

Análise de indicadores de saneamento básico e densidade populacional na Unidade de Negócio Oeste Sabesp

Analysis of Sanitation and Demographic Density Indicators at the West SABESP Business Unit

• **Data de entrada:**
07/03/2018

• **Data de aprovação:**
13/06/2018

Bruno Pereira Toniolo^{1*}

DOI: <https://doi.org/10.36659/dae.2020.004>

ORCID ID

Toniolo B.P.  <https://orcid.org/0000-0002-6602-0181>

Resumo

Este artigo tem o intuito de analisar a situação do saneamento básico em 2015 por meio de indicadores e sua relação com a dinâmica demográfica dos anos 2000 e 2015 na Unidade de Negócio Oeste (MO) da Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo (Sabesp) pelo uso do geoprocessamento. Foram criados mapas no software QGIS que possibilitaram a espacialização dos indicadores analisados para os anos de 2010 e 2015, os quais são: a) atendimento de água, b) atendimento de esgoto, c) perdas na distribuição, d) cobertura de coleta direta de resíduos sólidos urbanos (RSU) e e) massa coletada de RSU. Houve um aumento na densidade populacional média da MO que saltou dos 5.414,73 hab./km² em 2000 para os 6.650,26 hab./km² em 2015, resultando em uma aglomeração maior de pessoas nas áreas urbanizadas. Dos indicadores, cinco tiveram uma relativa melhoria e um, o de perdas na distribuição, teve um retrocesso. A metodologia é útil para avaliar os indicadores, a servir como balizadora para estudos futuros em outras áreas operadas pela Sabesp.

Palavras-chave: Esgotamento Sanitário. Abastecimento de Água Potável. Resíduos Sólidos. Densidade Demográfica. Geoprocessamento.

Abstract

This article intends to analyze the situation of basic sanitation in 2015 through indicators and its relation with the demographic dynamics of the years 2000 and 2015 in the Business Unit West (MO) of the Sanitation Company of the State of São Paulo (Sabesp) through the use of geoprocessing. The maps were created in the QGIS software that enabled the spatialization of the analyzed indicators for the years 2010 and 2015, which are: a) water supply, b) sewage service, c) distribution losses, d) direct collection of urban solid waste and e) mass collected from urban solid waste. There was an increase in the mean population density of MO from 5,414.73 inhab./km² in 2000 to 6,650.26 inhab./km² in 2015, resulting in a larger population crowding in urbanized areas. Of the indicators, five had a relative improvement and one, the one of losses in the distribution, had a setback. The methodology is useful to evaluate the indicators, to serve as a beacon for future studies in other areas operated by SABESP.

Keywords: Sanitary sewage. Drinking Water Supply. Solid Waste. Demographic Density. Geoprocessing.

¹ Sabesp - Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo - Departamento Operações Oeste - Divisão Cadastro Técnico Oeste - MOED. São Paulo (SP), Brasil.

* **Autor correspondente:** btoniolo@sabesp.com.br.

1 INTRODUÇÃO

O saneamento básico é o grupo de serviços que objetivam alcançar patamares aceitáveis de salubridade ambiental, em nível que potencialize 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 (KOBAYAMA et al., 2008).

O esgotamento sanitário sem nenhum tipo de tratamento é um péssimo indicador de degradação ambiental da paisagem no qual está inserido, pois contém mistura de rudimentos físicos e biológicos que podem contaminar os corpos hídricos e as águas subterrâneas, comprometendo assim as condições da vida aquática. Além disso, a ausência de saneamento básico adequado afeta diretamente a saúde pública, causando doenças de origem parasitária (RODRIGUES, 2011).

De acordo TSUTIYA (2006), a projeção de consumo de água de uma determinada área é uma das causas principais do planejamento bem-sucedido de um sistema de abastecimento de água potável. O gerenciamento de redes e suas instalações está atrelado à necessidade de água da comunidade. O dimensionamento das tubulações, estruturas e equipamentos é baseado na vazão de água disponível, a depender do consumo médio por habitante e da topografia do local entre outras intercorrências.

O crescimento populacional acarreta no aumento do volume de lixo de natureza diversa. Essa demanda exige das prefeituras um maior custo e direcionamento dos resíduos em áreas apropriadas. De acordo com FILHA et al. (2013), o destino final dos resíduos na maioria dos municípios brasileiros é ser lançado a céu aberto, e a resolução do problema seria a participação da comunidade, de modo que a administração das cidades

não seja unilateral, no caso, do Estado, porém este continuaria a exercer seu cargo de regulador e fiscalizador.

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 da qualidade do prestador de serviço (ALEGRE et al., 2004).

O Sistema Nacional de Informações de Saneamento (SNIS, 2014) 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.

De acordo com CALDO E FILHO (2014), 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.

O objetivo deste trabalho é espacializar os indicadores de serviços de abastecimento de água, esgotamento sanitário e manejo de resíduos sólidos da Unidade de Negócio Oeste (MO) da Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo (Sabesp) e analisar a correlação desses indicativos com a densidade demográfica em 2000 e 2015.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

2.1 Área de estudo

A área de estudo corresponde à Unidade de Negócio Oeste 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).

Essa 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, 2017).

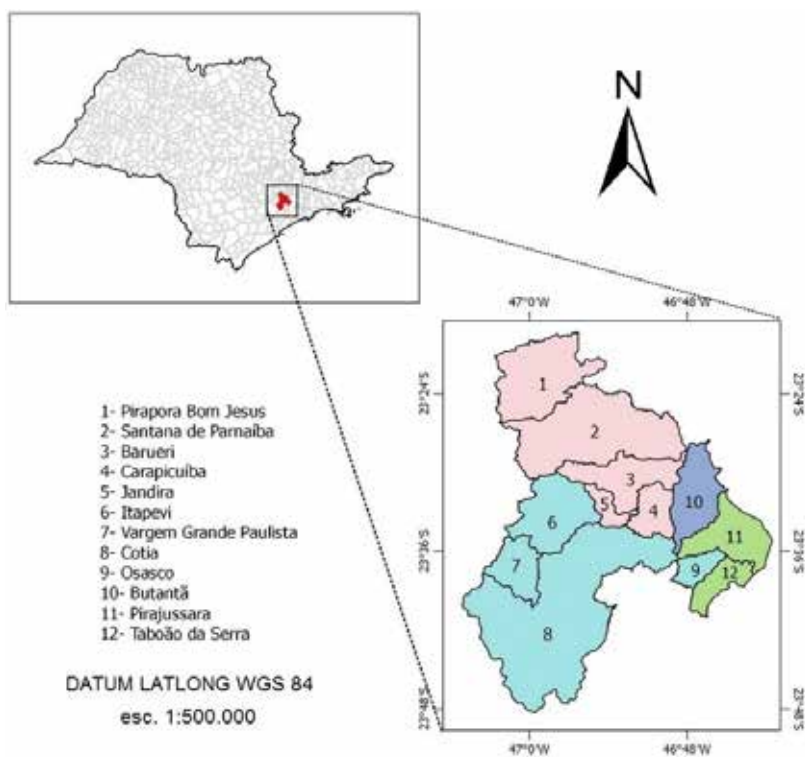


Figura 1. Unidade de Negócio Oeste MO da Sabesp, situada na RMSP - Brasil.

Fonte: Autor (2018)

2.2 Coleta e análise de dados

As informações sobre os dados demográficos foram obtidos no site do IBGE por município a partir dos Censos 2000 e 2010.

As informações sobre saneamento básico foram obtidas no site do 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 fórmulas, de acordo com a Tabela 1.

Tabela 1 - Indicadores estipulados

Indicador	Fórmula	Un.
Índice de Atendimento Urbano de Água (IN023)	$\frac{AG026}{GE06a} \times 100$	%
Índice de Coleta de Esgoto (IN015)	$\frac{ES005}{AG010 - AG019} \times 100$	%
Índice de Perdas na Distribuição (IN049)	$\frac{AG006 + AG018 - AG010 - AG024}{AG006 + AG018 - AG024} \times 100$	%
Taxa de Cobertura do Serviço de Coleta Domiciliar Direta (Porta a Porta) da População Urbana do Município (IN014)	$\frac{CO165}{POP_URB} \times 100$	%
Massa Coletada (RDO + RPU) per Capita em relação à população urbana (IN021)	$\frac{CO116 + CO117 + CS048 + CO142}{POP_URB} \times \frac{1.000}{365}$	Kg/hab/dia

Obs.: RDO = Resíduos Sólidos Domésticos e RPU = Resíduos Sólidos Públicos

Fonte: SNIS adaptado (2014)

Onde:

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 importada;

AG024 – Volume de serviço;

CO165 – População urbana atendida pelo serviço de coleta domiciliar;

POP_URB – População urbana do município (Fonte: IBGE);

CO116 – Quantidade de RDO e RPU coletada pelo agente público;

CO117 – Quantidade de RDO e RPU coletada pelos agentes privados;

CO142 – Quantidade de RDO e RPU coletada por outros agentes executores;

CS048 – Quantidade recolhida na coleta seletiva executada por associações ou cooperativas de catadores;

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 por meio da elaboração de mapas temáticos no QGIS.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os dados mostraram que, no que se refere à densidade populacional da MO, a distribuição dos moradores acontece de forma heterogênea pela área, conforme a Fig. 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. Ressalta-se que é forte a correlação linear, cerca de 80%, entre a densidade demográfica e o indicador IN015 (atendimento de esgoto). Esses municípios supracitados são caracterizados pelo baixo desenvolvimento humano em comparação às outras cidades, a mostrar alta incidência de população carente em núcleos de baixa renda (favelas).

A evolução da densidade populacional de 2010 para 2015 manteve-se relativamente constante na maioria dos municípios, com uma média de crescimento de 22,82%. Os municípios que tiveram a maior explosão demográfica foram Santana de Parnaíba (74,10%), Cotia (57,27%) e Itapevi (55,12%), condizente 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.

Não houve casos de regressão da densidade demográfica, isto é, valores negativos.

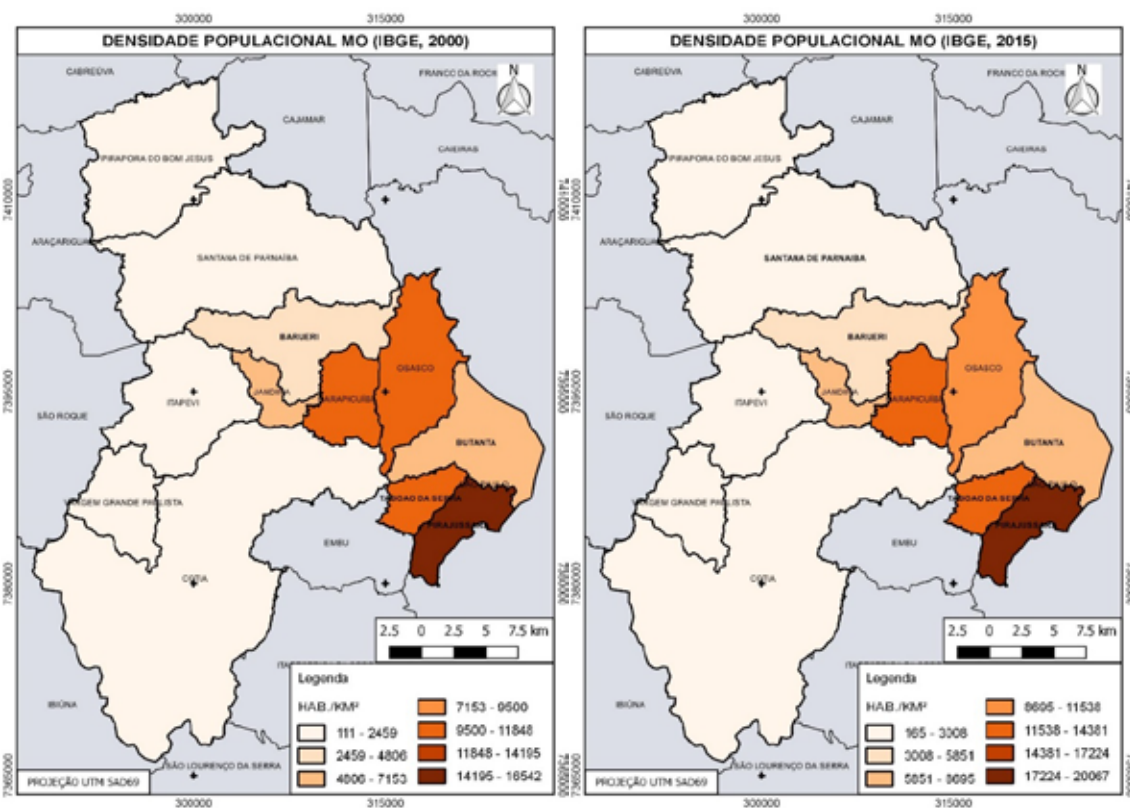


Figura 2. Densidade Demográfica na MO em 2000 e 2015.

Fonte: IBGE (2015)

Observando a Fig. 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%).

Pirapora do Bom Jesus apresenta o menor valor pois está localizado num local afastado dos centros de reservação e sistemas de adução e também por ser entrecortado pela Estrada dos Romeiros (SP-312), dificultando assim a implantação de obras de rede de distribuição. O centro da cidade é bem abastecido, entretanto há bairros distantes em áreas praticamente rurais que são atendidos por poços de captação de águas subterrâneas, e a totalidade da vazão destes é insuficiente para abastecer todas as comunidades

devido ao aumento populacional incitado pela especulação imobiliária (SABESP, 2017).

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. Ressalta-se que a maior regressão linear com o indicador IN024 é justamente a densidade populacional de 2015, embora mostre um resultado de 49,4%, que é considerado fraco. Ressalta-se que a segunda maior correlação linear mais forte com o indicador IN023 é a do índice IN015 (índice de tratamento de esgoto), com 34%, considerada fraca.

Não houve casos de regressão diferencial para o indicador IN023, isto é, percentual negativo, exceto para o município de Taboão da Serra, com o valor de -0,1% provavelmente por erro de truncamento.

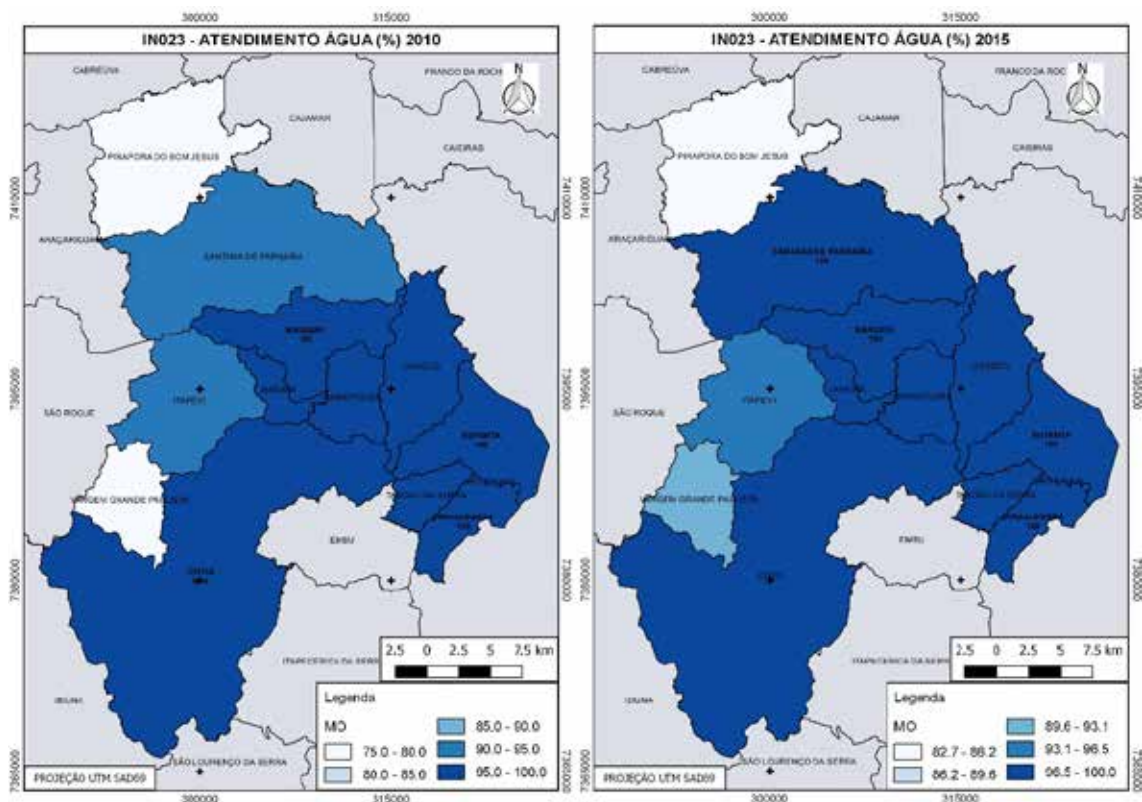


Figura 3. Indicador de atendimento de água na MO em 2010 e 2015.

Fonte: SNIS (2014)

A analisar a Fig. 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, respectivamente com 73,80% e 66,37%. Logo, quanto mais adensado é o município, maior é 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%. Esses municípios possuem muita área verde e não antropizada, possuindo portanto potencial para crescimento da malha urbana.

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 disso é a ausência do cadastro técnico, isto é, muitas vezes a rede coletora é assentada, porém ou o cadastro não é feito ou é entregue atrasado, reduzindo assim o cômputo estatístico do indicador por parte da Sabesp.

Salienta-se que a regressão linear entre o indicador IN021 e a densidade demográfica é da ordem de 75% aproximadamente, corroborando o fato de que o projeto/dimensionamento da rede coletora e coletor deve ser parte integrante do planejamento urbano do município.

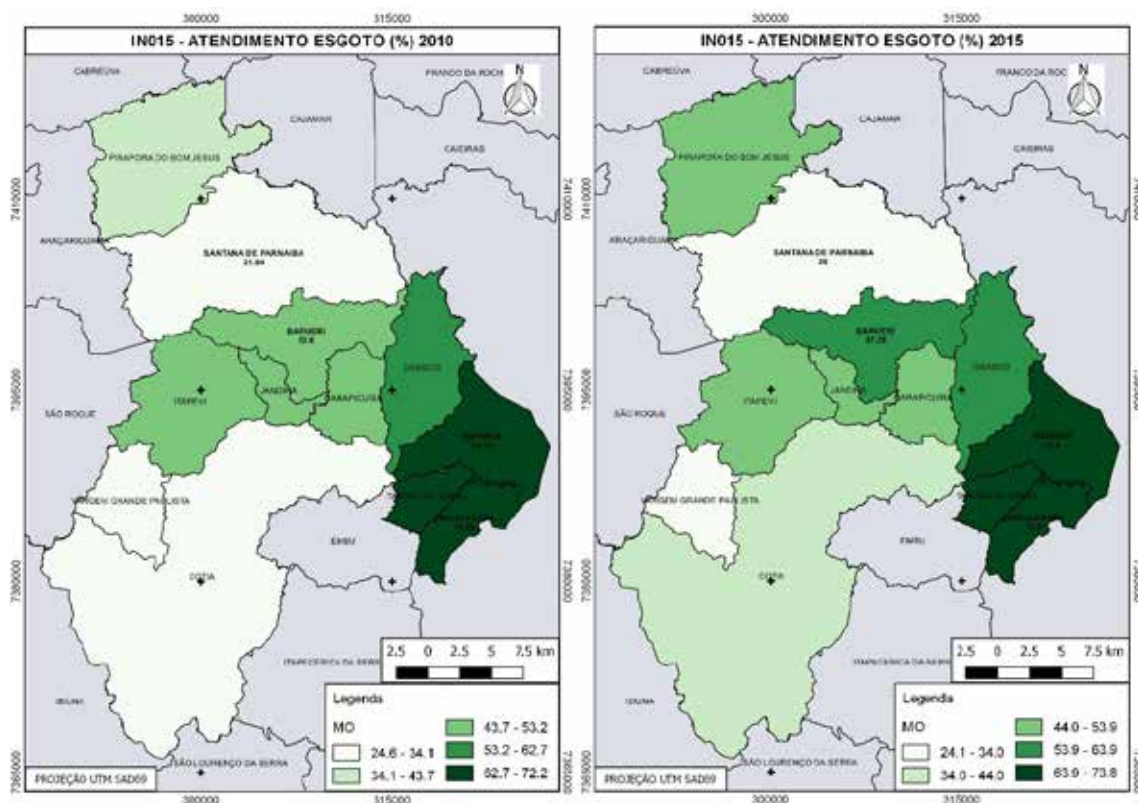


Figura 4. Indicador de atendimento de esgoto na MO em 2010 e 2015. Fonte: SNIS (2014)

Observando-se a Fig. 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; em segundo lugar ficou o município de Carapicuíba, com cerca de 35%. Os municípios com maior aumento de perdas de 2010 para 2015 foram Vargem Grande Paulista, com 150%, e em segundo lugar Itapevi, com 22,5%.

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. Esse 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 de reais (SABESP, 2018).

Reforça-se que a correlação Pearson mais forte com o indicador IN049 tem o percentual de somente de 0,9% _ muito fraca, quando atribuída ao indicador IN021 (massa coletada de RSU).

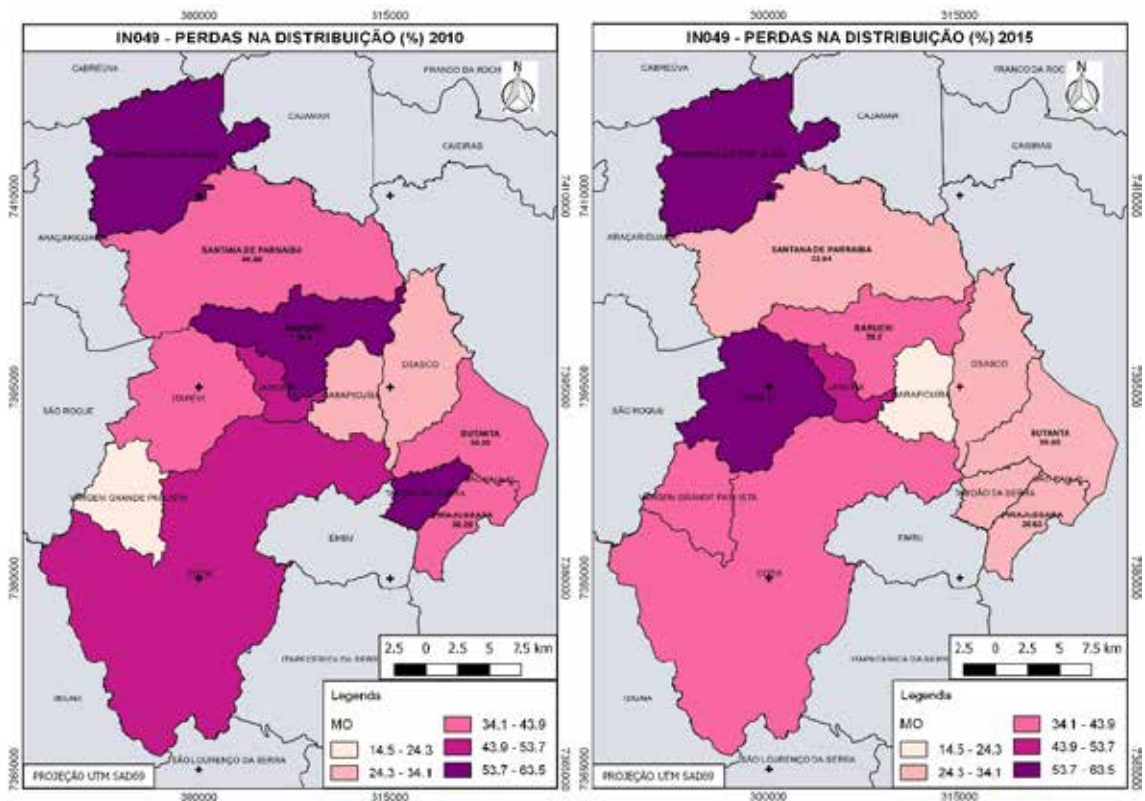


Figura 5. Indicador de perdas na distribuição de água na MO em 2010 e 2015.

Fonte: SNIS (2014)

Analisando a Fig. 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 a Carapicuíba, com 80,40%, e Pirapora do Bom Jesus, com 88%.

Ressalta-se que esse índice tem uma correlação positiva de 0,136 atribuída à densidade demográfica, considerada muito fraca. A média para 2010 na MO do índice IN014 manteve-se em 96,05%.

Pela observação da Fig. 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 a do município de Barueri, com um percentual de -15,04%, seguido de Vargem Grande Paulista, com diminuição de cerca de 10%. A provável causa da alteração do indicador IN021 seria o valor investido, por parte das prefeituras municipais, nos serviços de coleta de RSU, baseado no indicador FN220 “Despesa total com serviços de manejo de resíduos sólidos urbanos”, logo os dois índices são igualmente proporcionais, isto é, quanto maior o investimento em coleta de RSU, maior será a coleta de massa urbana.

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 produz cerca de 32% a menos de resíduos em comparação ao Estado.

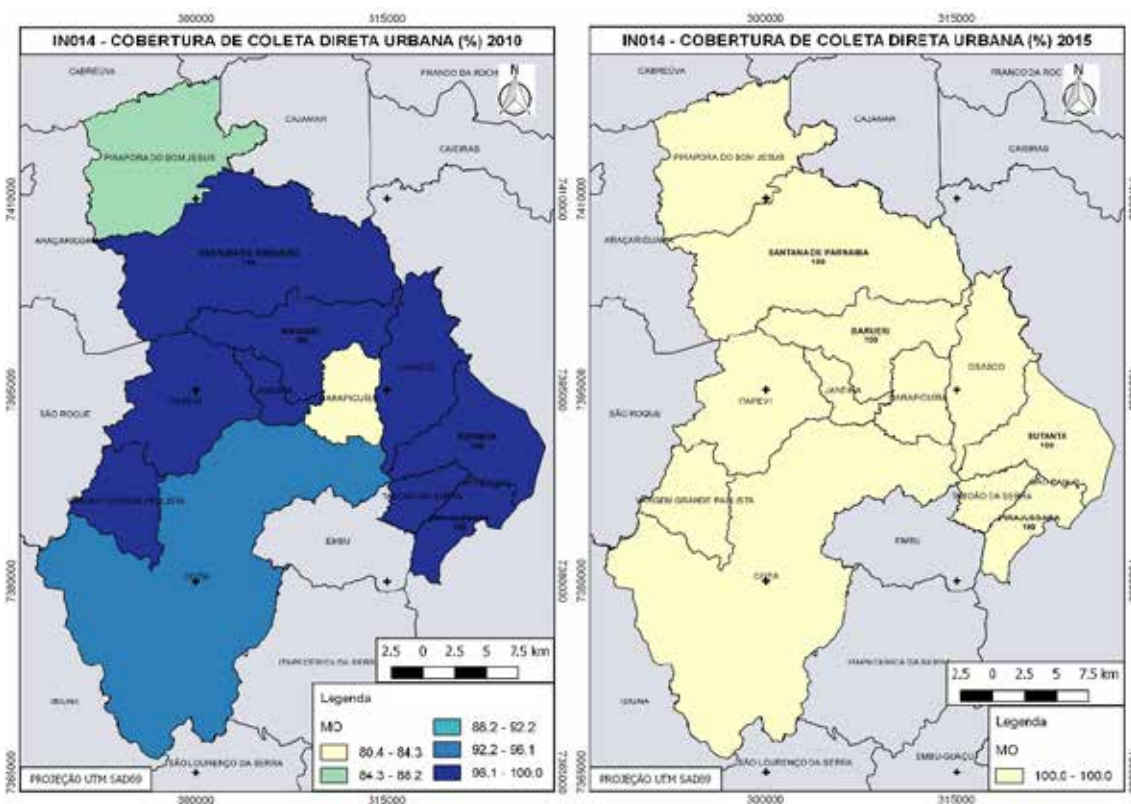


Figura 6. Indicador de cobertura de coleta urbana de resíduos sólidos urbanos na MO em 2010 e 2015. Fonte: SNIS (2014)

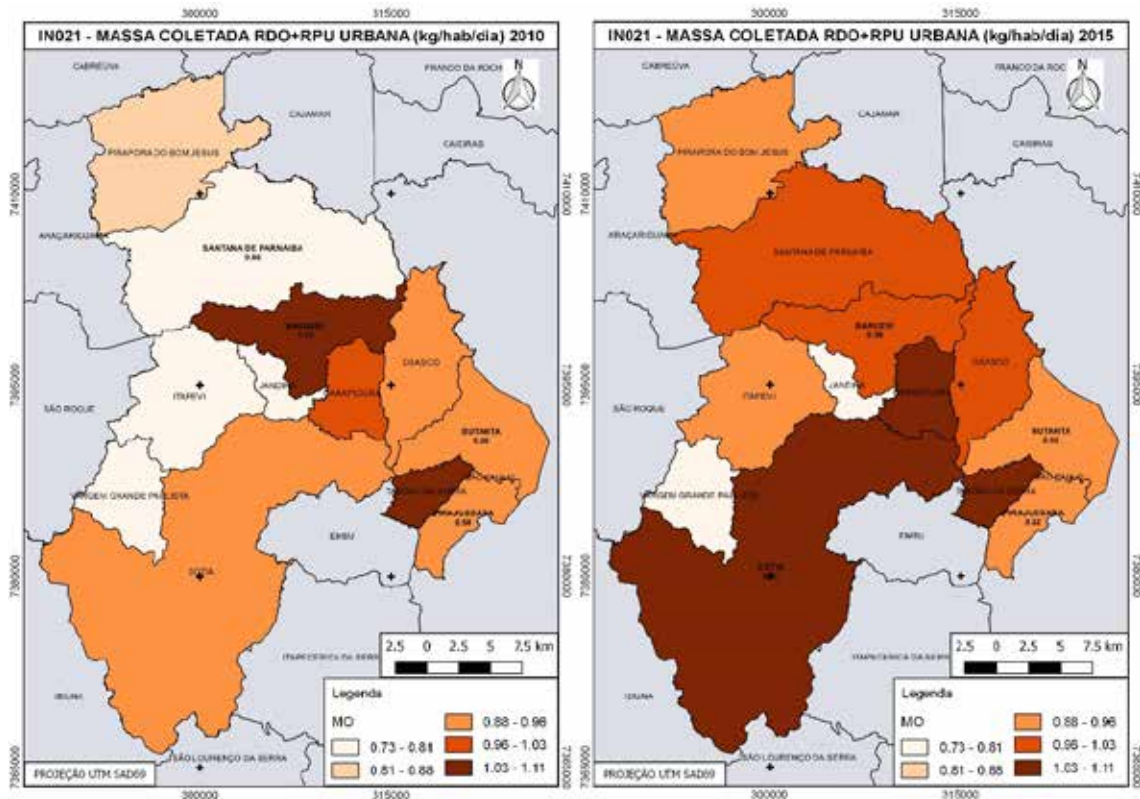


Figura 7. Indicador de massa coletada de resíduos sólidos urbanos per capita na MO em 2010 e 2015.

Fonte: SNIS (2014)

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Por meio dos Sistema de Informações Geográficas (SIG), foi executada a espacialização da densidade demográfica e dos seis indicadores do SNIS. O estudo mostrou que a MO sofreu um crescimento de densidade populacional em suas áreas urbanas, especialmente nas regiões periféricas, mantendo o balanceamento dos serviços públicos de saneamento, embora alguns municípios apresentem descompassos específicos por problemas de gestão pública, como por falta de orçamento e corpo técnico capacitado.

Todavia, é importante salientar que as informações obtidas do SNIS não são totalmente confiáveis, uma vez que os dados repassados pelas prestadoras de serviço não são auditados, e se houver alguma inconsistência esta será publicada de forma direta – geralmente, a discrepância logo é

notada ao se analisar a série histórica do indicador (BRASIL, 2007).

Constatou-se que todos os municípios apresentam índices de abastecimento superiores a 80% e coleta de resíduos sólidos urbanos próxima a 100%. A média de coleta de RSU da MO é próxima da coleta total RSU per capita: 0,94 kg/hab/dia e 0,97 kg/hab/dia respectivamente (IBGE, 2012). A média do indicador de perdas na distribuição mostrou-se alta, cerca de 38% o que indica necessidade de investimento e pesquisa nesta área, mesmo a Sabesp tendo um departamento exclusivo de perdas para cada Unidade de Negócio da Diretoria Metropolitana.

Assim, os resultados encontrados comprovam que o geoprocessamento é uma importante ferramenta no gerenciamento ambiental e territorial do município, sinalizando a precisão de investi-

mento financeiro na infraestrutura dos sistemas de abastecimento, esgotamento e coleta de RSU, objetivando a preservação do meio ambiente, de acordo com as Leis nº 11.445 e nº 10.247 (BRASIL, 2007 e 2001). Recomenda-se ainda o uso desta metodologia às agências reguladoras em relação a disponibilizar informações como forma de consulta aos usuários dos serviços de saneamento.

5 AGRADECIMENTOS

O autor gostaria de agradecer ao pessoal do MOED Anais pela cessão de dados, em especial ao tecnólogo Ney Nobuo Otsuki pela consultoria dos dados técnicos e ao gerente Tarcísio Nagatani pela disponibilidade no horário para elaboração deste trabalho.

6 REFERÊNCIAS

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.

BRASIL. **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.

_____. **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.

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.

FILHA, L.G.F.; RAMOS, H.F.; SANTOS, E.R.S.; OLIVEIRA, W.N. Geoprocessamento aplicado na avaliação dos tipos de destino dos resíduos sólidos urbano e as licenças ambientais dos municípios do estado de Goiás/Brasil. **Anais XVI Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto**. INPE. Foz do Iguaçu, PR, 2013.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censo demográfico 2010: famílias e domicílios – resultados da amostra**. Rio de Janeiro: IBGE, 2012.

KOBIYAMA, M.; MOTA, A. A.; CORSEUIL, C. W. **Recursos Hídricos e Saneamento**. Curitiba: Organic Trading, 2008.

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

SABESP. Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo, 2017. **Quem Somos Nós – Perfil MO**. Portal Corporativo (intranet). Acesso em 29 de Jan. 2018.

SNIS. Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento – Ministério das Cidades. SNIS – **Séries Históricas**. Disponível em: <<http://www.cidades.gov.br/serieHistorica/>>. Acesso em 28 de Jan. 2018.

TSUTIYA, M. T. **Abastecimento de Água**. 3. ed. São Paulo: Escola Politécnica da USP, 2006.