

## MODELAGEM DE RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS EM UMA BACIA HIDROGRÁFICA URBANA: ESTUDO DE CASO EM VIAMÃO, RS

Bárbara Maria Giacom Ribeiro <sup>1</sup> ([barbara.giacom@ufrgs.br](mailto:barbara.giacom@ufrgs.br)),  
Carlos André Bulhões Mendes <sup>2</sup> ([mendes@iph.ufrgs.br](mailto:mendes@iph.ufrgs.br))

1,2 UFRGS – Universidade Federal do Rio Grande do Sul

1 PROPUR – Programa de Pós-Graduação em Planejamento Urbano e Regional

2 IPH – Instituto de Pesquisas Hidráulicas

### RESUMO

A ocupação irregular ameaça áreas ambientalmente frágeis com o uso habitacional precário, resultando num processo que atinge toda a cidade e revela uma relação direta entre más condições da moradia e degradação ambiental, com efeitos negativos principalmente nas camadas populares. A bacia Mãe d'Água, objeto de análise deste estudo, caracteriza-se basicamente pela ocupação de assentamentos de baixa renda, com baixa qualidade ambiental, habitacional e urbanística. A bacia possui quatro arroios principais que, atualmente, são canais condutores de resíduos sólidos. Dados oficiais e levantamentos de campo são analisados com o objetivo de traçar real panorama dos resíduos sólidos na área de estudo. Os resultados mostram que os dados de geração de resíduos sólidos na referida bacia estão subestimados, o que pode se refletir no restante do município, comprometendo assim o planejamento e a gestão dos resíduos sólidos urbanos, bem como implicar impactos ambientais negativos nas áreas onde há disposição irregular de resíduos, configurando ameaça à saúde e segurança da população.

**Palavras-chave:** resíduos sólidos urbanos, área de preservação permanente – APP, modelagem.

## MUNICIPAL SOLID WASTE MODELING OF AN URBAN BASIN: CASE STUDY IN VIAMÃO, RS, BRAZIL

### ABSTRACT

Irregular occupation threatens environmentally fragile areas with poor housing use, resulting in a process that affects the entire city and reveals a direct relationship between poor housing conditions and environmental degradation, with negative effects mainly in the lower classes. The Mãe d'Água Watershed, analyzed in this study, is basically characterized by the occupation of low-income settlements with low environmental, housing and urban quality. The basin has four main streams that, currently, are conductive channels of solid waste. Official data and field surveys are analyzed with the aim of tracing a real panorama of solid waste in the study area. The results show that the data on solid waste generation in the basin are underestimated, which can be reflected in the rest of the municipality, thus compromising the planning and management of urban solid waste, as well as implying negative environmental impacts in areas where there is irregular waste dump, a threat to the health and safety of the population.

**Keywords:** municipal solid waste, permanent preservation area – APP, modeling.

### 1. INTRODUÇÃO

Algumas problemáticas urbanas são decorrentes da falta de intervenção do poder público, que consegue exercer certo controle sobre a cidade organizada em detrimento da cidade informal. Exemplos das necessidades geradas pela desordem físico-social são a ocorrência de áreas desocupadas servidas com infraestrutura, a degradação ambiental, as ocupações em áreas de risco, entre outros. Grande parte das áreas ambientalmente sensíveis é ameaçada pela ocupação irregular com o uso habitacional precário resultando num processo que atinge toda a cidade e revela uma relação direta entre más condições da moradia e degradação ambiental, com efeitos negativos principalmente nas camadas populares (MARICATO, 2003).

Ao se discutir a importância da gestão urbana tendo como pano de fundo o recorte territorial e as

distintas formas de ocupação estabelecidas e vinculadas às particularidades ambientais, é necessário definir a bacia hidrográfica como unidade mínima de investigação. Entende-se que qualquer análise ambiental não pode ser feita sem considerar a realidade de ocupação e transformação de todo o território em que se encontra inserido. Neste sentido, a bacia hidrográfica como unidade de estudo e planejamento parece se constituir em um importante quadro de condições sociais, econômicas e mesmo políticas, que inspiram uma releitura da dimensão ambiental ali vivenciada. Estes recortes territoriais possuem assim condições específicas de saneamento, sobretudo no que se refere à drenagem e ao abastecimento de água, permitindo considerar a ocupação antrópica como elementos integrados às suas características ambientais.

Uma questão bastante significativa deste contexto são os assentamentos ilegais uma vez que os problemas presentes nestes locais afetam a cidade de maneira geral. Porém, a maioria das políticas públicas acaba por se concentrar em alguns aspectos como: a melhoria do ambiente físico, socioeconômico de áreas carentes, proporcionar locais de lazer, melhorar habitações, etc., e não assumem uma visão mais global dos impactos gerados, não alcançando os aspectos com maior risco de vulnerabilidade e processos de exclusão social, permitindo então a estabilidade dos problemas (DIEZ et al., 2014). Neste sentido, as políticas públicas por si só não são suficientes para promover a regeneração urbana destes espaços degradados.

Em áreas urbanas já com algum grau de consolidação, devido a fatores relacionados à ineficiência de infraestrutura urbana e serviços e às condições socioeconômicas e culturais, os sistemas de drenagem urbana tornam-se correias de transporte de resíduos sólidos aos cursos d'água. Estando uma vez no sistema de drenagem, os resíduos podem ser transportados nos condutos, canais e cursos d'água naturais até alcançarem rios maiores, lagos naturais ou artificiais, estuários ou o mar. No caminho, entretanto, itens podem ficar retidos na vegetação ao longo das margens dos córregos, rios ou lagos (ARMITAGE, 2007).

No contexto de urbanização não planejada que leva à degradação ambiental, podemos inserir o processo de ocupação da bacia Mãe d'Água, objeto de estudo do presente trabalho, em que o ambiente natural é radicalmente transformado num período de 50 anos, passando de uma área de vegetação nativa e recursos hídricos não contaminados, para uma área de assentamentos ilegais, ocupação de áreas de preservação ambiental e carências generalizadas de infraestrutura.

## 2. OBJETIVO

O presente estudo apresenta uma metodologia para caracterizar a geração e coleta de resíduos sólidos urbanos (RSU) em uma bacia hidrográfica urbana em consolidação – bacia Mãe d'Água em Viamão (RS).

## 3. METODOLOGIA

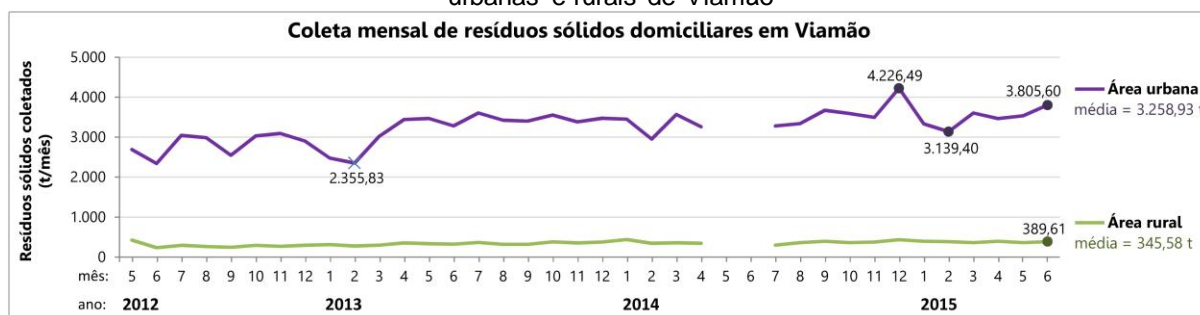
A metodologia aplicada abrange o levantamento de informações de pesquisas publicadas em documentos e relatórios, referentes a aspectos do meio físico e socioeconômico da área de estudo, e em bancos de dados específicos sobre o tema (i.e., IBGE, 2011, MCIDADES/SNSA, 2016). Foi realizada também pesquisa documental junto à Secretaria Municipal de Meio Ambiente da Prefeitura de Viamão. Foram utilizados recursos de planilha eletrônica e geoprocessamento para sistematização das informações, cruzamento dos dados, espacialização e representação.

## 4. GESTÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS EM VIAMÃO, RS

A gestão integrada de resíduos sólidos é o conjunto de ações voltadas para a busca de soluções para os resíduos sólidos, de forma a considerar as dimensões políticas, econômica, ambiental, cultural e social com controle social e sob a premissa do desenvolvimento sustentável (Política Nacional de Resíduos Sólidos – 12.305/2010). Seus objetivos são a organização e a melhoria dos aspectos relacionados ao manejo e disposição final ambientalmente adequada dos resíduos sólidos. O Plano Diretor de Viamão (Lei municipal nº 4.154/2013) estabelece que o processo de planejamento municipal compreende também os planos setoriais, que são instrumentos de desenvolvimento territorial, necessários à efetivação do Plano Diretor, dentre eles, o Plano Municipal de Saneamento e o Plano de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos (PMGIRS) (art. 286º). Segundo

o PMGIRS (VIAMÃO, 2014), no município, o manejo dos resíduos sólidos é de responsabilidade de quatro secretarias municipais, além de empresas contratadas, o que reflete a complexidade do sistema e a necessidade de integração e articulação intersectorial e interinstitucional das ações relativas ao manejo dos resíduos sólidos: (1) Secretaria Municipal de Obras e Serviços Públicos: responsável pela coleta regular e seletiva de resíduos sólidos; (2) Sec. Mun. de Meio Ambiente: responsável pela varrição, poda, capina, fiscalização dos serviços de coleta de resíduos e monitoramento do aterro desativado; (3) Sec. Mun. de Saúde: responsável pelo acondicionamento dos resíduos de saúde até serem coletados, bem como pela fiscalização do serviço de coleta e disposição final; e (4) Secretaria Municipal de Planejamento Urbano e Habitação: responsável pelo acompanhamento dos catadores informais de resíduos sólidos no município, por meio de cadastro. Embora não haja dados sobre a geração de resíduos sólidos no município de Viamão, são utilizados como dados oficiais de geração de resíduos as informações relativas à coleta. Por meio do gráfico da Figura 1, são apresentados os montantes de resíduos sólidos coletados mensalmente, de 2012 a 2015, provenientes das áreas urbanas e rurais do município.

**Figura 1.** Gráfico: resíduos sólidos domiciliares coletados mensalmente, de 2012 a 2015, nas áreas urbanas e rurais de Viamão

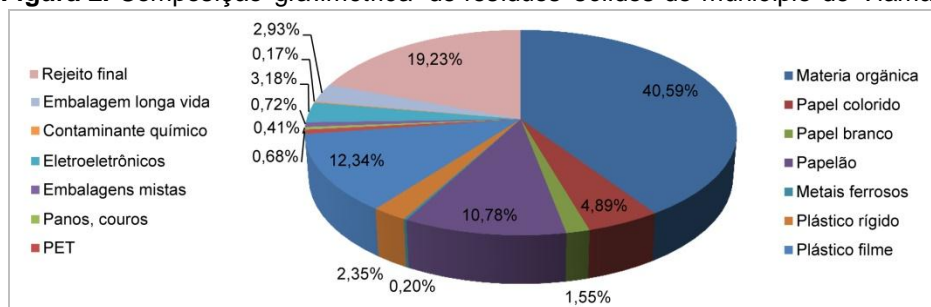


Fonte: elaborado por Ribeiro (2015) a partir de dados de Ávila (2015) e Viamão (2014).

Em 2010, dados do Censo Demográfico (IBGE, 2011a) apontavam que a coleta de resíduos sólidos era quase universalizada em Viamão, atingindo 98,33% dos 74.219 domicílios àquela época; do restante dos domicílios, em 785 propriedades os resíduos eram queimados, em 178, enterrados, em 103, lançados em rio ou terrenos e em 201, os resíduos tinham outro destino. Dados do levantamento de 2014 do Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento – SNIS (MCIDADES/SNSA, 2016) revelam que 100% da população urbana (251.033 habitantes) eram atendidos pelo serviço de coleta porta-a-porta sem uso de caçambas, sendo que o atendimento era diário para 7% desta população, de 2 a 3 vezes por semana para 75%, e 1 vez por semana para os restantes 8% da população urbana. Com relação aos resíduos sólidos domiciliares, sua composição é majoritariamente de plásticos (15,27%), seguidos de matéria orgânica (40,59%). O gráfico da Figura 2 apresenta a composição gravimétrica de resíduos sólidos do município de Viamão.

A disposição final dos resíduos sólidos coletados no município de Viamão era realizada, até agosto de 2015, no aterro controlado “Centro de Processamento de Resíduos de Passo do Morrinho”. O aterro localiza-se em uma antiga área de lixão que foi remediada em agosto de 2013 e operava sem licença de operação. O aterro recebia resíduos da coleta convencional do município; os resíduos eram aterrados e o solo (que é argiloso) não possui impermeabilização; havia drenos para queima de gases, recirculação do líquido percolado gerado e cobertura periódica com argila. A área era utilizada para disposição final de resíduos sólidos há aproximadamente 20 anos e encontrava-se próxima da capacidade máxima de disposição (VIAMÃO, 2014). Em 2013, o aterro recebeu 44.865 toneladas de resíduos advindos da coleta domiciliar e da limpeza pública urbana (MCIDADES/SNSA, 2016) (cerca de 0,5 kg/hab/dia). Com o encerramento das atividades em Agosto de 2015, os resíduos sólidos domiciliares e inertes continuam sendo levadas para o local, mas apenas para pesagem. Os resíduos são então conduzidos para o aterro sanitário de São Leopoldo. Ações para cobertura dos resíduos com argila e para canalização do chorume no Passo do Morrinho serão realizadas até a conclusão desta etapa, entretanto, a expectativa é de que equipes de monitoramento do chorume e do biogás do aterro desativado atuem até 2030 (RÁDIO GUAÍBA, 2015).

**Figura 2.** Composição gravimétrica de resíduos sólidos do município de Viamão



Fonte: Viamão (2014).

**Figura 3.** Fotos do aterro de Viamão: (a) com os resíduos a céu aberto, (b) com cobertura com terra argilosa e (c) vista posterior mostrando galpão de triagem e lagoa de chorume



Fotos cedidas por Jessé Sangalli, 2015.

Com relação à limpeza urbana, os serviços são compostos, principalmente, por varrição e limpeza de logradouros e vias públicas, pavimentados ou não, agrupando-se o conjunto de resíduos como areia, folhas, papéis, pontas de cigarro, e etc. A varrição em Viamão é realizada de modo manual por 21 funcionários (VIAMÃO, 2014). A coleta de resíduos sólidos domésticos e comerciais no município é organizada em 17 setores. A coleta de recicláveis é realizada na área central da cidade, em secretarias municipais, em escolas municipais e estaduais e em alguns estabelecimentos públicos (e.g., delegacias de polícia e unidades básicas de saúde). Em todas as escolas municipais há Pontos de Entrega Voluntária (PEV) para recolhimento de materiais recicláveis, onde os materiais recicláveis gerados pela comunidade podem ser entregues. Em locais pré-estabelecidos, há contêineres para acondicionamento dos resíduos recicláveis, porém, são pontos escassos e dispersos na cidade. A COOVIR (Cooperativa Viamonense de Catadores e Recicladores) realiza os serviços de coleta e transporte de resíduos recicláveis, inclusive o de recolhimento regular de todo material de tenha condições de reaproveitamento, separados e descartados pelos munícipes nos locais adequados. O serviço é executado em todos os pontos de coleta definidos no município com frequência de três vezes por semana nas avenidas e áreas centrais e de duas vezes por semana nos demais pontos. O resíduo sólido reciclável é conduzido à Unidade de Triagem e Reciclagem de Resíduos (UTR) – Núcleo Estalagem. Segundo a Associação de Recicladores de Viamão, são recebidas 1,2 a 1,5 t/dia de materiais recicláveis. Os resíduos triados conforme as categorias: papel, papelão, PET, vidro, alumínio, metais, ferrosos, plásticos, eletroeletrônicos, isopor e embalagens longa vida; também há recebimento e de óleo de cozinha. Mensalmente, 5 a 6 t/mês de rejeitos são encaminhados para o aterro controlado municipal (VIAMÃO, 2014).

## 5. ESTUDO DE CASO: BACIA MÃE D'ÁGUA

A bacia hidrográfica da Barragem Mãe D'Água localiza-se na divisa entre os municípios de Porto Alegre e Viamão, na Região Metropolitana de Porto Alegre (RMPA), Rio Grande do Sul (Figura 4a), sendo delimitada a partir do exutório definido como o vertedouro da barragem construída no Campus do Vale da Universidade Federal do Rio Grande do Sul. A bacia Mãe d'Água, composta por quatro arroios principais e totalizando uma área de 336,79 hectares, é uma das componentes da cabeceira do Arroio Dilúvio, importante curso d'água que se estende do município de Viamão para o de Porto Alegre, cortando-o no sentido leste-oeste e abrigando mais de 515 mil habitantes (IBGE, 2011a). Nos limites de Porto Alegre, estão compreendidos 83% da bacia do Dilúvio, sendo uma das

mais densamente constituídas na cidade: o eixo que margeia o Arroio Dilúvio em quase toda a sua extensão, a Av. Ipiranga, é uma das principais vias de fluxo na capital, possuindo importância regional no contexto da RMPA. A foz do Arroio Dilúvio está no Lago Guaíba, importante manancial vinculado ao centro de Porto Alegre e às faixas de ocupação mais antigas da cidade. Embora tenha seu curso praticamente inteiro dentro dos limites da cidade de Porto Alegre, o Arroio Dilúvio tem suas principais nascentes em Viamão, na região das represas Lomba do Sabão e Mãe d'Água.

**Figura 4.** (a) Localização da Bacia Mãe d'Água e (b) mapa temático de cobertura do solo

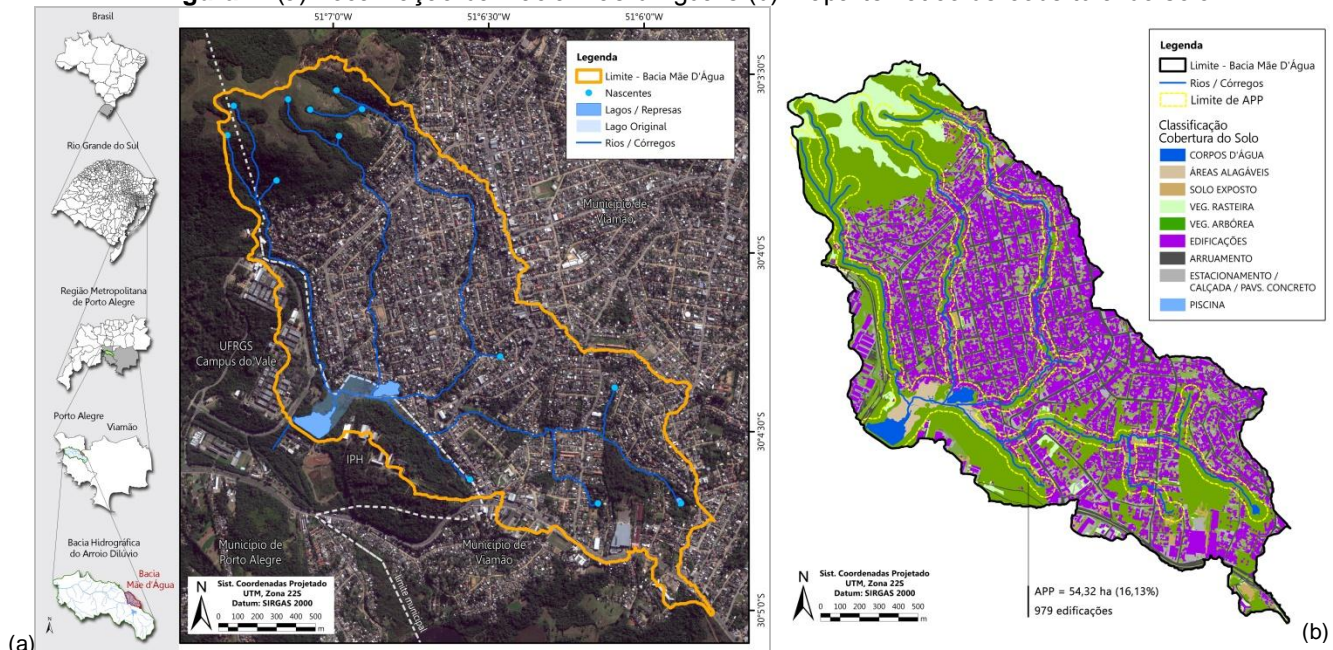


Imagem-base: WorldView-2, ID: 203001012CBBE700, adquirida em 22/06/2014; composição: R(5) G(3) B(2).

Classificação digital realizada sobre a imagem-base utilizando análise baseada em objetos (OBA). Fonte: Ribeiro (2015).

Formada por quatro arroios, a bacia tem como exutório a barragem do Instituto de Pesquisas Hidráulicas (IPH) da UFRGS, construída em 1963, com os objetivos abastecer as pesquisas do IPH e da Faculdade de Agronomia e regularizar a vazão do arroio Mãe d'Água (RANGEL, 2005). Esses objetivos foram abandonados devido à degradação ambiental das águas da barragem, decorrente da supressão da vegetação de mata ciliar das áreas da bacia para construção de habitações e da contaminação das águas dos arroios que são receptores de esgoto domiciliar e resíduos sólidos produzidos nas áreas à montante. A água, o esgoto, os resíduos sólidos e os sedimentos drenados acabam no lago da barragem ou no Dilúvio, que recebe, anualmente, 50.000 m<sup>3</sup> de sedimentos – terra e lixo – necessitando de dragagem constante para evitar inundações. Na última limpeza da superfície de toda a extensão do Arroio Dilúvio, realizada entre setembro e outubro de 2015, o DMLU removeu mais de 65 toneladas de resíduos (BARROS, 2016). Desde março de 2016, uma Ecobarreira instalada (por uma empresa privada) na foz do Arroio Dilúvio, junto ao lago Guaíba, já capturou e removeu das águas 172 toneladas de resíduos, que foram então encaminhados ao aterro sanitário de Minas do Leão pelo DMLU (Departamento Municipal de Limpeza Urbana de Porto Alegre) (JORNAL DO COMÉRCIO, 2017).

As origens da ocupação antrópica na bacia remontam dos fins da década de 1950, quando ocorreu o primeiro loteamento dessas terras. A intervenção de maior amplitude nesta área refere-se, contudo, à construção da barragem Mãe d'Água, alterando a rede de drenagem original e modificando seu regime hídrico. Posteriormente, o aumento populacional, por meio do intenso processo migratório para a Região Metropolitana de Porto Alegre, nas décadas de 1970 e 1980, provocou uma aceleração no processo de urbanização em toda a grande Porto Alegre, bem como na área de estudo (LOSS; KNIJNIK, 1994). A implantação de novos loteamentos, muitos de forma irregular e sem planejamento, resultaram no atual Complexo Vila Santa Isabel. Este processo de urbanização modificou o quadro morfológico original, alterando a dinâmica existente e inserindo outras características ou ritmos ao ambiente (FUJIMOTO, 2002).

A evolução da ocupação relacionada ao aumento populacional e às diferentes formas de intervenção na bacia hidrográfica proporcionou uma transformação das suas características ao longo dos anos. Em 1966, a bacia Mãe d'Água apresentava apenas 2,5% de sua área urbanizada (ALVES, 2000); taxa que evoluiu para 21% em 1972 (HUFFNER, 2013), 29,3% em 1982, 43% em 1990 (RANGEL, 2005) e atuais 57,51% em 2014, sendo que 14,8% da bacia correspondem a áreas não ocupadas do morro Santana (RIBEIRO, 2015) (vide Figura 4b). As Áreas de Preservação Permanente na bacia Mãe d'Água, ao longo de cursos d'água e nascentes, representam 16,13% de sua área total (54,32 ha) e nestas áreas, contabilizam-se quase 1000 edificações (RIBEIRO, 2015). Atualmente, a ocupação urbana da Bacia Mãe d'Água é formada por 5.736 domicílios recenseados, sendo 5.586 particulares permanentes (DPP), distribuídos no território da bacia na taxa de 32,16 domicílios por hectare (ha). Com uma população de 17.289 moradores, a densidade demográfica é de 98,88 habitantes/ha, sendo que, em média, residem 3,07 pessoas em cada DPP. A renda média mensal *per capita* é R\$ 595,00. Dos 17.289 habitantes da área da bacia Mãe d'Água, estima-se que cerca de 0,4% esteja abaixo da linha de pobreza (vivendo com menos de R\$ 70 mensais *per capita*) e cerca de 24,5% da população recebem até 1 salário mínimo mensal (*per capita*) (IBGE, 2011a). A distribuição espacial da renda média *per capita* evidencia os bolsões de maior pobreza junto às áreas ambientalmente frágeis.

\*O valor do salário mínimo refere-se ao da data da coleta do Censo Demográfico 2010, de R\$ 510,00.

Com relação à infraestrutura básica de saneamento, os dados do Censo Demográfico 2010 (IBGE, 2011a) permitem identificar que:

- 77 DPPs (1,4%) não possuem acesso à rede oficial de abastecimento de água;
- 1.238 DPPs (21,8%) não possuem ligação na rede oficial de energia elétrica, com medidores individuais oficiais;
- 2.624 DPPs (46,2%) não estão conectados à rede de esgotamento sanitário (o que não significa que os demais 53,8% tenham seu esgoto tratado);
- 158 DPPs (2,8%) não são atendidos por serviço de coleta de resíduos sólidos.

Além dos dados dos próprios domicílios recenseados, o Censo Demográfico do IBGE traz informações sobre o entorno dos domicílios. Na área de estudo, 53,3% dos DPPs relatam haver esgoto correndo a céu aberto no entorno; 3,8% dos DPPs relatam existir lançamento de resíduos sólidos nos logradouros do entorno (IBGE, 2011a).

Neste ponto, é importante enfatizar que, embora os dados do Censo Demográfico de 2010 sejam os mais detalhados e atuais para estudos envolvendo aspectos socioeconômicos e demográficos, tais dados pecam ao representar a realidade de áreas de ocupação precária. Conjuntos de domicílios que obedecem a critérios estipulados pelo IBGE podem ser classificados como aglomerados subnormais, entretanto, observa-se que na bacia Mãe d'Água existem menos áreas classificadas como tais aglomerados em vista dos bolsões de ocupações irregulares e precárias existentes. Ribeiro (2015) realizou classificação de uso e cobertura do solo da Bacia Mãe d'Água utilizando dados orbitais de altíssima resolução espacial (0,5 m) e empregando metodologia de análise de imagens baseada em objeto. O resultado inclui no cômputo dos domicílios cerca de 700 unidades. Para estimação dos estabelecimentos comerciais, foram utilizados dados de localização dos estabelecimentos não residenciais (i.e., comerciais, de serviços, institucionais, etc.) existentes na área de estudo, disponibilizados pelo Cadastro Nacional de Endereços para Fins Estatísticos – CNEFE (IBGE, 2011b); os dados relativos à número de funcionários nos estabelecimentos varejistas provêm da RAIS – Relação Anual de Informações Sociais, referentes ao ano de 2014 (MTE, 2015); por fim, as informações relativas ao número de matrículas e período de permanência dos alunos nas instituições de ensino foram obtidas INEP – Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira, ano de 2014 (INEP, 2016).

## 6. RESULTADOS E DISCUSSÃO: GERAÇÃO E COLETA DE RESÍDUOS SÓLIDOS

Diante dos vieses contidos nos dados socioeconômicos disponíveis, é preciso cautela na análise dos dados de geração e coleta de resíduos sólidos de forma mais detalhada. Dados oficiais e levantamentos *in situ* mostram que a coleta de resíduos sólidos não é realizada de maneira

abrangente ao longo da bacia Mãe d'Água. Por exemplo, muitos moradores relatam entregar resíduos recicláveis diretamente para catadores que passam por suas residências e que, muitas vezes, moram na região. De um universo de 354 entrevistas realizadas em campo, Maia (2015) registrou que 54% domicílios exercem tal prática. A existência de muitos domicílios onde se realiza a separação dos resíduos recicláveis para posterior venda reflete diretamente no ambiente natural, pois tais domicílios localizam-se justamente junto a cursos d'água (ocupações irregulares), onde lançam os itens que não possuem valor no mercado da reciclagem. Desta forma, preliminarmente, partiu-se dos dados oficiais de Viamão de geração de 0,5 kg de resíduos sólidos *per capita* diariamente como dado inicial para estimação do montante de resíduos sólidos na bacia Mãe d'Água. Ao valor de resíduos sólidos gerados nas residências, somou-se o montante de resíduos sólidos gerados em estabelecimentos comerciais pelos usuários e funcionários de tais estabelecimentos, sem levar em conta, entretanto, resíduos que não são contemplados pelo serviço de coleta urbana convencional (e.g., resíduos de saúde, construção civil etc.). O Quadro 1 apresenta os valores adotados na geração individual de resíduos sólidos para os estabelecimentos comerciais da área de estudo.

**Quadro 1.** Estimadores adotados para geração de resíduos sólidos em estabelecimentos comerciais

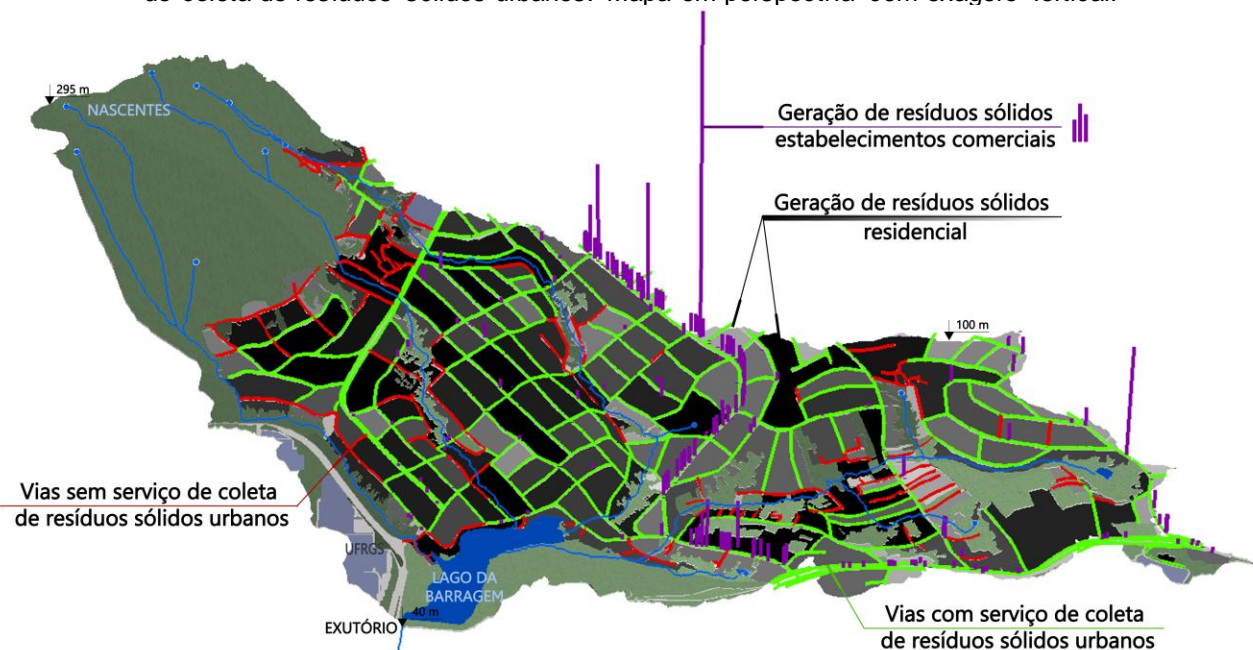
| Tipo de estabelecimento                |                          | kg x dia                             | Caracterização   |
|--|--------------------------|--------------------------------------|--|
| Bares                                  |                          | 5,714 x func.                        | Todo resíduo do estabelecimento (clientes, funcionários, embalagens, etc)                    |
| Restaurantes                           |                          | 4,883 x func.                        |  |
| Estabelecimentos comerciais de varejo  | Peq. porte (i.e., lojas) | 5,425 x func.                        |  |
|  | Supermercado             | 2,350 x func.                        |  |
|  | Mercado                  | 2,233 x func.                        |  |
|  | Minimercado              | 2,115 x func.                        |  |
| Instituições de ensino                 |                          | 0,211 x func.<br>+ 0,278 x matrícula | Somente resíduo produzido no dia a dia pelos funcionários que trabalham nos estabelecimentos |
| Serviços                               |                          | 0,211 x func.                        |  |
| Religião (i.e., templos, centros, etc) |                          | 0,211 x func.                        |  |

Fonte: elaborado por Ribeiro (n.p.) a partir de Purcell e Magette (2009), Pinheiro et al. (2011) e Costa e Martins (2014).

A Figura 5 ilustra os resultados da análise da geração e coleta de resíduos sólidos urbanos (RSU) na Bacia Mãe d'Água. As ruas com maior presença de comércio são as que mais produzem RSU (em roxo), seguidas pelas áreas junto aos córregos (em preto e cinza escuro); coincidentemente, essas ruas mais estreitas e irregulares não são atendidas pelo serviço de coleta de RSU, bem como as ruas à montante na bacia, inclusive na região de nascentes (ruas em vermelho).

O serviço de coleta de RSU, nos meses avaliados (outubro/2014 a junho/2015), recolheu o valor médio de 14,21 toneladas de resíduos diariamente (cerca de 12% do total recolhido nas áreas urbanas do município). Estimando-se a geração de resíduos sólidos residenciais e comerciais conforme metodologia proposta neste trabalho, chegou-se ao valor de 1,4 toneladas geradas diariamente *além* do coletado. Este resultado, ainda tímido, reflete em certo grau a realidade observada nos trabalhos de campo realizados regularmente de 2013 a 2017: há resíduos sólidos lançados irregularmente por toda área (i.e., nos logradouros, terrenos baldios, corpos d'água). Na Figura 6, apresentam-se fotos tomadas na área de estudo que evidenciam a situação de degradação ambiental devido à disposição irregular de resíduos sólidos.

**Figura 5.** Geração de resíduos sólidos urbanos (RSU) na Bacia Mãe d'Água x áreas atendidas pelo serviço de coleta de resíduos sólidos urbanos. Mapa em perspectiva com exagero vertical.



**Figura 6.** Fotos de disposição inadequada de resíduos sólidos em locais impróprios para este fim



Fonte: Arquivo pessoal – fotos tomadas na área de estudo (junho a outubro/2014).

O “aterro” de áreas inundáveis às margens dos arroios com resíduos sólidos de diversas origens é prática comum dos moradores que ocupam tais áreas, e que buscam “criar mais terreno” para quintal ou futuras construções, conforme declarado por diversos moradores nas visitas a campo. Esta disposição de resíduos, além de propiciar ambiente favorável à proliferação de vetores transmissores de doenças infecciosas e de microrganismos patogênicos, demanda especial atenção quanto à contaminação de água e solo, sendo necessária investigação confirmatória (Resolução CONAMA 420/2009), e de eventual implantação de projeto de remediação para regeneração de tais áreas. Como suporte às afirmações aqui feitas com base em *estimativas* – e não em números absolutos, podem-se elencar as principais situações problemáticas da Bacia Mãe d'Água, observadas por meio de diagnósticos e estudos em campo a saber:

- a) Ausência de um planejamento urbano que determina as zonas prioritárias para ordenamento ocupação do solo, com a função de compatibilizar as características da região, como os riscos e vulnerabilidades ambientais (e.g., suscetibilidade à inundação, erosão dos solos), Áreas de Preservação Permanente, e a distribuição espacial das atividades econômicas e/ou residenciais;



- b) Falta de instrução da população quanto à importância da conservação dos recursos naturais (recursos hídricos e solos) e saneamento básico no meio em que vivem, sobretudo acerca da destinação adequada de seus esgotos sanitários e resíduos sólidos;
- c) Falta de planejamento político integrado entre os municípios de Porto Alegre e Viamão; bem como ineficiência na fiscalização das leis ambientais e urbanísticas existentes;
- d) Ausência de infraestrutura para coleta e destinação adequada de resíduos líquidos e sólidos, cujo destino final acaba sendo os corpos d'água e o solo, comprometendo de forma progressiva a qualidade dos mesmos, bem como a manutenção dos ecossistemas ali presentes e a oferta hídrica local e de toda bacia à jusante;
- e) Inobservância da interligação de todas as legislações envolvidas, considerando-se que no meio ambiente todos os aspectos são justapostos (solo, água, ar, biota), porém as legislações que regem estes aspectos são dissolvidas, principalmente no âmbito administrativo;
- f) Ocorrência de leis que não consideram as peculiaridades das zonas urbanas, ou seja, que as trata indistintamente com as zonas rurais, o que é uma forma desarrazoada de administrar as áreas urbanas.

Acredita-se que a raiz de tais problemas está, principalmente, na fuga de responsabilidades pelas partes envolvidas ao não cumprirem a legislação pertinente aos seus territórios. Além disso, há também que se considerar as condições deficitárias de infraestrutura desde a época de implantação dos primeiros loteamentos, pois, apesar da implantação de alguns serviços ao longo dos anos, a infraestrutura de saneamento ainda continua existindo precariamente. Há que se enfatizar que a construção de redes de infraestrutura em áreas urbanas em consolidação é mais onerosa do que em loteamentos ainda não ocupados, além de que, muitas vezes, a população estabelecida nesses locais não pode arcar nem parcialmente com os custos de tais obras. Entre as deficiências nesta bacia destacam-se o sistema de drenagem pluvial e de esgotamento sanitário inexistentes. Neste caso, o ônus recai não apenas sobre a população residente daquele local, mas também sobre toda a região à jusante da área loteada, pois quando dos eventos de precipitação, na primeira carga de lavagem, uma grande quantidade de sedimentos e resíduos sólidos é carregada pelas águas, e se depositam no fundo e margens dos arroios e lagos, como se observa no lago da barragem Mãe d'Água no IPH/UFRGS, ao longo do Arroio Dilúvio e até no Lago Guaíba.

## 7. CONCLUSÃO

O presente estudo, que faz parte de uma pesquisa mais ampla de modelagem de RSU, faz alerta para o alto potencial poluidor do ambiente que têm os resíduos sólidos quando dispostos de modo inadequado, especialmente em se tratando de áreas ambientalmente frágeis. Buscando contextualizar a área de estudo – a bacia hidrográfica da barragem Mãe d'Água – apresentaram-se aspectos da gestão de RSU do município de Viamão, além de características ambientais e da ocupação e evolução urbana da bacia em questão.

Os resultados obtidos permitem concluir que: 1) a estimativa de geração de RSU oficial do município (=0,5 kg/hab/dia) não reflete a real geração de resíduos sólidos da área de estudo; 2) embora grande parte da área estudada seja atendida por serviço de coleta de RSU, a população não está encaminhando corretamente seus resíduos, o que evidencia falta de instrução e conscientização ambiental; 3) o serviço de coleta de RSU não está atingindo a *quase totalidade* dos domicílios urbanos conforme reportado, de forma oficial pelo município, ao Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento – SNIS (MCIDADES /SNSA, 2016). Esta comunidade possui poucos recursos econômicos e pouca educação. Ainda que haja atualmente iniciativa do poder público em termos de melhoria da infraestrutura de saneamento básico, faz-se urgente conscientizar a população quanto à importância dos recursos naturais à sua volta, e capacitá-la para sua recuperação e conservação.

## AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à CAPES – Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior pelo apoio financeiro à execução deste trabalho sob forma de bolsa de doutorado.

## REFERÊNCIAS

ALVES, I. C. Perspectiva sócio-ambiental na Vila Santa Isabel, Viamão - RS: estudo de caso. In: SUERTEGARAY, D. M. A.; BASSO, L. A.; VERDUM, R. (orgs.). Ambiente e lugar no urbano: a Grande Porto Alegre. Porto Alegre, RS: Editora da UFRGS, 2000. p. 135-159. ISBN: 85-7025-587-X.

ARMITAGE, N. The reduction of urban litter in the stormwater drains of South Africa. Urban Water Journal, v. 4, n. 3, 2007. p. 151-172. DOI: 10.1080/15730620701464117.

ÁVILA, L. B. Relatório da geração de resíduos em Viamão/RS. 23 de julho de 2015. Prefeitura Municipal de Viamão (PMV). Secretaria Municipal de Meio Ambiente (SMMA). Viamão, RS: PMV/SMMA, 2015. 5 p.

BARROS, B. Arroio Dilúvio ganhará barreira ecológica para tratar resíduos. 26/01/2016. Disponível em: <[http://www2.portoalegre.rs.gov.br/portal\\_pmpa\\_novo/default.php?p\\_noticia=184132&arroio+diluvio+ganhara+barreira+ecologica+para+tratar+residuos](http://www2.portoalegre.rs.gov.br/portal_pmpa_novo/default.php?p_noticia=184132&arroio+diluvio+ganhara+barreira+ecologica+para+tratar+residuos)>. Acesso: 7 abril 2016.

DIEZ, E.; MORRISON, J.; PONS-VIGUÉS, M.; BORREL, C.; CORMAN, D.; BURSTRÖM, B.; DOMINGUEZ-BERJÓN, F.; GANDARILLAS, A.; HOFFMANN, R.; SANTANA, P.; CAMPRUBÍ, L. Municipal interventions against inequalities in health: the view of their managers. Scandinavian Journal of Public Health, v. 42, n. 6, 2014. p. 476-487. DOI: 10.1177/1403494814529850.

FUJIMOTO, N. S. V. M. Implicações ambientais na área metropolitana de Porto Alegre – RS: Um estudo geográfico com ênfase na geomorfologia urbana. GEOUSP – Espaço e Tempo, n. 12, 2002. p. 141-177.

HÜFFNER, A. N. Otimização para controle de alagamentos urbanos: aplicação na bacia hidrográfica da vila Santa Isabel em Viamão, RS. Porto Alegre, 2013. 82 p. Dissertação (Mestrado). UFRGS.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Censo Demográfico 2010: Resultados do Universo Agregados por Setor Censitário. Rio de Janeiro: IBGE, 2011a. Revisão 22/02/2013. Disponível em: <[http://downloads.ibge.gov.br/downloads\\_estatisticas.htm](http://downloads.ibge.gov.br/downloads_estatisticas.htm)>. Acesso: 25 abril 2013.

\_\_\_\_\_. Censo Demográfico 2010: Cadastro Nacional de Endereços para Fins Estatísticos. Rio de Janeiro: IBGE, 2011b. Disponível em: <[http://downloads.ibge.gov.br/downloads\\_estatisticas.htm](http://downloads.ibge.gov.br/downloads_estatisticas.htm)>. Acesso: 25 abril 2013.

INEP – INSTITUTO NACIONAL DE ESTUDOS E PESQUISAS EDUCACIONAIS ANÍSIO TEIXEIRA. DataEscola Brasil. 2014. Disponível em: <<http://www.dataescolabrasil.inep.gov.br/>>.

JORNAL DO COMÉRCIO. Em um ano, Eco-barreira retira 172 toneladas de lixo do Dilúvio. Disponível em: <[http://jcrs.uol.com.br/\\_conteudo/2017/03/geral/554986-em-um-ano-ecobarreira-retira-172-toneladas-de-lixo-do-diluvio.html](http://jcrs.uol.com.br/_conteudo/2017/03/geral/554986-em-um-ano-ecobarreira-retira-172-toneladas-de-lixo-do-diluvio.html)>. Acesso: 3 abril 2017.

LOSS, J. E.; KNIJNIK, R. Aspectos preliminares: os paradigmas para o ano 2000, as premissas utilizadas e a evolução urbana de Porto Alegre. In: KNIJNIK, R. (org.). Energia e Meio Ambiente em Porto Alegre: bases para o desenvolvimento. Porto Alegre, RS: DMAE, 1994. p. 1-32.

MAIA, J. A. A influência do Campus do Vale da UFRGS na urbanização do seu entorno a partir da perspectiva dos moradores do bairro Santa Isabel, Viamão. Porto Alegre. 223 p., 2015. Dissertação. UFRGS.

MARICATO, E. T. M. Conhecer para resolver a cidade ilegal. In: CASTRIOTA, L. B. (org.) Urbanização Brasileira: Redescobertas. Belo Horizonte, MG: Editora Arte, 2003. 303 p. ISBN: 9788587073624. p. 78-96.

MINISTÉRIO DAS CIDADES. SECRETARIA NACIONAL DE SANEAMENTO AMBIENTAL. Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento – SNIS. Banco de Dados – 2014. Brasília, DF: MCIDADES/SNSA, 2016.

MTE – MINISTÉRIO DO TRABALHO E EMPREGO. Relação Anual de Informações Sociais - RAIS 2014. Programa de Disseminação de Estatísticas do Trabalho (PDET). Porto Alegre, 2015.

RADIO GUAÍBA. Prefeitura de Viamão desativa o último lixão a céu aberto da Região Metropolitana. 22 de agosto de 2015. Disponível em: <<http://www.radioguaiba.com.br/noticia/prefeitura-de-viamao-desativa-amanha-o-ultimo-lixao-a-ceu-aberto-da-regiao-metropolitana/>>. Acesso: 27 setembro 2015.

RANGEL, M. L. A Influência da urbanização na qualidade da água da barragem Mãe D'Água - Porto Alegre - RS. Porto Alegre, 93 p., 2002. Monografia (Graduação). UFRGS.

RIBEIRO, B. M. G. Modelagem Socioambiental de Resíduos Sólidos em Áreas Urbanas Degradadas: Aplicação na Bacia Mãe d'Água, Viamão, RS. Porto Alegre, 231 p., 2015. Projeto de Tese (Doutorado em Planejamento Urbano e Regional) Universidade Federal do Rio Grande do Sul – UFRGS.

VIAMÃO. Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos – PMGIRS. Rev. 09/2014. Viamão, RS: Prefeitura Municipal de Viamão / Ambiativa Consultoria Ambiental Ltda., 2014. 261 p.