



### III-088 - RESÍDUOS SÓLIDOS NA BACIA ESCOLA URBANA NO MUNICÍPIO DE SANTA MARIA - RS

#### **Delmira Beatriz Wolff**

Engenheira Sanitarista e Ambiental pela Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC). Doutora em Engenharia Ambiental (UFSC) sanduíche com INSA, Toulouse-França. Pós-doutorado junto ao Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental (UFSC). Professora adjunta do Centro Universitário Franciscano – UNIFRA, Santa Maria, RS.

#### **Alessandro Salles da Silva**

Engenheiro Ambiental pela UNIFRA, mestrando em Engenharia Civil com ênfase em Recursos Hídricos e Saneamento pela Universidade Federal de Santa Maria RS (UFSM), Santa Maria, RS.

#### **Geraldo Lopes da Silveira**

Engenheiro Civil pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), Doutor em Engenharia de Recursos Hídricos e Saneamento (UFRGS), Pós doutorado (UFRGS). Professor associado da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM/HDS/CT), Santa Maria, RS.

#### **Jussara Cabral Cruz<sup>(1)</sup>**

Engenheira Civil pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), Doutora em Engenharia de Recursos Hídricos e Saneamento (UFRGS). Professora Adjunta e Chefe do Departamento de Hidráulica e Saneamento da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM / HDS / CT), Santa Maria, RS.

**Endereço<sup>(1)</sup>:** Av. Roraima snº, Campus Universitário UFSM/CTLAB sala 539, Camobi. CEP 97105-900 Santa Maria RS. E-mail: jussaracruz@gmail.com

#### **RESUMO**

A deposição de resíduos sólidos em cursos de água geram problemas como a poluição dos mananciais e a obstrução dos canais, que podem causar inundações, as quais, além de impactos econômicos, podem causar impactos na saúde da população. Neste trabalho foi realizado o monitoramento dos resíduos depositados em 5 eventos de chuvas intensas, na sub-bacia do arroio Esperança (0,57km<sup>2</sup>) - uma pequena bacia com ocupação urbana intensa localizada na região central de Santa Maria – RS, à montante da estação fluviométrica do arroio. Para tanto, foi implantada a campo e testada uma estrutura para a retenção e coleta dos resíduos por evento de chuva isolado. Os resíduos foram separados, pesados e qualificados. Com base nos resultados constatou-se que a principal constituição dos resíduos foi matéria orgânica incluindo restos de vegetação, representando valores médios de 63,2% dos resíduos quantificados, seguidos de plásticos, com 11,4% do volume retido.

**PALAVRAS-CHAVE:** Bacia hidrográfica, qualificação, quantificação, poluição hídrica.

#### **INTRODUÇÃO**

A ocupação e o uso do solo pela população humana de forma desordenada, aliada ao rápido crescimento urbano e industrial, podem originar diversos cenários de poluição, o que conduz a danos ambientais, verificados principalmente ao longo das áreas de drenagem de bacias hidrográficas urbanas, causando a degradação da qualidade da água e comprometendo o seu uso. Nesta situação se insere Santa Maria-RS, uma cidade com uma população estimada, segundo o IBGE (2007), em 263.403 habitantes, constituída em parte por cidadãos em busca da qualificação acadêmica ou de uma oportunidade de trabalho. Esta última tem originado a ocupação de forma irregular e desordenada, em diferentes áreas localizadas no perímetro urbano.

As atividades humanas sejam elas de qualquer natureza, geram sempre resíduos diversos. Assim, o constante crescimento das populações urbanas, a forte industrialização, a melhoria no poder aquisitivo dos povos de uma forma geral, vêm causando a acelerada geração de grandes volumes de resíduos sólidos, principalmente nas cercanias das grandes cidades (BIDONE E POVINELLI, 1999). A geração desses resíduos e seu posterior abandono no meio ambiente podem originar sérios problemas ambientais, favorecendo a incorporação de agentes na cadeia trófica, interagindo em processos físico-químicos naturais, dando lugar à dispersão e, portanto, ao aumento do problema (DOMENÉCH, 1993).



De modo geral, os resíduos sólidos domésticos são constituídos de: substâncias Facilmente Degradáveis (**FD**), como restos de comida, sobras de cozinha, folhas, capim, cascas de frutas, animais mortos e excrementos; Moderadamente Degradáveis (**MD**), como papel, papelão e outros produtos celulósicos; Dificilmente Degradáveis (**DD**), constituídos por trapo, couro, pano, madeira, borracha, cabelo, pena de galinha, osso, plástico e Não Degradáveis (**ND**), como metal não ferroso, vidro, pedras, cinzas, terra, areia, cerâmica. Sua composição varia de comunidade para comunidade, de acordo com os hábitos e costumes da população, número de habitantes do local, poder aquisitivo, variações sazonais, clima, desenvolvimento, nível educacional, variando ainda para a mesma comunidade com as estações do ano.

Por outro lado, com o avanço da ciência e da tecnologia vêm sendo injetado uma gama de novos produtos no mercado. O consumo aumenta a cada ano, pois há sempre um produto inovador a ser lançado, deixando os demais obsoletos e ultrapassados. O descarte inadequado de resíduos tecnológicos pode resultar em impactos ambientais nos países em desenvolvimento, onde a urbanização e as obras de drenagem são realizadas de forma totalmente insustentável (TUCCI, 2003). Quando drenados junto com as águas pluviais, e lançados em corpos hídricos, esses resíduos, juntamente com outros resíduos dificilmente e não degradáveis, podem se depositar e obstruir as canalizações, causando inundações indesejadas e a proliferação de vetores. A presença significativa de resíduos tecnológicos em corpos hídricos implica em problemas ambientais e trazem potenciais riscos à saúde humana. Esse material possui circuitos eletrônicos que contém substâncias tóxicas como metais pesados, entre eles chumbo (Pb) e cádmio (Cd) (VEIT e BERNARDES, 2006).

O monitoramento de recursos hídricos em zonas urbanas constitui uma técnica importante para buscar soluções para um melhor gerenciamento de bacias hidrográficas urbanas. Faz-se necessário um bom conhecimento dos componentes do ciclo hidrológico urbano e do processo chuva – vazão para se realizar um bom planejamento urbano. Neste sentido, foi efetuado o monitoramento dos resíduos sólidos em uma bacia com características urbanas, localizada na região central da cidade de Santa Maria – RS. Os resíduos carregados pelo fluxo de água foram retidos em uma estrutura implantada no leito do riacho em estudo, sendo que dados preliminares foram obtidos para a sua avaliação.

## MATERIAIS E MÉTODOS

### Localização da bacia escola urbana

O trabalho foi desenvolvido em uma pequena bacia hidrográfica com características intensamente urbana situada no Município de Santa Maria, Rio Grande do Sul, denominada Bacia Escola Urbana, tendo como curso de água principal o arroio Esperança, com foz junto ao arroio Cadena que drena a região central do perímetro urbano de Santa Maria. A sub-bacia do Arroio Esperança localiza-se entre as coordenadas geográficas 29° 25' 51,94" e 30° 00' 18,67" de latitude sul e 54° 19' 32,41" e 53° 30' 43,59" de longitude oeste e possui uma área de 0,57 km<sup>2</sup>. A área total de drenagem da bacia do Arroio Cadena é de 64,08 km<sup>2</sup>, com o curso de água principal com extensão de 15 km. Essa bacia possui áreas com vegetação e áreas com ocupação urbana concentrada.

### Monitoramento dos resíduos sólidos

**Estrutura para retenção e coleta dos resíduos:** para reter os resíduos sólidos depositados ao longo do arroio, foi concebida, projetada e instalada a campo uma armadilha fixada junto ao medidor Parshall, construído no local, onde são estudadas as características físicas, químicas e biológicas da sub-bacia hidrográfica do arroio Esperança (Projeto Bacia Escola Urbana – UFSM/GERHI, e o curso de Engenharia Ambiental/UNIFRA). Esta armadilha possui uma parte fixa nas laterais e uma parte móvel ao centro do arroio onde foram instalados cestos removíveis. A estrutura móvel possui forma retangular com dimensões de 2,0 x 1,7 x 0,90 m, constituída de cestos laterais triangulares fixos, que acompanham o perfil dos taludes, e um dispositivo de transbordo de 0,40 m acima dos 1,7 m de altura, para possíveis situações de represamento evitando-se, assim, que chuvas intensas causem obstrução parcial do canal com risco de inundações à montante do arroio. Na figura 1 é mostrada a armadilha instalada.

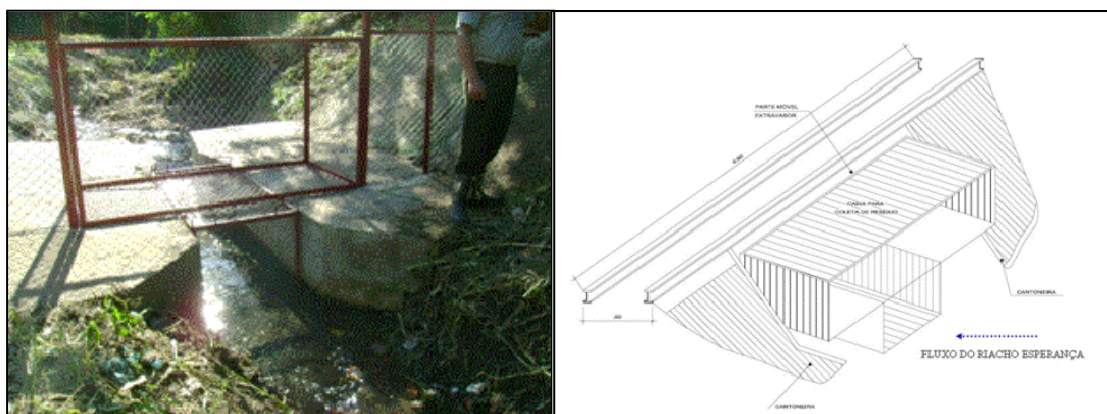


Figura 1. Armadilha para retenção e coleta de resíduos sólidos.

### Qualificação e quantificação dos resíduos retidos

Os resíduos coletados foram dispostos em um piso pavimentado, localizado ao lado da armadilha coletora para retirada do excesso de umidade. Após, foi feita a separação gravimétrica dos resíduos, sendo que estes foram separados, pesados e qualificados em diferentes tipos de materiais, referentes à classe orgânica, como restos vegetais e madeiras processadas; à classe inorgânica, como plásticos; metais e latas; vidros; tecidos, couro e isopor, papéis e papelão; pneus e borrachas; e outros. Para efetuar a pesagem de todo o resíduo capturado na armadilha, foi utilizado uma balança de precisão com capacidade de 100 kg.

### RESULTADOS

Os resultados obtidos em cinco coletas dos resíduos sólidos retidos pela armadilha, assim como a sua classificação, são apresentados na tabela 1.

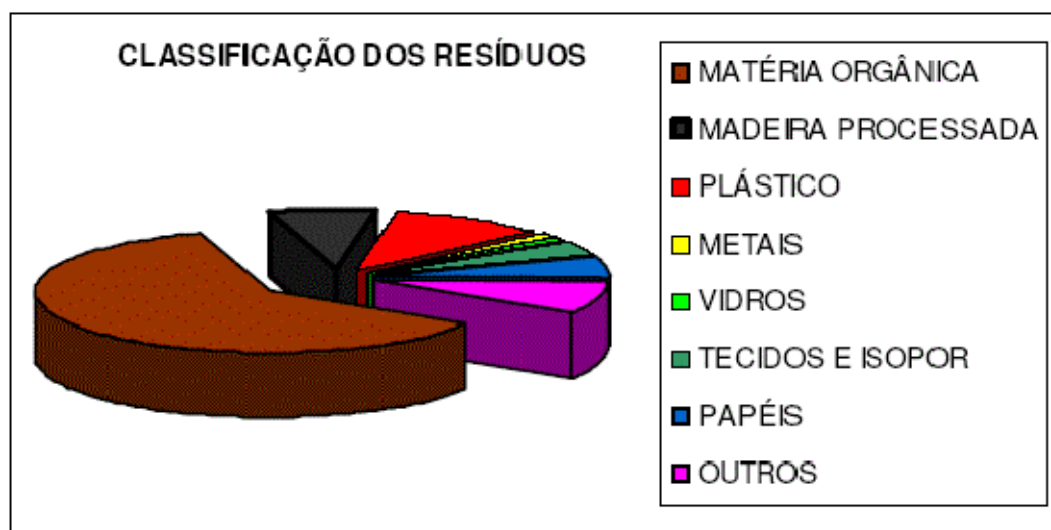


**Tabela 1. Resultados da quantificação dos RSU veiculados pela rede de drenagem na bacia hidrográfica do arroio Esperança.**

Data do evento	27/03 a 01/04/08		10/4/08		12/4/08		13/4/08		26/4 a 02/05/08	
Precipitação (mm)	32,9		7		16,2		21		71,5	
CLASSE INORGÂNICA	Kg	%	Kg	%	Kg	%	Kg	%	Kg	%
Plásticos (sacolas, garrafas, recipientes, sacos de leite, outros).	72,0	12,3	4,0	15,4	11,0	9,2	13,5	8,7	45,0	11,7
Metais (chapas, latas, e outros).	6,0	1,0		0,0	0,5	0,4	1,0	0,6	6,0	1,6
Vidros (garrafas, copos e lâmpadas).	5,0	0,9		0,0	0,5	0,4	1,0	0,6	3,5	0,9
Tecidos e isopor.	39,5	6,7	2,0	7,7	7,5	6,3	0,5	0,3	3,0	0,8
Papéis (papelão, papel branco e outros).	2,5	0,4		0,0	0,5	0,4		0,0	5,0	1,3
Pneus e borrachas.	15,5	2,6		0,0		0,0	6,0	3,9		0,0
Resíduos ambulatoriais, de serviços de saúde	0,5	0,1		0,0		0,0		0,0	2,0	0,5
<b>Outros</b>	43,5	7,4	2,0	7,7	8,0	6,7	7,5	4,9	55,0	14,3
CLASSE ORGÂNICA	Kg	%	Kg	%	Kg	%	Kg	%	Kg	%
Restos de vegetação (folhas, galhos, cascas, raízes e outros).	375,5	64,1	15,0	57,7	82,0	68,3	106,5	68,9	224,0	58,1
Madeira processada	25,5	4,4	3,0	11,5	10,0	8,3	18,5	12,0	42,0	10,9
<b>TOTAL P/ EVENTO</b>	<b>585,5</b>	<b>100</b>	<b>26</b>	<b>100</b>	<b>120</b>	<b>100</b>	<b>154,5</b>	<b>100</b>	<b>385,5</b>	<b>100</b>

Na tabela 1 observa-se que, em períodos de chuvas intensas, a acumulação de resíduos foi mais efetiva, variando em termos de quantidade, com valores máximos de 585,5kg para precipitações de 32,9mm e valores mínimos de 26kg para precipitações de 7mm. Em termos qualitativos, porém, a variação não foi tão significativa, sendo observado em todos os eventos uma maior porcentagem de resíduos restos de vegetação, cujo percentual variou de 57,7% a 68,9%, seguido de resíduos de madeira processada, que variou de 4,4 a 12%. Com relação aos resíduos da classe inorgânica, o maior percentual observado foi de resíduos plásticos, variando de 8,7 a 15,4%, seguido de resíduos tecidos e isopor, que variou de 0,3 a 6,7%. A porcentagem de resíduos (outros) variou de 4,9 a 14,3%.

Na figura 2, é mostrado a classificação dos resíduos acumulados na bacia escola urbana, coletados no período de estudo.



**Figura 2.** Composição dos resíduos sólidos na micro bacia do arroio Esperança no período de 27/03/08 a 02/05/08.

De acordo com o mostrado na figura 2, a matéria orgânica foi o material mais abundante com 63,2% da massa total. Esse valor é justificado pela vegetação de grande porte existente em algumas partes das margens do corpo d'água, sendo composto de folhas, caules, raízes e galhos de árvores. A madeira processada representou 7,8% do material coletado, fato esse que se deu devido à intensa ocupação da região do entorno do arroio.

O material plástico representou 11,4% do volume retido, onde os principais constituintes foram sacolas de supermercado, devido a sua elevada utilização pela população e embalagens de doces e salgados (balas, picolés e salgadinhos). Como a micro bacia abrange o centro da cidade de Santa Maria-RS, pode ocorrer o lançamento deste tipo de resíduo na rede de drenagem pluvial, os quais podem ser arrastados até o arroio estudado. Observou-se que, devido ao tipo de cobertura vegetal nas margens do corpo d'água, parte do material, principalmente sacolas plásticas, permaneciam retidos ao longo de seu percurso, não alcançando os cestos coletores de resíduos. A massa de metais e vidros encontrada foi de 1,1 e 0,8%, respectivamente. Os metais compostos por latas e chapas não apareceram em elevadas quantidades, devido ao seu elevado valor agregado para a reciclagem. Os resíduos constituídos por metais que foram coletados para pesagem são resíduos gerados por oficinas mecânicas. O material que apresentou quantidade significativa na micro bacia foi o isopor e os tecidos, com 4,1% da massa total, devido a densidade populacional da região relacionado ao consumo de eletrodomésticos e ao descarte de roupas usadas que são jogadas no arroio. Os papéis não tiveram uma representação muito significativa (6%), sendo constituído principalmente por caixas de leite longa vida, os papéis em folha e de embalagens comuns foram pouco observados, provavelmente por se dissolverem em contato com a água e se misturarem com a matéria orgânica. A classe Outros apresentou 9,1% da massa total quantificada, sendo os materiais na sua maioria constituídos de fraldas descartáveis, calçados, guarda-chuvas. Foram encontrados também resíduos tecnológicos como teclados, mouse, controles de vídeo game, ventiladores, placas de circuito impresso, auto falantes, telefones, pilhas, dentre outros, os quais não foi possível identificar.

## CONCLUSÕES

Os resultados obtidos comprovaram a grande influência do uso e ocupação da área em estudo na quantidade e tipo de resíduos sólidos veiculados no corpo hídrico. Também foi observada a relação da intensidade da precipitação e do período de tempo seco antecedente ao evento, na quantidade de resíduos sólidos capturados. A maior parte dos resíduos retidos foi constituída de matéria orgânica, representando valores entre 57% e 68% dos resíduos quantificados incluído os resíduos sólidos residenciais não recolhidos pelo sistema de coleta, e restos de vegetação que compõe o entorno do corpo hídrico devido ao desbastamento e corte de árvores não autorizado pelos moradores da micro bacia.



## **REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

1. BIDONE, Francisco R. A.; POVINELLI, Jurandyr. *Conceitos básicos de resíduos sólidos*. São Carlos: EESC/USP, 1999.
2. DOMENÉCH, X. Química Ambiental. El Impacto Ambiental de los Residuos. 2. ed. Madrid: Miraguano Ediciones, 1993.
3. IBGE (Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística), 2007. Censo Demográfico: Brasil. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/cidadesat/default.php>. Acesso em: 2008.
4. TUCCI, C.E.M. Drenagem Urbana. *Ciência e Cultura*, vol. 55 nº 4, Oct./Dec. 2003.
5. VEIT, H. M.; BERNARDES, A. M. Reciclagem de sucatas eletrônicas. In: Congresso Brasileiro de Engenharia e Ciência dos Materiais, 17, 2006, Foz do Iguaçu. p. 7546-7556.