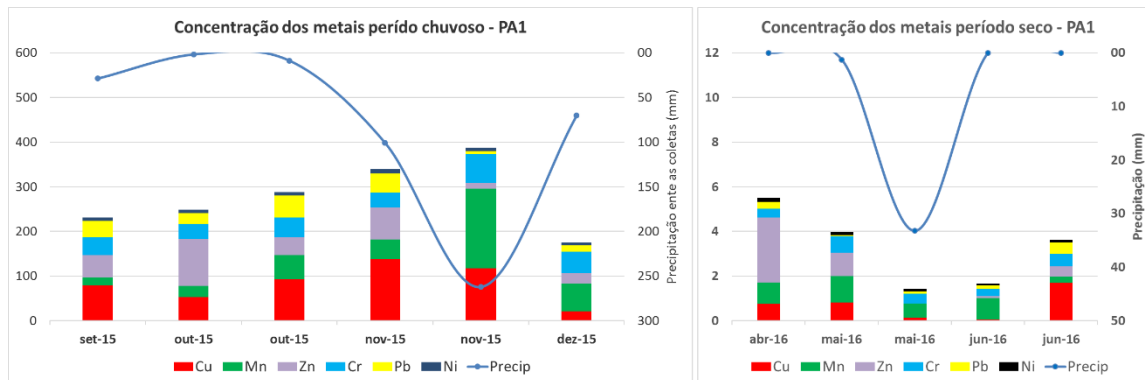
**Quadro 2.** Concentração total dos metais obtidas em cada rua durante as 11 coletas.

Concentração dos metais	PA1	PA2	JB1	JB2	PF1	PF2	Total (mg/kg)	% Total
<b>Cu</b>	503,76	375,58	737,36	525,49	367,33	1.002,88	3.512,41	<b>30,20%</b>
<b>Zn</b>	308,21	603,07	692,36	851,85	301,02	435,86	3.192,37	<b>27,45%</b>
<b>Mn</b>	384,20	330,34	496,25	371,52	627,79	494,06	2.704,17	<b>23,25%</b>
<b>Cr</b>	268,70	151,84	236,63	180,62	165,87	214,22	1.217,87	<b>10,47%</b>
<b>Pb</b>	172,86	106,80	147,03	102,59	52,64	92,57	674,48	<b>5,80%</b>
<b>Ni</b>	48,82	58,70	68,38	62,89	46,83	43,53	329,16	<b>2,83%</b>

O Cu, Mn e Zn apresentaram os maiores percentuais de concentração nas amostras coletadas em todos os pontos de coletas, com respectivamente 30,20%, 27,45% e 23,25% do total das concentrações obtidas nos ensaios (80,90% das concentrações totais dos metais). As maiores concentrações dos metais foram observadas entre os meses de outubro a novembro/2015. A partir do incremento das precipitações, em dezembro/2015, as concentrações dos metais apresentaram uma redução bastante significativa, tendendo a zero em muitos ensaios realizados. Isso pode ser explicado pelo grande volume de chuvas, que promoveu o arraste dos grãos da CL e o desprendimento dos grãos da CF, aderida ao pavimento, diminuindo as concentrações dos metais. A concentração dos metais retomou a tendência de incremento com o aumento dos dias sem chuvas entre as coletas.

A presença dos metais foi confirmada em todas as etapas da pesquisa e em todos os pontos de coletas, mesmo em baixas concentrações em algumas amostras. Isso demonstra o quanto é importante o monitoramento constante dos sedimentos, pois o destino final de grande parte destes metais são os recursos hídricos, o que pode configurar uma fonte de contaminação da água, causando danos à saúde humana e colaborando para a degradação do meio ambiente. A Figura 5 ilustra as concentrações dos metais em PA1 e a evolução das precipitações nos 2 períodos da pesquisa. O gráfico da Figura 5 representa os demais pontos de coleta, que seguiram as mesmas tendências das concentrações no experimento.

**Figura 5.** Distribuição das massas médias coletadas nas 11 campanhas e por rua do experimento.



## 5. CONCLUSÕES

Este experimento alerta para a necessidade de ações efetivas de conservação dos sistemas de captação das águas superficiais e da promoção de políticas públicas que visem dar sustentabilidade nas atividades de limpeza urbana, com foco na preservação do meio ambiente e dos recursos hídricos, responsáveis pelo abastecimento das cidades. O controle das fontes geradoras dos sedimentos no meio urbano, também é um enfoque importante, visando a redução da carga de poluentes e contaminantes lançada nos cursos d'água.



7, 8 e 9  
Março 2018  
ÉVORA  
Évora Hotel

GESTÃO DOS  
RECURSOS HÍDRICOS:  
**NOVOS  
DESAFIOS**

## **AGRADECIMENTOS**

Ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás pelo apoio técnico e científico, colocando à minha disposição toda a estrutura da instituição. À minha orientadora, professora Dra. Jussanã Milograna, que durante toda a pesquisa apresentou alternativas com foco na obtenção dos resultados. À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Goiás – FAPEG, por disponibilizar recursos financeiros para aquisição de equipamentos e execução das análises laboratoriais, itens indispensáveis para a realização do experimento.

## **REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas - Amostras de Resíduos Sólidos, NBR-10007, 2004.

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas – Análise granulométrica dos solos, NBR-7181, 1984.

BUTLER, D. & CLARK, P. Sediment management in urban drainage catchments. Construction Industry Research and Information Association. Report 134. London, 1995.

DOTTO, Cintia Brum Siqueira. 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.

POLETO, Cristiano. Ambiente Sedimentos. Porto Alegre: ABRH, 2008. 404 p.

SISTEMA DE INFORMAÇÕES GEOGRÁFICAS DO ESTADO DE GOIÁS - SIEG. Superintendência de Geologia e Mineração – SIC. Shapefiles. Mapa da Hidrografia do Estado de Goiás 1:100.000, 2014.

USEPA. United States Environmental Protection Agency - Method 3050 B. 1998. <http://www3.epa.gov/epawaste/hazard/testmethods/sw846/pdfs/3050b.pdf>. (Acedido a 21 de Janeiro de 2016).

VAZE, J.; CHIEW, F.H.S. Experimental study of pollutant accumulation on an urban road surface. Urban Water. v. 4, n. 4, p 379-389, 2002.