

Resíduos sólidos em um sistema de drenagem urbana no município de Santa Maria (RS)

Solid waste in a urban drainage system in municipality of Santa Maria (RS), Brazil

Delmira Beatriz Wolff¹, Igor Hofstadler Gonçalves²,
Maria do Carmo Cauduro Gastaldini³, Marielle Medeiros de Souza⁴

RESUMO

Com o crescimento da população e o conseqüente aumento da urbanização, o lançamento de resíduos sólidos nos sistemas de drenagem urbana tem aumentado nos últimos anos, principalmente nas regiões periféricas das cidades. Este estudo teve como objetivo qualificar e quantificar os resíduos sólidos no arroio Cancela-Tamandai, localizado em área urbana, no município de Santa Maria (RS). Foram coletados ao todo 1.153,2 kg de resíduos sólidos com uma precipitação pluviométrica total para o período de novembro de 2012 a janeiro de 2013 de 518,94 mm, sendo, desses, 93,9% composto por matéria orgânica, sendo a maioria vegetação. O arroio Cancela-Tamandai apresentou uma carga de resíduos sólidos igual a 1727 ou 0,424 kg.hab⁻¹.ano⁻¹. A curva de previsão de resíduos sólidos orgânicos drenados em função da precipitação pluviométrica apresentou correlação de 76,4%, um parâmetro importante para a tomada de decisão dos gestores municipais em relação aos resíduos sólidos gerados. Assim, conceber estratégias para o monitoramento desses resíduos representa passo importante na busca de soluções que visem um melhor gerenciamento de bacias hidrográficas urbanas.

Palavras-chave: resíduos sólidos drenados; quantificação de resíduos; bacia urbana; correlação precipitação x resíduos sólidos.

ABSTRACT

With population growth, and the resulting increase in urbanization, the disposal of solid waste in the urban drainage system has increased in recent years, especially in the outskirts of the cities. This study aimed to qualify and quantify the solid waste in Cancela-Tamandai's stream, located in an urban area, in the municipality of Santa Maria (RS). Were collected in total 1.153.2 kg of solid waste with a rainfall total for the period of 518.94 mm, 93.9% of these being composed of organic matter with the majority of vegetation debris. Cancela-Tamandai's watershed presented a load of solid waste equal to 1727 or 0.424 kg.inhab⁻¹.year⁻¹. The prediction curve of drained solid waste due to the rainfall correlated 76.4%, important parameter for decision making of municipal managers in relation to solid waste generated. Thus, devise strategies for monitoring these residues represents an important step in finding solutions aimed at better management of urban watersheds.

Keywords: drained solid waste; waste quantification; urban watershed; rainfall correlation x solid waste.

INTRODUÇÃO

Países em desenvolvimento, como o Brasil, revelam uma situação preocupante, pois, embora existam serviços de limpeza urbana, estes não são capazes de coletar toda a produção de resíduos sólidos. O resultado disto é a deposição de resíduos sólidos em passeios públicos, terrenos baldios e, muitas vezes, próximos ou dentro dos cursos d'água. Os sistemas de drenagem urbana, já comprometidos pela falta de capacidade de condução para a urbanização atual, tornam-se agentes de transporte dos resíduos sólidos que obstruem o fluxo (NEVES & TUCCI, 2011; BLUMENSAAT *et al.*, 2012).

O cenário não é distinto para Santa Maria, que possui uma população de 262.312 habitantes, sendo a quinta cidade mais populosa do estado Rio Grande do Sul, onde 95,1% dos habitantes vivem em área urbana (IBGE, 2013), possuindo uma densidade demográfica de 149 hab.km⁻² (FEE, 2013). A maioria dos arroios do município está canalizada e os que ainda restam possuem em suas margens residências, que lançam efluentes domésticos *in natura* para os corpos d'água.

A bacia hidrográfica do arroio Cancela, localizada próxima à Rua Tamandai, assim denominado Arroio Cancela-Tamandai, é de grande

¹Doutora em Engenharia Ambiental pela Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), Brasil, sanduíche com o INSA/Toulouse-França. Professora adjunta no Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM) – Santa Maria (RS), Brasil.

²Mestre em Engenharia Civil pela UFSM – Santa Maria (RS), Brasil.

³Doutora em Engenharia Civil – Hidráulica e Saneamento pela Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo (USP) – São Carlos (SP), Brasil. Professora titular junto ao Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental da UFSM – Santa Maria (RS), Brasil.

⁴Mestre em Engenharia Civil pela UFSM – Santa Maria (RS), Brasil.

Endereço para correspondência: Delmira Beatriz Wolff – Avenida Roraima, 1000 – Cidade Universitária – Camobi – 97105-900 – Santa Maria (RS), Brasil – E-mail: delmirawolff@hotmail.com
Recebido: 17/03/14 – **Aceito:** 27/05/15 – **Reg. ABES:** 132089

importância para a cidade, pois possui sub-bacias de contribuição ao arroio Cadena, que é o maior arroio do município, o qual drena grande parte da área urbana da cidade.

O objetivo deste estudo foi quantificar os resíduos sólidos carreados no arroio Cancela-Tamandai após eventos de precipitação e elaborar a curva de produção de resíduos sólidos drenados. Esta curva possibilita relacionar, por eventos de precipitação isolados, o total precipitado com o volume de resíduos sólidos conduzidos pelo escoamento superficial em uma bacia urbana. Os resíduos sólidos foram, também, qualificados conforme o padrão de cores estabelecido na Resolução do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) nº 275 de 2001.

METODOLOGIA

O presente estudo tem como base a bacia hidrográfica Cancela-Tamandai situada no Município de Santa Maria, localizado na região central do Estado do Rio Grande do Sul. O arroio Cancela-Tamandai é afluente

do arroio Cadena, que percorre os bairros Nossa Senhora de Lourdes e Medianeira. Na Figura 1, ilustra-se a localização da bacia hidrográfica, bem como do pluviôgrafo utilizado para obtenção dos dados de precipitação pluviométrica, e da seção de monitoramento.

A área foi escolhida por apresentar um desenvolvimento crescente do processo de urbanização. Situa-se entre as coordenadas 53°49'44" e 53°47'12" de longitude oeste e 29°43'02" e 29°41'31" de latitude sul.

Na Tabela 1, estão descritas a área da bacia hidrográfica, as características de uso do solo, o período de monitoramento e a estimativa de população.

Para a realização do presente estudo, as seguintes etapas foram desenvolvidas:

- coleta de resíduos sólidos em eventos de precipitação pluviométrica por meio de rede de retenção na seção de monitoramento, no período de novembro de 2012 a janeiro de 2013 (totalizando onze eventos monitorados);
- quantificação dos resíduos sólidos em massa, volume e classificação em matéria orgânica e inorgânica;

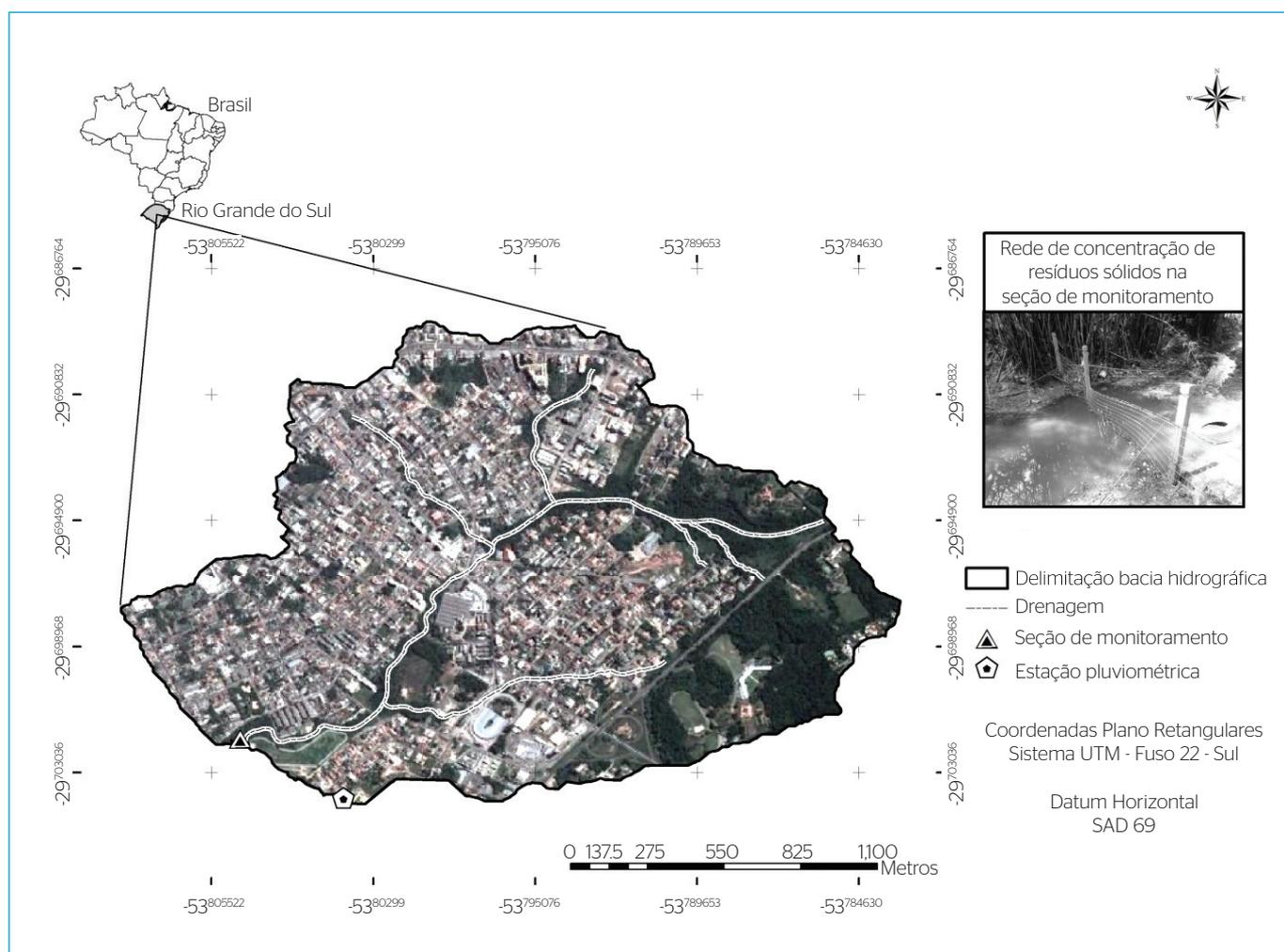


Figura 1 - Localização geográfica da bacia hidrográfica de monitoramento (Cancela-Tamandai).

- precipitação pluviométrica obtida por pluviômetro instalado na estação pluviográfica SEST/SENAT próxima à estação de monitoramento situada junto ao Serviço Social do Transporte/Serviço Nacional de Aprendizagem do Transporte (SEST/SENAT), para obtenção da curva de previsão de resíduos sólidos.

Para reter os resíduos sólidos carregados pelo arroio Cancela-Tamandai, foi projetada e instalada, no mesmo, uma estrutura em forma retangular com 1,2 m de altura e 4,0 m de comprimento, fabricada em tela de aço, instalada transversalmente ao eixo do arroio, tornando possível a retenção e posterior análise dos resíduos sólidos (Figura 2).

A rede foi presa à vegetação existente nas margens do arroio, por meio de tiras de aço galvanizado de 5 mm de espessura, com a finalidade de evitar que precipitações intensas bloqueassem a passagem da água pluvial, podendo ocorrer inundações à montante, arrastamento da rede à jusante e um potencial assoreamento do arroio.

Além disso, o perfil do solo nas margens do corpo d'água exibia propensão a um possível desmoronamento, por ser numa região com

Tabela 1 - Características físicas e estimativa populacional da bacia hidrográfica no período de monitoramento.

Bacia Hidrográfica	Cancela-Tamandai
Área (km ²)	2,67
Mata Nativa (%)	33,00
Campo (%)	32,00
Impermeável (%)	35,00
Estimativa populacional (habitantes)	10.902,00

Fonte: Gonçalves, 2013.



Figura 2 - Rede de retenção de resíduos sólidos na seção de monitoramento do arroio Cancela-Tamandai.

característica urbana com atividades comerciais (35% área impermeável e 32% campo). Garcia e Paiva (2006), analisando o uso do solo da bacia hidrográfica Cancela em 1980, 1992 e 2004, constataram processo de urbanização elevado. Essa região apresenta, portanto, uma elevada densidade populacional e atividade antrópica de contribuição para processos erosivos.

A qualificação e quantificação dos resíduos sólidos foram compiladas de acordo com suas características, dentro do grupo inorgânico ou orgânico, conforme a metodologia utilizada por Salles *et al.* (2011), que adaptou o padrão de cores estabelecido na Resolução do Conama n.º 275/2001 (Tabela 2). Nesta resolução, diferencia-se o tipo de material por meio da codificação de cores, no entanto, não caracteriza cores para resíduos classificados como “outros” e cores A ou B, para complementar a falta de classificação específica.

A curva de produção de resíduos sólidos drenados foi construída para relacionar, por eventos de precipitação pluviométrica, o total precipitado com o volume de resíduos sólidos carregados pelo escoamento superficial em uma bacia urbana.

A avaliação do modelo da equação de resíduos sólidos drenados considera o coeficiente de correlação r conforme a Equação 1, conforme metodologia apresentada por Salles, Wolff e Silveira (2011):

$$r = \frac{n\sum x.y - (\sum x).(\sum y)}{[n\sum x^2 - (\sum x)^2].[n\sum y^2 - (\sum y)^2]} \quad (1)$$

onde:

r : coeficiente de correlação;

x e y : valores aleatórios, sendo aplicada no presente trabalho como precipitação e total de resíduos;

n : número de eventos.

O Coeficiente de Determinação r^2 (Equação 2) deve ser interpretado como a proporção de variação total da variável dependente que é explicada pela variação da variável independente X , sendo definido pela seguinte relação:

$$(y - \hat{y})^2 = \frac{\sum (y - \hat{y})^2}{\sum (y - \hat{y})^2} = r^2 = \frac{\text{Variação Explicada}}{\text{Variação Total}} \quad (2)$$

onde:

Y : variável aleatória;

Y' : valores estimados de Y , sendo a parcela de y que é explicada por x .

Obteve-se, assim, a reta de regressão linear $y=f(x)$, utilizando planilha Excel, obtida a partir dos eventos monitorados com a retenção

dos resíduos sólidos drenados. Com o uso da equação gerada pode-se fazer uma simulação da quantidade de resíduos sólidos drenados que supostamente atingiriam o arroio Cancela-Tamandai, sendo os dados de precipitação a variável independente X e a incógnita Y os possíveis resíduos sólidos carreados.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Durante o período em que houve ocorrência de precipitações pluviométricas intensas, a acumulação de resíduos foi relativamente mais elevada, com variação em termos de quantidade (Tabela 2). O valor máximo acumulado de resíduos sólidos foi de 219,3 kg para precipitação pluviométrica registrada de 55,84 mm, com intensidade máxima de precipitação de 23,77 mm.h⁻¹; a intensidade da precipitação influenciou no carregamento de materiais prontamente disponíveis sobre a superfície da bacia hidrográfica para o curso hídrico.

Vale ressaltar, entretanto, que a precipitação mais elevada de 175,43 mm não apresentou valor máximo de resíduos coletados, por ter ocorrido o transbordamento dos mesmos a jusante da rede de coleta, resultando assim uma perda substancialmente elevada de dados a serem coletados.

Em termos qualitativos, a variação não foi muito significativa, resultando em uma maior porcentagem de resíduos de classe orgânica marrom B (restos de vegetação) em todos os eventos, com variação de 51,2 a 95,5%. Salles, Wolff e Silveira (2011), analisando dez eventos de precipitação em área urbana, também obteve maior percentual de restos de vegetação variando de 56,4 a 76,3%.

A classe orgânica preto A (madeira processada) obteve variação de 0,5 a 35,3%. Salles, Wolff e Silveira (2011) analisaram na bacia hidrográfica de área urbana 6% de madeira processada, o que se deve à ocupação intensa na região em torno do curso hídrico. Brites e Gastaldini (2007), monitorando treze eventos de precipitação na bacia hidrográfica Cancela em 2004, atribuíram a elevada quantidade de matéria orgânica à presença de vegetação arbórea nas margens do corpo d'água.

Salles, Wolff e Silveira (2011) encontraram resultados menores em sua pesquisa de coleta de resíduos sólidos na microbacia do arroio Esperança (Bacia Escola), também na mesma cidade, com 73% de material orgânico coletado, dos quais 67% eram de classificação marrom B. Essas diferenças podem ser explicadas devido ao uso e ocupação do solo distinto de cada região.

O maior percentual obtido em relação à classe inorgânica foi de resíduos de cor vermelha (plásticos), com variação de 0,5 a 4,9%,

Tabela 2 - Total de resíduos sólidos quantificados e características de precipitação pluviométrica nos eventos da seção de monitoramento Cancela-Tamandai no período de novembro de 2012 a janeiro de 2013.

Eventos	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Total (kg)	72,60	18,30	100,90	59,50	219,30	131,40	84,40	89,50	119,50	148,40	109,40
P (mm)	19,60	16,41	38,43	16,38	55,84	54,35	17,72	175,43	44,62	46,63	33,53
I máx (mm)	6,06	4,27	5,65	15,69	23,77	5,22	12,51	10,64	19,26	15,83	12,38
I méd (mm)	0,56	0,82	1,16	2,34	1,02	1,39	2,53	1,21	3,72	2,33	1,68
PTSA (dias)	10	6	2	7	3	1	3	1	3	4	1
Classe Inorgânica	%										
Vermelho	1,5	2,2	0,7	0,8	0,5	0,8	4,9	2,1	4,8	4,2	5,0
Amarelo	0,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,4	0,9	0,8	0,5	0,7
Verde A	1,4	0,0	0,4	1,2	0,1	0,2	0,8	2,6	0,0	1,7	0,9
Verde B	1,1	2,2	0,5	1,2	0,0	0,3	1,2	0,7	1,3	2,3	1,2
Azul	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Preto B	0,0	0,5	0,0	0,0	0,0	0,4	0,8	0,1	0,0	0,3	0,3
Laranja	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Branca	0,0	0,5	0,7	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Outros	0,0	1,1	0,5	0,0	0,0	0,0	5,5	0,7	0,8	0,7	1,2
Classe Orgânica	%										
Marrom A	0,3	0,5	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,1	0,5
Marrom B	93,1	92,3	94,2	95,5	91,7	90,9	51,2	82,2	85,5	83,2	85,9
Preto A	2,2	0,5	3,0	1,3	7,5	7,2	35,3	10,7	6,7	7,0	4,2

P: precipitação; Imáx: Intensidade máxima da precipitação; Iméd: Intensidade média de precipitação, PTSA: Período de tempo seco antecedente.

seguido de resíduos de padrão verde A (vidros), que variou de 0,1 a 2,6%. A percentagem de resíduos classificados como “outros” obteve variação de 0 a 5,5%. Brites e Gastaldini (2007) avaliaram na mesma bacia hidrográfica (em 2004) 51% de plásticos, composto principalmente de garrafa PET e sacolas.

O total de resíduos sólidos drenados durante os eventos não apresentou correlação com o período seco antecedente ao evento.

Na Figura 3, ilustra-se a porcentagem total de resíduos sólidos acumulados no período de monitoramento. O resto de vegetação (Marrom B) foi o material mais numeroso, com 86,0% da quantidade total. Esse valor elevado é justificado pela presença de grande quantidade de vegetação densa em torno das margens do corpo d'água, sendo constituído de folhas, raízes, galhos e até mesmo árvores inteiras carregadas ao longo do córrego.

O material plástico (Vermelho) constituiu 2,5% da massa de resíduos retidos, sendo os principais constituintes as garrafas PET, por serem altamente utilizadas pela população, no consumo de água mineral e refrigerante.

Cumprе ressaltar que, em relação ao uso do solo existe às margens do arroio Cancela-Tamandai, uma fração dos resíduos, principalmente

tecidos e sacolas plásticas, ficaram retidos na vegetação ao longo do percurso, não atingindo a rede de contenção.

Na Figura 4, ilustra-se a curva da produção total de resíduos sólidos urbanos gerados em função da precipitação pluviométrica ocorrida,

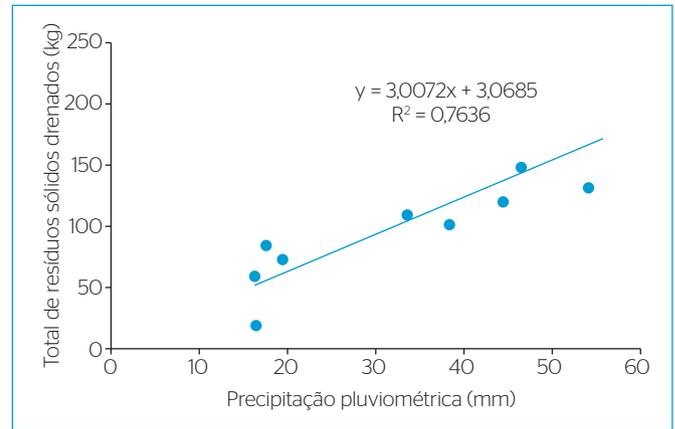


Figura 4 - Correlação entre massa de resíduos sólidos orgânicos transportados e a precipitação pluviométrica durante os eventos da bacia hidrográfica Cancela-Tamandai no período de monitoramento de novembro de 2012 a janeiro de 2013.

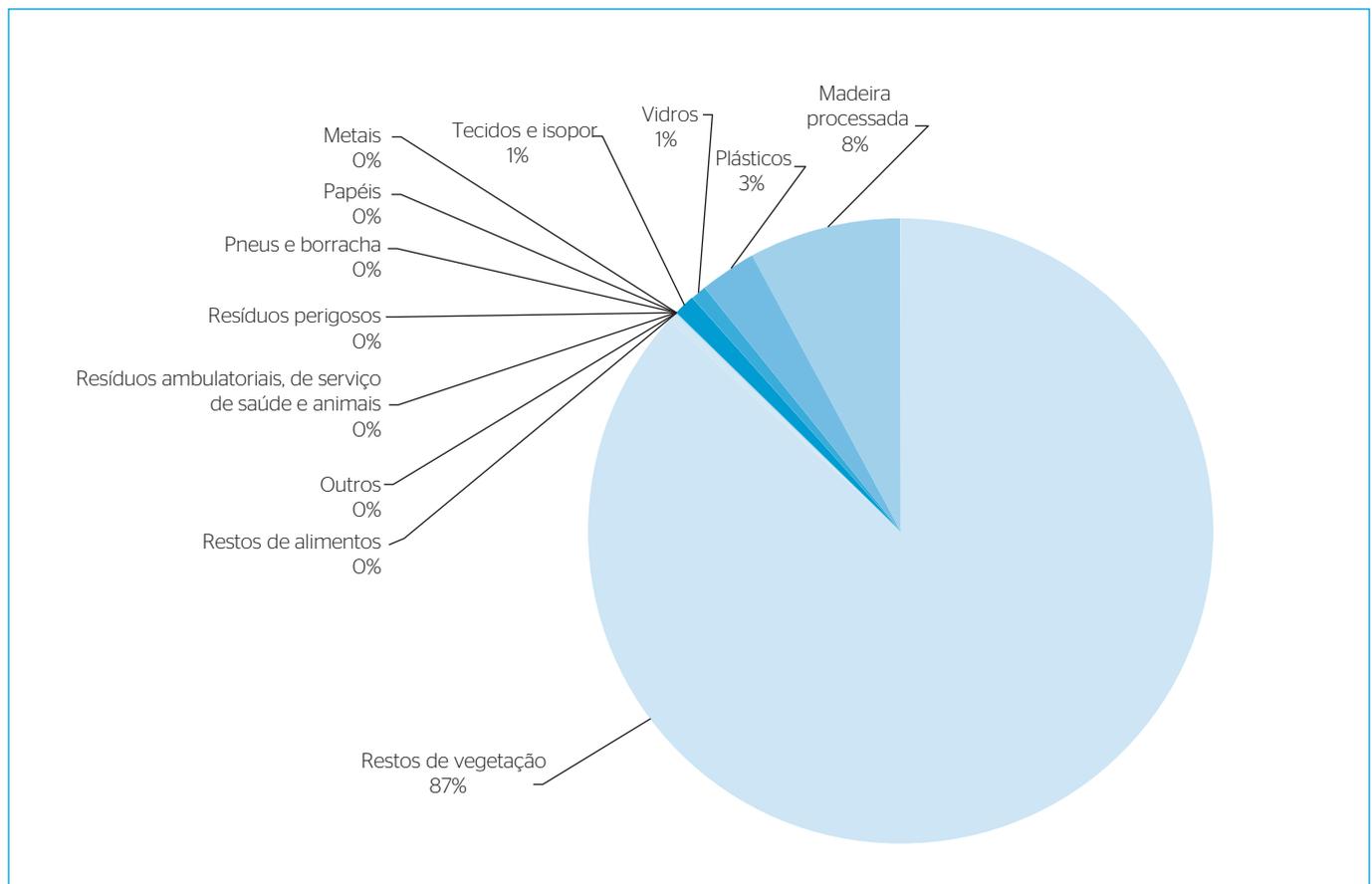


Figura 3 - Percentual de resíduos sólidos coletados no período de monitoramento de novembro de 2012 a janeiro de 2013 na bacia hidrográfica Cancela-Tamandai.

com base na qual é originada a função $y=3,0072x+3,0685$, que corresponde à relação entre a precipitação pluviométrica e o arrastamento de resíduos sólidos no arroio Cancela-Tamandai. A interpretação da equação fica então da seguinte maneira: se a precipitação pluviométrica aumentar em um milímetro, Y (resíduos sólidos drenados) aumentará em 3,0072 kg. Nestes cálculos, o 8º evento foi desconsiderado por não conter realmente todos os resíduos sólidos coletados, devido ao transbordamento de material, obtendo-se assim um valor de r^2 fora da realidade.

Constatou-se uma tendência crescente entre a precipitação e o volume coletado de resíduos sólidos (76%), tendência também encontrada por Neves e Tucci (2008), analisando uma área urbana no município de Porto Alegre (RS) (63%), e por Gava e Finotti (2012), em área urbana na bacia hidrográfica do Rio do Meio em Florianópolis (SC), com tendência de 74%. Salles, Wolff e Silveira (2011) analisaram o valor de 78,6%, sendo que esta estimativa varia em função do uso e ocupação do solo e da capacidade de transporte do curso hídrico.

No Brasil e internacionalmente, são escassos os dados sobre quantidade e qualidade dos resíduos na rede de drenagem, devido ao monitoramento ser de custo elevado e necessitar de tempo para coleta de

dados. Segundo Blumensaat *et al.* (2012), relacionar as fontes de geração e a resposta do ecossistema são fatores importantes na geração de informações para o gerenciamento integrado dos recursos hídricos no meio urbano.

Na Tabela 3, é possível comparar a quantificação realizada em sistemas de drenagem por diferentes autores no município de Santa Maria (RS). Brites e Gastaldini (2007) quantificaram os resíduos sólidos drenados em duas bacias diferentes, a bacia hidrográfica Cancela e a bacia hidrográfica Alto da Colina. Salles *et al.* (2011) avaliaram a bacia hidrográfica com característica urbana denominada Escola Urbana. Segundo Barbosa, Fernandes e David (2012), uma boa abordagem para a gestão de águas pluviais deve levar em consideração a comparação entre áreas, com base nas características locais, fatores temporais e espaciais.

No comparativo, todas apresentaram cargas de material orgânico totais elevadas. A bacia hidrográfica Cancela possuía 18.082 habitantes em 2005 e uma área total de 4,95 km², enquanto a bacia hidrográfica Alto da Colina possuía 1.972 habitantes e uma área total de 3,34 km², conforme Brites e Gastaldini (2007).

Tabela 3 - Comparativo dos estudos de quantificação dos resíduos sólidos gerados na drenagem urbana no município de Santa Maria - RS em períodos diferentes de monitoramento de 2007 a 2013.

Bacia hidrográfica	Cancela-Tamandai (2012-2013)		Escola Urbana Salles <i>et al.</i> (2011)		Cancela Brites (2007)		Alto da Colina Brites (2007)	
Área (km ²)	2,67		0,57		4,95		3,34	
Precipitação (mm)	518,94		290,7		388,29		382,83	
Nº habitantes	10.902		-		18.082		1.982	
Classe Inorgânica	kg	%	kg	%	kg	%	kg	%
Vermelho	28,3	2,5	305,6	13,8	256,3	11,8	64,0	24,7
Amarelo	4,1	0,4	12,7	0,6	6,1	0,2	3,4	0,8
Verde A	9,2	0,8	19,3	0,9	16,4	0,4	3,3	1,0
Verde B	10,7	0,9	32,1	1,4	18,1	0,6	1,3	0,5
Azul	0,0	0,0	18,1	0,8	-	-	-	-
Preto B	2,1	0,2	40,7	1,8	-	-	-	-
Laranja	0,1	0,0	0,5	0,0	-	-	-	-
Branca	1,0	0,1	15,0	0,7	-	-	-	-
Outros	9,3	0,8	140,5	6,3	188,8	7,0	13,1	3,8
Classe Orgânica	kg	%	kg	%	kg	%	kg	%
Marrom A	1,2	0,1	0,0	0,0	-	-	-	-
Marrom B	993,4	86,1	1504,7	67,8	-	-	-	-
Preto A	93,8	8,1	131,0	5,9	-	-	-	-
Orgânicos Totais	1088,4	94,3	1635,7	73,7	2288,3	80,0	216,5	69,1
Total	1153,2	100,0	2220,2	100,0	2774,0	100,0	301,6	100,0

O número de habitantes da bacia hidrográfica Escola Urbana não foi mencionado no trabalho apresentado por Salles *et al.* (2011), dificultando a realização de uma comparação mais detalhada. No entanto, é afirmado que a bacia Escola Urbana possui área de 0,57 km².

As bacias hidrográficas com elevados número de habitantes, Cancela (18.082 habitantes) e Cancela-Tamandai (10.902 habitantes), apresentaram quantidades de resíduos totais elevados, 1.153,2 e 2.774,0 kg, respectivamente. É importante ressaltar que o monitoramento ocorreu em uma bacia urbana que envolve a região central do município de Santa Maria, com sistema de coleta de resíduos e serviços de limpeza urbana. Além disso, o uso do solo predominante é de área impermeável, onde todo material prontamente disponível sobre o solo é carregado para os sistemas de drenagem.

A precipitação também foi elevada em ambas as bacias hidrográficas, de 518,94 mm (Cancela) e 388,29 mm (Cancela-Tamandai). Salles *et al.* (2011), analisando dez eventos em um período de um ano em área urbana, constataram que a maior quantidade de resíduos foi observada no período de maior precipitação.

Na Figura 5, ilustra-se a comparação de resíduos orgânicos e inorgânicos drenados em Santa Maria, conforme os diferentes autores citados na Tabela 3, em função da área da respectiva bacia. Observa-se que a matéria orgânica (marrom A, marrom B e Preto A) prevalece em relação à classe inorgânica em todas as bacias hidrográficas analisadas. Levando em consideração a área e o número de habitantes a bacia hidrográfica Cancela-Tamandai obteve-se carga de 17,27 ou 0,424 kg.hab⁻¹.ano⁻¹, maior do que no ano de 2004, avaliado por Brites e Gastaldini (2007), de 8,41 kg.hab⁻¹.ano⁻¹. Isto se deve às diferenças no uso e ocupação do solo das bacias hidrográficas analisadas, visto que, segundo as análises de uso e ocupação do solo feitas anteriormente por Brites e Gastaldini (2007) e a análise realizada neste estudo, a bacia aumentou 32% em área de campo, que possivelmente servirá para áreas comerciais ou residenciais.

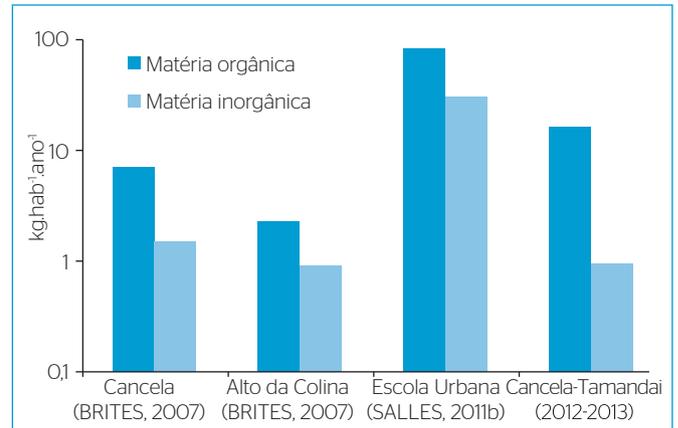


Figura 5 - Contribuição de resíduos sólidos em função da área, em diferentes bacias hidrográficas.

CONCLUSÃO

A estimativa de quantificação dos resíduos sólidos do arroio Cancela-Tamandai apresentou carga de 17,27 ou 0,424 kg.hab⁻¹.ano⁻¹. No aspecto qualitativo, apresentou a maior porcentagem de matéria orgânica (93,9%), devido principalmente a elevada vegetação em torno das margens do corpo d'água.

Constatou-se uma tendência crescente entre a precipitação e o volume coletado de resíduos sólidos (76%), levando em consideração a carga analisada por Brites e Gastaldini (2007) na mesma área em 2004 (8,41 kg.ha⁻¹.ano⁻¹ – 13 eventos de precipitação), os resíduos duplicaram na bacia hidrográfica Cancela-Tamandai (17,41 kg.ha⁻¹.ano⁻¹ – 11 eventos de precipitação), sendo importante para simulações e previsões de sólidos totais produzidos anualmente. Permite, também, avaliar a mudança de comportamento entre anos anteriores e a variação de precipitação.

A curva de previsão de resíduos sólidos é um parâmetro importante para gestores municipais analisarem os sistemas de coleta das bacias hidrográficas. As diferenças encontradas entre as bacias estão relacionadas com as características próprias de cada bacia, como: uso e ocupação do solo, eficiência dos serviços de limpeza urbana, conscientização da população, características da precipitação.

REFERÊNCIAS

BARBOSA, A.E.; FERNANDES, J.N.; DAVID, L.M. (2012) Key issues for sustainable urban stormwatermanagement. *Water Research*, v. 46, p. 6787-6798.

BLUMENSAAT, F.; STAUFER, P.; HEUSCH, S.; REUBNER, F.; SCHÜTZE, M.; SEIFFERT, F.; GRUBER, G.; ZAWILSKI, M.; RIECKERMANN, J. (2012) Water

quality-based assessment of urban drainage impacts in Europe – where do we stand today? *Water Science Technology*, v. 66, p. 304-318.

BRITES, A.P.Z. & GASTALDINI, M.C.C. (2007) Avaliação da Carga Poluente no Sistema de Drenagem de Duas Bacias Hidrográficas Urbanas. *Revista Brasileira de Recursos Hídricos*, v. 12, p. 1-10.

FUNDAÇÃO DE ECONOMIA E ESTATÍSTICA – FEE. (2013) Perfil Sócio-econômico do município de Santa Maria – RS. Disponível em: <<http://www.fee.rs.gov.br/perfil-socioeconomico/municipios/detalhe/?municipio=Santa+Maria>>. Acesso em: 11 abr. 2014.

GARCIA, J.I.B. & PAIVA, E.M.C.D. (2006). Monitoramento hidrológico e modelagem da drenagem urbana da bacia do arroio Cancela – RS. *Revista Brasileira de Recursos Hídricos*, v. 11, n. 4, p. 99-108.

GAVA, T. & FINOTTI, A.R. (2012) Resíduos sólidos urbanos na rede de drenagem da bacia hidrográfica do rio do meio, Florianópolis/SC. *Revista de Gestão Ambiental e Sustentabilidade*, v. 1, n. 2, p. 80-102.

GONÇALVES, I.H.P. (2013) Resíduos sólidos no sistema de drenagem urbana na bacia do arroio Tamandá em Santa Maria-RS. 131f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. (2013) Censos Demográficos. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística,

2010. Disponível em: <<http://cidades.ibge.gov.br/xtras/perfil.php?lang=&codmun=431690&search=rio-grande-do-sull-santa-maria>>. Acesso em: 11 abr. 2014.

NEVES, M.G.F.P. & TUCCI, C.E.M. (2008) Resíduos Sólidos na Drenagem Urbana: Estudo de Caso. *Revista Brasileira de Recursos Hídricos*, n. 13, p. 43-53.

NEVES, M.G.F.P. & TUCCI, C.E.M. (2011) Composição de resíduos de varrição e resíduos carreados pela rede de drenagem, em uma bacia hidrográfica urbana. *Engenharia Sanitária e Ambiental*, v. 16, p. 331-336.

SALLES, A.S.; SILVEIRA, G.L.; WOLFF, D.B.; CRUZ, J.C. (2011). Captura de Resíduos Sólidos Drenados em uma Bacia Hidrográfica Urbana. *Revista Brasileira de Recursos Hídricos*, v. 16, n. 4, p. 149-155.

SALLES, A.; WOLFF, D.B.; SILVEIRA, G.L. (2011) Solid wastes drained in an urban river sub-basin. *Urban Water Journal*, v. 1, p. 1-8.