



## CARACTERIZAÇÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS NO ARROIO CANCELA EM SANTA MARIA/RS

DOI: <http://dx.doi.org/10.55449/congea.13.22.IX-010>

Júlia Piovesan Somavilla (\*), Juliana Ferreira Soares  
Universidade Franciscana (UFN), juliaps29@hotmail.com.

### RESUMO

O crescimento de áreas pavimentadas foi um dos impactos negativos que a urbanização provocou. O aumento de casas, apartamentos, indústrias, calçadas e ruas asfaltadas resultam na impermeabilização do solo, reduzindo a infiltração da água da chuva e, conseqüentemente, fazendo com que boa parte desta esco superficialmente carreando resíduos sólidos até a drenagem urbana. Neste contexto, esta pesquisa teve como objetivo caracterizar qualitativamente e quantitativamente os resíduos sólidos presentes no sistema de drenagem do Arroio Cancela no município de Santa Maria/RS. A retenção de resíduos sólidos no sistema de drenagem foi realizada a partir da instalação de uma barreira de física. Os resíduos foram coletados, secos e quantificados, semanalmente, conforme suas características (matéria orgânica, plásticos, metais, vidros, papéis e outros), durante o período de agosto a outubro de 2018. A composição dos resíduos retidos na barreira foi de 76,68% de resíduos de vegetação, 7,92% de plásticos, 6,74% de outros, 4,17% de madeira processada, 3,37% de vidro, 0,98% de metais, 0,5% de papel e 0,08% de restos de alimentos. Com exceção dos resíduos de vegetação, os demais materiais têm como origem o descarte irregular de resíduos sólidos nas ruas e o descarte direto no Arroio. Portanto, percebe-se a necessidade de melhoria na gestão dos resíduos gerados no município, principalmente no que tange a educação ambiental da população.

**PALAVRAS-CHAVE:** Impermeabilização, escoamento superficial, drenagem urbana, poluição difusa.

### INTRODUÇÃO

Nas últimas décadas, o Brasil apresentou elevado crescimento da população urbana. De acordo com o censo de 2010 (IBGE, 2010), aproximadamente, 84,36% da população vive na zona urbana e 15,64% na zona rural. O crescimento acelerado das cidades resultou em problemas de saneamento básico para a população, ou seja, o sistema de abastecimento de água, o esgotamento sanitário, a limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos e a drenagem urbana não são suficientes para atender a demanda da nova população (TUCCI, PORTO, BARROS, 1995). A falta ou precariedade do saneamento básico no País tem contribuído significativamente com a degradação dos recursos hídricos em área urbana, principalmente no que tange ao gerenciamento de resíduos sólidos urbanos (RSU).

No ano de 2020, em torno de 76,1 milhões de toneladas de RSU foram gerados no Brasil. Deste montante, apenas 45,8 milhões de toneladas foram dispostos em aterros sanitários. O restante, cerca de 30,3 milhões de toneladas, foi encaminhado para lixões e aterros controlados (ABRELPE, 2021). Além disso, estima-se que 6,4 milhões de toneladas de resíduos não foram coletados (ABRELPE, 2021) e tiveram destino impróprio, como por exemplo, no solo e em margens de recursos hídricos. De acordo com o Manual de Gerenciamento Integrado (2018), a composição física dos RSU refere-se às porcentagens das várias frações dos resíduos, como papel, papelão, madeira, trapo, couro, plástico, matéria orgânica, metal, vidro, borracha e outros. Esta determinação é de grande importância para estudos de aproveitamento das diversas frações e para o planejamento do gerenciamento dos RSU.

Seguindo a pesquisa do IBAM (2001), os fatores demográficos podem interferir nas características da geração de resíduos conforme a população urbana. Quanto maior a população em uma cidade, maior será a geração per capita. Cidades pequenas possuem o hábito de consumir produtos de feiras, elevando a quantidade de resíduos orgânicos, enquanto grandes centros urbanos procuram a praticidade de produtos embalados elevando a quantidade de plásticos, papelões, vidros e latas. Por fim, os fatores socioeconômicos reproduzem cenários culturais, educacionais, aquisitivos, tecnológicos, promocionais e ambientais. Comunidades com maior nível educacional, cultural e aquisitivo optam por produtos recicláveis, reduzindo o consumo de matéria orgânica. O desenvolvimento tecnológico, lançamento de novos produtos e as ofertas promocionais do comércio faz com que exista o aumento do consumo, influenciando o descarte de embalagens. Campanhas ambientais tornam os hábitos da população mais conscientes, influenciando o uso de materiais recicláveis e biodegradáveis.

O acúmulo de RSU carregados superficialmente pelas águas pluviais em áreas impermeabilizadas pode ser facilmente associado como o fator principal da poluição difusa de corpos hídricos em área urbana. De acordo com Tucci, Porto e Barros (1995), o escoamento superficial em áreas impermeáveis, em fase de construção ou em áreas de depósito de resíduos urbanos transporta materiais sólidos ou solúveis até a drenagem urbana. A impermeabilização do solo além de se tornar um fator fundamental para a ocorrência do escoamento superficial também influencia na velocidade deste escoamento, elevando o volume de resíduos

arrastados. As cargas poluidoras deslocadas a partir do escoamento superficial em regiões urbanizadas são consideradas de origem difusa, uma vez que se originam de diferentes atividades realizadas na bacia hidrográfica.

A identificação de fontes geradoras de poluição difusa é fundamental para identificar o potencial de degradação, os impactos gerados e as medidas mitigadoras para esses impactos. Segundo Lager (1977), as principais fontes poluidoras de águas de drenagem urbana são: componentes do desgaste dos pavimentos, substâncias dos motores dos veículos, poluentes atmosféricos, vegetação, resíduos sólidos, terra, areia e cascalho, derramamentos de substâncias químicas, solos de erosão, entre outras.

## OBJETIVO

A falta de um sistema de gestão dos RSU adequado contribui para a degradação dos cursos d'água em área urbana. Neste sentido, este trabalho teve como objetivo caracterizar qualitativamente e quantitativamente os resíduos sólidos retidos em um ponto do sistema de drenagem do Arroio Cancela, na área urbana do município de Santa Maria/RS.

## METODOLOGIA

O estudo foi desenvolvido na bacia hidrográfica do Arroio Cancela, localizada na região urbana do município de Santa Maria/RS. De acordo com Köppen (1948), o clima na cidade de Santa Maria é classificado como Cfa - Clima subtropical com verão quente. Conforme o Atlas climático da região Sul do Brasil (WREGGE et al., 2012), a precipitação média anual no município é de 1.700 mm.

A definição do local para a instalação da barreira de retenção de resíduos levou em conta as características do curso hídrico, sendo um local de pouca profundidade, de fácil acesso e com a aceitação da comunidade do entorno. Desta forma, foi determinado o ponto localizado nas coordenadas geográficas 29°42'6.88"S e 53°48'16.62"O. A Figura 1 representa o mapa de localização da Bacia Hidrográfica do Arroio Cancela, identificando o local de instalação da barreira coletora, o arroio e os pontos de pluviômetros automáticos.

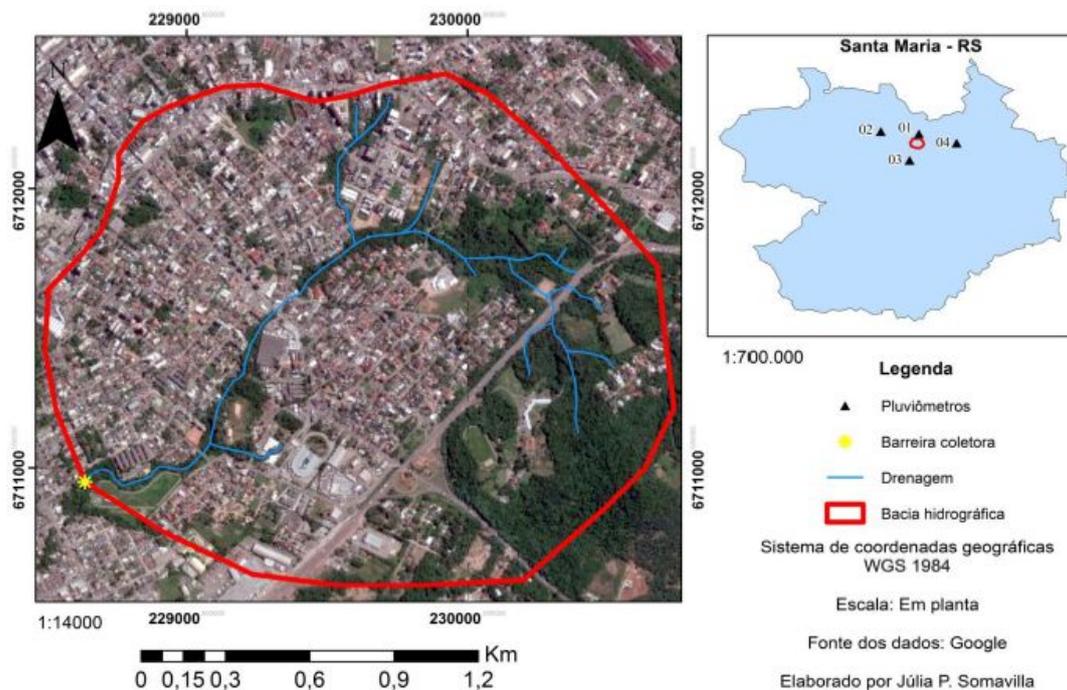


Figura 1: Mapa de localização da Bacia Hidrográfica do Arroio Cancela. Fonte: Autor do trabalho.

A estrutura para a retenção dos resíduos sólidos no sistema de drenagem urbana consistiu na instalação de rede em tela de aço com malha de 76 mm transversal ao eixo do curso de água. A estrutura foi fixada no local com o auxílio de barras de ferro e palanques. A altura da malha de aço foi de, aproximadamente, 1 m e largura de 8 m, atendendo às características do arroio durante os eventos de precipitação (Figura 2).



Figura 2: Barreira coletora de resíduos na bacia do Arroio Cancela. Fonte: Autor do trabalho.

Os resíduos retidos na barreira física foram coletados semanalmente, durante 8 semanas. Após cada coleta, os resíduos sólidos foram secos em temperatura ambiente e separados manualmente nas categorias: resto de alimento, madeira processada, vegetação, plástico, metal, vidro, papel e outros (pneus, borrachas, tecidos, isopor etc.). Depois de separados, os resíduos foram armazenados em sacos plásticos para quantificação mássica a partir de uma balança de braço portátil (Cauduro, modelo D-20), aferida pelo Inmetro, do tipo gancho, com capacidade de 20 Kg.

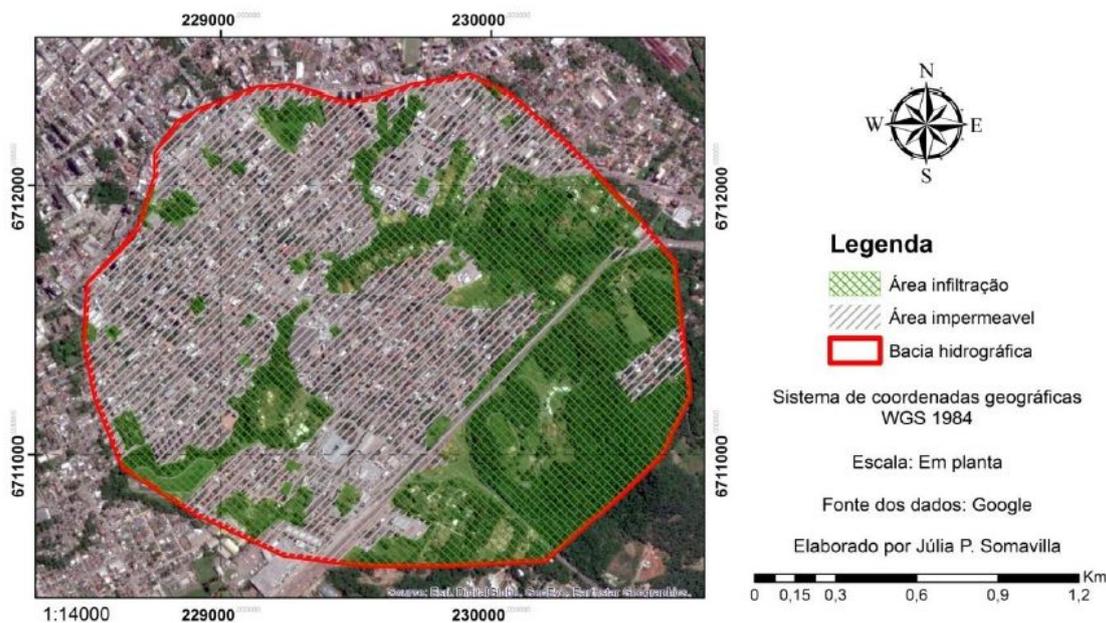
Os dados para monitoramento pluviométrico foram obtidos pelas estações pluviométricas automáticas instaladas pelo Centro Nacional de Monitoramento e Alertas de Desastres Naturais (CEMADEN). Os pluviômetros 01, 02, 03 e 04 conforme Figura 1, localizam-se nas seguintes coordenadas geográficas: 29°40'51.60"S e 53°47'27.60"O; 29°40'37.20"S e 53°51'23.76"O; 29°43'37,20"S e 53°48'25.20"O; 29°41'49.20"S e 53°43'33.60"O, respectivamente. A precipitação média na área da bacia, durante o período de estudo, foi obtida com a correlação dos dados pluviométricos das estações citadas a partir da equação 1.  $P_m$  é a altura média precipitação (mm),  $P_i$  a lâmina de precipitação no pluviômetro  $i$  e  $n$  o número de pluviômetros. As baixas variações pluviométricas entre os pluviômetros analisados, as baixas variações altimétricas de terreno e o tamanho reduzido da bacia hidrográfica foram os fatores que auxiliaram na escolha da metodologia aplicada.

$$P_m = \frac{1}{n} \times \sum_{i=1}^n P_i \quad \text{equação (1)}$$

A identificação das características da bacia e como as atividades antrópicas exercidas podem causar impactos na mesma é dada a partir da análise do uso do solo. Neste procedimento, o estudo de imagens aéreas auxiliou para a identificação de áreas que possuem potencial de infiltração da água no solo e de áreas impermeáveis, podendo ser reconhecido pontos em que o escoamento superficial é mais acentuado e contribui com o carreamento de resíduos e partículas até a drenagem urbana. O estudo a partir de imagens foi realizado com o software ArcMap 10.3 no qual analisou-se a porcentagem de áreas de infiltração e de áreas propícias ao escoamento superficial.

## RESULTADOS E DISCUSSÕES

A Bacia Hidrográfica do Arroio Cancela possui 3.214.042,00 m<sup>2</sup> de área e contempla regiões de intensa urbanização, localizadas ao oeste da bacia e regiões com menor densidade populacional, localizadas ao leste da mesma. Conforme a Figura 3, as áreas verdes e com potencial de infiltração de água pluvial correspondem a, aproximadamente, 42% da área total, portanto, 58% da área da bacia drena o total precipitado até o Arroio Cancela. Ao entrar em contato com os resíduos depositados em vias públicas, a água que esco superficialmente contribui com o carreamento destes até o corpo receptor, acarretando a poluição difusa.



**Figura 3: Mapa de delimitação das áreas impermeáveis e áreas permeáveis da Bacia Hidrográfica do Arroio Cancela. Fonte: Autor do trabalho.**

A quantificação dos resíduos sólidos retidos na barreira física durante o período de estudo, bem como a sua composição e os valores médio de precipitação estão apresentados na Tabela 1. Durante o acompanhamento de alguns eventos de precipitação, foi possível identificar extravasamentos do nível do arroio em relação à barreira coletora. A ampliação da barreira causaria impactos ambientais negativos no leito do Arroio Cancela, por esse motivo optou-se por continuar com a mesma estrutura.

Como pode ser observado na Tabela 1, o total de precipitação de 0,45 mm, 17,85 mm e 19,85 mm, referentes as semanas 1, 4 e 6, respectivamente, não foi suficiente para carrear resíduos até a barreira coletora, portanto não houve dados para estas coletas. O leito do Arroio Cancela próximo a instalação da barreira possui vegetação densa, formada por espécies nativas e exóticas, o que pode ter contribuído para que a categoria de resíduos de vegetação fosse identificada com maior percentual (76,68%). Os estudos de Brites (2005), Gonçalves (2013) e Wolff et al. (2016) também demonstraram maior percentual de resíduos de vegetação.

A categoria de resíduos plásticos foi a segunda coletada em maior quantidade, chegando a 7,92%. Os constituintes encontrados com maior frequência foram garrafas PET, sacolas de supermercado, embalagens de alimentos, de cosméticos e de limpeza doméstica. A classe de resíduos outros, com 6,74%, teve como principal material coletado o isopor, utilizado como meio de proteção de eletrodomésticos. Devido à baixa densidade deste, ao ser descartado é facilmente arrastado pela água pluvial e fluvial.

A quantidade de madeira processada foi de 4,17%. A presença desse resíduo em forma de parquet pode ter origem no descarte irregular de entulhos gerados nas reformas de construção civil. Recipientes de vidro também foram encontradas com frequência, totalizando 3,37%. Os resíduos de metal, papel e resto de alimento foram retidos na barreira em menor quantidade, sendo de 0,98%, 0,50% e 0,08%, respectivamente. Embora comumente utilizados como embalagens de alimentos e bebidas, os papéis e metais sofrem constante ação de catadores autônomos, o que pode ter levado ao baixo percentual coletado.

Tabela1. Proposta de coleta seletiva. Fonte: Autor do trabalho.

| Semana     | Composição (kg) <sup>1</sup> |                    |           |          |       |       |       |        | Total (kg) | Precipitação média (mm) |
|------------|------------------------------|--------------------|-----------|----------|-------|-------|-------|--------|------------|-------------------------|
|            | Resto de alimentos           | Madeira processada | Vegetação | Plástico | Metal | Vidro | Papel | Outros |            |                         |
| 1          | 0,00                         | 0,00               | 0,00      | 0,00     | 0,00  | 0,00  | 0,00  | 0,00   | 0,00       | 0,45 ±0,06              |
| 2          | 0,10                         | 0,15               | 70,25     | 7,60     | 0,00  | 2,10  | 0,00  | 7,10   | 87,30      | 64,90 ±11,97            |
| 3          | 0,10                         | 2,71               | 110,94    | 7,20     | 1,75  | 1,10  | 0,05  | 9,36   | 133,21     | 107,10 ±24,71           |
| 4          | 0,00                         | 0,00               | 0,00      | 0,00     | 0,00  | 0,00  | 0,00  | 0,00   | 0,00       | 17,85 ±6,35             |
| 5          | 0,00                         | 0,50               | 17,69     | 1,90     | 0,10  | 0,10  | 0,01  | 2,50   | 22,80      | 27,20 ±6,88             |
| 6          | 0,00                         | 0,00               | 0,00      | 0,00     | 0,00  | 0,00  | 0,00  | 0,00   | 0,00       | 19,85 ±2,07             |
| 7          | 0,10                         | 11,80              | 43,40     | 11,20    | 2,70  | 7,30  | 0,20  | 6,40   | 83,10      | 91,25 ±20,47            |
| 8          | 0,08                         | 5,54               | 138,14    | 11,40    | 0,32  | 6,10  | 0,00  | 8,10   | 169,68     | 104,60 ±23,56           |
| Total (kg) | 0,38                         | 20,70              | 380,42    | 39,30    | 4,87  | 16,70 | 0,26  | 33,46  | -          | -                       |
| Total (%)  | 0,08                         | 4,17               | 76,68     | 7,92     | 0,98  | 3,37  | 0,5   | 6,74   | -          | -                       |

Conforme Brites (2005), em pesquisas para quantificação de resíduos em drenagens, a porcentagem de RSU retidos em barreira física na bacia hidrográfica do Arroio Cancela, em Santa Maria/RS, foi de 71,5% de matéria orgânica (folhas, caules, raízes e madeiras), 14,7% de plástico (sacolas de supermercado e garrafas PET), 0,7% de vidros, 0,4% de metais (latas e chapas), 4,9% de isopor e 7,8% de outros (panos, papéis, papelões, pneus, esponjas). A porcentagem de resíduos sólidos retidos seguindo a mesma metodologia anterior, na Bacia Hidrográfica Alto da Colina, foi de 62,9% de matéria orgânica, 29% de plástico, 0,8% de vidros, 1,3% de metais, 1,1% de isopor e 5% de outros.

Na pesquisa de quantificação de RSU na Bacia do Arroio Cancela, também no município de Santa Maria/RS, Gonçalves (2013) concluiu que, entre resíduos coletados na barreira de retenção, 86% foram de restos de vegetação, 7,8% de madeira processada, 2,5% de plásticos, 1,1% de tecidos e isopor, 1% de outros, 0,8% de vidro e 0,4%, 0,2%, 0,1% e 0,1% de metais, pneus e borrachas, resíduos de saúde e restos de alimentos, respectivamente. O estudo de monitoramento quantitativo e qualitativo de materiais lançados em diferentes sub-bacias em Coburg na Alemanha teve como resultados que a matéria orgânica é responsável por aproximadamente 66% dos resíduos encontrados nos locais de pesquisa, além de grandes quantidades de papéis e plásticos (ALLISON et al., 1998).

Os estudos citados representam semelhanças com a atual pesquisa, onde a matéria orgânica representa a fração de maior percentual, seguida dos altos percentuais de plásticos ou madeira processada. As duas pesquisas realizadas na Bacia Hidrográfica do Arroio Cancela salientam o grande volume de isopor coletado que, devido à baixa densidade do material, não resultou em um elevado valor em termos de massa, característica observada também no presente diagnóstico.

A Figura 4 representa a relação da precipitação média na bacia com a massa de resíduos retidos na barreira física para cada semana de coleta. Como pode-se observar, elevados valores de precipitação acarretaram em maior massa de resíduos sólidos retidos na estrutura. Essa relação se dá devido à influência do escoamento superficial, em que há o carreamento de resíduos presentes em áreas impermeabilizadas e no leito do arroio até o sistema de drenagem.

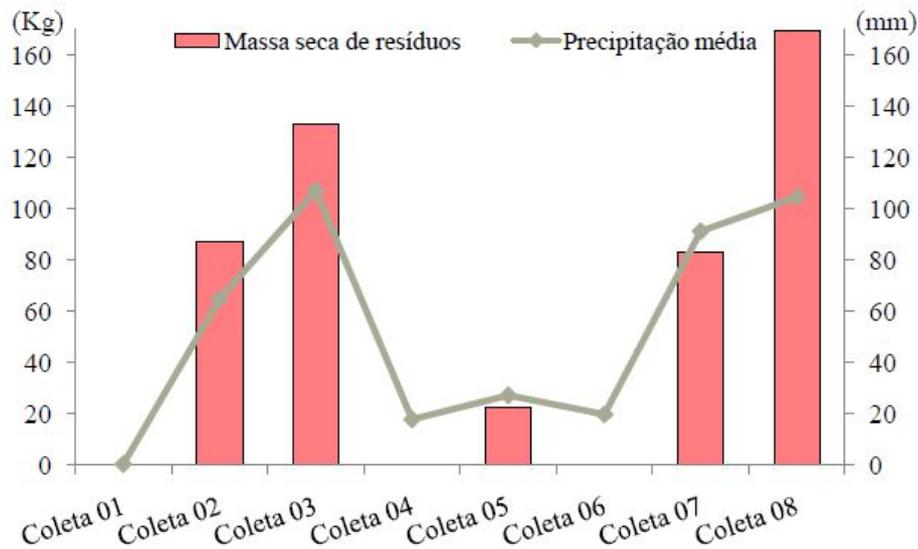


Figura 4: Relação de massa de resíduos recolhidos da barreira de contenção com a precipitação média no Arroio Cancela. Fonte: Autor do trabalho.

A Figura 5 representa a correlação entre os eventos de precipitação na Bacia Hidrográfica do Arroio Cancela e a massa de resíduos coletada semanalmente na rede coletora. Pelo ajuste linear dos dados obteve-se a função da reta  $y = 1,469x - 17,55$ . O valor do coeficiente de determinação, ou seja, valor do  $R^2$  é de 0,906, demonstrando que a variável dependente consegue ser explicada pela função gerada com 90,6% de confiança.

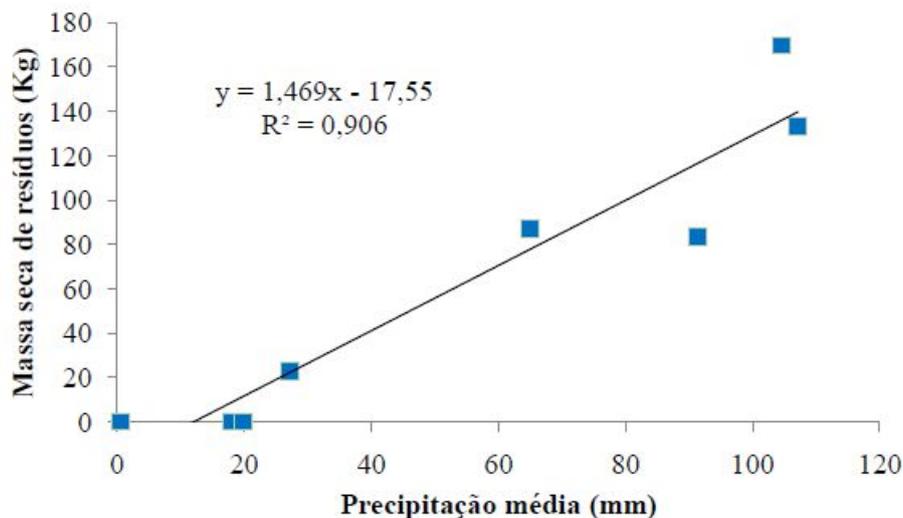


Figura 5: Correlação entre eventos de precipitação e a massa seca de resíduos sólidos retidos na barreira coletora na Bacia do Arroio Cancela. Fonte: Autor do trabalho.

## CONCLUSÃO

No estudo realizado na Bacia Hidrográfica do Arroio Cancela foram coletados 496,09 kg de resíduos sólidos em 8 semanas de coleta. Deste total, 76,68% foram resíduos de vegetação, 7,92% de plástico, 6,74% da categoria outros (pneus, borrachas, tecidos, isopor etc.), 4,17% de madeira processada, 3,37% de vidro, 0,98% de metal, 0,5% de papel e 0,08% de resto de alimento. Observando o uso do solo, tem-se que da área total da bacia hidrográfica 42% são áreas com potencial de infiltração e 58% são áreas impermeabilizadas, localizadas predominantemente a leste e a oeste da bacia, respectivamente.

A origem da poluição no Arroio Cancela se dá devido o descarte irregular de resíduos sólidos nas ruas e no próprio Arroio. Durante eventos de precipitação, a intensidade da chuva e o total precipitado fazem com que os resíduos sejam carreados até o corpo receptor, seguindo o percurso natural da água pluvial. Analisando a massa de resíduos com a precipitação média observou-se que quanto mais elevado o total precipitado na bacia, maior a massa de resíduos sólidos coletados na

barreira. Desta forma, constata-se a necessidade de melhoria do sistema de gestão dos resíduos sólidos gerados no município, como a conscientização da população e a eficiência das etapas do gerenciamento.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ABRELPE - Associação Brasileira de Empresa de Limpeza Pública e Resíduos Especiais. **Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil, 2021**. Disponível em: <<https://abrelpe.org.br/panorama-2021/>>.
2. ALLISON, R. A., WALKER, T. A., CHIEW, F. H. S., O'NEILL, I. C. AND MCMAHON, T. A. **From Roads to Rivers – Gross Pollutant Removal from Urban Waterways**. Cooperative Research Centre for Catchment Hydrology, Report 98/3, 102 p., 1998.
3. Brites, A. P. Z. (2005). **Avaliação da qualidade da água e dos resíduos sólidos no sistema de drenagem urbana**. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, RS, Brasil.
4. CEMPRE. **Lixo municipal: manual de gerenciamento integrado** / Coordenação geral André Vilhena. – 4. ed. – São Paulo (SP): CEMPRE, 2018. 316 p.
5. Gonçalves, I. H. P. (2013). **Resíduos sólidos no sistema de drenagem urbana na Bacia do Arroio Tamandá em Santa Maria - RS**. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, RS, Brasil.
6. IBAM. **Manual de Gerenciamento Integrado de resíduos sólidos**. Coordenação técnica Victor Zular Zveibil. Rio de Janeiro: IBAM, 2001.
7. IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censo 2010: Características da População e dos Domicílios**. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/estatisticas/sociais/populacao/9662-censo-demografico-2010.html?edicao=10503&t=destaques>.
8. KÖPPEN, W. **Climatologia: conun estudio de los climas de La tierra**. México: Fondo de Cultura Economica, 1948. 478 p.
9. LAGER, J. A. **Urban stormwater management and technology: update and user's guide**. USEPA (EPA Report 600/2-76-151). Office of Research and Development, Cincinnati, Ohio, Setembro, 1977.
10. TUCCI, C. E. M.; PORTO, R. L. L.; BARROS, M. T. de. **Drenagem Urbana**. Porto Alegre: ABRH/Editora da Universidade/UFRGS, 1995.
11. Wolff, D.B; Gonçalves, I. H.; Gastaldini, M. C. C.; Souza, M. M. de. **Resíduos sólidos em um sistema de drenagem urbana no município de Santa Maria (RS)**. Engenharia Sanitária e Ambiental, v. 21, n.1, p. 151-158, 2016.
12. WREGE et al. **Atlas climático da região Sul do Brasil: estados do Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul** / Marcos Silveira Wrege ... [et al.], editores técnicos. Brasília, DF: Embrapa 2012.