

QUANTIFICAÇÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS EM PONTOS CRÍTICOS DO ARROIO OURO VERDE

L. A. Sobrinha e N. Rutz

RESUMO

O processo acelerado de urbanização vem exercendo pressão sobre os recursos hídricos. Associados ao processo de urbanização, os resíduos sólidos quando lançados no sistema provocam impactos negativos, tornando-se necessário a avaliação desses impactos e a quantificação das cargas sólidas poluidoras. O objetivo do trabalho foi quantificar e qualificar através de medidas estruturais os resíduos sólidos lançados no sistema de drenagem de um arroio localizado em um bairro da cidade de Foz do Iguaçu, e analisar sua degradação sob aspectos sedimentológicos. Sendo assim, foram avaliados cinco eventos de coletas realizadas durante um período de três meses. As cargas coletadas nos eventos apresentaram valores de 53,5% de matéria orgânica seguidos de inorgânicos com: 14,6% de plásticos; 0,8% de metal; 4,9% de isopor; 3,4% de vidro; 2,8% de papel e 20% de outros. Os resultados mostraram que os resíduos sólidos veiculados pelo sistema de drenagem estão diretamente associados aos fatores pluviométricos da região.

1 INTRODUÇÃO

A forte tendência do crescimento populacional advinda da revolução industrial têm resultado no aumento da população em áreas urbanas. Essa pressão sobre os recursos hídricos levou os sistemas de drenagem a apresentarem crises em seu funcionamento, uma vez que as superfícies impermeabilizam e aumentam o escoamento superficial direto resultando em enchentes.

Conforme Neves (2006), para que os problemas não ocorram, há medidas estruturais e medidas não-estruturais. As medidas não estruturais talvez sejam as mais eficientes, todavia necessitam de um planejamento de longo prazo que envolve questões educacionais, culturais e sociais. No curto prazo, as medidas estruturais adquirem relevância e precisam ser dimensionadas com parâmetros bem definidos, que dependem de informações acerca da quantidade de resíduos sólidos que entra no sistema de drenagem pluvial.

A bacia hidrográfica do Arroio Ouro Verde está localizada no Sul do município de Foz do Iguaçu - PR, Brasil. Em grande parte de sua extensão, o arroio sofre influência de uma urbanização desorganizada e irregular que gera o acúmulo de resíduos sólidos veiculados pelo sistema de drenagem, causando impactos negativos ao arroio e a população. Logo se destaca a importância de pesquisar e testar medidas que sirvam de controle e medição destas cargas, gerando indicadores úteis para a gestão integrada da bacia, e servindo de

subsídio para futuros trabalhos na área de drenagem urbana e no aprimoramento de informações ligadas ao arroio.

O objetivo deste trabalho foi caracterizar os resíduos sólidos de três pontos do Arroio Ouro Verde, na região do Porto Meira no município de Foz do Iguaçu – PR, através de coletas dos resíduos sólidos, utilização de medidas estruturais e realização de análises sedimentológicas.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Efeitos do processo de urbanização na macro-drenagem urbana

A urbanização na macro-drenagem tende a ocorrer no sentido de jusante para montante devido ao relevo (Tucci, 2004), e os principais impactos desse processo no sistema de drenagem são: o aumento do escoamento superficial, vazão máxima dos hidrogramas, e antecipação dos picos; redução da evapotranspiração do escoamento subterrâneo e lençol freático; aumento da produção de material sólido; e deterioração da qualidade das águas superficiais, principalmente no início das chuvas pela drenagem de águas que carregam materiais sólidos e lavam as superfícies urbanas (Tucci, 1997).

Segundo Neves (2006) os efeitos da urbanização sobre os recursos hídricos são: o aumento da produção de resíduos sólidos, impermeabilização das superfícies e a contaminação das águas pluviais.

Os objetivos ligados aos programas de drenagem urbana devem ser os de: reduzir a exposição da população e das propriedades ao risco de inundações, assim como os danos causados por ela; preservar as várzeas não urbanizadas para minimizar a interferência do escoamento das vazões de cheias, com sua capacidade de armazenamento de ecossistemas aquáticos e terrestres de importância para as águas superficiais e subterrâneas; assegurar que medidas corretivas sejam compatíveis com metas e objetivos da região; reduzir problemas como a erosão e a sedimentação; proteger a qualidade ambiental e o bem estar social e utilizar-se das várzeas para lazer e ornamentação (Ramos *et al.* 1999).

Em relação à ocupação do solo que muitas vezes é feita sem um planejamento urbano, Porto *et al.* (2007), apontam: o surgimento de loteamentos em condições técnicas inadequadas; ocupação de áreas impróprias (principalmente várzeas de inundação e cabeceiras íngremes); proliferação de favelas e invasões; e ocupação extensa e adensada dificultando a construção de canalizações e eliminando áreas de armazenamento.

Sobre o planejamento urbano Tucci (2002) destaca que grande parte dos problemas urbanos estão relacionados com a forma setorial como a gestão é realizada, demonstrando a desintegração do espaço urbano. Nesse contexto, há uma percepção de que quanto mais tempo o poder público demorar em controlar a urbanização indisciplinada nas cabeceiras e encostas de recursos hídricos, a frequência de enchentes aumentará significativamente provocando a desvalorização das propriedades e a degradação do recurso hídrico.

Silveira (2001) explica que os problemas relacionados à poluição dos recursos hídricos ligados à drenagem urbana nos países em desenvolvimento ocorrem porque o desenvolvimento urbano acontece sob condições sócio-econômicas, tecnológicas e climáticas mais difíceis. Nesse sentido há uma grande preocupação em identificar os fatores que influenciam na degradação desses recursos, que entre eles se destacam os resíduos sólidos veiculados as redes de drenagem urbanas.

Segundo Brites *et al.* (2005a) o processo de urbanização ocorre juntamente à produção de resíduos sólidos, que por causa da deficiência de serviços de saneamento e da falta de

consciência ambiental sobre o problema por parte da população, causam danos ao meio ambiente. Associados então, a má ocupação do solo e o aparecimento de assentamentos humanos precários, estão às redes de drenagem urbana, que para Brites *et al.* (2005a) *apud* Porto (1995) “*são as principais responsáveis pela veiculação das cargas poluidoras, constituindo-se em um importante fator de degradação de rios, lagos e estuários*”.

No Brasil, alguns trabalhos relacionados à poluição dos recursos hídricos urbanos e aos resíduos sólidos têm sido realizados. Brites e Gastaldini (2005c) quantificaram a carga de poluição difusa transportada pela rede de drenagem pluvial urbana da bacia hidrográfica Cancela em Santa Maria - RS, e através dos parâmetros químicos analisados obtiveram elevados índices de poluição veiculados a rede de drenagem, que é uma das principais fontes de degradação dos recursos hídricos.

Brites e Gastaldini (2005b), avaliaram os resíduos sólidos lançados nos sistemas de drenagem urbana em duas bacias hidrográficas no Rio Grande do Sul. A pesquisa possibilitou a identificação dos fatores intervenientes na produção que se relaciona aos fatores de: precipitação, uso e ocupação do solo, características físicas da área e período de tempo seco antecedente ao evento.

Portanto, Brites e Gastaldini (2005b) *apud* Allison *et al.* (1998) destacam: “*a quantidade de resíduo sólido encontrado no sistema de drenagem urbana pode ser influenciada por uma série de fatores, entre os quais estão: tipo e ocupação do solo; características dos eventos de precipitação; população; práticas de gerenciamento (limpeza das ruas, formas de armazenamento, regularidade de limpeza, programas de reciclagem); programas de conscientização e educação; período de tempo sem chuvas; tamanho e geometria das estradas e condutos da rede de drenagem; características físicas da bacia hidrográfica; variações sazonais; e intensidade e direção do vento*”.

A respeito dos resíduos sólidos veiculados pelas redes de drenagem urbana mais especificamente Brites *et al.* (2005a), quantificaram e qualificaram as cargas poluidoras para avaliar o impacto produzido sobre duas bacias hidrográficas: uma urbana, e outra, uma rural com cobertura vegetal dominante de mata nativa. Obteve-se um prognóstico em relação aos fatores intervenientes na produção, relacionados ao uso e ocupação da área.

A quantificação de resíduos sólidos na drenagem urbana também foi apresentada por Neves (2006), que pesou resíduos coletados a montante de uma bacia de retenção que recebe o escoamento da bacia contribuinte em Porto Alegre. O autor também propôs um método indireto para estimar a quantidade de resíduos no sistema de drenagem e comparou a trabalhos realizados na Austrália e em Nova Zelândia em bacias semelhantes.

2.2 Resíduos Sólidos

Os resíduos sólidos urbanos (RSU), são aqueles produzidos em aglomerados humanos dos municípios pelas atividades desenvolvidas, estes abrangem: resíduos comerciais, residências, de estabelecimentos de saúde, industriais, da limpeza pública (varrição, capina, sólidos e outros), da construção civil, e os agrícolas (Zanta e Ferreira, 2003).

Para Neves (2006), “*as fontes primárias da maioria dos poluentes em áreas urbanas são a atmosfera e as várias superfícies urbanas*”, destacando que estes são: os metais pesados, os sedimentos, nutrientes, bactérias, matéria orgânica e resíduos sólidos.

Em trabalho realizado sobre a determinação da composição gravimétrica dos resíduos sólidos, Zanta e Ferreira (2003) classificaram os resíduos coletados de acordo com o método de Pessin que é aquele onde se escolhe a procedência dos veículos coletores de

acordo com critérios de representatividade. Sendo assim, o trabalho possibilitou gerar a tabela que diferencia os resíduos sólidos nas categorias, representados no quadro 1.

Quadro 1: Categoria de resíduos sólidos urbanos:

CATEGORIA	EXEMPLOS
Matéria orgânica putrescível	Restos de alimentos, flores, podas de árvores.
Plástico	Sacos, sacolas, embalagens de refrigerantes, água e leite, recipientes de produtos de limpeza, esponjas, isopor, utensílios de cozinha, látex, sacos de rafia.
Papel e Papelão	Caixas, revistas, jornais, cartões, papel, pratos, cadernos, livros, pastas.
Vidro	Copos, garrafas de bebidas, pratos, espelhos, embalagens de produtos de beleza e alimentícios.
Metal ferroso	Palha de aço, alfinetes, agulhas, embalagens de produtos alimentícios.
Metal não-ferroso	Latas de bebidas, restos de cobs, restos de chumbo, fiação elétrica.
Madeira	Caixas, tábuas, palitos de fósforo, palitos de picolé, tampas, móveis, lenha.
Panos, trapos, couros e borrachas	Roupas, panos de limpeza, bolsas, mochilas, sapatos, tapetes, luvas, cintos balões.
Contaminante químico	Pilhas, medicamentos, lâmpadas, inseticidas, raticidas, colas em geral, cosméticos, vidro de esmaltes, embalagens de produtos químicos, latas de óleo de motor, latas com tintas, embalagens pressurizadas, canetas com carga, papel carbono, filme, fotográfico.
Contaminante biológico	Papel higiênico, cotonete, algodão, curativo, gases e panos com sangue, fraudas descartáveis, absorventes higiênicos, seringas, laminas de barbear, cabelos, pêlos, embalagens de anestésicos, luvas.
Pedra, terra e cerâmica	Vasos de flores, pratos, restos de construção, terra, tijolos, cascalho, pedras decorativas.
Diversos	Velas de cera, restos de sabão e sabonete, giz, carvão, pontas de cigarro, rolas, cartões de crédito, lápis de cera, embalagens longa vida, embalagens metalizadas, sacos de aspirador de pó, lixas e outros materiais de difícil identificação.

Fonte: Adaptado de Zanta e Ferreira 2003 *apud* Pessin *et. al.* (2002).

A correlação entre os resíduos gerados e as características socioeconômicas da população que o produz, assim como uma interferência da sazonalidade, é relatada por Mercedes (1995) como fatores que interferem na geração de resíduos pela população. Segundo autora, “quanto maior o padrão de vida, a diversificação das atividades econômicas e o índice de verticalização de uma região, maior a geração de “lixo” e mais rica sua composição”.

Dentre os diversos resíduos sólidos comentados no trabalho, vale mencionar os resíduos sólidos de serviços de saúde (RSSS) que são descartados inadequadamente pela população. Nesse sentido, Siqueira e Consoni (2007) buscou conhecer a realidade dos RSSS gerados na assistência domiciliar, e verificou que 7,5 toneladas/dia de resíduos dessa atividade são lançados junto ao lixo doméstico na cidade de São Paulo (Siqueira e Consoni, 2007 *apud* Siqueira, 2003). Segundo os autores os RSSS são potenciais de riscos biológicos, químicos ou radioativos que devem ser encaminhados ao tratamento e disposição final adequada, evitando possíveis impactos ambientais e sanitários negativos. Alguns trabalhos relacionados aos resíduos sólidos, domiciliares e de saúde interligados aos problemas de saúde coletiva e ocupacional são exemplos da má gestão do desenvolvimento urbano (Ferreira e Anjos, 2001; Siqueira e Consoni, 2007).

2.2 Sedimentação e assoreamento dos recursos hídricos

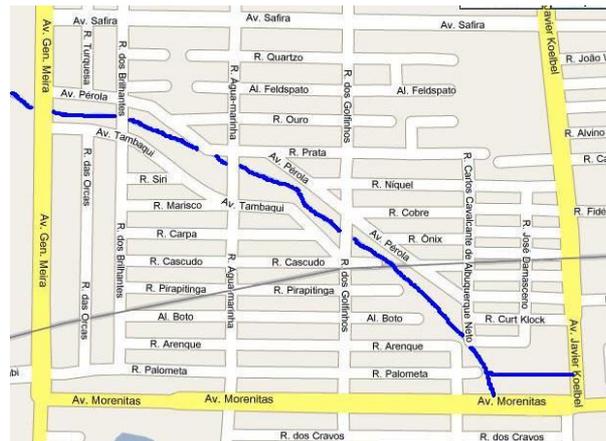
Segundo Collischonn e Tucci (2001) “*em bacias urbanas a alteração de uso do solo é definitiva, o solo, e até o subsolo, ficam expostos para erosão no lapso de tempo entre o início do loteamento e o fim da ocupação. Quando a bacia urbana está completamente ocupada e o solo praticamente impermeabilizado, a produção de sedimentos tende a decrescer*”. Ainda Lino *et al.* (2008) “*a erosão impacta a qualidade de água durante o transporte de sedimentos, aumenta a eutrofização da água e acentua a poluição ambiental*”. Para o autor a dinâmica hidrossedimentológica em uma bacia hidrográfica é composta por três sistemas naturais. No alto do curso do rio e da bacia: ocorre forte degradação (erosão), área de maior fonte de sedimentos, elevadas quantidades de material grosseiro transportado pelo rio, predominância de transporte de arraste; área dos interflúvios ou vertentes que constituem a área da bacia de captação e produção de sedimentos. O médio curso do rio: área de maior estabilidade há elevados acréscimos e perda do volume transportado, apresenta granulometria média; leitos ou calhas em que se concentra o escoamento que tem por papel principal a propagação até a saída da bacia do complexo água/sedimento produzido pelos interflúvios; O baixo curso do rio: região de forte degradação (colúvios), predomina a deposição dos sedimentos e o rio acaba somente transportando partículas finas; planícies aluviais ou várzeas que circulam as calhas e que funcionam como receptores dos sedimentos produzidos mais a montante, quando os rios transbordam, ou como áreas fornecedoras de sedimentos no resto do tempo (Lino *et al.* 2008 *apud* Borbas e Semmlmann, 2000)

Para Kobiyama *et al.* (2006) a compreensão da dinâmica hidrosedimentológica em bacias hidrográficas depende do monitoramento de parâmetros como vazão, sólidos em suspensão e precipitação. Segundo Silva (2008) *apud* Porto *et al.* (1991) os sólidos podem ser classificados em sedimentáveis, que são aqueles que se depositam no fundo do leito, em suspensão, os colóides e dissolvidos. Os elementos constituintes dos sólidos totais dissolvidos são: carbonatos, bicarbonatos, cloretos, sulfatos com possível ocorrência de cálcio, magnésio, potássio e pequenas quantidades de ferro, manganês entre outros (Silva, 2008 *apud* Batalha e Parlatori, 1977). Já os sólidos em suspensão aumentam a turbidez da água (Silva, 2008).

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Localização da área de estudo

O Arroio Ouro Verde está localizado dentro do perímetro urbano da cidade de Foz do Iguaçu – PR, na região do Porto Meira situada no Sul da cidade e drena águas pluviais de uma bacia hidrográfica totalmente urbanizada que corre no sentido Leste para Oeste. O arroio está localizado na latitude de 25°34'19.75"S e longitude 54°33'39.22"W na sua nascente e latitude 25°33'42.75"S e longitude 54°35'36.62"W na sua foz. A área de estudo compreende o trecho da bacia entre as avenidas Javier Koelbel e General Meira, com extensão aproximada de 1250 metros conforme a figura 1.



Fonte: adaptado de GOOGLE EARTH (2009)

Fig. 1: Área de estudo.

As coletas foram realizadas durante o período de três meses, compreendendo desde 23/07/09 a 22/09/09, totalizando 5 coletas, sendo o prazo para retirada dos resíduos estipulado de 15 em 15 dias. Para a obtenção dos resíduos sólidos utilizou-se redes retentoras de aço com malha de 2 cm fixadas transversalmente ao eixo do arroio, sendo assim, os resíduos ficaram retidos nas redes e foram retirados com a ajuda de um rastelo. Foram implantadas três redes coletoras e para isso determinou-se pontos estratégicos, sendo estes: o primeiro ponto próximo a Avenida Javier Koelbel, o segundo ponto próximo a Rua dos Golfinhos e o último ponto próximo a Avenida General Meira. A caracterização urbana do adensamento populacional anterior ao ponto 1, compreende o trecho entre a nascente do arroio e o primeiro ponto de coleta, este se define com moradias esparsas pouco adensada. Já do trecho posterior ao último ponto de coleta, compreende o trecho do arroio onde termina o adensamento populacional e começa uma área de vegetação nativa, drenando as águas pluviais ao encontro do rio Paraná. Sendo assim, o trecho da bacia selecionada compreende a área de maior adensamento populacional, e o ponto de coleta próximo à Rua dos Golfinhos foi definido como um ponto intermediário entre os dois pontos das extremidades.

Para a quantificação do material, os resíduos presos às redes foram puxados para as margens do arroio para escorrer a água excedente, de modo a não influenciar no peso devido a sua umidade. Já a matéria orgânica foi retirada, pesada para se obter valores de matéria orgânica molhada e depois foi reservada em local arejado e coberto por período aproximado de 15 dias. Após esse período foi pesada novamente e se obteve os valores de matéria orgânica seca.

A classe dos resíduos foi determinada como material orgânico e inorgânico. O material orgânico encontrado com maior frequência foi caracterizado por: folhas, galhos, restos de comida e animais mortos. Já a classe definida como inorgânica foi caracterizada por: plástico, isopor, vidro, metal, papel e outros (figura 2). A formação das classes foi definida pelas próprias características dos resíduos encontrados no arroio, e citados acima, portanto os resíduos inorgânicos encontrados em menor frequência que não se enquadravam nas classes já definidas, foram incluídos na classe outros.



Fig. 2: Qualificação de resíduos sólidos.

Depois de realizar a qualificação dos resíduos, foram colocados em sacos plásticos de 100 litros e pesados em balança com capacidade de 200 kg disponibilizada por uma empresa de reciclagem de lixo.

Para analisar os parâmetros hidrossedimentológicos do Arroio Ouro Verde foi realizado coleta de pontos diferentes do rio em uma área próxima a rede retentora. Foram realizadas análises de sólidos sedimentados, sendo estes sólidos totais (ST), sólidos fixos (SF) e sólidos voláteis (SV), sendo duas coletas de água para realização das análises, sendo, portanto, uma delas na segunda coleta e outra na quarta coleta.

Sobre as análises realizadas se utilizou a metodologia para sólidos sedimentáveis APHA – American Public Health Association (1998) e Silva (1977) para análises de águas residuárias e se avaliou os sólidos totais, sólidos voláteis e sólidos fixos. Segundo a metodologia citada é recomendado que se utilize 100 mililitros de amostra para se obter sólidos totais. Para obtenção dos resultados os autores citam o seguinte cálculo:

$$\frac{(P2 - P1) \times 1.000 \text{ (constante)} \times 1.000 \text{ (g para mg)}}{\text{Volume da amostra (mL)}} = \text{mgL}^{-1} \quad (1)$$

Onde: P2= peso da cápsula + sólidos totais da amostra; e P1= peso da cápsula vazia

A primeira amostra de água teve cor transparente e ao adicionar 100 mililitros de amostra na cápsula, este não teve peso significativo. Sendo assim para a primeira análise se utilizou 300 mililitros de amostra e na segunda análise se utilizou 400 mililitros de amostra. Portanto os cálculos foram realizados de acordo com o modelo proposto.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A correlação entre os resultados das coletas mostrou que o primeiro ponto (P1) apresentou a maior carga de matéria orgânica dos três pontos com 68,19% de material orgânico e 31,81% de material inorgânico e com ocorrência de todas as classes de resíduos. Já o ponto 2 e o ponto 3 são predominantemente inorgânicos. Essa relação pode ser explicada por Neves (2006) que ao quantificar resíduos sólidos em Porto Alegre – RS verificou que a quantidade de material orgânico em populações de baixa renda é maior que a quantidade de materiais recicláveis. Fato que ao ser aplicado à área de pesquisa aponta o ponto 1 que é o começo do adensamento populacional com predominância de favelas. Já o ponto 2 e o ponto 3 apesar de possuir características urbanas semelhantes ao ponto 1 são áreas mais desenvolvidas economicamente, com ocorrência de comércios.

Com relação à precipitação mostra que o carregamento de resíduos sólidos na água está relacionado ao acúmulo de chuvas, ou seja, quanto maior o valor precipitado maior a carga poluente retirada nas redes. Outro fato a ser abordado nesse sentido é a intensidade de precipitação, que mostrou que precipitações acumuladas e distribuídas em um longo período de tempo possuem o mesmo efeito de precipitações intensas em curto período de tempo. Os resultados das coletas de resíduos relacionados à precipitação são mostrados na tabela 1.

Tabela 1: Resultados das coletas de resíduos e precipitação

	Total de Resíduos Coletados em Kg			Total Em Kg	Precipitação total acumulada (mm)
	P1	P2	P3		
1° Coleta	21,250	8,528	13,442	43,220	98,5
2° Coleta	33,650	0,800	11,950	46,400	50,7
3° Coleta	31,650	7,500	16,700	55,850	89,2
4° Coleta	48,000	12,680	0,250	60,930	132,4
5° Coleta	29,650		12,600	42,250	53,2

O ponto 2 apesar dos problemas relacionados a instalação da rede e ao desaparecimento na mesma em uma determinada coleta mostrou que possui em maior quantidade resíduos inorgânicos do que orgânicos. Este fato se aplica as características populacionais do ponto de coleta. O mesmo se aplica ao ponto 3 que para todas as coletas apresentou em maior quantidade materiais inorgânicos. O resultado geral da composição dos resíduos sólidos encontrados no Arroio Ouro Verde são apresentados na figura 3.

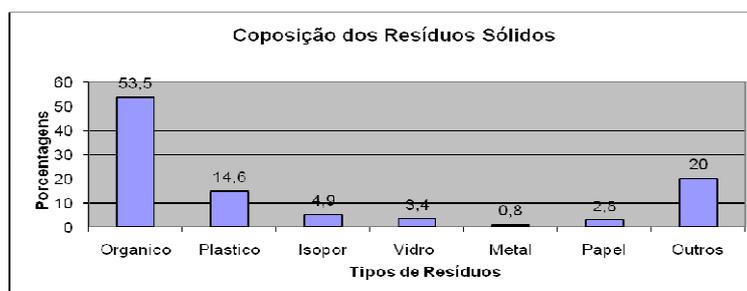


Fig. 3: Composição dos resíduos sólidos do Arroio Ouro Verde

Brites e Gastaldini (2005b) avaliaram os resíduos sólidos lançados nos sistemas de drenagem urbana em duas bacias hidrográficas no Rio Grande do Sul. Sendo a bacia hidrográfica Cancela com 56% de sua área urbanizada realizados 13 coletas, e a bacia Alto Colina com 20% de sua área urbanizada realizados 9 coletas. Em comparação aos resultados das coletas realizadas no Arroio Ouro Verde aos resultados de Brites e Gastaldini (2005b) nas bacias também urbanas, podem-se notar resultados semelhantes. A tabela 2 mostra os resultados em comparação.

Tabela 2: Comparação entre os resultados da pesquisa a trabalhos relacionados.

	M.O	Plástico	Metal	Isopor	Vidro	Outros	Papel
Arroio Ouro Verde	53,5%		0,8%	4,9%	3,4%	20%	2,8%
Cancela	71,5%		0,4%	4,9%	0,7%	7,8%	
Alto Colina	62,9%		1,3%	1,1%	0,8%	5%	

Fonte: Adaptado de Brites e Gastaldini (2005b).

As maiores diferenças entre as pesquisas realizadas no Arroio Ouro Verde e a realizada no Rio Grande do Sul nas bacias também urbanas, estão nos resíduos classificados como outros, que no Arroio Ouro Verde teve valor superior às bacias Cancela e Alto Colina. Fato que se justifica pela grande ocorrência de panos, trapos, calçados, bandeiras entre outros resíduos de maior peso. O resíduo papel na avaliação das bacias Cancela e Alto Colina, foram incluídos na classe outros. Nas três bacias a quantidade encontrada de isopor é considerável, pois mostra que as bacias do arroio Ouro Verde e da Cancela possuem características predominantemente urbanas, considerando que em meio urbano além do comércio há uma demanda maior na compra de eletrodomésticos e eletroeletrônicos. Já a bacia do Alto Colina que possui apenas 20% de sua área urbanizada essa porcentagem cai de 4,9% para 1,1%.

Em relação aos sólidos sedimentáveis os resultados da primeira análise para ST, SF e SV variaram de 49,00 mg L⁻¹ a 113,33 mg L⁻¹ no primeiro ponto de coleta. Já no segundo ponto variaram de 5,00 mg L⁻¹ a 322,00 mg L⁻¹, e no terceiro ponto variaram de 20,33 mg L⁻¹ a 58,66 mg L⁻¹. Neste período o total precipitado acumulado foi de 50,7 mm.

Os resultados da segunda análise em relação à primeira foram bastante variados, fato que se explica devido ao aumento da precipitação, sendo esta de 132,40 mm para o período de coleta. Os resultados desta análise foram de 13,25 mg L⁻¹ a 675 mg L⁻¹ no primeiro ponto de coleta. No segundo ponto variaram de 82,5 mg L⁻¹ a 2275 mg L⁻¹ e no terceiro ponto de 75 mg L⁻¹ a 2975 mg L⁻¹.

Tabela 3: Resultado das análises de sedimentação em mg L⁻¹.

Análise	Precipitação (mm)	Pontos de Coleta	Sólidos Totais	Sólidos Fixos	Sólidos Voláteis
1° Análise	50,70	P1	133.33	49.00	64.33
		P2	322.00	5.00	317.00
		P3	58.60	20.33	38.33
2° Análise	132,40	P1	675.00	13.25	650.00
		P2	2350.00	82.5	2275.00
		P3	2975.00	75.00	2900.00

Segundo a Resolução do CONAMA 357, em 2005, que estabelece a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, as águas do Arroio Ouro Verde se enquadram na classe 3 quando comparado à parâmetros sedimentológicos, estas são águas doces destinadas ao: abastecimento para consumo humano, após tratamento convencional ou avançado; a irrigação de culturas arbóreas, cerealíferas e forrageiras; a pesca amadora; a recreação de contato secundário; e a dessedentação de animais. Para esta classe, o parâmetro sólidos dissolvidos totais estabelecido é de 500 mg L^{-1} . Sendo assim, se observa que na primeira análise os valores encontrados cuja precipitação foi menor, se enquadram no parâmetro em comparação. Já na segunda análise os valores encontrados extrapolam o valor permitido pela resolução, fato que demonstra a relação da produção de sedimentos com a precipitação uma vez que o arroio encontra-se assoreado.

5 CONCLUSÃO

Nos resultados da quantificação dos resíduos sólidos encontrou-se 111,950 Kg de matéria orgânica para o ponto 1, representando 68,19%. Em relação à matéria inorgânica foi encontrado 52,235 kg, que representa 31,81% deste material no mesmo ponto de coleta. Já os ponto 2 e 3 se mostraram predominantemente inorgânicos com porcentagens de 80,34% e 72,24% respectivamente.

O ponto 1 em relação aos outros pontos de coleta apresentou a maior carga sólida de todos os resíduos. Já os ponto 2 e 3 apresentaram maior carga de inorgânicos, fato que pode relacionar o uso e ocupação do solo, e características dos eventos de precipitação.

Quanto às análises sedimentológicas, observou-se que na primeira análise o maior valor medido de sólidos totais, sólidos voláteis e sólidos em suspensão foi de 322 mg L^{-1} para uma precipitação total acumulada de 50,70 mm, valor que não ultrapassou o parâmetro estabelecido pela resolução Conama nº 357 de 500 mg L^{-1} . Já na segunda análise esse valor subiu para 2.975 mg L^{-1} para uma precipitação total acumulada de 132,40 mm, ultrapassando o parâmetro da resolução em comparação. Essa relação demonstrou que o comportamento hidrossedimentológico do arroio é bem definido, ou seja, em períodos secos (pouca chuva) os sedimentos ficam depositados no fundo do arroio e a água que corre em seu leito é transparente. Já em épocas de grandes e intensas precipitações a água se torna barrenta, pois a correnteza lava as superfícies e remove os sedimentos depositando-os no fundo do leito, e aumentando assim a carga de sólidos sedimentáveis, uma vez que o arroio encontra-se assoreado.

As medidas estruturais, portanto, se mostraram eficientes uma vez que permitiram a quantificação e a qualificação dos resíduos sólidos presentes no arroio Ouro Verde em curto período de tempo, possibilitando o monitoramento das cargas que atingem a drenagem urbana sob efeito de urbanização desorganizada.

Com relação à precipitação os resultados mostraram que o carregamento de resíduos sólidos na água está relacionado ao acúmulo de chuvas, ou seja, quanto maior o valor precipitado maior a carga sólida retirada nas redes. Outro fato a ser abordado nesse sentido é a intensidade de precipitação, demonstrando que precipitações acumuladas e distribuídas em um longo período de tempo possuem o mesmo efeito de precipitações intensas em curto período de tempo.

6 REFERÊNCIAS

American Public Health Association (1998). **Standard methods for the examination of water and wastewater**. 20 ed., Washington, DC: APHA.

Brasil. Resolução Conama nº 357, de 17 de março de 2005. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e da outras providências.

Brites, A. P., Gastaldini, M. C., Garcia, J. B.; Geller, R., Jorge, M., Hagemann, S. (2005a). **Avaliação dos resíduos sólidos veiculados em sistemas de drenagem urbana**. In: Associação Brasileira de Engenharia Sanitária, Rio de Janeiro. Saneamento Ambiental Brasileiro: Utopia ou realidade?, Campo Grande: ABES, 2005a, p.1-8.

Brites, A. P. e Gastaldini, M. C. (2005b) **Estudo comparativo do lançamento de resíduos sólidos na drenagem urbana em duas bacias hidrográficas** In: 23º Congresso de Engenharia Sanitária e Ambiental, IV-027, 2005, Rio de Janeiro. Saneamento Ambiental Brasileiro: Utopia ou realidade?, Campo Grande: ABES, 2005b, p.1-8.

Brites, A. P. e Gastaldini, M. C. (2005c) **Avaliação da carga difusa da drenagem pluvial urbana na bacia hidrográfica Cancela**. In: Associação Brasileira de Engenharia Sanitária, Rio de Janeiro. Saneamento Ambiental Brasileiro: Utopia ou realidade?, Campo Grande: ABES, 2005c, p.1-8.

Collischonn, W. e Tucci, C. E. M. (2001) **Simulação hidrológica de grandes bacias**. ABRH: Porto Alegre, 2001.

Ferreira, J. A., Anjos, L. A. (2001) **Aspectos de saúde coletiva e ocupacional associadas à gestão dos resíduos sólidos municipais**. Cad. Saúde Pública, Rio de Janeiro, 17(3):689-696, mai-jun, 2001.

Kobyama, M., Mendonça, M., Moreno, D. A., Marcelino, I. P. V. O., Marcelino, E. V., Gonçalves, E. F., Brazzetti, L. L. P.; Goerl, R. F., Moller, G. S. F.; Rudorff, F. M. (2006) **Prevenção de desastres naturais**. Curitiba: Organic Trading, 109p.

Lino, J. F. L., Kobyama, M., Malluta, S. (2008) **Relação de sólidos em suspensão com vazão e precipitação na bacia hidrográfica do Alto Rio Negro, região sul do Brasil**. 24º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental. ABES.

Mercedes, S. S. P. (1995) **Perfil da geração de resíduos sólidos domiciliares no município de Belo Horizonte no ano de 1995**. 19º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental. ABES - Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental.

Neves, M. G. F. P. (2006) **Quantificação de resíduos sólidos na drenagem urbana**. Tese (Doutorado em Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental) - Programa de Pós-Graduação em Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental. UFRGS/IPH. Porto Alegre, 2006.

Porto, R., Zahed, F. K., Tucci, C., Bidone, F. (2007) **Drenagem urbana**. In: Hidrologia: Ciência e Aplicação. 4º ed. Porto Alegre: Editora da UFRGS/ABRH. p.805- 809.

Ramos, C. L. et al., (1999) **Diretrizes básicas para projetos de drenagem urbana no município de São Paulo**. Prefeitura do Município de São Paulo. FCTH.

Silva, M. O. S. A. (1977) **Análises físico-químicas para controle das estações de tratamento de esgotos**. CETESB – Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental, p.68-69.

Silva, A. R. V. e Gastaldini M. C. C. (2008) **Nutrientes associados a faixas granulométricas de sedimentos de superfícies impermeáveis**. XXXI Congresso Interamericano AIDIS. Santiago – CHILE, 12 – 15, outubro de 2008.

Silveira, A. L.L. (2001) **Problems of urban drainage in developing countries**. In: International Conference on Innovative Technologies in Urban Storm Drainage, 1 Lyon. Novatech, p.143-150.

Siqueira, A. O. e Consoni, A. J. (2007) **Considerações sobre resíduos sólidos de serviços de saúde na assistência domiciliar**. INTERFACEHS – Revista de Gestão Integrada em Saúde do Trabalho e Meio Ambiente - v.1, n.3, Seção 1, abril 2007.

Tucci, C. E. M. (1997) **Plano diretor de drenagem urbana: princípios e concepção**. RBRH. vol.2.n.2. jul/dez, 2003. 5-12.

Tucci, C. E. (2002) **Gerenciamento da drenagem urbana**. UFRS. Porto Alegre / RS: ABRH, v.7, n1.

Tucci, C. E. M. (2004) **Gerenciamento integrado das inundações urbanas no Brasil**. Rega. vol.1, n.1, p.59-73, jan.-jun, 2004.

Zanta, V. M. e Ferreira, C. F. A. (2009) **Gerenciamento integrado de resíduos sólidos urbanos**. Disponível em: < <http://etg.ufmg.br/~gustavo/arquivos/livroprosab.pdf> >. Acessado em 10/06/2009.