

# GESTÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS E EFLUENTES DOMÉSTICOS NOS MUNICÍPIOS DA REGIÃO DO CARSTE LAGOA SANTA/MG

Manuela Corrêa Pereira<sup>1\*</sup>; Juliana Rosenburg Machado<sup>2</sup>; Leila Nunes Menegasse Velásquez<sup>3</sup>; Jarbas Lima Dias Sampaio<sup>4</sup>; Roberto Célio Valadão<sup>5</sup>; Isabella Brito Andrade<sup>6</sup>

## RESUMO

Paisagens cársticas ativas são reconhecidas por sua fragilidade ambiental frente às pressões humanas. O carste “Lagoa Santa”, localizado no vetor norte da Região Metropolitana de Belo Horizonte, é caracterizado por sua vulnerabilidade intrínseca, bem como pela intensificação das atividades humanas causada pela expansão urbana. Nesse contexto, este trabalho tem como objetivo avaliar a gestão dos resíduos sólidos e efluentes domésticos dos seguintes municípios: Lagoa Santa, Vespasiano, São José da Lapa, Confins, Pedro Leopoldo, Matozinhos, Funilândia e Prudente de Morais. Para alcançar o objetivo proposto, optou-se por seguir os seguintes passos metodológicos: (i) análise de documentos técnicos sobre Estações de Tratamento de Esgoto (ETEs) e aterros sanitários; (ii) obtenção de informações junto aos gestores ambientais e funcionários da COPASA; (iii) visitas técnicas às ETEs e aterros; e (iv) espacialização e avaliação das fontes de poluição (resíduos sólidos e efluentes domésticos) nos municípios e na rede hidrográfica da área de estudo. De modo geral, houve um avanço na gestão dos resíduos sólidos domésticos dos municípios em análise. Entretanto, a adesão dos domicílios às ETEs constitui, ainda, fator preocupante para conservação dos recursos hídricos subterrâneos da região.

Palavras-Chave: carste, resíduos sólidos domésticos, efluentes domésticos.

---

<sup>1</sup> Doutoranda em Geografia pela Universidade Federal de Minas Gerais – manuelacp1@gmail.com

<sup>2</sup> Graduanda em Geografia pela Universidade Federal de Minas Gerais - juhrm12@gmail.com

<sup>3</sup> Professora Adjunta do Departamento de Geologia da Universidade Federal de Minas Gerais - menegase@yahoo.com.br

<sup>4</sup> Professor Adjunto do Departamento de Geologia da Universidade Federal de Minas Gerais - jarbasdias@gmail.com

<sup>5</sup> Professor Titular do Departamento de Geografia da Universidade Federal de Minas Gerais - valadaobh@gmail.com

<sup>6</sup> Graduanda em Geologia pela Universidade Federal de Minas Gerais - isa.andrade25@gmail.com

\*Autora responsável pela submissão

## INTRODUÇÃO

As denominadas paisagens cársticas ativas<sup>7</sup> são caracterizadas por uma dualidade entre sua fragilidade natural e as pressões ocasionadas pelos diversos tipos de atividades humanas em superfície. Daly *et al.* (2002) atribui o conceito de vulnerabilidade intrínseca a esta fragilidade natural das paisagens cársticas, notadamente no que tange as águas subterrâneas do aquífero cárstico diante dos contaminantes gerados pelo homem. Desse modo, as características geológicas, hidrológicas, hidrogeológicas e geomorfológicas são fundamentais para determinarem esta vulnerabilidade, assim como a gestão das atividades humanas que influencia, de modo significativo, na dinâmica, portanto na vulnerabilidade desta paisagem.

Dentre as atividades humanas que impactam, de modo significativo, as paisagens cársticas, destaca-se a urbanização intensiva, que acarreta o adensamento populacional que, por sua vez, causa riscos a esta paisagem. Tolmachev & Leonenko (2011) sintetizam os quatro principais riscos derivados de atividades urbanas: (i) poluição intensiva de origem antrópica no ambiente subterrâneo; (ii) probabilidade de danos e destruições significativas; (iii) problemas relacionados à fundação e instalações subterrâneas; e (iv) excessiva captação de águas subterrâneas. O primeiro risco está diretamente associado à deterioração das águas subterrâneas, já que a intensificação da urbanização em paisagens cársticas acarreta aumento da produção de resíduos sólidos e efluentes domésticos, a qual comumente se agrava em razão da ausência ou inadequação de seu manejo.

Apesar das atividades urbanas/industriais acarretarem diversos riscos às paisagens cársticas, este trabalho tem como foco a gestão de resíduos sólidos e efluentes domésticos que estão diretamente associados ao risco de poluição intensiva de origem antrópica, apontado por Tolmachev & Leonenko (2011). Nesse contexto, a região cárstica do vetor norte de Região Metropolitana de Belo Horizonte (RMBH)<sup>8</sup> é palco desta investigação, tendo em vista que esta configura-se como uma paisagem vulnerável, seja por sua fragilidade natural, seja pela intensificação da expansão urbana nesta região. Desse modo, este trabalho tem como objetivo avaliar a gestão dos resíduos sólidos e efluentes domésticos dos municípios que compõem o “Carte Lagoa Santa”.

Para alcançar o objetivo proposto, optou-se por seguir os seguintes passos metodológicos: (i) análise de documentos técnicos sobre Estações de Tratamento de Esgoto (ETEs) e aterros sanitários; (ii) obtenção de informações junto aos gestores ambientais e funcionários da COPASA<sup>9</sup> dos municípios da área de estudo; (iii) visitas técnicas às ETEs e aterros; e (iv) espacialização e avaliação das fontes de poluição (resíduos sólidos e efluentes domésticos) nos municípios e na rede hidrográfica da área de estudo.

---

<sup>7</sup> Para este trabalho, uma paisagem cárstica ativa consiste numa paisagem onde feições exocársticas funcionam como áreas de recarga concentrada e juntamente com o solo (recarga difusa) são capazes de abastecer os condutos cársticos subterrâneos. À jusante desta bacia hidrogeológica, o fluxo subterrâneo surgirá em superfície através de feições denominadas surgências. Piló (1998) e Ford & Williams (2007) discorrem, de modo mais detalhado, sobre este sistema.

<sup>8</sup> Também reconhecido como “O carste Lagoa Santa”.

<sup>9</sup> Companhia de Saneamento de Minas Gerais

## ÁREA DE ESTUDO

A área de estudo abrange grande parte dos municípios do Vetor Norte da Região Metropolitana de Belo Horizonte (Lagoa Santa, Vespasiano, São José da Lapa, Confins<sup>10</sup>, Pedro Leopoldo e Matozinhos), inclusive os municípios de Prudente de Morais e Funilândia, que estão localizados no colar metropolitano de Belo Horizonte. Esta área pode ser acessada pelas rodovias estaduais MG10, MG424 e LMG800 (Figura 1). Além disso, a área de estudo localiza-se nas unidades territoriais denominadas sub-bacia do Ribeirão da Mata e na sub-bacia do Carste, ambas localizadas na Bacia do Rio das Velhas, que por sua vez, faz parte, da grande bacia do Rio São Francisco (CBH Rio das Velhas, 2014).

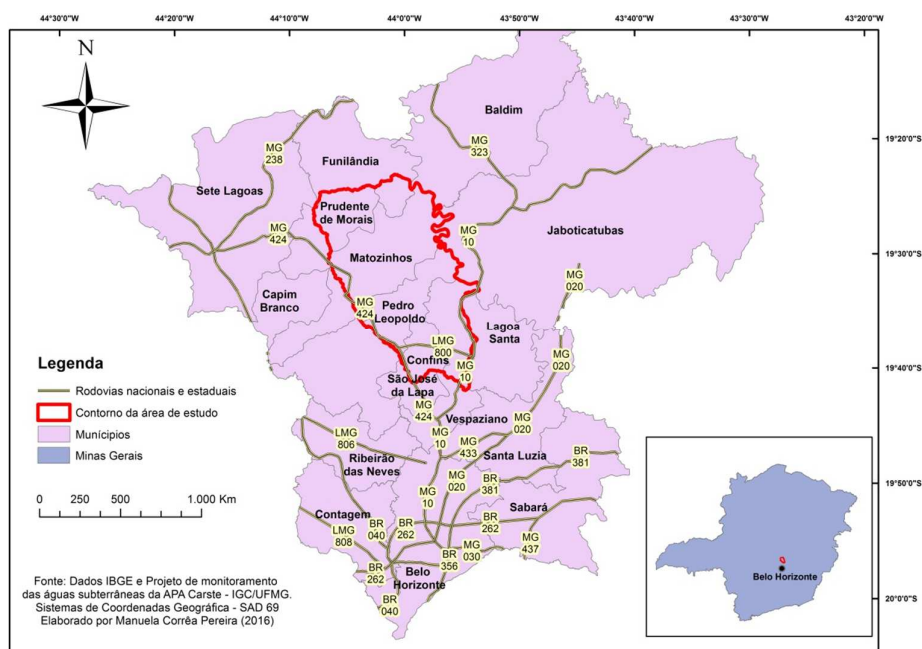
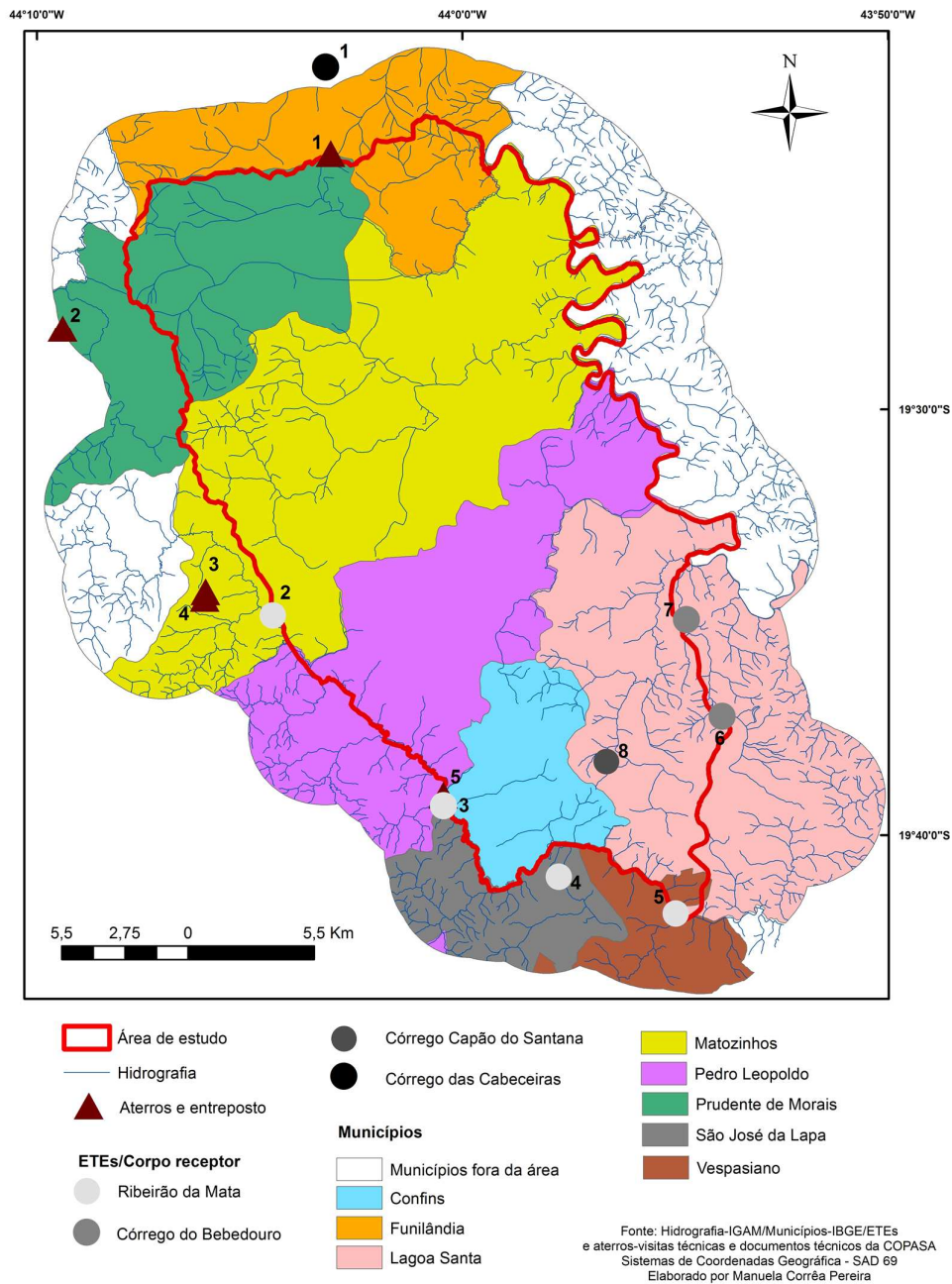


Figura 1: Localização da área de estudo.

## AVALIAÇÃO DAS FONTES DE POLUIÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

A Figura 2 espacializa os locais onde são destinados os resíduos sólidos e efluentes domésticos dos municípios, ou seja, potenciais fontes de poluição da área de estudo. Através do levantamento realizado, constatou-se que dos oito municípios investigados, apenas Funilândia e Prudente de Morais possuem aterro semi-controlado; os demais municípios destinam seus resíduos sólidos domésticos à central de tratamento de resíduos Macaúbas, localizada no município de Sabará.

<sup>10</sup> Este é o único município que está, inteiramente, localizado na área de estudo.



**Figura 2:** Localização das fontes de poluição da área de estudo.

Quanto às ETEs os municípios de Confins e Prudente de Morais destacam-se pela falta de tratamento dos efluentes domésticos<sup>11</sup>. Além disso, em todos os municípios, a adesão à rede de

<sup>11</sup> A ETE de Confins trata somente o esgoto gerado pelo Aeroporto Internacional Tancredo Neves. Já a ETE de Prudente de Morais, segundo COPASA (2010) *apud* FEAM (2010), encontra-se em péssimas condições de operação.

esgoto ainda é baixa, fator preocupante, sobretudo numa paisagem marcada pela fragilidade subterrânea do carste. A seguir, serão descritos, de modo sucinto, a realidade da gestão dos resíduos sólidos e efluentes domésticos de cada município.

### **Funilândia**

O aterro sanitário e a ETE deste município estão representados, respectivamente, pelo triângulo marrom e pelo círculo preto (nº 1 da Figura 2). O aterro sanitário é semi-controlado e localiza-se próximo à área mais vulnerável do carste. Já a ETE Funilândia localiza-se fora da área de influência do carste e está em funcionamento desde 2013. Segundo COPASA (2010) *apud* FEAM (2010), 38,52% do esgoto do município é coletado e 0% deste esgoto é tratado<sup>12</sup>.

### **Prudente de Moraes**

A Prefeitura de Prudente de Moraes é responsável pela gestão do aterro sanitário e pela UTC (Usina de Triagem e Compostagem) do município. Se por um lado o município é destaque pela UTC (triângulo nº 2 da Figura 2 e Figura 3), este ainda possui uma ETE que é ineficiente no tratamento de esgoto do município (FEAM, 2010). A ETE está fora da área de influência do carste e somente 14% do esgoto municipal é coletado e tratado (COPASA, 2010 *apud* FEAM, 2010).



**Figura 3:** UTC de Prudente de Moraes.

### **Matozinhos**

Na Figura 2 é possível observar a localização do aterro controlado (triângulo nº 3), do entreposto (triângulo nº 4) e da ETE (círculo nº 2) do município. O aterro e o entreposto estão localizados no mesmo lote. O primeiro é totalmente controlado, entretanto, está abandonado (Figura 4-A), já que a prefeitura também encaminha todo o lixo doméstico ao aterro de Macaúbas,

---

<sup>12</sup> Devem-se considerar os dados de tratamento desatualizados, já que os mesmos foram coletados em 2010 e a ETE entrou em operação em 2013.

localizado no município de Sabará. Já o entreposto, consiste num local onde o lixo é armazenado, temporariamente, até ser encaminhado ao aterro Macaúbas. Já a ETE do município é gerida pela COPASA desde o final da década de 90 (Figura 4-B). Além de tratar parte do esgoto do município de Capim Branco, 34,86% do esgoto de Matozinhos é coletado e 60,39% do esgoto coletado é de fato tratado pela ETE (COPASA, 2010 *apud* FEAM, 2010).



**Figura 4:** (A) Aterro controlado de Matozinhos que nunca foi utilizado e (B) Lagoas de estabilização da Estação de Tratamento de Esgoto do município de Matozinhos.

### **Pedro Leopoldo**

Os resíduos sólidos domésticos deste município também são encaminhados ao aterro de Macaúbas, localizado no município de Sabará. Entretanto, um pequeno aterro de inertes foi constatado através de visita técnica (triângulo n° 5 da Figura 2). Já a ETE de Pedro Leopoldo foi inaugurada recentemente em 2015 (círculo n° 3 da Figura 2). Até este ano, o esgoto do município era lançado, sobretudo, no Ribeirão da Mata, sem nenhum tipo de tratamento. Segundo COPASA (2010) *apud* FEAM (2010) 60,39% é coletado, entretanto, não há dados da porcentagem de tratamento deste esgoto.

### **Confins**

O município também encaminha seus resíduos sólidos domésticos ao aterro de Macaúbas-Sabará. Apesar do município possuir uma ETE (círculo n° 8 da Figura 2)<sup>13</sup>, esta é responsável por tratar apenas o esgoto gerado pelo Aeroporto Internacional Tancredo Neves, logo, o esgoto residencial de Confins é lançado em fossas, que muitas vezes não apresentam nenhum tipo de

<sup>13</sup> As coordenadas desta ETE foram obtidas no site da COPASA. Apesar desta estação estar localizada no município de Lagoa Santa, ela trata o esgoto que é produzido pelo Aeroporto Internacional Tancredo Neves, localizado no município de Confins.



tratamento. Tal fator é agravante, tendo em vista que o município está localizado no interior da área vulnerável do carste.

### **São José da Lapa**

O município também destina seus resíduos sólidos domésticos ao aterro de Macaúbas-Sabará. São José da Lapa possui duas ETEs (ETE São José da Lapa e ETE Inácia de Carvalho), mas apenas a ETE São José da Lapa está localizada na área de estudo. O município coleta 62,67% do seu esgoto, entretanto, não obteve-se a porcentagem de esgoto que é de fato tratada.

### **Vespasiano**

O aterro do município de Vespasiano foi desativado em 2015 e atualmente o lixo doméstico também é encaminhado ao aterro Macaúbas-Sabará. Segundo FEAM (2010), 66,18% dos seus esgotos são coletados e 70,84% são tratados em relação aos esgotos gerados. O município possui três ETEs (ETE Morro Alto, ETE Nova Pampulha e ETE Vespasiano), mas apenas a ETE Vespasiano está localizada na área de estudo (círculo nº 5 da Figura 2). Esta ETE tem como corpo receptor o Ribeirão da Mata.

### **Lagoa Santa**

Este município também não possui mais lixões ou aterros no seu interior e assim como a maioria dos municípios, encaminha seus resíduos sólidos domésticos ao aterro Macaúbas-Sabará. O município possui duas ETEs (ETE Lagoa Santa e ETE Vila Maria) que estão localizadas na área de estudo (círculo 6 e 7 da Figura 2). Estas possuem como corpo receptor o córrego Bebedouro. Apenas 35,01% do esgoto do município é coletado e apenas 8,06% deste esgoto é de fato tratado.

## **CONCLUSÕES**

Pode-se concluir que os resíduos sólidos domésticos dos oito municípios da área de estudo tem tido um destino mais adequado. Alt (2008) relata que o destino do lixo na região configurava-se como um grave problema, já que apenas Pedro Leopoldo e Lagoa Santa possuíam aterros controlados, já Matozinhos possuía um lixão a céu aberto localizado numa dolina (feição que é área de recarga concentrada do carste). Atualmente, este cenário mudou, já que todos os municípios destinam seu lixo doméstico ao aterro de Macaúbas/Sabará, exceto Funilândia e Prudente de Morais que possuem aterros semi-controlados.

O tratamento do esgoto domiciliar também teve uma sensível melhora ao longo dos anos. Recentemente, duas ETEs foram criadas nos municípios de Pedro Leopoldo em 2015 e no município de Funilândia em 2013. Até recentemente, estes municípios destinavam seus esgotos aos ribeirões e córregos da região sem nenhum tipo de tratamento. Apesar desta sensível melhora, ainda é preocupante a baixa adesão dos domicílios dos municípios às ETEs. Observa-se também a grande utilização de fossas rudimentares (sem nenhum tipo de tratamento), sobretudo na área rural destes municípios.

Com o constante aumento populacional dos municípios da área de estudo, se torna fundamental investir em políticas públicas que estimulem a adesão dos domicílios à coleta e

tratamento do esgoto doméstico. O tratamento destes efluentes é a maneira mais viável para conservar a qualidade dos recursos hídricos subterrâneos e superficiais do carste, sendo que estes últimos são responsáveis por abastecer grande parte dos municípios da área de estudo.

## AGRADECIMENTOS

Agradecemos à FAPEMIG (Fundação de Amparo à Pesquisa de Minas Gerais) pela concessão de bolsa de doutorado à autora deste trabalho; ao “Projeto de adequação e implantação de uma rede de monitoramento de águas subterrâneas em áreas com cavidades cársticas da Bacia do Rio São Francisco aplicado à área piloto da APA Carste de Lagoa Santa, Minas Gerais” por todo apoio financeiro; e aos funcionários da COPASA e das prefeituras dos municípios de Lagoa Santa, Vespasiano, São José da Lapa, Confins, Pedro Leopoldo, Matozinhos, Funilândia e Prudente de Moraes, que nos receberam gentilmente.

## REFERÊNCIAS

- ALT, L. R. (2008). **Eficiência sócio-ambiental da APA Carste de Lagoa Santa-MG: uma avaliação a partir de suas ferramentas de planejamento e gestão**. 243 f; Dissertação (Mestrado em Geografia) – Belo Horizonte, Universidade Federal de Minas Gerais
- CBH RIO DAS VELHAS. (2014). **Atualização do Plano Diretor de Recursos Hídricos da Bacia Horográfica do Rio das Velhas**. Relatório 02 B diagnóstico específico das UTEs tomo ii/iv. Execução: Ecoplan Engenharia e Skill Engenharia. Porto Alegre, 512p.
- DALY, D.; DASSARGUES, A.; DREW, D.; DUNNE, S.; GOLDSCHIEDER, N.; NEALE, S.; POPESCU, I. C.; ZWAHLEN F. (2002). Main concepts of the “European approach” to karst-groundwater vulnerability assessment and mapping. **Hidrogeology Journal**, 10: 340-345.
- FEAM (2010). **Plano para Incremento do Percentual de Tratamento de Esgotos Sanitários na Bacia do Rio das Velhas**. Belo Horizonte, 301 p.
- FORD, D.; WILLIAMS, P. (2007). **Karst Geomorphology and Hydrology**. London: Chapman and Hall.
- PILÓ, L.B. (1998) **Morfologia cárstica e materiais constituintes: Dinâmica e evolução da Depressão Poligonal Macacos-Baú - Carste de Lagoa Santa, Minas Gerais**. Tese de Doutorado, Departamento de Geografia da Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas da USP, São Paulo. 269p.
- TOLMACHEV, V. & LEONENKO, M. (2011) Experience in collapse risk assessment of building on covered karst landscapes in Russia. In van Beynen, P.E. (ed.) **Karst Management**, Springer, Dordrecht, 75-102.