



ASPECTOS SOCIOAMBIENTAIS E A PRESENÇA DE INSTRUMENTOS MUNICIPAIS DE PLANEJAMENTO NA BACIA HIDROGRÁFICA DOS RIOS SOROCABA E MÉDIO TIETÊ

Priscila Soraia da Conceição Ribeiro (*), Fabiano de Jesus Ribeiro, Naimara Vieira do Prado, Emília Wanda Rutkowski, Sonaly Cristina Rezende Borges de Lima

* Universidade Tecnológica Federal do Paraná e Universidade Federal de Minas Gerais, priscilas.utfpr@gmail.com.

RESUMO

Apesar dos avanços nas políticas de gestão de resíduos sólidos, é possível observar a dificuldade dos países do sul global para enfrentarem desafios específicos por importar modelos de gestão dos países do norte global. No contexto brasileiro, a Lei Federal nº 12.305/2010 trouxe avanços para o setor ao adotar o princípio da gestão integrada de resíduos sólidos, impondo esse desafio às municipalidades. O presente trabalho objetiva correlacionar aspectos demográficos e socioambientais municipais com a existência de planos de gestão de resíduos dos municípios que integram o Comitê de Bacia Hidrográfica dos Rios Sorocaba e Médio Tietê, Estado de São Paulo, Brasil. Dentre os 34 municípios, 21% deles não dispõem de planos de gestão integrada. Não foi possível verificar a presença de correlação entre os aspectos demográficos e socioambientais municipais e a existência de planos por meio do Teste de Correlação de Pearson, com nível de significância de 5%. A Análise de Componentes Principais indicou correlação entre presença de planos municipais com o Índice de Gestão de Resíduos e com o Indicador de Avaliação Ambiental. Sugere-se que em novos estudos os planos municipais sejam avaliados também pelo conteúdo.

PALAVRAS-CHAVE: Gestão Integrada, resíduos sólidos, plano municipal de resíduos.

ABSTRACT

Despite the progress in solid waste management policies, it is possible to remark difficulties for global south countries that, when tackling specific challenges, import management models from global north countries. In the Brazilian context, Federal Law No. 12.305 / 2010 brought advances to the sector by adopting the principle of integrated solid waste management, imposing this challenge on municipalities. This article aims to correlate demographic and socio-environmental aspects of municipalities with the existence of waste management plans in the municipalities that are part of the Sorocaba and Medio Tietê River Basin Committee, State of São Paulo, Brazil. Among the 34 municipalities, 21% of them do not have integrated management plans. It was not possible to verify the presence of a correlation between the demographic and socio-environmental aspects of the city and the existence of plans using Pearson's Correlation Test, with a significance level of 5%. The Principal Component Analysis indicated a correlation between the presence of municipal plans with the Waste Management Index and the Environmental Assessment Indicator. It is suggested that in new studies, municipal plans should also be evaluated for content.

KEY WORDS: Integrated management, solid waste, municipal waste plan.

INTRODUÇÃO

Os esforços que os governantes dos países do sul global fazem em conhecer tecnologias de gestão de resíduos dos países do norte global não se traduzem em uma efetiva redução do volume de resíduos mal geridos. Isso se dá, segundo Espinoza et al. (2011), por fatores como ausência de informações necessárias ao planejamento, legislações incipientes e a marcante presença de trabalhadores informais na gestão de resíduos.

No contexto brasileiro, até 2010, o arcabouço legal sobre alguns aspectos da gestão de resíduos sólidos estava disperso em documentos, por vezes conflitantes, nas três esferas de poder e nos três poderes da República (GODOY, 2013). Após duas décadas de negociação, em agosto de 2010, foi aprovada a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS, Lei nº 12.305/2010) (NASCIMENTO-NETO, 2013; CHAVES; SANTOS JR; ROCHA, 2014), regulamentada pelo Decreto nº 7.404 (BRASIL, 2010a). Segundo Teodósio; Dias e Santos (2016), o maior avanço trazido no conteúdo da PNRS foi a adoção do princípio gestão integrada baseado em legislações de países que se adiantaram na temática, estabelecendo modelos modernos e eficientes (GODOY, 2013), que devem ser sustentados por relações horizontais entre agentes governamentais, sociais e do mercado, redefinindo papéis e responsabilidades. Arretche (2001) aponta que quanto mais complexa for a política pública, maior a diversidade de interesses envolvidos dificultando a sua convergência.



Outro importante avanço da Lei Federal nº 12.305/2010 relaciona-se à exigência da elaboração de planos integrados de gestão de resíduos sólidos para as esferas federal, estadual e municipal e de gerenciamento para os entes privados, com definição das condições pelas quais os objetivos da PNRS devem ser alcançados no âmbito de cada ente federado. Para tanto, é estabelecido o conteúdo mínimo dos planos, que devem definir as condições para o alcance dos objetivos traçados, além da obrigatoriedade de assegurar ampla publicidade ao conteúdo, bem como o controle social em sua formulação, implementação e operacionalização (BRASIL, 2010b). Até 2017, apenas 45,2% dos municípios brasileiros possuíam plano de gestão integrada de resíduos sólidos (IBGE, 2018), sendo que muitos dos planos, ou não atendiam aos critérios mínimos estabelecidos pela PNRS, ou não apresentavam exequibilidade (OLIVEIRA; GALVÃO JUNIOR, 2016).

Neste contexto, o presente trabalho analisa como fatores demográficos, socioeconômicos e ambientais permitem ou restringem a construção de instrumentos de planejamento da gestão integrada de resíduos sólidos. A referida avaliação pode aportar subsídios à compreensão dos aspectos condicionantes da inépcia de uma parcela dos municípios no que concerne ao estabelecimento da gestão integrada de resíduos sólidos.

OBJETIVOS

Correlacionar aspectos demográficos e socioambientais municipais com a existência de planos de gestão de resíduos dos municípios integrantes do Comitê de Bacia Hidrográfica dos Rios Sorocaba e Médio Tietê, Estado de São Paulo, Brasil.

METODOLOGIA

Caracterização da área de estudo

O Estado de São Paulo é o mais populoso do Brasil, em 2018, contava com cerca de 20% da população brasileira, distribuída em uma área equivalente a 2,9% do território nacional (GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO, 2020). Em termos econômicos, é responsável por, aproximadamente, um terço da riqueza produzida no País, em 2018, o produto interno bruto per capita paulista foi estimado em R\$ 50.518 (GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO, 2020), e o IDHM, em 2010, era igual a 0,783 (PNUD, n.d.). A Política Estadual de Resíduos Sólidos de São Paulo (PERS/SP), anterior à PNRS, foi instituída pela Lei Estadual nº 12.300, de 16 de março de 2006, e regulamentada pelo Decreto Estadual nº 54.645, de 5 de agosto de 2009. Ela já considera os princípios de gestão integrada e compartilhada e os resíduos como bem econômico, gerador de trabalho e renda.

O primeiro Plano Estadual de Resíduos Sólidos do Estado de São Paulo foi lançado em 2014, com vigência por prazo indeterminado, horizonte de atuação de dez anos e revisões quadrienais previstas. Em 2020, foi lançada sua primeira revisão, com horizonte de atuação de vinte anos. O Plano Estadual lançado recorta o estado por regiões metropolitanas, aglomerações urbanas e unidades hidrográficas de gerenciamento de recursos hídricos (GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO, 2020). São Paulo está dividido em 22 unidades de gerenciamento de recursos hídricos (Figura 1).

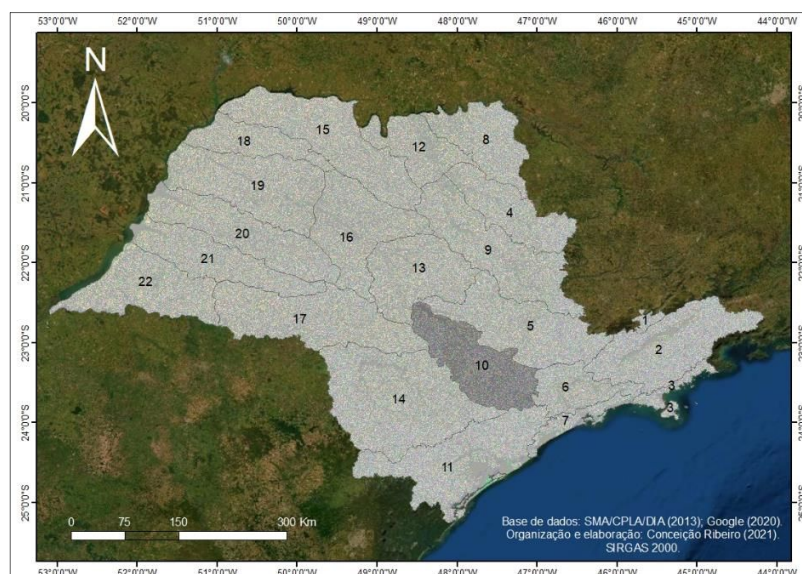


Figura 1 – Estado de São Paulo dividido em unidades de gerenciamento de recursos hídricos, com destaque para Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos Tietê/Sorocaba (UGRHI 10)



A Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos Tietê/Sorocaba (UGRHI 10) está localizada na região centro-sudeste do Estado constituída por 53 municípios, (CBHSMT, 2018). Em 1995, o Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio Sorocaba e Médio Tietê foi formado com 34 municípios (Figura 2), de atividades econômicas diversas e índices de desenvolvimento variados. 79% desses municípios possuem PMGIRS elaborados, sendo 81,5% destes planos completos.

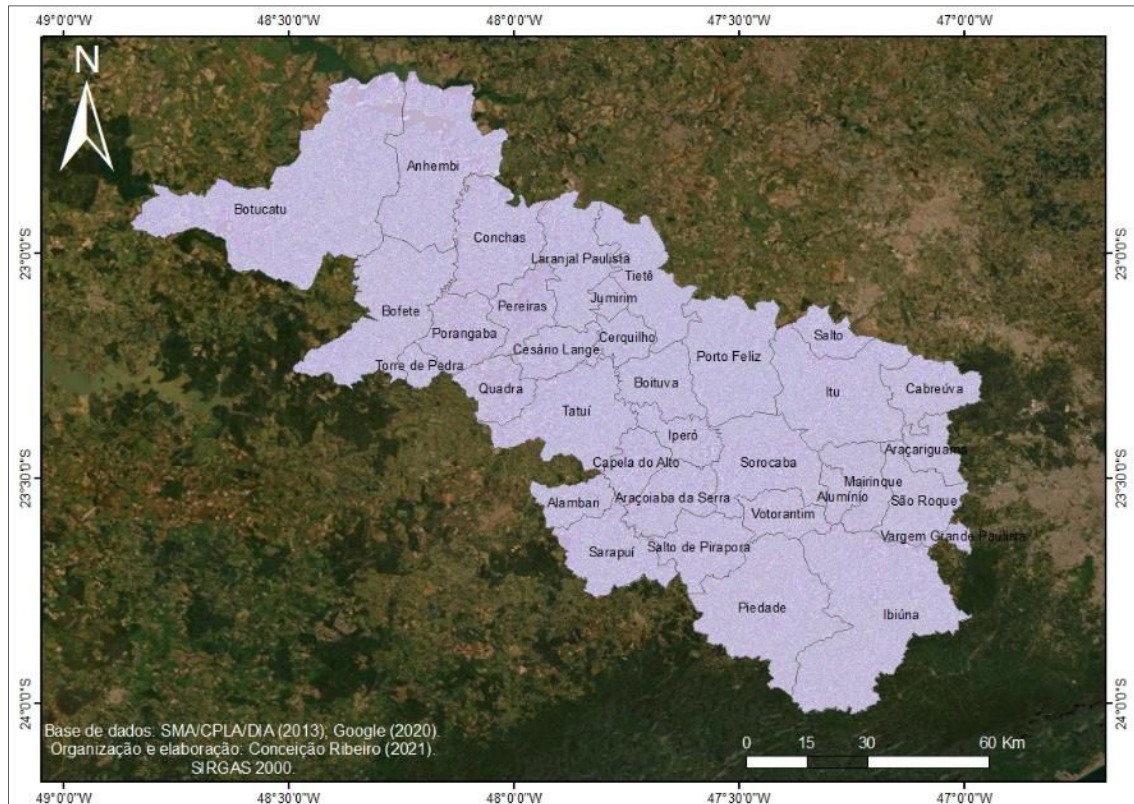


Figura 2 – Municípios que compõem o Comitê da Bacia Hidrográfica dos Rios Sorocaba e Médio Tietê

Análise de dados

Como ainda é insipiente a gestão integrada de resíduos no Estado de São Paulo, optou-se por identificar a correlação existente entre os aspectos demográficos e socioambientais municipais com a existência de planos municipais aprovados. Esses planos foram identificados a partir do Sistema Nacional de Informações em Saneamento e do Programa Município Verde Azul sob a responsabilidade da Secretaria de Infraestrutura e Meio Ambiente do Estado de São Paulo.

Os aspectos demográficos e socioambientais selecionados foram população estimada, densidade demográfica, grau de urbanização, produto interno bruto per capita, percentual da população ocupada, Índice de Desenvolvimento Humano Municipal (IDHm), Índice Paulista de Responsabilidade Social (IPRS); Índice de Qualidade de Aterro de Resíduos (IQR), Índice de Gestão de Resíduos (IGR) e Indicador de Avaliação Ambiental (IAA) (Quadro 1).

As informações obtidas foram especializadas pelo QGIS. Os testes estatísticos utilizados foram Teste de Correlação de Pearson e Análise de Componentes Principais (ACP). Para o Teste Pearson foram adotados níveis de significância de 5%, os dados se relacionam de maneira positiva ou negativa caso a correlação seja significativa (p -valor $< 0,05$). A ACP, técnica da estatística multivariada, permite observar, de forma geral, a interação de todas as variáveis em conjunto, com o máximo de informação em termos da variação total contida nos dados.



Quadro 1 - Aspecto demográfico e socioambiental, ano de referência e fonte

Aspecto	Ano de referência	Fonte
População estimada	2020	Fundação Sistema Estadual de Análise de Dados
Densidade demográfica	2020	Fundação Sistema Estadual de Análise de Dados
Grau de urbanização	2020	Fundação Sistema Estadual de Análise de Dados
Produto interno bruto per capita	2018	Fundação Sistema Estadual de Análise de Dados
Percentual da população ocupada	2018	Fundação Sistema Estadual de Análise de Dados
IDHm	2010	Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento
IPRS	2018	Fundação Sistema Estadual de Análise de Dados
IAA	2020	Secretaria de Infraestrutura e Meio Ambiente do Estado de São Paulo
IQR	2019	Companhia Ambiental do Estado de São Paulo
IGR	2019	Sistema Ambiental Paulista

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Sobre os aspectos socioeconômicos, a população total estimada para os municípios que compõem o Comitê, considerando o ano de 2020, era de 2.180.546 habitantes. Sobre o porte populacional dos municípios, apresenta grande variação (Figura 3), sendo Torre de Pedra o município com menor população, estimada, em 2020, em 2.320 habitantes, e Sorocaba, o maior entre eles, com uma população estimada de 658.547 habitantes para o mesmo ano (SEADE, 2021).

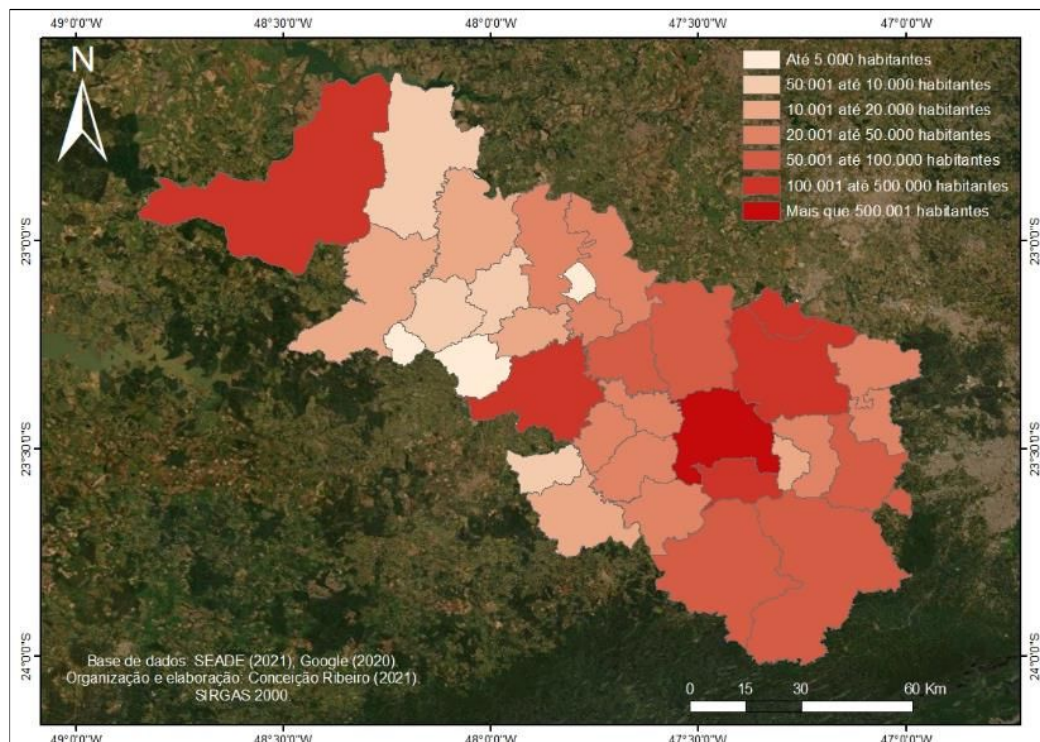


Figura 3 – Porte populacional dos municípios que compõem o CBHSMT (2020)

Quanto à distribuição espacial dessa população, há uma considerável variação das densidades demográficas entre os municípios. Anhembi é a localidade com o menor valor, apresentando um média de 9,06 habitantes/km², enquanto Sorocaba apresentava uma média de 1462,20 habitantes/km² no ano de 2020 (SEADE, 2021).

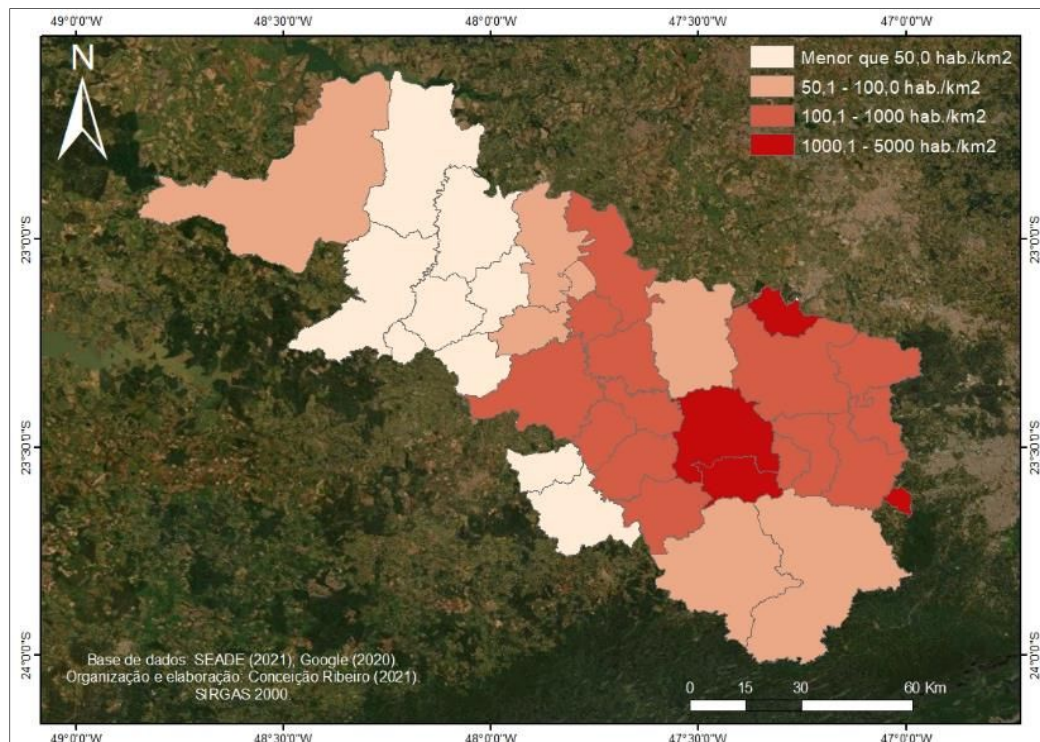


Figura 4 – Densidade demográfica dos municípios que compõem o CBHSMT (2020)

O grau de urbanização dos municípios também apresenta grande variação (Figura 5), sendo Quadra o município que apresenta menor percentual, 25,89%, e Araçariguama e Vargem Grande Paulista, os municípios que apresentavam, em 2020, 100% de urbanização (SEADE, 2021).

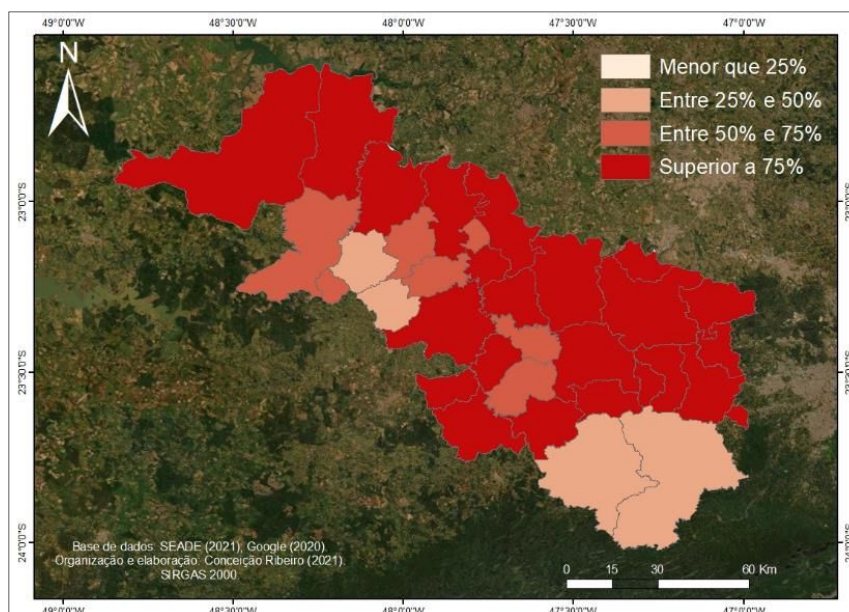


Figura 5 – Grau de urbanização dos municípios que compõem o Comitê da Bacia Hidrográfica dos Rios Sorocaba e Médio Tietê (2020)

O produto interno bruto per capita, em 2018, variou de R\$12.505,12, para o município de Torre de Pedra, a R\$ 149.668,66 para Araçariguama. Quanto ao percentual da população ocupada, para o mesmo ano, a diferença entre os municípios também é importante (Figura 6), sendo o menor observado em Torre de Pedra, com apenas 11,1%, e a maior porcentagem em Araçariguama, de 48,8% (PNUD, n.d.).

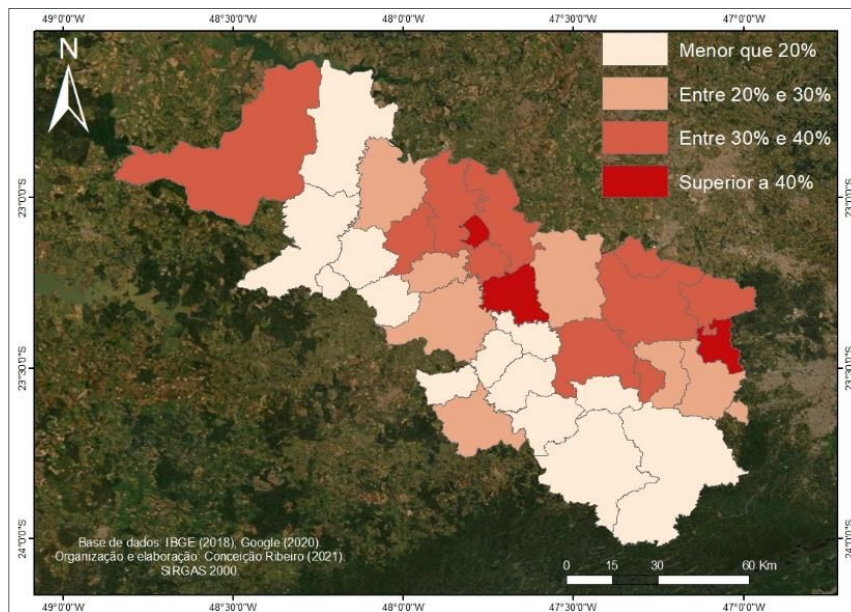


Figura 6 – Percentual de população ocupada (2018)

Tendo como referência o ano de 2010, o IDHM médio dos municípios que compõem a UGRHI 10 era igual a 0,741, classificado como médio ($0,5 \leq \text{IDHM} < 0,8$), ligeiramente inferior ao do Estado. Os municípios distribuíam-se entre a classe alta (Botucatu) e média (os demais municípios). Em termos das componentes do IDHM, todos os municípios foram enquadrados com IDHM - Longevidade alto ($\text{IDHM} \geq 0,8$), enquanto que para os IDHM – Renda e IDHM - Educação, todos os municípios da Bacia enquadraram-se como médio ($0,5 \leq \text{IDHM} < 0,8$) (PNUD, n.d.).

A heterogeneidade econômica e social entre os 34 municípios também pode ser identificada pela distribuição entre os grupos do índice paulista de responsabilidade social (Figura 7) que, em 2018, configurava sete municípios classificados como dinâmicos, sete desiguais, seis equitativos, 11 em transição e três vulneráveis (DataGeo, n.d.).

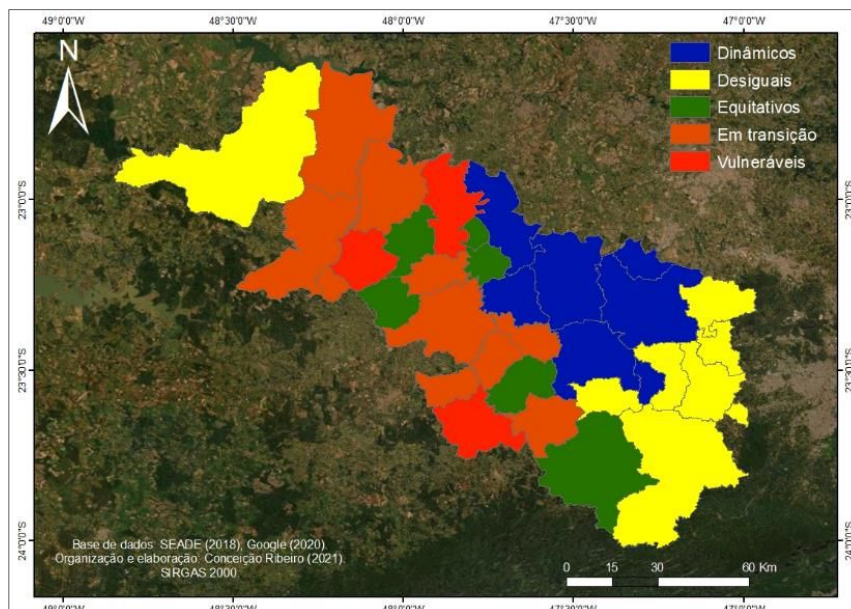


Figura 7 – Índice paulista em responsabilidade social em 2018

Ao caracterizar os municípios que compõem o Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio Sorocaba e Médio Tietê quanto aos indicadores de desempenho sobre a gestão de resíduos sólidos, é possível observar que, a respeito da destinação final dos resíduos sólidos, todos os municípios, em 2019, possuíam aterros sanitários adequados segundo do IQR (CETESB, 2019). Em relação ao índice de gestão de resíduos sólidos, no ano de 2019, os municípios se dividiram entre as três classes (Figura 8), sendo que Araçoiaba da Serra apresentou o pior valor para o índice, 3,46, enquanto o município de Botucatu



apresentou o melhor valor, 8,91. Cabe observar que os municípios Alambari, Alumínio, Anhemi, Cesário Lange, Conchas, Iperó, Jumirim, Laranjal Paulista, Pereiras, Porangaba, Salto de Pirapora, São Roque e Vargem Grande Paulista não disponibilizaram os dados necessários para o cálculo do IGR (DataGeo, n.d.).

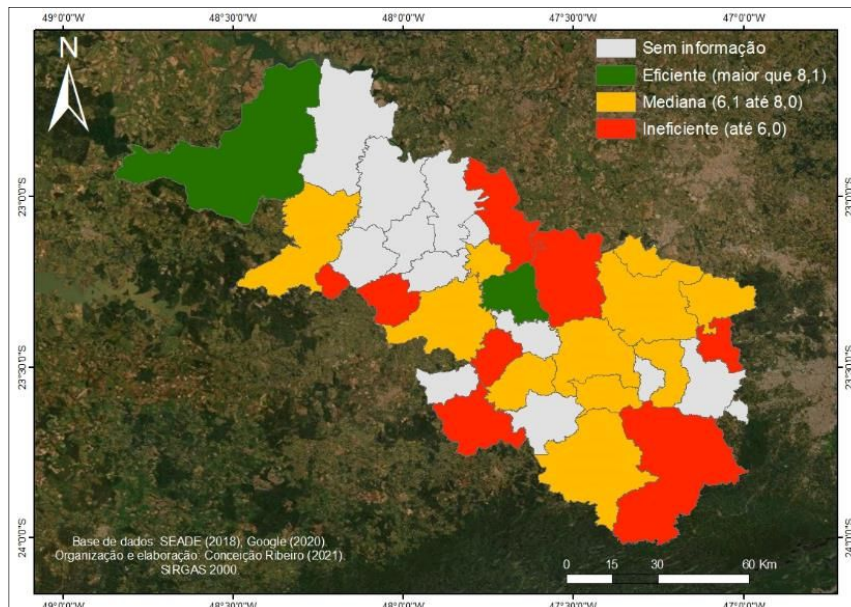


Figura 8 – Índice de gestão de resíduos 2019

Sobre a participação no Programa Município Verde Azul, no ano de 2020, todos os 34 componentes do Comitê da Bacia Hidrográfica dos Rios Sorocaba e Médio Tietê o fizeram, contudo, apenas Araçoiaba da Serra, Botucatu, Cabreúva, Itu, Mairinque, Salto, São Roque, Sarapuí e Sorocaba atingiram nota superior a 80 e, por essa razão, foram certificados (Figura 9). Relativamente à Diretiva Resíduos Sólidos, notas superiores a 8,0 foram obtidas pelos municípios Araçoiaba da Serra, Boituva, Botucatu, Cabreúva, Cerquilha, Ibiúna, Itu, Piedade, Salto, São Roque, Sarapuí e Sorocaba (SIMA, 2021).

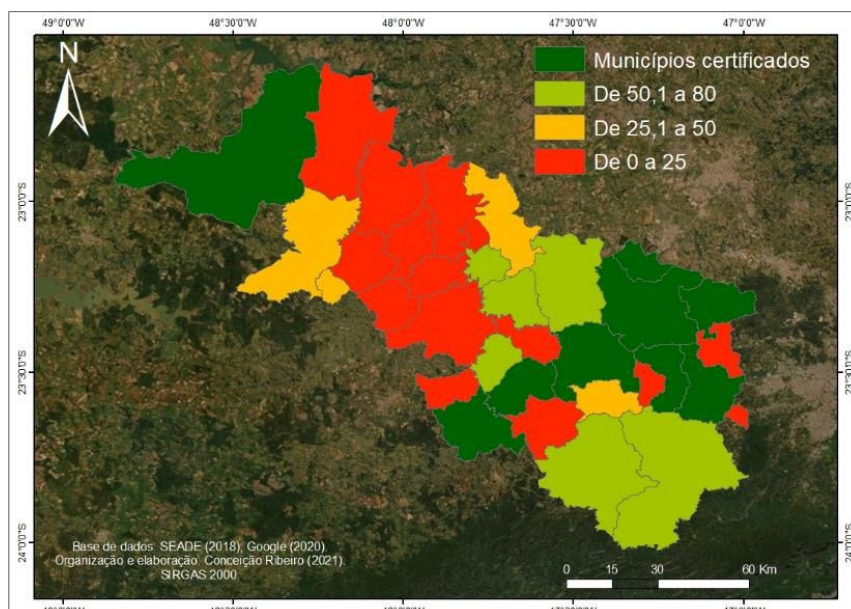


Figura 9 – Notas do Programa Município Verde Azul (2020)

Os municípios Alambari, Anhemi, Araçariguama, Cesário Lange, Ibiúna, Iperó, Vargem Grande Paulista, até 2020, não possuíam plano municipal de gestão de resíduos. Este cenário aponta que alguns municípios ainda tratam os resíduos de uma maneira simplista, ou seja, coleta e deposição em aterro, posto não haver mais lixões em uso no estado de São Paulo.



Para os municípios em estudo, por meio do Teste de Correlação de Pearson, com nível de significância a 5%, não se pode afirmar que houve correlação entre a existência de PMGIRS e os aspectos demográficos e socioambientais analisados (Figura 10). É interessante notar que os resultados dessa análise diferem das hipóteses que podem ser levantadas a partir da literatura disponível, Sujauddin; Huda; Hoque (2008) e Guerrero; Maas; Hogland (2013) sugerem que municípios com populações maiores, mais urbanizados e com melhores índices de desenvolvimento econômico e social tendem a possuir PMGIRS.

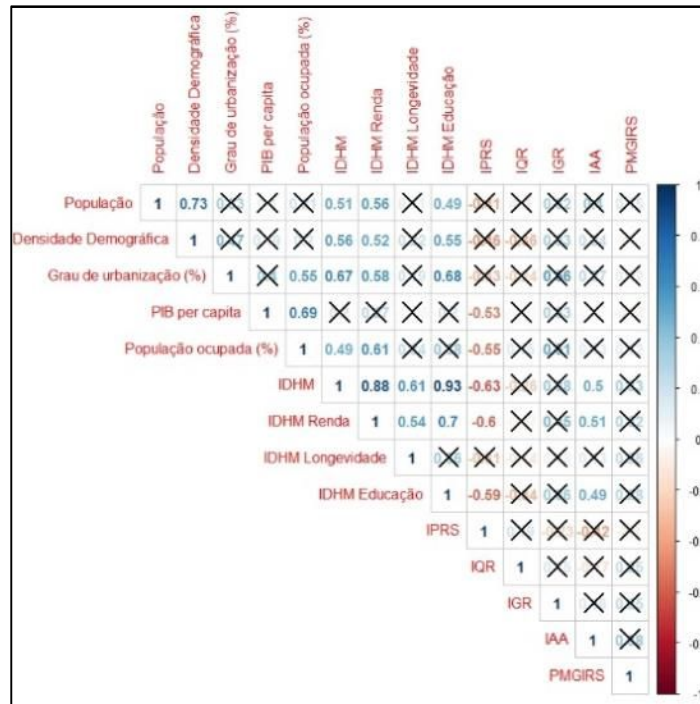


Figura 10 – Coeficientes de correlação de Pearson, com nível de significância de 5%

A análise de componente principal, que reduz o número de dimensões das variáveis originais, indica que, quanto menor o ângulo entre as variáveis, mais altas são as correlações. Para os dados em análise, a presença de PMGIRS apresenta alta correlação com o Índice de Gestão de Resíduos e com o Indicador de Avaliação Ambiental (Figura 11), ambos possuem em seu algoritmo a componente existência de PMGIRS.

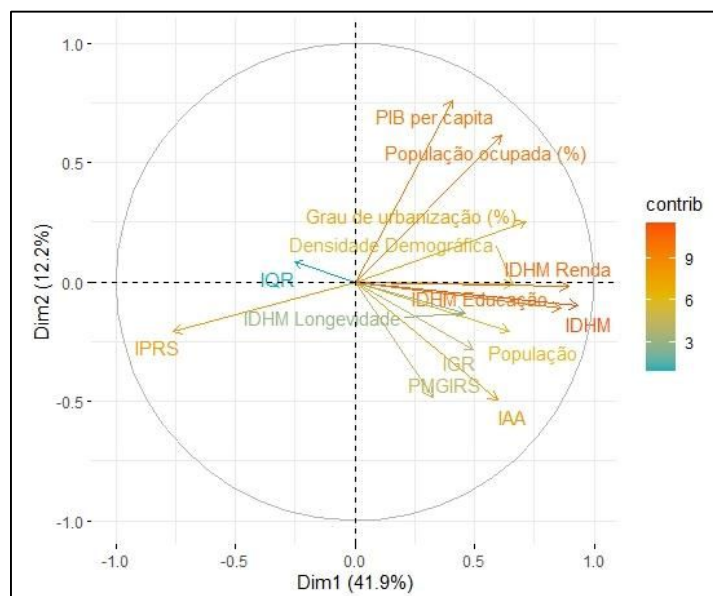


Figura 11 – Biplot sobre os aspectos demográficos e socioambientais em análise



A ACP, usada para reduzir as dimensões das variáveis originais, em duas dimensões, foi capaz de explicar 54,1% dos dados em análise.

Por fim, cabe destacar a relevância do recorte regional em unidades de gerenciamento de recursos hídricos para estudos referentes à gestão de resíduos, uma vez que, no Estado de São Paulo, o Fundo Estadual de Recursos Hídricos (FEHIDRO) é fonte de destinação de recursos financeiros para gestão e gerenciamento dos resíduos sólidos e o faz por intermédio dos comitês de bacia, segundo Lei Estadual nº 7.663/1991 (Governo do Estado de São Paulo, 1991) e Decreto Estadual nº 48.896/2004 (Governo do Estado de São Paulo, 2004), conforme destaca o Inventário Estadual de Resíduos Sólidos Urbanos 2018 (CETESB, 2019). Além disso, neste cenário, onde o planejamento realizado pelos comitês contém uma componente de saneamento que, por sua vez inclui o vetor de resíduos, se faz importante que os municípios desenvolvam individualmente seus planos para serem contemplados no planejamento e distribuição de recurso.

CONCLUSÃO

O reconhecimento da importância dos objetivos propostos pela Lei nº 12.305/2010 justifica todos os esforços empreendidos na compreensão sobre os fatores que afetam a implementação da Política Nacional de Resíduos Sólidos. Os resultados indicam que a existência dos PMGIRS ainda é um fator relevante, mas para a área em estudo não foi possível observar correlação entre a presença de PMGIRS e aspectos demográficos e econômicos, apenas com indicadores ambientais. Sugere-se que novos estudos sejam feitos e que esses documentos sejam avaliados também quanto à sua qualidade.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Arretche, M.T., 2001. Uma contribuição para fazermos avaliações menos ingênuas, **In: IEE/PUCSP (Org.), Tendências e Perspectivas na Avaliação de Políticas e Programas Sociais.** IEE/PUCSP, São Paulo.
2. Brasil, 2010a. Decreto nº 7.404, de 23 de dezembro de 2010. **Regulamenta a Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010, que institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos, cria o Comitê Interministerial da Política Nacional de Resíduos Sólidos e o Comitê Orientador para a Im.** Brasil.
3. Brasil, 2010b. Lei n. 12.305, de 2 de agosto de 2010. **Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei n. 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências.** Brasil.
4. CBHSM, C. da B.H. do R.S. e M.T., 2018. **Relatório de situação 2018.** Ano base 2017. Sorocaba.
5. CETESB, C.A. do E. de S.P., 2019. **Inventário Estadual de Resíduos Sólidos Urbanos.** São Paulo.
6. Chaves, G. de L.D., Santos Jr, J.L. dos, Rocha, S.M.S., 2014. The challenges for solid waste management in accordance with Agenda 21: A Brazilian case review. **Waste Manag. Res.** 32, 19–31. <https://doi.org/10.1177/0734242X14541987>
7. DataGeo, [s.d.]. **Camadas disponíveis** [WWW Document]. URL <https://datageo.ambiente.sp.gov.br/app/?ctx=DATAGEO#> (acessado 3.11.21).
8. Espinoza, P.T., Arce, E.M., Daza, D., Faure, M.S., Terraza, H., 2011. **Relatório da avaliação regional da gestão de resíduos sólidos urbanos na América Latina e Caribe 2010.**
9. Godoy, M.R.B., 2013. Dificuldades para aplicar a Lei da Política Nacional de Resíduos Sólidos no Brasil. **Cad. Geogr.** 23, 1–12.
10. Governo do Estado de São Paulo, 2020. **Plano de resíduos sólidos do Estado de São Paulo 2020.** São Paulo.
11. Governo do Estado de São Paulo, 2004. **Decreto nº 48.896, de 26 de agosto de 2004.** Brasil.
12. Governo do Estado de São Paulo, 1991. Lei nº 7.663, de 30 de dezembro de 1991. **Estabelece normas de orientação à Política Estadual de Recursos Hídricos bem como ao Sistema Integrado de Gerenciamento de Recursos Hídricos.** Brasil.
13. Guerrero, L.A., Maas, G., Hogland, W., 2013. Solid waste management challenges for cities in developing countries. **Waste Manag.** 33, 220–232. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2012.09.008>
14. IBGE, I.B. de G. e E., 2018. **Perfil dos Municípios Brasileiros 2017,** Pesquisa de Informações Básicas Municipais. Rio de Janeiro.
15. Nascimento-Neto, P., 2013. **Resíduos sólidos urbanos: perspectivas de gestão intermunicipal em regiões metropolitanas.** Atlas, São Paulo.
16. Oliveira, T.B. de, Galvão Junior, A. de C., 2016. Planejamento municipal na gestão dos resíduos sólidos urbanos e na organização da coleta seletiva. **Eng. Sanit. e Ambient.** 21, 55–64. <https://doi.org/10.1590/S1413-41520201600100155929>
17. PNUD, P. das N.U. para o D., [s.d.]. **Ranking IDHM Unidades da Federação 2010** [WWW Document]. URL <https://www.br.undp.org/content/brazil/pt/home/idh0/%0Arankings/idhm-uf-2010.html> (acessado 3.9.21).



18. SEADE, F.S.E. de A. de D., 2021. **Repositório de dados** [WWW Document]. URL <https://painel.seade.gov.br/repositorio-de-dados/> (acessado 3.11.21).
19. SIMA, S. de I. e M.A., 2021. **Programa Município VerdeAzul - Ranking** [WWW Document]. URL <https://www.infraestruturameioambiente.sp.gov.br/verdeazuldigital/pontuacoes/> (acessado 3.11.21).
20. Sujauddin, M., Huda, S.M.S., Hoque, A.T.M.R., 2008. Household solid waste characteristics and management in Chittagong, Bangladesh. **Waste Manag.** 28, 1688–1695. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2007.06.013>
21. Teodósio, A.S.S., Dias, S.F.L.G., Santos, M.C.L., 2016. Procrastinação da Política Nacional de Resíduos Sólidos: catadores, governos e empresas na governança urbana. **Cienc. Cult.** 68, 30–35. <https://doi.org/http://cienciaecultura.bvs.br/pdf/cic/v68n4/v68n4a11.pdf>