



Encontro Técnico
AESABESP

31º Congresso Nacional
de Saneamento e
Meio Ambiente

USO DO GEOPROCESSAMENTO NA ANÁLISE DE INDICADORES DE SANEAMENTO BÁSICO E DENSIDADE POPULACIONAL NA SABESP OESTE

Bruno Pereira Toniolo
Darllan Collins da Cunha e Silva
Iury Tadashi Hirota Simas
Roberto Wagner Lourenço

INTRODUÇÃO

- O saneamento básico objetiva a promoção e o melhoramento das condições de habitabilidade em meio urbano ou rural. Os quatro elementos de serviços públicos são o esgotamento sanitário, o abastecimento de água, o manejo de resíduos sólidos e o manejo de águas pluviais. (KOBİYAMA et al., 2008).



INTRODUÇÃO



- Os indicadores avaliam de forma quantitativa os aspectos particulares de desempenho de um prestador de serviço, como eficiência e velocidade no atendimento aos usuários, qualidade e manutenção da infraestrutura e índices financeiros do valor agregado. Os indicadores de desempenho são uma ferramenta de apoio ao monitoramento da eficiência e qualidade do prestador de serviço (ALEGRE et al., 2004).

INTRODUÇÃO

- O Sistema Nacional de Informações de Saneamento (SNIS, 2018) é amparado pela Lei 11.445/2007 e seus principais objetivos são: planejamento e execução de políticas públicas, orientação da aplicação de recursos, conhecimento e avaliação do setor de saneamento, aperfeiçoamento da gestão, orientação de atividades regulatórias e de fiscalização e exercício de controle social.



INTRODUÇÃO



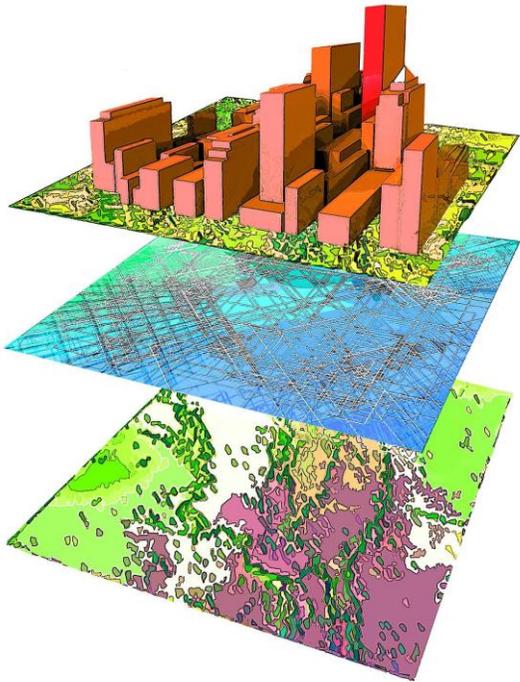
- Diversos pesquisadores já trabalharam com indicadores de saneamento básico, destacando-se por exemplo:
- Caldo e Magalhães Filho (2014) que aplicaram indicadores extraídos do SNIS em municípios da Bacia do Alto Paraguai no período de 2007 a 2012, mostrando resultados satisfatórios para abastecimento e energia elétrica, porém valores preocupantes quanto ao esgotamento;

INTRODUÇÃO

- Santos e Ribeiro (2017) que analisaram a cobertura de abastecimento de água nos municípios de João Pessoa e Campina Grande – Paraíba – resultando em índices satisfatórios e acima da média nacional no período estudado;
- Machado et al. (2017) que espacializaram indicadores de esgoto e densidade populacional no município de Santo Amaro – Bahia – nos anos 2000 e 2010, tendo como resultado um crescimento demográfico mais acentuado na malha urbana com cerca de 9.000 domicílios atendidos por rede coletora de esgoto.



INTRODUÇÃO



- De acordo com Rodrigues (2011), os Sistemas de Informações Geográficas (SIG) facilitam a gestão dos dados, já que são uma forma de representar corretamente o grupo de informações necessárias para a tomada de decisões em assuntos relacionados ao saneamento. Os resultados geralmente são os produtos cartográficos denominados mapas temáticos que caracterizam a organização da paisagem como base para o estabelecimento de estudos futuros.

OBJETIVOS

- O objetivo deste trabalho é analisar e espacializar a densidade demográfica e alguns indicadores de saneamento básico na Unidade de Negócio Oeste (MO) da Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo (SABESP), com o auxílio de Sistemas de Informações Geográficas (SIG).



ÁREA DE ESTUDO

- A área de estudo corresponde a Unidade de Negócio Oeste (MO) e está localizada na zona oeste da Região Metropolitana de São Paulo (RMSP).
- Trata-se de uma das 16 Unidades de Negócio da Sabesp que integra a Diretoria Metropolitana, respondendo pela operação dos serviços de água e esgoto dos municípios de Barueri, Santana de Parnaíba, Pirapora do Bom Jesus, Cotia, Vargem Grande Paulista, Itapevi, Carapicuíba, Jandira, Osasco, Taboão da Serra e parte de São Paulo (bairros do Morumbi, Jaguaré, Campo Limpo, Pirajussara e Butantã).
- Os municípios situados na parte oeste da RMSP são os que possuem maior expansão demográfica devido às extensas áreas verdes que propiciam a construção de novos empreendimentos imobiliários (SEADE, 2019).

ÁREA DE ESTUDO

- Esta unidade foi criada em 1996, possui uma área de 1035,84 km², e atende atualmente a uma população de 3,5 milhões de clientes, operando os sistemas de distribuição de água e coleta de esgotos.
- Caracterizada pela expansão e crescimento contínuo, a região Oeste conta com um sistema composto por 11,7 mil km de redes de distribuição e ramais de água, 7,1 mil km de rede de coleta e ramais de esgoto, cerca de 916 mil ligações de água e 611 mil ligações de esgotos (SABESP, 2018).
- A Figura 1 apresenta o mapa de localização da MO.

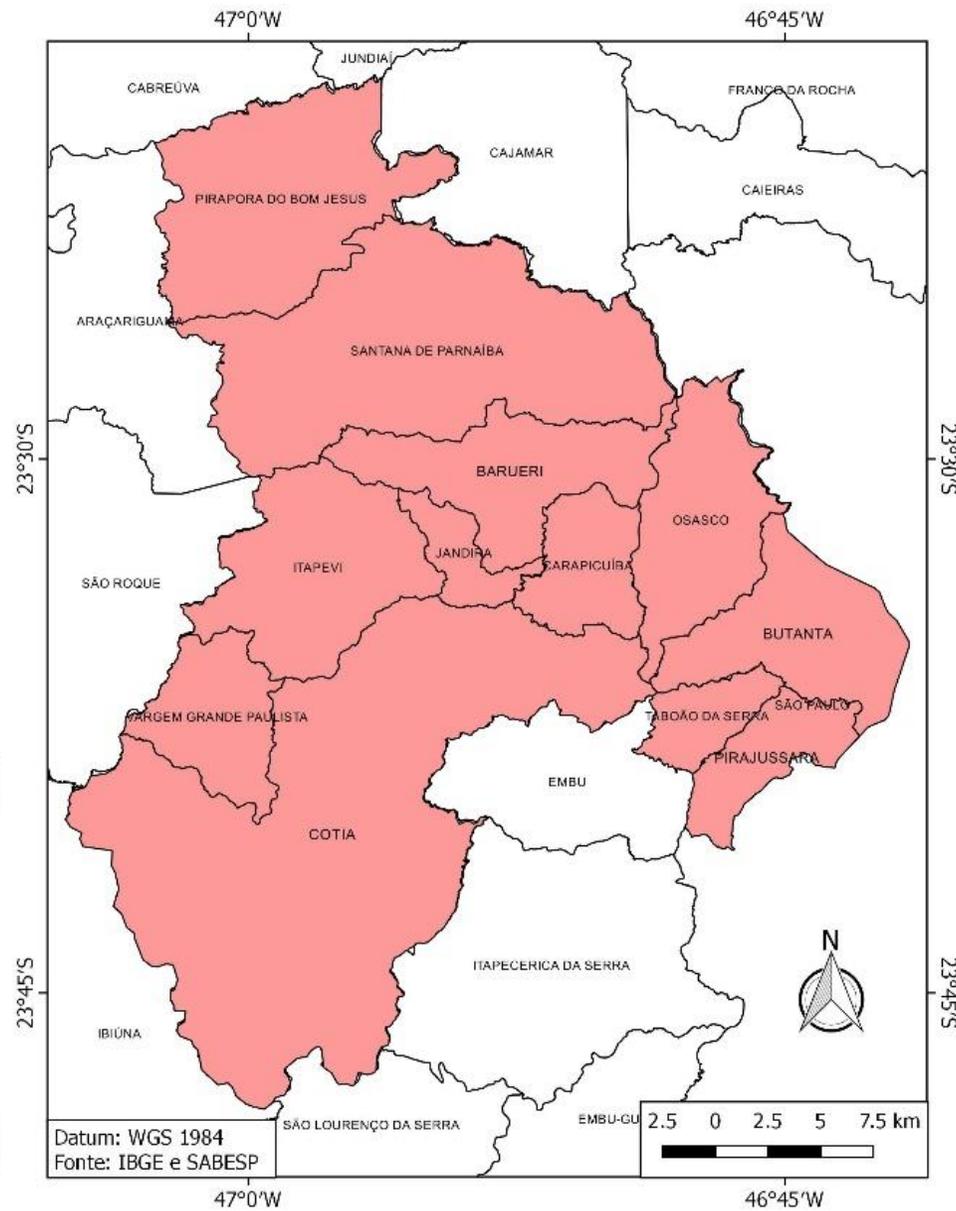
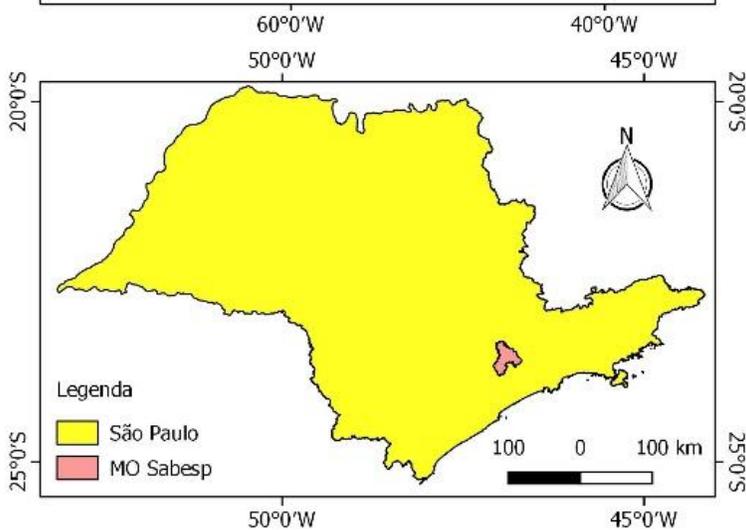
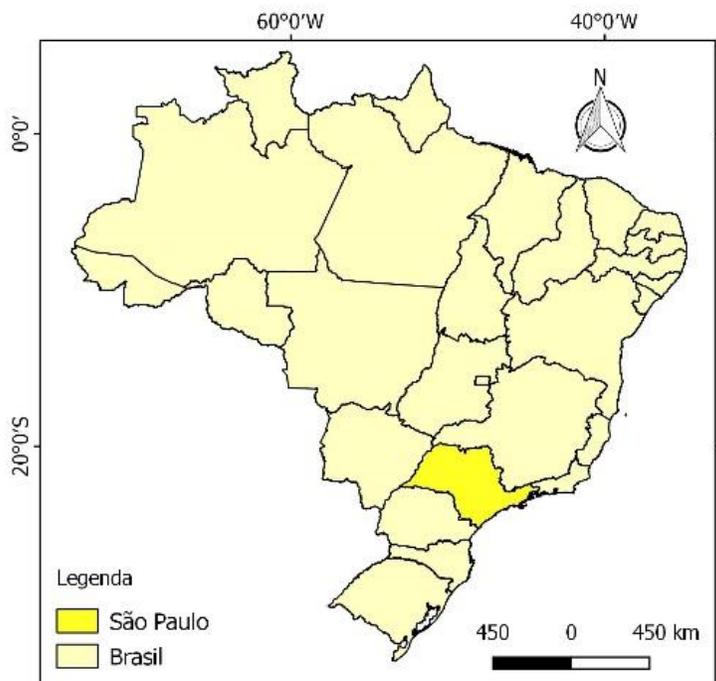


Figura 1. Unidade de Negócio Oeste MO da Sabesp, situada na RMSP – Brasil.

Fonte: Autores (2019).

MATERIAIS E MÉTODO

- As informações sobre os dados demográficos foram obtidos no site do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatísticas (IBGE) por município a partir dos Censos 2000 e 2010.
- As informações sobre saneamento básico foram obtidas no site do Sistema Nacional de Informações de Saneamento (SNIS) também por município para os anos de 2010 e 2015, sendo que foram analisados os seguintes indicadores, assim como a composição de suas respectivas equações, de acordo com a Tabela 1.

MATERIAIS E MÉTODO

Indicador	Equação	Un.
Índice de Atendimento Urbano de Água (IN023)	$(AGO026 / GE06A) \times 100$	%
Índice de Coleta de Esgoto (IN015)	$[ES005 / (AG010 - AG019)] \times 100$	%
Índice de Perdas na Distribuição (IN049)	$[(AG006 + AG018 - AG010 - AG024) / (AG006 + AG018 - AG024)] \times 100$	%
Taxa de Cobertura do Serviço de Coleta Domiciliar Direta (Porta a Porta) da População Urbana do Município (IN014)	$(CO165 / POP_URB) \times 100$	%
Massa Coletada (RDO + RPU) per Capita em relação à população urbana (IN021)	$[(CO116 + CO117 + CS048 + CO142) / POP_URB] \times (1.000 / 365)$	kg/hab/dia

Tabela 1. Indicadores estipulados.

MATERIAIS E MÉTODO

- Sendo:
- AG026 – População urbana atendida com abastecimento de água;
- G06A – População urbana residente dos municípios com abastecimento de água;
- ES005 – Volume de esgoto coletado;
- AG010 – Volume de água consumido;
- AG019 – Volume de água tratado exportado;
- AG006 – Volume de água produzido;
- AG018 – Volume de água tratada importado;
- AG024 – Volume de serviço;
- CO165 – População urbana atendida pelo serviço de coleta domiciliar;
- POP_URB – População urbana do município;
- C0116 – Quantidade de RDO e RPU coletada pelo agente público;
- C0117 – Quantidade de RDO e RPU coletada pelos agentes privados;
- C0142 – Quantidade de RDO e RPU coletada por outros agentes executores;
- CS048 – Quantidade recolhida na coleta seletiva executada por associações ou cooperativas de catadores.

MATERIAIS E MÉTODO

- Todos os indicadores foram tabulados e agrupados em uma planilha eletrônica e esta foi adicionada às feições do arquivo vetorial (*shapefile*), a fim de possibilitar a visualização espacial dos dados através da elaboração de mapas temáticos no QGIS, usando-se o datum SIRGAS 2000 com projeção cartográfica *Universal Transversa Mercator* (UTM) em fuso 23 S.
- Foi calculada a correlação linear (Pearson) entre a densidade demográfica e cada indicador espacializado.

RESULTADOS

- Os dados mostraram que, referente à densidade populacional da MO (Figura 2), a distribuição dos moradores acontece de forma heterogênea pela área, conforme a Figura 2, para ambos os anos.
- Pirajussara é o distrito com maior aglomeração populacional, cerca de 20.000 hab./km² em 2015, seguido pelos municípios de Taboão da Serra (13.500 hab./km²) e Carapicuíba (11.580 hab./km²).
- O município com menor densidade demográfica é o de Pirapora do Bom Jesus, com apenas 165 hab./km².

RESULTADOS

- Não houveram casos de regressão da densidade demográfica, isto é, valores negativos, como mostra a Figura 2.

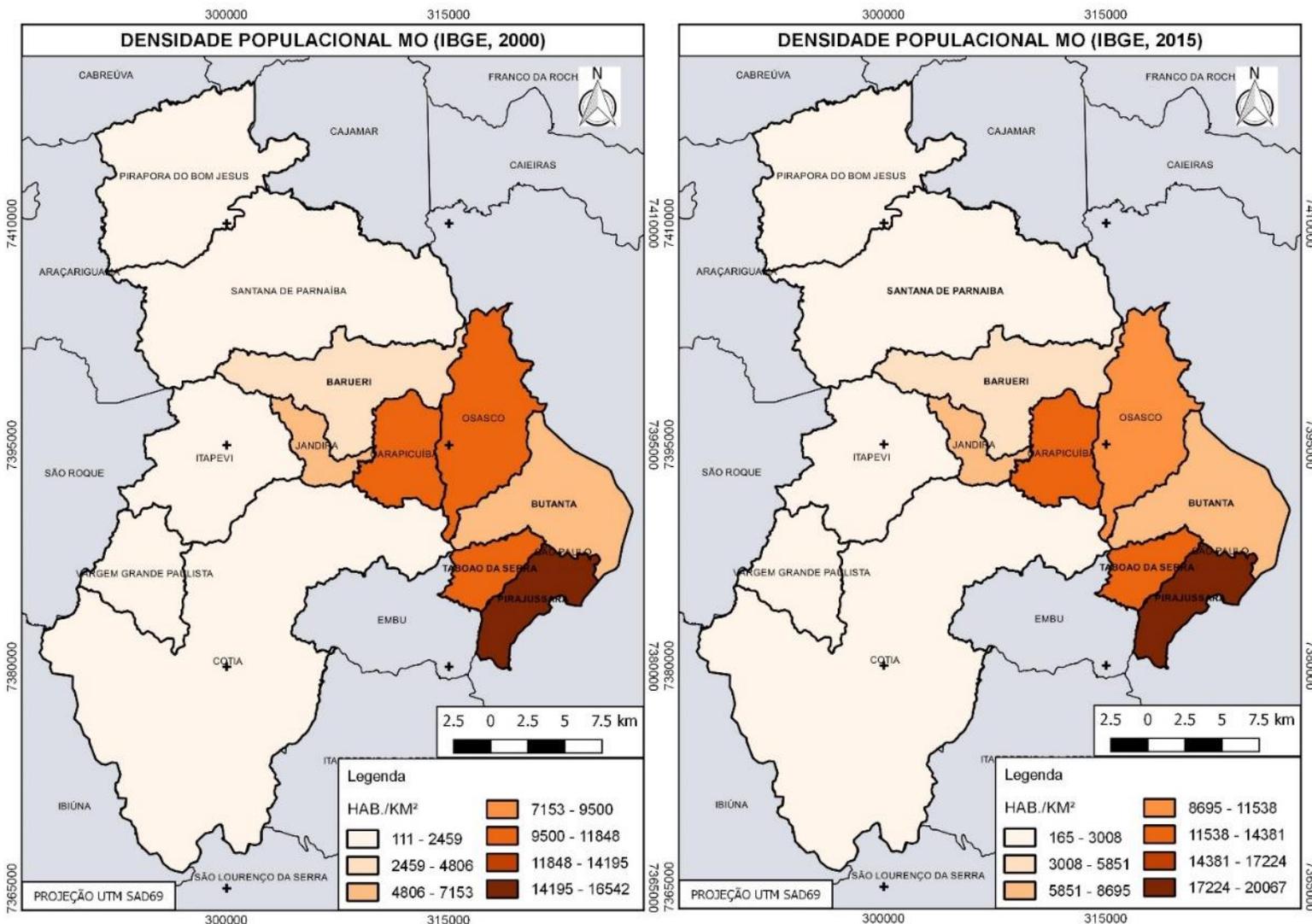


Figura 2. Mapa de Densidade Demográfica na MO em 2000 e 2015.

Fonte: SNIS (2018).

RESULTADOS

- Osasco, Carapicuíba, Jandira, Itapevi e Taboão da Serra são municípios caracterizados pelo baixo desenvolvimento humano em comparação às outras cidades, a mostrar alta incidência de população carente em comunidades.
- A evolução da densidade populacional de 2010 para 2015 manteve-se relativamente constante à maioria dos municípios, com uma média de crescimento de 22,82%.

RESULTADOS

- Os municípios que tiveram maior crescimento demográfico foram Santana de Parnaíba (74,10%), Cotia (57,27%) e Itapevi (55,12%), condizentes também como uma das cidades que tiveram maior implantação de empreendimentos residenciais entre 2010 e 2014 (SABESP, 2017).
- Osasco foi o município com menor percentual de crescimento, com apenas 7,51%, provavelmente por já ser o município mais desenvolvido da zona oeste da RMSP, a oferecer pouca disponibilidade territorial para a expansão urbana; embora ainda seja uma cidade com forte especulação imobiliária, especialmente no centro comercial e nos bairros mais antigos.
- A Figura 3 apresenta o mapa de indicador de abastecimento de água.

RESULTADOS

- Observando a Figura 3, nota-se que a MO em geral possui um ótimo atendimento de abastecimento de água potável, sendo que todos os municípios para 2015 não possuem percentual inferior a 80% e a metade possui atendimento global, isto é 100%.
- A média da MO para o indicador IN023 para 2015 fica em aproximadamente 95%. Os municípios com os menores índices são Pirapora do Bom Jesus (82,70%) e Vargem Grande Paulista (92,50%).

RESULTADOS

- A média de crescimento do indicador IN023 foi de aproximadamente 3%.
- O município com maior evolução do indicador foi Vargem Grande Paulista, com um percentual de 23%, relacionado também com a expansão da malha urbana, em especial os condomínios residenciais fechados.
- A Figura 4 apresenta o mapa de atendimento de esgotamento sanitário.

RESULTADOS

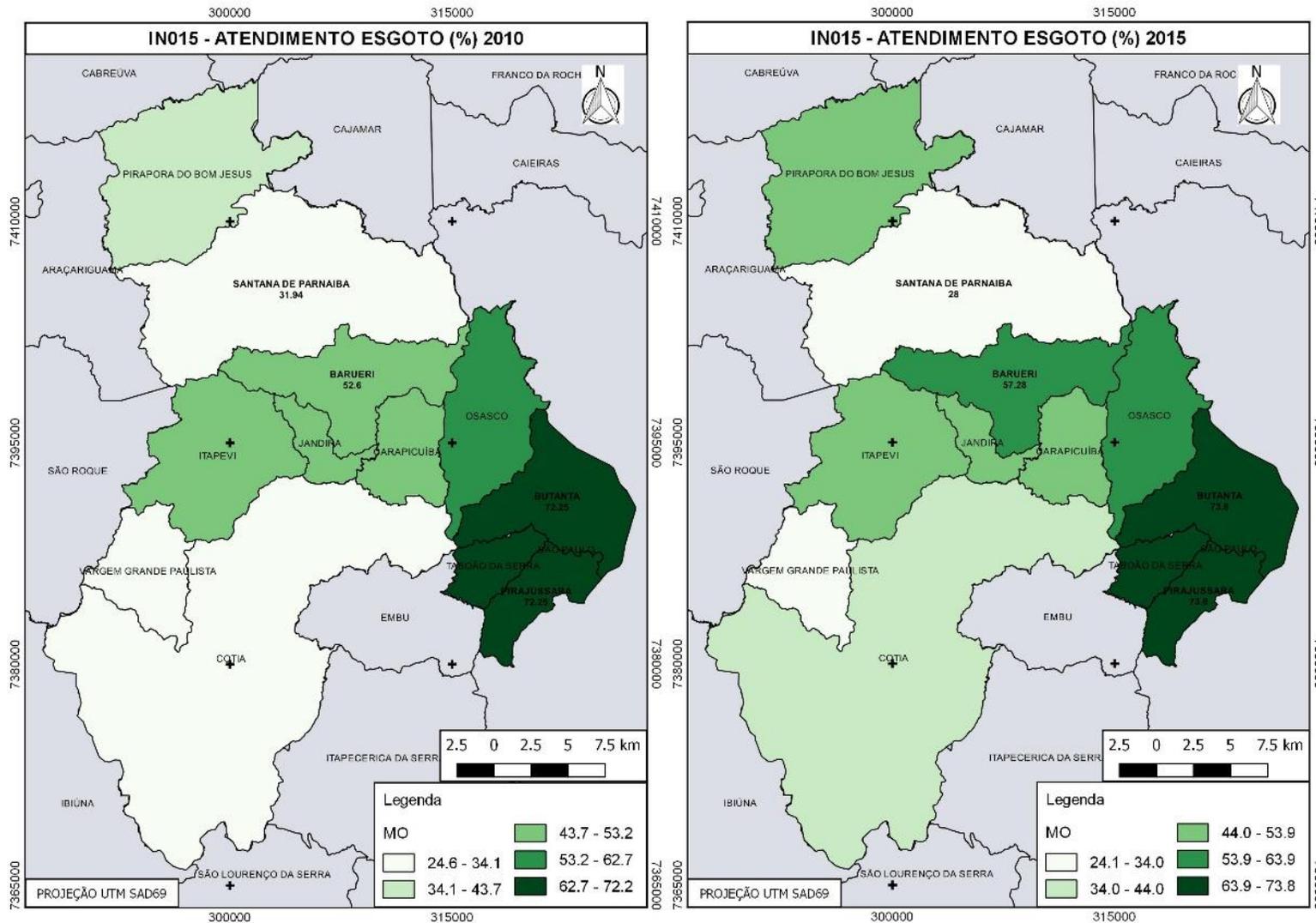


Figura 4. Indicador de atendimento de esgoto na MO em 2010 e 2015.

Fonte: SNIS (2018).

RESULTADOS

- Ao analisar a Figura 4, nenhum município tem atendimento global de esgoto, isto é, percentual de 100, sendo que os municípios com os maiores valores para 2015 são São Paulo (Pirajussara e Butantã) e Taboão da Serra, com 73,80% e 66,37% respectivamente. Logo, quanto mais adensado é o município maior a demanda por serviços de esgotamento.
- Os municípios com os menores valores do indicador IN015 para 2015 são Vargem Grande Paulista com somente 24,11% e Santana de Parnaíba com 28%. Estes municípios possuem muita área verde e não antropizada, possuindo portanto potencial para crescimento da malha urbana.

RESULTADOS

- Também observa-se que os municípios com maior evolução do índice de atendimento de esgoto foram Pirapora do Bom Jesus (aumento de 22,86% de 2010 para 2015), Cotia (12,54%) e Barueri (8,89%), sendo que a média de crescimento do índice IN015 foi de cerca de 5%.
- Os municípios de Vargem Grande Paulista e Santana de Parnaíba tiveram regressão na evolução do indicador: -2,03% e -12,34% respectivamente – uma provável causa disto é a ausência do cadastro técnico, isto é, muitas vezes a rede coletora é assentada, porém ou o cadastro não é feito ou entregue atrasado pela empresa contratada, reduzindo o indicador da companhia (SABESP, 2019).
- A Figura 5 apresenta o mapa do indicador de perdas na distribuição de água.

RESULTADOS

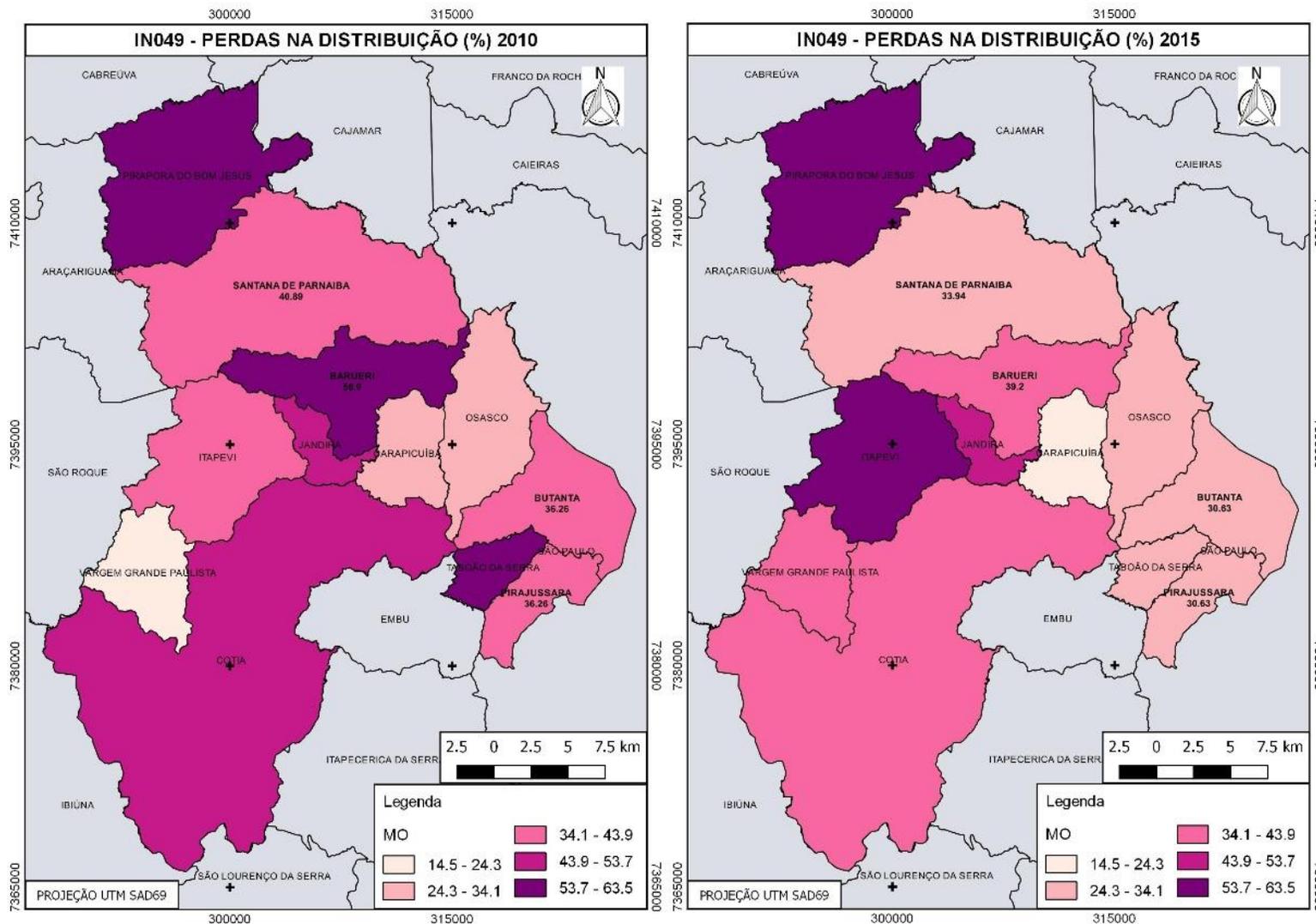


Figura 5. Indicador de perdas na distribuição de água na MO em 2010 e 2015.

Fonte: SNIS (2018).



RESULTADOS

- Observando-se a Figura 5, pode-se notar que oito municípios tiveram redução no índice de perdas, que é um dos objetivos estratégicos das concessionárias de saneamento, e quatro obtiveram um aumento no índice de perdas.
- O município com maior redução de perdas de 2010 para 2015 foi o de Taboão da Serra com 43% aproximadamente e em segundo lugar foi o município de Carapicuíba com cerca de 35%. Os municípios com o maior aumento de perdas de 2010 para 2015 foi o município de Vargem Grande Paulista com 150% e em segundo lugar foi o município de Itapevi com 22,55%.
- A Figura 6 apresenta o mapa do indicador de cobertura de coleta urbana de resíduos sólidos urbanos.

RESULTADOS

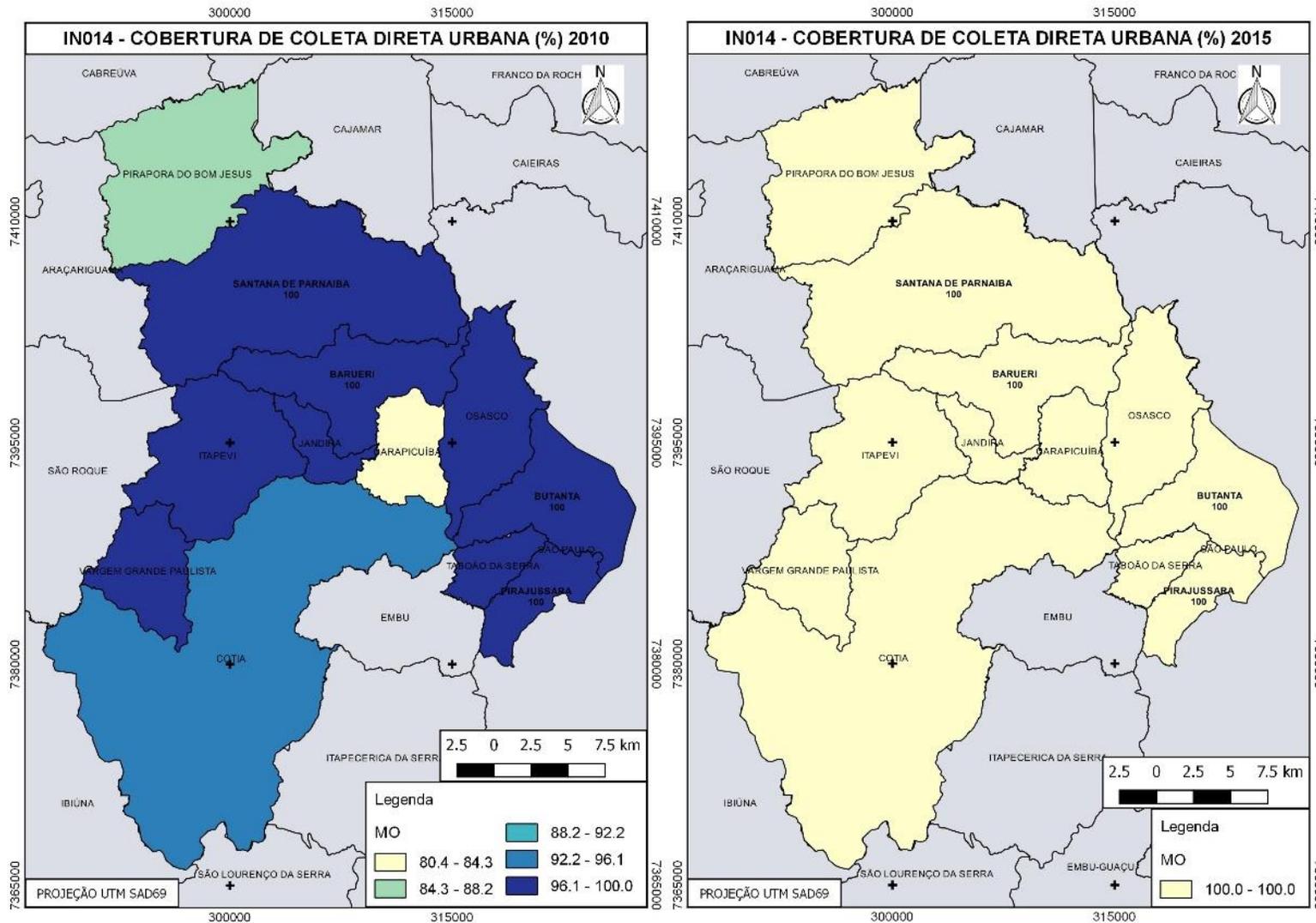


Figura 6. Indicador de cobertura de coleta urbana de resíduos sólidos urbanos na MO em 2010 e 2015.

Fonte: SNIS (2018).

RESULTADOS

- A média do indicador IN049 para a MO no ano 2015 foi de 38,24% próxima da média nacional que é de cerca de 40%, entretanto há municípios com perdas superiores a 60%, geralmente estes com gestão municipal e sem recursos para manutenção da infraestrutura da rede coletora existente.
- Este valor percentual da MO provavelmente está relacionado com o forte investimento na infraestrutura realizado pela SABESP devido à crise hídrica de 2015 no Estado de São Paulo, sendo que para 2010 o valor investido foi de 2,194 bilhões de reais e para 2015 o valor aplicado foi de 3,482 bilhões (SABESP, 2018).

RESULTADOS

- Analisando a Figura 6, é evidente que todos os municípios atingiram o atendimento global de 100% da coleta dos resíduos sólidos, ou seja, no ano de 2015 todo o perímetro da malha urbana da MO era atendido pelo recolhimento de resíduos domésticos, industriais e hospitalares. Mesmo em 2010, os municípios apresentaram um ótimo indicador do IN049, sendo que os menores valores correspondiam à Carapicuíba com 80,40% e Pirapora do Bom Jesus com 88%.
- A Figura 7 apresenta o mapa de indicador de massa coletada de resíduos sólidos urbanos per capita.

RESULTADOS

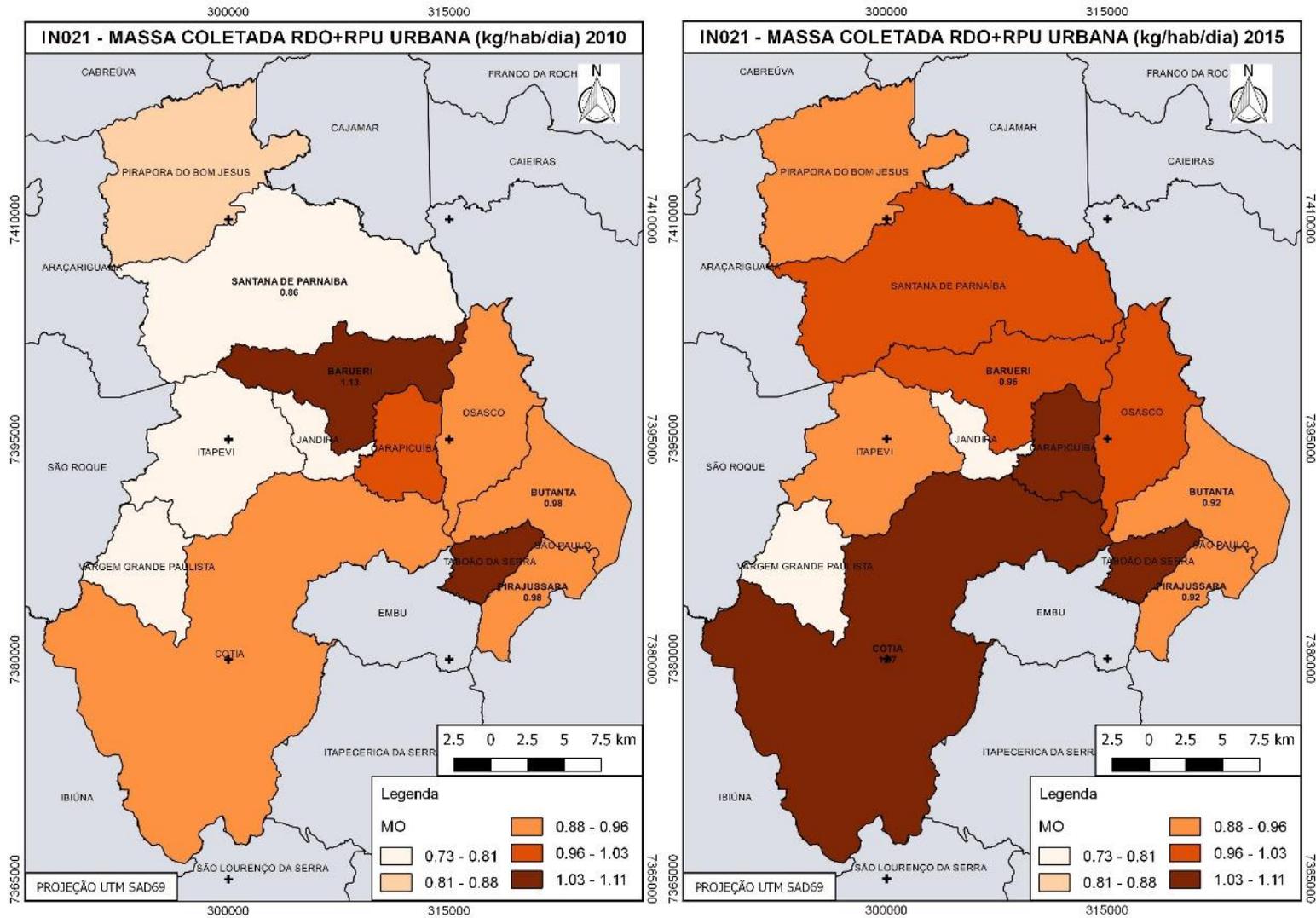


Figura 7. Indicador de massa coletada de resíduos sólidos urbanos per capita na MO em 2010 e 2015.

Fonte: SNIS (2018).

RESULTADOS

- Observando a Figura 7, nota-se que dos 11 municípios da MO, oito reduziram seu índice IN021 e somente três aumentaram, os quais são: Santana de Parnaíba com 11,62%, Cotia com 11,46% e Itapevi com 10,71%.
- A maior redução foi pelo município de Barueri com um percentual de -15,04% seguido de Vargem Grande Paulista com diminuição de cerca de 10%.
- A média para o índice IN021 ficou em 0,96 kg/hab./dia em 2010 e 0,94 kg/hab./dia em 2010. A média para o Estado de São Paulo em 2015 é de cerca de 1,40 kg/hab./dia, ou seja, a MO tem cerca de 30% menos resíduos coletados em relação ao Estado de São Paulo.

RESULTADOS

- Referente à correlação linear entre os indicadores e a densidade demográfica:

Indicador	Correlação (%)	Classificação
IN023 (atendimento água)	49,4	Correlação Moderada Positiva
IN015 (coleta esgoto)	77,4	Correlação Forte Positiva
IN049 (perdas)	-54,9	Correlação Moderada Negativa
IN014 (coleta RSU)	13,6	Correlação Muito Fraca Positiva
IN021 (massa coletada RSU)	24,2	Correlação Fraca Positiva

Tabela 2. Correlação Pearson entre os indicadores e a densidade demográfica na MO.

Fonte: SNIS (2018) e IBGE (2015).

CONCLUSÃO

- Os resultados mostraram que a MO sofreu um crescimento populacional forte entre 2010 e 2015 e a SABESP e prefeituras mantiveram o balanceamento dos serviços, apesar dos municípios apresentarem os descompassos habituais de gestão pública, como por exemplo, falta de orçamento e corpo técnico insuficiente.
- Salienta-se que as informações contidas no SNIS são auto declaratórias e muitas vezes não são auditadas. Logo, se existirem eventuais inconsistências cadastrais, estas serão publicadas de forma direta. Contudo, esta a discrepância logo é notada quando se analisa a série histórica do indicador (BRASIL, 2007).

CONCLUSÃO

- Assim, os resultados encontrados comprovam que o geoprocessamento é uma importante ferramenta no gerenciamento ambiental e territorial do município.
- Finalmente, recomenda-se que esta metodologia seja adotada pelas agências reguladoras para que criem *web mapas* de indicadores sustentáveis, de forma a facilitar o acesso à informação aos usuários.



REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ALEGRE, H.; HIRNER, W.; BAPTISTA, J.M.; PARENA, R. *Indicadores de desempenho para serviços de abastecimento de água*. Edição: Instituto Regulador de Águas e Resíduos, Instituto de Água e Laboratório Nacional de Engenharia Civil, Lisboa, 2004.
2. _____. *Lei n. 10.257, de 10 de julho de 2001*. Regulamenta os arts. 182 e 183 da Constituição Federal, estabelece diretrizes gerais da política urbana e dá outras providências. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 11 jul. 2001. p. 1.
3. _____. *Lei n. 11.445, de 05 de janeiro de 2007*. Estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico; altera as Leis nos 6.766, de 19 de dezembro de 1979, 8.036, de 11 de maio de 1990, 8.666, de 21 de junho de 1993, 8.987, de 13 de fevereiro de 1995; revoga a Lei no 6.528, de 11 de maio de 1978; e dá outras providências. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 08 jan. 2007. p. 3.
4. CALDO, L. A.; FILHO, F. J. C. M. *SIG aplicado ao uso de indicadores de saneamento em municípios da Bacia do Alto Paraguai*. Anais 5º Simpósio de Geotecnologias no Pantanal, Campo Grande. MS, 2014.
5. CÂNDIDO JÚNIOR, A. M.; SIMAS, I. T. H.; SÁ JÚNIOR, W. P.; RAMOS, A. B. L.; SILVA, A. R. V.; GONCALVES, F. J. *Sistema automatizado de detecção e gestão de vazamentos em rede de distribuição de água*. Saneas (São Paulo), v. 71, p. 42-46, 2020.
6. IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. *Censo demográfico 2010: famílias e domicílios – resultados da amostra*. Rio de Janeiro: IBGE, 2012.
7. KOBIYAMA, M.; MOTA, A. A.; CORSEUIL, C. W. *Recursos Hídricos e Saneamento*. Curitiba: Organic Trading, 2008.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

9. MACHADO, G. G.; ZALOTI, F. A.; NASCIMENTO, D. M. C. *Uso do Geoprocessamento para Análise da Densidade Populacional e do Esgotamento Sanitário do Município de Santo Amaro – Bahia*. Anais do Simpósio Regional de Geoprocessamento e Sensoriamento Remoto (GeoNordeste) 2017. Salvador, BA, 2017.
10. RODRIGUES, B. T. *Utilização de técnicas de geoprocessamento para o mapeamento das línguas negras das praias urbanas de Maceió - AL*. Trabalho de Conclusão de Curso, Instituto Federal de Alagoas – IFAL. Marechal Deodoro. 2011.
11. SABESP. Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo, 2018. *Quem Somos Nós – Perfil MO*. Portal Corporativo (intranet). Acesso em 29 de Jan. 2018.
12. SABESP. Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo, 2019. *Mapa Geral de Inconsistências Cadastrais da Unidade de Negócio Oeste, ano base 2018*. 1 mapa, color., 118,9 x 84,1 cm. Escala 1:30.000.
13. SANTOS, G. C. F.; RIBEIRO, M. A. M. F. *Geoprocessamento Aplicado à Espacialização de Serviços de Abastecimento de Água em Municípios da Paraíba*. Revista InterScientia, v. 5, n. 1, p. 92-104, 2017.
14. SEADE. Fundação Sistema Estadual de Análise de Dados. *Perfil dos Municípios Paulistas*, 2019. Acessado em 29 de Jun. 2019. Disponível em: <<https://perfil.seade.gov.br/>>.
15. SNIS. Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento, 2018. *Séries Históricas*. Disponível em: <<http://www.cidades.gov.br/serieHistorica/>>. Acesso em 28 de Out. 2018.