# II-724 - AVALIAÇÃO DOS SISTEMAS DE TRATAMENTO DE ESGOTO EM MUNICÍPIOS DE PEQUENO PORTE NA PARAÍBA

**Jasmyne Karla Vieira Souza Maciel** [(1)]
Engenheira Civil pela Universidade Federal de Campina Grande (UFCG). Mestranda em Engenharia e Gestão de Recursos Naturais pela UFCG.
**Elis Gean Rocha** [(2)]
Engenheira Civil pela Universidade Federal de Campina Grande (UFCG). Mestra em Engenharia Civil e Ambiental pela UFCG. Doutora em Engenharia e Gestão de Recursos Naturais pela UFCG.
**Gabriele de Souza Batista** [(3)]
Engenheira Civil pela Universidade Federal de Campina Grande (UFCG). Mestranda em Engenharia Civil e Ambiental pela UFCG.
**Felipe Cunha Feitosa** [(4)]
Graduando em Engenharia Civil pela Universidade Federal de Campina Grande (UFCG).
**Renan Filipe do Nascimento Fonseca** [(5)]
Graduando em Engenharia Civil pela Universidade Federal de Campina Grande (UFCG).

**Endereço** [(1)]**:** Avenida Joaquim Caroca, 350 - Universitário - Campina Grande - PB - 58429-120 - Brasil - Tel: +55 (87) 99952-0128 - e-mail: **jasmynejk@gmail.com**.

## RESUMO

O crescimento urbano desordenado e sem planejamento aumenta a demanda por recursos naturais, a degradação do meio ambiente e a geração de grandes volumes de resíduos. A ineficiência ou inexistência dos serviços de esgotamento sanitário, especialmente no que se refere ao tratamento de esgotos, gera problemas ambientais e de saúde pública nos municípios brasileiros. A situação é ainda pior em municípios de pequeno porte, onde a limitação orçamentária, técnica e estrutural faz com que normalmente sejam utilizadas soluções inadequadas de tratamento ou destinação final dos esgotos, como fossas rudimentares e o lançamento *in natura*. Com base nessa problemática, o presente trabalho tem por objetivo caracterizar os sistemas coletivos de tratamento de efluentes existentes em 49 municípios de pequeno porte do estado da Paraíba e avaliar as desigualdades e desafios para a universalização do serviço. Utilizou-se indicadores criados conforme informações levantadas durante a elaboração dos Planos Municipais de Saneamento Básico (PMSB), espacializados a partir de Sistemas de Informações Geográficas (SIG). Os dados foram validados em visitas técnicas e audiências públicas e analisados por microrregiões de água e esgoto do estado da Paraíba. Nos municípios estudados, 59,2% possuem fossões, sendo a solução mais utilizada, e 32,7% tem seus efluentes tratados por estações de tratamento de esgoto. Foi constatado que, mesmo nos municípios com unidades de tratamento, existem deficiências na concepção, operação e manutenção dos sistemas. Verifica-se a necessidade de desenvolvimento de trabalhos voltados ao aperfeiçoamento dos sistemas de tratamento existentes e à concepção de sistemas alternativos de tratamento, para os municípios que ainda não tem seus esgotos tratados. Em se tratando de esgotos especiais gerados por atividades que possam causar impactos ambientais, como matadouros e indústrias, observou-se condições precárias no tratamentos dos efluentes e a ausência de controle de qualidade do efluente tratado. Tal situação reflete a necessidade de que os órgãos ambientais fiscalizadores incentivem os responsáveis a tratarem os efluentes e garantam a aplicação de penalidades em caso de descumprimento da legislação. Através do estudo, é possível fornecer apoio aos gestores públicos em todas as esferas governamentais, ajudando-os a planejar de forma eficiente para garantir a universalização dos serviços de esgotamento sanitário e reduzir as vulnerabilidades e desigualdades sociais existentes.

**PALAVRAS-CHAVE:** PMSB, Saneamento básico, Pequenos municípios, Esgotamento sanitário, Tratamento de efluentes.

## INTRODUÇÃO

O desenvolvimento das sociedades atrelado ao crescimento urbano desordenado e sem planejamento implicam em consequências como o aumento da demanda por recursos naturais, a degradação do meio ambiente e a geração de grandes volumes de resíduos. Este cenário se agrava devido a ineficiência e/ou inexistência dos serviços de saneamento.

De acordo com o SNIS (2020), no ano de 2020, cerca de 55% da população urbana brasileira possuía acesso a coleta de esgoto. Nesse ano, o índice urbano de cobertura do serviço de esgoto no estado da Paraíba era igual a 38%. Nesse contexto, a ANA (2017) destaca que, em ambientes urbanos, além do baixo índice de coleta, nem todo esgoto coletado recebe tratamento. Em 2020, destaca-se que apenas 51% e 44% de todo esgoto coletado no Brasil e na Paraíba, respectivamente, era submetido à tratamento (SNIS, 2020).

Segundo a Organização Mundial da Saúde (OMS) (2009), 88% das mortes por diarreia no mundo são causadas por saneamento inadequado e, desses óbitos, 84% correspondem a crianças com até cinco anos de idade. Analisando mais especificamente os impactos da falta de serviços de esgotamento, Saúde (2020) afirma que se houvesse universalização da coleta de esgoto no Brasil, haveria uma diminuição de 74,6 mil internações, onde 56% dessa redução ocorreria no Nordeste.

Esta realidade em municípios de pequeno porte se mostra ainda mais frágil. Segundo o IBGE (2021), 87% dos municípios brasileiros tem até 50 mil habitantes e abrigam aproximadamente 31% da população total. De acordo com Rossoni *et al.* (2020), os serviços de esgotamento sanitário são mais precários em localidades menos populosas e urbanizadas, sendo normalmente utilizadas soluções inadequadas para o despejo dos esgotos como fossas rudimentares e o lançamento in natura. Para Freitas (2012) e Lisboa *et al.* (2013), isso deve-se aos desafios internos do poder público, como a estrutura orçamentária reduzida, que limitam os investimentos na execução de projetos de sistemas de esgotamento sanitário.

Diante dessas deficiências, salienta-se a importância da elaboração de Planos Municipais de Saneamento Básico (PMSB), conforme previsto pela Lei Federal nº 11.445/2007. Assim, com o conhecimento das problemáticas e potencialidades municipais, a partir do diagnóstico, faz-se possível o estabelecimento de programas projetos e ações que visam auxiliar os gestores públicos no planejamento dos serviços, garantindo a melhoria da qualidade de vida da população (VENTURA e ALBUQUERQUE, 2020).

Nesse sentido, este artigo tem por objetivo caracterizar os sistemas coletivos de tratamento de efluentes existentes em municípios de pequeno porte do estado da Paraíba, contemplados pelo TED nº 03/2019 Funasa/UFCG. Dessa forma, pretende-se avaliar as desigualdades existentes e os desafios para universalização do serviço de esgotamento sanitário nos municípios em estudo.

## MATERIAIS E MÉTODOS

A etapas metodológicas dessa pesquisa estão expostas no fluxograma da Figura 1.

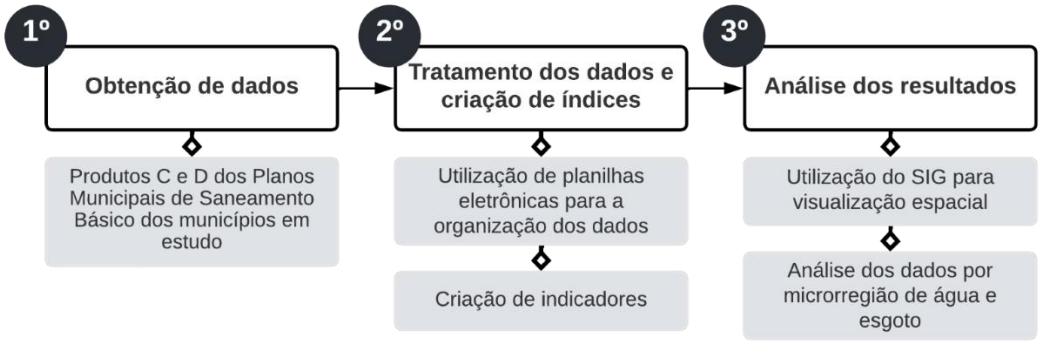
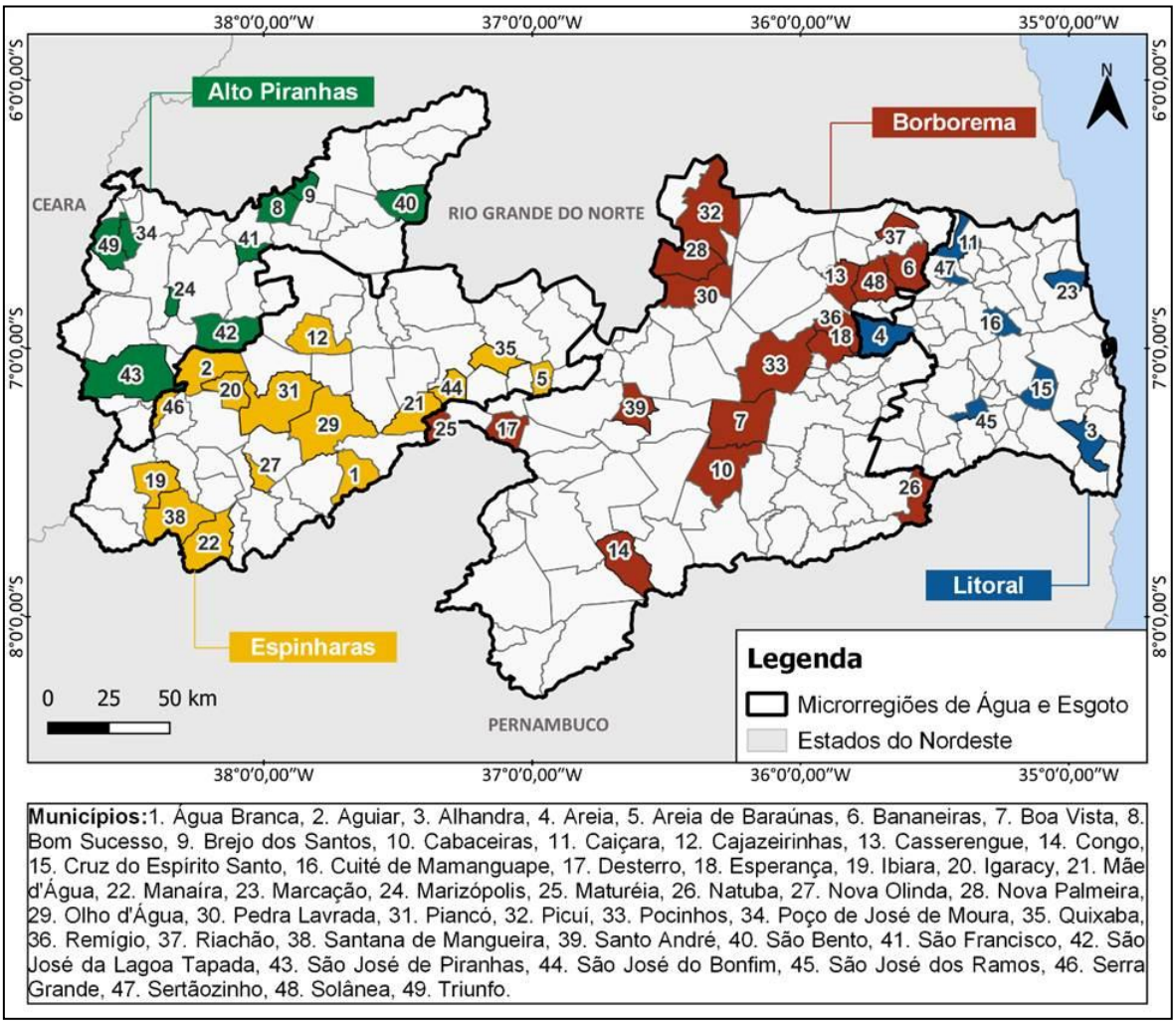



**Figura 1: Fluxograma síntese das etapas dos procedimentos metodológicos**

## CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

Os municípios que serão analisados fazem parte da elaboração dos Planos Municipais de Saneamento Básico desenvolvidos pela Fundação Nacional de Saúde (Funasa) em parceria com Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), a partir do Termo de Execução Descentralizada (TED) nº 03/2019.
O TED contempla 49 pequenos municípios do estado da Paraíba, distribuídos nas quatro microrregiões de água e esgoto do estado (Lei Complementar nº 168/2021), sendo: 10 municípios na microrregião Alto Piranhas, 15 municípios na microrregião Borborema, 15 municípios na microrregião Espinharas e 9 municípios na

microrregião Litoral. A Figura 2 apresenta os municípios contemplados e as microrregiões de água e esgoto do estado em que cada um está inserido.




**Municípios:**1. Água Branca, 2. Aguiar, 3. Alhandra, 4. Areia, 5. Areia de Baraúnas, 6. Bananeiras, 7. Boa Vista, 8. Bom Sucesso, 9. Brejo dos Santos, 10. Cabaceiras, 11. Caiçara, 12. Cajazeirinhas, 13. Casserengue, 14. Congo, 15. Cruz do Espírito Santo, 16. Cuité de Mamanguape, 17. Desterro, 18. Esperança, 19. Ibiara, 20. Igaracy, 21. Mãe d'Água, 22. Manaíra, 23. Marcação, 24. Marizópolis, 25. Maturéia, 26. Natuba, 27. Nova Olinda, 28. Nova Palmeira, 29. Olho d'Água, 30. Pedra Lavrada, 31. Piancó, 32. Picuí, 33. Pocinhos, 34. Poço de José de Moura, 35. Quixaba, 36. Remígio, 37. Riachão, 38. Santana de Mangueira, 39. Santo André, 40. São Bento, 41. São Francisco, 42. São José da Lagoa Tapada, 43. São José de Piranhas, 44. São José do Bonfim, 45. São José dos Ramos, 46. Serra Grande, 47. Sertãozinho, 48. Solânea, 49. Triunfo.

**Figura 1: Municípios que fazem parte do TED nº 03/2019 Funasa/UFCG distribuídos nas microrregiões de água e esgoto**

## OBTENÇÃO DE DADOS

A fim de caracterizar os sistemas de tratamento de esgoto da zona urbana dos 49 municípios em estudo, foram levantadas informações (Quadro 1), nos Produto C – Diagnóstico Técnico-Participativo e do Produto D – Prognóstico do Saneamento Básico dos PMSB. Os dados e informações presentes nesses documentos foram obtidos em: órgãos públicos, como as prestadoras do serviço e prefeituras municipais; base de dados, como o Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS) e o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE); e, nas audiências públicas e visitas técnicas realizadas nos municípios.

**Quadro 1: Informações necessárias sobre os sistemas de tratamento de esgoto**

| INFORMAÇÃO | | DESCRIÇÃO |
|---|---|---|
| TRATAMENTO DOS ESGOTOS | **Tratamento das águas residuais coletadas** | Existe algum tipo de tratamento para o esgoto coletado? |
| | **Tratamento preliminar** | Se houver sistema de tratamento, existe unidade de tratamento preliminar (calha Parshall, grade e caixa de areia)? |
| | **Tipo de tratamento utilizado** | Se houver tratamento, qual tecnologia usada no sistema? |
| | **Situação do sistema de tratamento** | Se houver tratamento, quais as condições do sistema? |
| ESGOTOS ESPECIAIS | **Atividades geradoras de impactos negativos** | Existe alguma atividade geradora de impacto no município, como: indústrias, mineradoras, matadouros, etc.? |
| | **Tratamento utilizado** | Se existirem essas atividades, qual a tecnologia empregada para o tratamento dos efluentes? |
| | **Situação da unidade de tratamento** | Se existirem essas atividades, qual as condições do sistema |

## CRIAÇÃO DE INDICADORES

Após a obtenção dos dados e informações, realizou-se a organização dos dados a partir de planilhas eletrônicas no *software* Excel. Assim, a fim de descrever os aspectos referentes a situação do tratamento de esgoto nos municípios, realizou-se a criação de indicadores, conforme apresentado no Quadro 2.

**Quadro 2: Indicadores desenvolvidos**

| INDICADOR | EQUAÇÃO |
|---|---|
| **Taxa de municípios que usam fossão** | (Quantidade de municípios que possuem fossões / Quantidade total de municípios) · 100 |
| **Taxa de municípios com possuem ETE** | (Quantidade de municípios que possuem ETE / Quantidade total de municípios) · 100 |
| **Taxa de esgoto coletado** | (Volume de esgoto coletado / Volume de esgoto gerado) · 100 |
| **Taxa de tratamento de esgoto** | (Volume de esgoto coletado tratado / Volume de esgoto coletado) · 100 |
| **Taxa de cobertura da ETE** | (Área atendida por rede coletora e ETE / Área habitada da mancha urbana) · 100 |

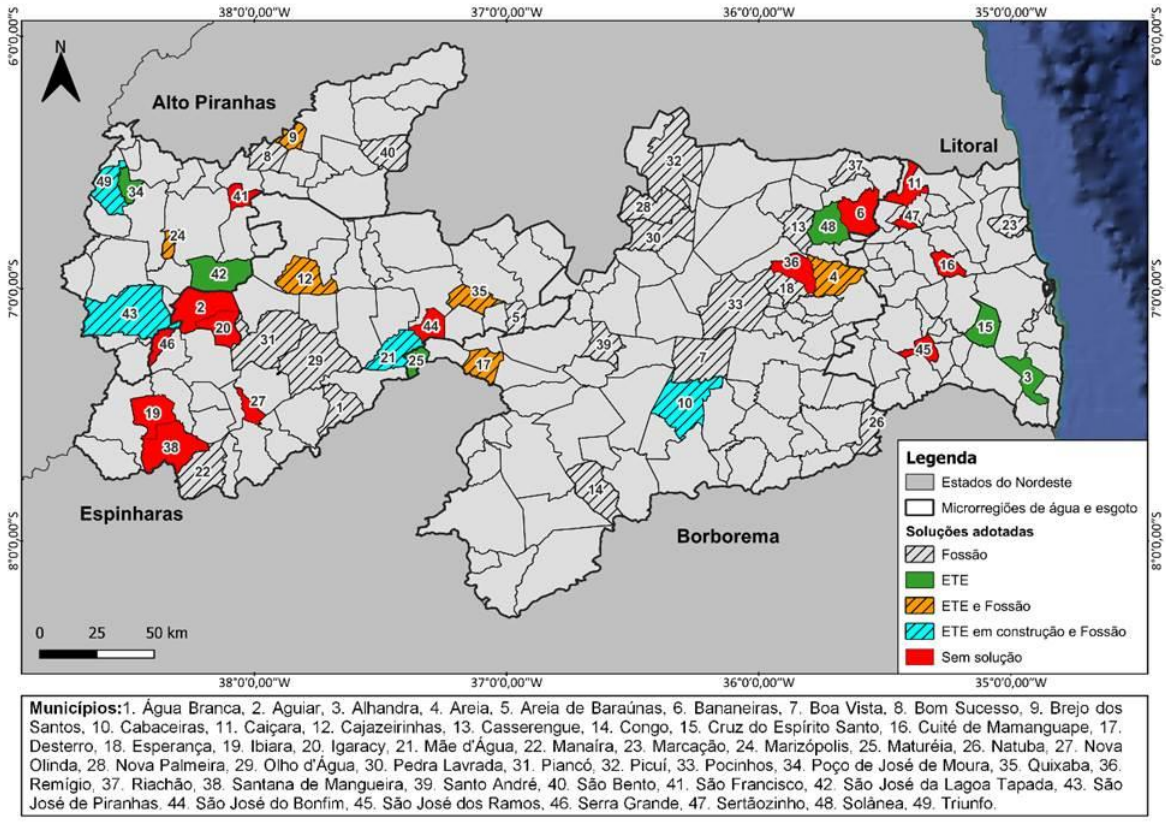
## ANÁLISE DE RESULTADOS

Com os indicadores calculados, utilizou-se Sistemas de Informações Geográficas (SIG), por meio do *software* QGIS 3.22.5, com o intuito de avaliar os dados espacialmente. Os dados obtidos foram validados em visitas técnicas e audiências públicas realizadas entre os meses de agosto e setembro de 2021, nos 49 municípios. Dessa forma, os resultados foram analisados por microrregiões de água e esgoto do estado da Paraíba.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Das soluções de tratamento e disposição final de esgotos adotadas nos 49 municípios partícipes do TED nº 03/2019 Funasa/UFCG, os fossões estão presentes em 29 municípios (59,2%), caracterizando-se como a solução mais utilizada (Figura 3). Em dez destes municípios, além dos fossões, foram também identificadas unidades de tratamento, como por exemplo, no município de Cajazeirinhas, que possui uma ETE para tratar o esgoto coletado de parte da zona urbana ao mesmo tempo que mantêm um fossão em funcionamento. Durante as visitas técnicas, constatou-se que em Cabaceiras, São José de Piranhas, Mãe d'Água e Triunfo as ETE estavam em fase de construção e o esgoto coletado tinham os fossões como disposição final. Os municípios que possuem ETE como única solução são Alhandra, Cruz do Espírito Santo, Maturéia, Poço de José de Moura, São José da Lagoa Tapada e Solânea, e a tecnologia de tratamento adotada em todos são as lagoas de estabilização. No entanto, as

ETE de Alhandra, Desterro e Marizópolis encontram-se desativadas. De todos os municípios estudados, 28,6% não possuem unidade de tratamento ou disposição final.




**Municípios:**1. Água Branca, 2. Aguiar, 3. Alhandra, 4. Areia, 5. Areia de Baraúnas, 6. Bananeiras, 7. Boa Vista, 8. Bom Sucesso, 9. Brejo dos Santos, 10. Cabaceiras, 11. Caiçara, 12. Cajazeirinhas, 13. Casserengue, 14. Congo, 15. Cruz do Espírito Santo, 16. Cuité de Mamanguape, 17. Desterro, 18. Esperança, 19. Ibiara, 20. Igaracy, 21. Mãe d'Água, 22. Manaíra, 23. Marcação, 24. Marizópolis, 25. Maturéia, 26. Natuba, 27. Nova Olinda, 28. Nova Palmeira, 29. Olho d'Água, 30. Pedra Lavrada, 31. Piancó, 32. Picuí, 33. Pocinhos, 34. Poço de José de Moura, 35. Quixaba, 36. Remígio, 37. Riachão, 38. Santana de Mangueira, 39. Santo André, 40. São Bento, 41. São Francisco, 42. São José da Lagoa Tapada, 43. São José de Piranhas, 44. São José do Bonfim, 45. São José dos Ramos, 46. Serra Grande, 47. Sertãozinho, 48. Solânea, 49. Triunfo.

**Figura 3: Soluções de tratamento e disposição final de esgotos**

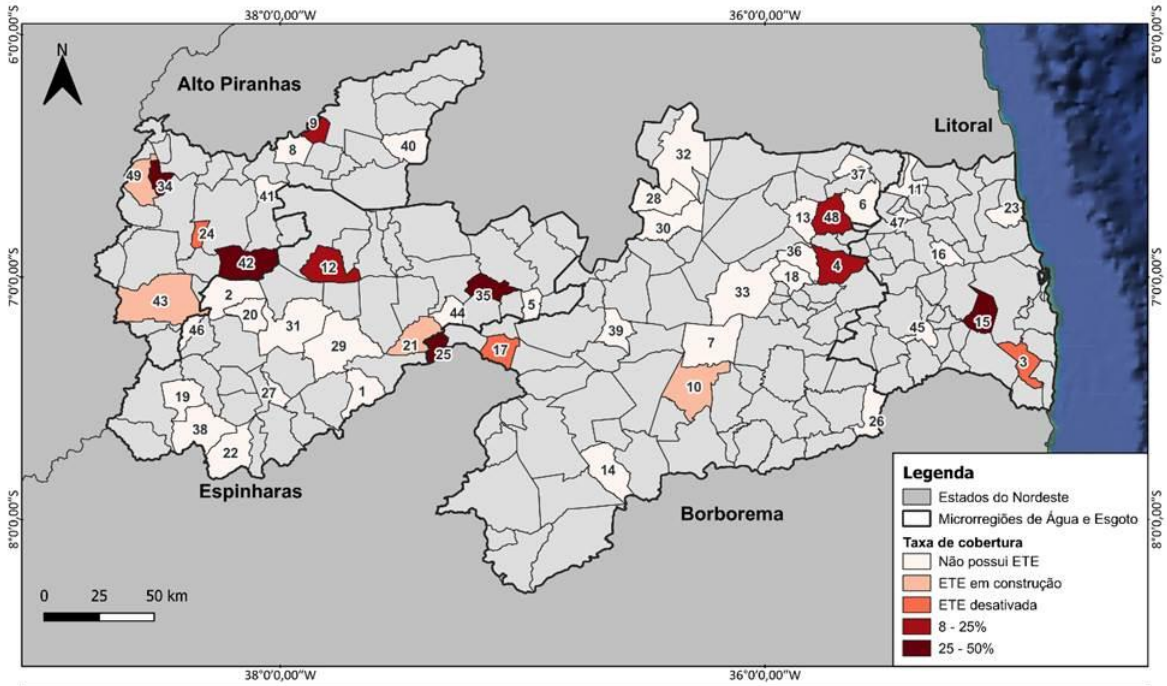
Como pode ser observado na Figura 3, os fossões estão presentes nas quatro microrregiões do estado como a principal solução para a disposição final dos esgotos coletados nas cidades. Canali *et al.* (2020) ressalta que em municípios de pequeno porte, a estrutura orçamentária reduzida, a ausência de mão-de-obra qualificada e a falta de estrutura apropriada podem ser empecilhos para a utilização de sistemas de tratamento de efluentes convencionais. Dessa forma, muitas vezes os fossões se tornam uma alternativa para a disposição final dos efluentes coletados nessas localidades. De acordo com Batista (2021) no estado da Paraíba, dos 16,1% municípios que possuem soluções de tratamento e disposição final dos efluentes coletados, um terço utiliza fossões.

Apesar de ser uma alternativa de baixo custo, os fossões necessitam de uma rotina de manutenção e limpeza constantes para garantir seu bom funcionamento. Foram identificados um total de 60 fossões na área de estudo, dos quais quatro não estão funcionando, 35 se encontram em condições precárias físicas e de funcionamento e somente 21 deles estão em bom estado (Figura 4). Destaca-se, também, que os fossões são utilizados somente para parte do esgoto gerado nos municípios, em sua maioria, referente as moradias que se localizam próximas destes. Os principais problemas identificados foi o subdimensionamento, excedendo o volume do fossão, provocando extravasamentos, passagem direta do esgoto, proliferação de vetores etc. Muitas unidades também apresentaram estruturas danificadas, necessitando de reformas e/ou reconstrução.

**Figura 4: Fossões encontrados na zona urbana de: a) Fossão em condições precárias em Manaíra/PB. B) fossão em condições precárias em Bom Sucesso/PB; c) Fossão desativado em Água Branca/PB; d) Fossão em bom estado em Olho D'água/PB.**

Dos 16 municípios que possuem ETE (em construção, em operação ou desativada), 14 utilizam as lagoas de estabilização como tecnologia de tratamento, onde a configuração mais comum é a associação de lagoa anaeróbia seguida de lagoa facultativa. No município de Quixaba o tratamento é composto por um reator *Upflow Anaerobic Sludge Blanket* – UASB (reator anaeróbio de fluxo ascendente) seguido de decantador secundário, já em Mãe d'Água a ETE em construção tem como tecnologia decantador primário e lodos ativados. Estes resultados apresentam conformidade com o estudo de Batista (2021), que aponta que as lagoas de estabilização (lagoas anaeróbias e facultativas) são os sistemas de tratamento amplamente utilizados no estado da Paraíba.

A taxa de cobertura das estações de tratamento de esgotos pode ser observada na Figura 5. Como descrito anteriormente, nos municípios de Alhandra, Desterro e Marizópolis as ETE estão desativadas, dessa forma a taxa de cobertura dessas unidades é zero. Para os municípios com ETE em operação, observou-se que Solânea apresentou a menor taxa de cobertura, abrangendo 8,10% da área urbana e Quixaba apresentou a maior taxa, igual a 49,9%. Esses valores revelam que, mesmo nas cidades que possuem unidades de tratamento de esgotos, ainda é precário o tratamento em relação a área urbana habitada, havendo necessidade de expansão da rede e do número de ligações.




**Municípios:**1. Água Branca, 2. Aguiar, 3. Alhandra, 4. Areia, 5. Areia de Baraúnas, 6. Bananeiras, 7. Boa Vista, 8. Bom Sucesso, 9. Brejo dos Santos, 10. Cabaceiras, 11. Caiçara, 12. Cajazeirinhas, 13. Casserengue, 14. Congo, 15. Cruz do Espírito Santo, 16. Cuité de Mamanguape, 17. Desterro, 18. Esperança, 19. Ibiara, 20. Igaracy, 21. Mãe d'Água, 22. Manaíra, 23. Marcação, 24. Marizópolis, 25. Maturéia, 26. Natuba, 27. Nova Olinda, 28. Nova Palmeira, 29. Olho d'Água, 30. Pedra Lavrada, 31. Piancó, 32. Picuí, 33. Pocinhos, 34. Poço de José de Moura, 35. Quixaba, 36. Remígio, 37. Riachão, 38. Santana de Mangueira, 39. Santo André, 40. São Bento, 41. São Francisco, 42. São José da Lagoa Tapada, 43. São José de Piranhas, 44. São José do Bonfim, 45. São José dos Ramos, 46. Serra Grande, 47. Sertãozinho, 48. Solânea, 49. Triunfo.

**Figura 5: Taxa de cobertura da ETE**

De acordo com o Panorama do Saneamento Básico do Brasil (2021), tendo como referência o ano de 2020, em relação ao tratamento de esgotos, do volume coletado pelo sistema público existente no país, 79,8% recebe tratamento antes de ser lançado no corpo receptor. Essa taxa é igual a 77,8% no estado da Paraíba (SNIS, 2021). Considerando os municípios que possuem a ETE em funcionamento, a taxa média de tratamento foi de 53,12% do esgoto coletado, valor menor que as médias nacional e estadual. Destes municípios, apenas São José da Lagoa Tapada e Maturéia tratam todo o esgoto coletado.

Em relação a estrutura do tratamento preliminar nas ETE, constatou-se que 30,8% não possuem calha Parshall, 69,2% não possuem sistema adequado de gradeamento e nenhuma delas apresenta monitoramento da vazão e da eficiência do processo de tratamento. Além disso, as ETE em funcionamento dos municípios de Aguiar, Cajazeirinhas, Cruz do Espírito Santo, Poço de José de Moura e Solânea encontravam-se em condições precárias de funcionamento. Na Figura 6 é possível verificar alguns desses sistemas.

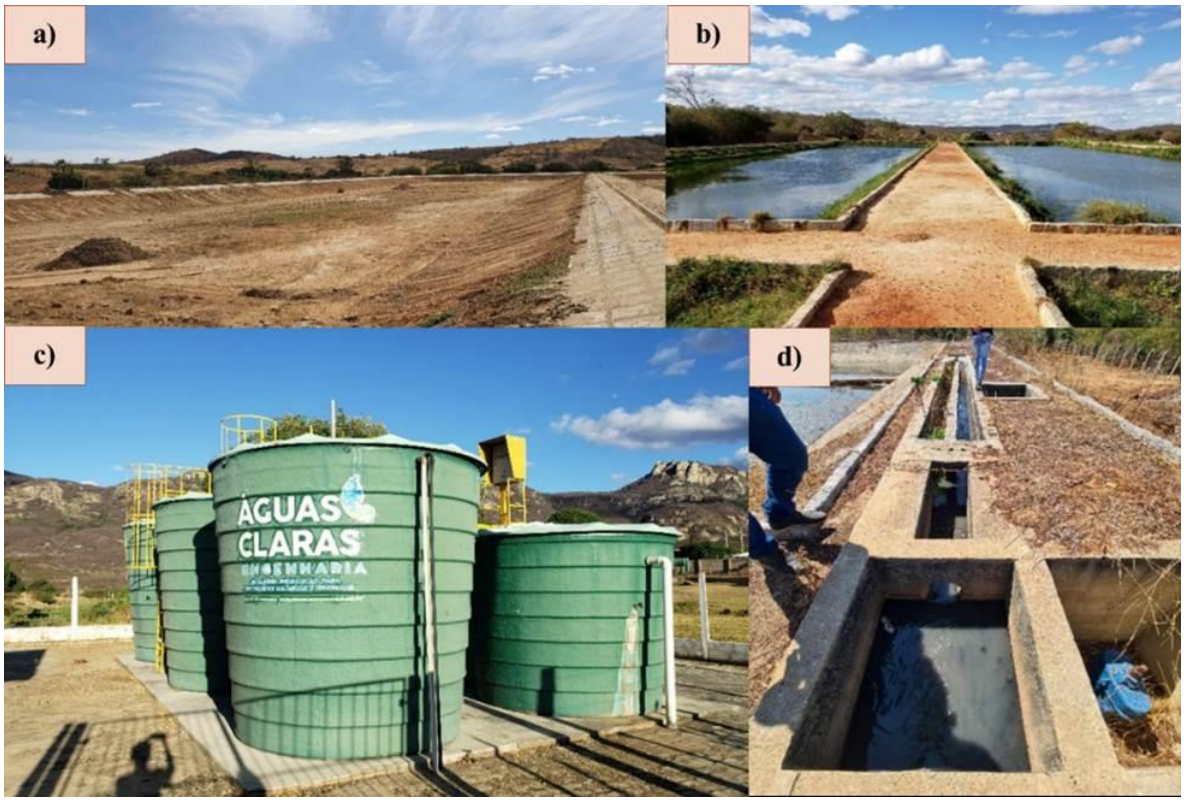



**Figura 6: a) ETE em construção em São José de Piranhas/PB b) ETE em funcionamento em Maturéia/PB c) ETE com reator aeróbio em Mãe d'Água/PB (inoperante) d) Tratamento preliminar em Brejo dos Santos/ PB**

Segundo o Panorama do Saneamento Básico do Brasil (2021), cerca de 55,0% da população total do país e 63,2% da população urbana são atendidas por rede de coleta de esgoto e as macrorregiões que apresentam o menor índice de atendimento são Norte e Nordeste, com taxas de 38,0% e 22,8%, respectivamente. Na Paraíba em 2021 a taxa de coleta de esgoto foi de 44,69%. Constatou-se que a ausência de um sistema coletivo que atenda a toda a zona urbana e a ausência de unidade de tratamento de esgotos adequada é uma realidade comum nos municípios estudados, onde a população utiliza ainda unidades individuais como fossas sépticas e rudimentares, bem como lançamento de esgoto a céu aberto. Durante as visitas técnicas foram mapeados diversos pontos de lançamento, evidenciando a precariedade do serviço de esgotamento e a vulnerabilidade da população a doenças provocadas pela ausência de saneamento (Figura 7).

**Figura 7: Lançamento de esgotos a céu aberto a) em Remígio/PB; b) Nova Olinda/PB; c) São José dos Ramos/PB; d) Bananeiras/PB.**

Em relação aos esgotos especiais gerados por atividades que possam causar impactos ambientais, identificou-se que os matadouros públicos estão presentes em 31 dos 49 municípios estudados, no entanto 11 encontravam-se desativados no ano de 2021. Quanto a situação ao tratamento o efluente gerado por essa atividade, dos que estavam em funcionamento, 80,0% encontravam-se em condições precárias, sendo metade destes localizados na microrregião da Borborema. Constatou-se também que em nenhum desses estabelecimentos era realizado o controle da qualidade do efluente tratado.

As águas residuárias, provenientes de abatedouros, se diferenciam das domésticas em vários aspectos. Iopp e Mendes (2020) apontam, principalmente, o fato da significativa presença de sangue, esterco, conteúdo estomacal e intestinal, além do alto teor de gordura em sua composição, agravando as condições ambientais e de saúde pública. Apenas em Água Branca, Boa Vista, Riachão e Sertãozinho os matadouros apresentaram sistema de esgotamento sanitário em condições adequadas para realização das atividades. Os municípios que possuem matadouro em condições inadequadas não atendem os marcos legais e diretrizes ambientais que regulam as atividades desse setor, podendo serem atuados pelos órgãos ambientais competentes.

De forma geral, as principais soluções adotadas nos matadouros eram fossões. Outras formas identificadas foram o lançamento na rede pública, fossa seca, lagoas de estabilização, lançamento a céu aberto e fossa séptica. Como exposto, a precariedade física e de funcionamento de muitas dessas unidades de tratamento colocam os

funcionários dos matadouros e os munícipes que residem nas proximidades em risco, devido a possibilidade de contaminação biológica do solo e dos corpos hídricos, além de intensificar a proliferação de vetores (como ratos e insetos). A situação e precariedade desses estabelecimentos está apresentada na Figura 9.

**Figura 8: a) Fossão do matadouro de São José de Piranhas/PB; b) fossão do matadouro de São José de Piranhas/PB; c) Lagoa desativada recebendo ossadas no matadouro de Serra Grande/PB; d) Lagoa de estabilização em Poço de José de Moura/ PB; e) caixa de passagem quebrada no matadouro de Picuí/PB.**

Ainda relacionado ao tratamento de esgotos das atividades geradoras de impactos negativos, foi possível identificar atividades industriais capazes de produzir águas residuais com potencial de poluição em oito municípios da área de estudo, conforme apresentado no Quadro 3.

**Quadro 3: Atividades industriais identificadas e solução adotada para esgotamento**

| MUNICIPIOS | ATIVIDADE | SOLUÇÃO |
|---|---|---|
| **Boa Vista** | Mineração de rochas | Não informado |
| **Cabaceiras** | Fábrica de Leite | Rede publica |
| | Curtume público | Céu aberto |
| **Cruz do Espírito Santo** | Engenho | Fossa verde |
| | Fábrica Cerâmica | Reuso |
| **Esperança** | Fábrica mármores e esquadrias | Não informado |
| **Igaracy** | Fábrica Têxtil | Fossas sépticas e lagoa |
| **Pedra Lavrada** | Fábrica Cerâmica | Fossa séptica com sumidouro |
| **Piancó** | Fábrica têxtil | Céu aberto |
| **Sertãozinho** | Incubatório de Aves | Fossa séptica |

As resoluções do Conselho Nacional do Meio Ambiental (CONAMA) n° 357/2005 e n° 430/2011, afirmam que é necessário que as indústrias realizem tratamento específico de acordo com os subprodutos gerados na atividade, a fim de reduzir o impacto ambiental do lançamento destes no meio ambiente. A partir das informações coletadas, percebe-se que é mais comum a utilização de fossa séptica como solução para o esgoto gerado nas atividades industriais. Entretanto, ainda existem indústrias que fazem o lançamento do esgoto a céu aberto sem nenhum tratamento. Também foi observado que somente duas fábricas usam soluções de reuso (Engenho e Fábrica de Cerâmica de Cruz do Espírito Santo) e que em nenhuma delas há controle de qualidade dos efluentes tratado. Isso evidencia que para atender às resoluções legais e colaborar para o desenvolvimento ambiental, essas atividades ainda precisam sofrer adequações.

## CONCLUSÕES/ RECOMENDAÇÕES

A partir dos dados apresentados, foi possível verificar que os municípios participantes do TED nº 03/2019 apresentaram déficits significativos quanto aos sistemas de tratamento de efluentes. Mesmo nos municípios com unidades de tratamento, observou-se deficiências na concepção, operação e manutenção dos sistemas. É possível observar que os pequenos municípios estudados estão distantes dos objetivos estabelecidos no novo marco do saneamento (Lei Federal nº 14.026/2020), quando prevê o atendimento a 90% da população com coleta e tratamento de esgotos até o final do ano de 2033, garantindo a qualidade na prestação dos serviços e a melhorias dos processos de tratamento.

Em relação às atividades geradoras de impactos negativos, como os matadouros e as indústrias, a ausência/precariedade dos sistemas de tratamento, bem como a inexistência de controle de qualidade do efluente tratado, gera riscos ambientais e de saúde pública para a população dos municípios estudados. Diante disso, cabe aos órgãos ambientais fiscalizadores atuarem incentivando os responsáveis pela geração de esgotos especiais a tratarem os efluentes provenientes das atividades. Além disso, quando do descumprimento do estabelecido na legislação, esses órgãos deverão garantir a aplicação de penalidades para os responsáveis.

O estudo permite auxiliar os gestores públicos de diferentes esferas na elaboração de planejamentos futuros, com o objetivo de propiciar a universalização dos serviços de esgotamento sanitário e a redução das vulnerabilidades e desigualdades sociais existentes. Para tanto, verifica-se a necessidade de investimentos e fiscalização por parte do poder público, com o intuito de prover melhor desempenho aos sistemas existentes e garantir a instalação de novos sistemas.

Assim, recomenda-se o desenvolvimento de trabalhos voltados ao aperfeiçoamento dos sistemas de tratamento existentes e à concepção de sistemas alternativos de tratamento, para os municípios que ainda não tem seus esgotos tratados, levando em conta as peculiaridades locais.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS


1. ANA. Agência Nacional das Águas. Atlas esgotos: despoluição de bacias hidrográficas. Brasília: ANA, 2017.
2. BATISTA, G. S. Modelo de seleção de sistemas de tratamento de esgoto sanitário descentralizados para municípios de pequeno porte. Trabalho de Conclusão de Curso em Engenharia Civil. Campina Grande: Universidade Federal de Campina Grande, 2021.
3. BRASIL. Lei n° 14.026, de 15 de julho de 2020. Atualiza o marco legal do saneamento básico e altera as Leis n° 9.984, de 17 de julho de 2000, 10.768, de 19 de novembro de 2003, 11.107, de 6 de abril de 2005, 11.445, de 5 de janeiro de 2007, 12.305, de 2 de agosto 2010, 13.089, de 12 de janeiro de 2015, 13.259, de 4 de dezembro de 2017. Brasília, DF: Presidência da República, 2020f. Disponível em: < http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2019-2022/2020/lei/l14026.htm>. Acesso em: janeiro de 2022
4. BRASIL. Lei nº 11.445, de 5 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 União, Brasília, 2007b. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2007/lei/l11445.htm>. Acesso em: 22 de nov. de 2022.
5. BRASIL. Ministério do Meio Ambiente (MMA). Conselho Nacional do Meio Ambiente; (CONAMA). Resolução CONAMA nº N° 357, de 17 de março de 2005. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências. Brasil, 2005.
6. BRASIL. Ministério do Meio Ambiente (MMA). Conselho Nacional do Meio Ambiente; (CONAMA). Resolução CONAMA Nº 430, de 13 de maio de 2011. Dispõe sobre as condições e padrões de lançamento de efluentes, complementa e altera a Resolução nº 357, de 17 de março de 2005, do Conselho Nacional do Meio Ambiente-CONAMA. Brasil, 2011.
7. CANALI, V. A.; REGINATO, N. C.; RIBEIRO, L. A.; NECKEL, A. Sistemas alternativos de tratamento de efluentes em cidades de pequeno porte. Encontro Nacional de Tecnologia no Ambiente Construído, p. 1-8, 2020.
8. FREITAS, S. Proposta de metodologia de projeto de sistemas de disposição oceânica de esgotos sanitários, em localidades de pequeno porte. Brasil, 2010.90f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental). Faculdade de Engenharia. Universidade de Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2010.
9. IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Censo 2010. 2010. Disponível em: https://censo2010.ibge.gov.br/. Acesso em: 20 de novembro de 2020.
10. IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Portaria no PR-268, de 26 de agosto de 2021 - DOU - Imprensa Nacional, 2021. Disponível em: <https://www.in.gov.br/web/dou/-/portaria-n-pr-268-de-26-de-agosto-de-2021-341037196>. Acesso em: 27 nov. 2022.
11. IOPP, P. L.; MENDES, A. T. Análise de sistemas de tratamento de efluentes de abatedouros bovinos por lagoas de estabilização e por reator uasb seguido de lagoa de polimento. Revista AIDIS de Ingeniería y Ciencias Ambientales. Investigación, desarrollo y práctica, v. 13, n. 2, p. 640, 6 ago. 2020.
12. LISBOA, S. S.; HELLER, L.; SILVEIRA, R. B. Desafios do planejamento municipal de saneamento básico em municípios de pequeno porte: a percepção dos gestores. Engenharia Sanitaria e Ambiental, v. 18, n. 4, p. 341–348, dez. 2013.
13. OMS. Organização Mundial da Saúde. Diarrhoea: why children are still dying and what can be done. 2009.
14. PARAÍBA. Lei Complementar nº 168, de 22 de junho de 2021. Institui as Microrregiões de Água e Esgoto do Alto Piranhas, do Espinharas, da Borborema e do Litoral e suas respectivas estruturas de governança. Diário Oficial, 2021. Disponível em: https://paraiba.pb.gov.br/diretas/secretaria-de-infraestrutura-dos-recursos-hidricos-e-do-meioambiente/arquivos/LEICOMPLEMENTAR1682021MICRORREGIOESPARAIBA.pdf. Acesso em: 15 de nov. 2022.
15. ROSSONI, H. A. V.; FARIA, M. T. S.; SILVA, A. C.; HELLER, L. Aspectos socioeconômicos e de desenvolvimento humano municipal determinantes na ausência de prestadores de serviços de esgotamento sanitário no Brasil. Engenharia Sanitária e Ambiental, v. 25, p. 393–402, 17 abr. 2020.
16. SAÚDE. 4 problemas gerados pelo saneamento básico inadequado no Brasil, 2020. Congresso de Saúde 2022 | Summit Saúde Estadão. Disponível em: <https://summitsaude.estadao.com.br/desafios-no-brasil/4-problemas-gerados-pelo-saneamento-basico-inadequado-no-brasil/#:~:text=A%20destina%C3%A7%C3%A3o%20inadequada%20do%20lixo>. Acesso em: 24 nov. 2022.

17. SNIS. Sistema Nacional de Informações Sobre Saneamento. Série Histórica. 2020. Disponível em: http://app4.mdr.gov.br /serieHistorica/#. Acesso em: 28 out. 2022.
18. SNIS; Secretaria Nacional de Saneamento. Panorama do Saneamento Básico no Brasil 2021. Ministério do Desenvolvimento Regional; MDR (Brasil). Secretaria Nacional de Saneamento do Ministério do Desenvolvimento Regional. Brasília/ DF, 2021.
19. VENTURA, K. S.; ALBUQUERQUE, L. R. Avaliação de planos de saneamento básico em municípios do sudeste Brasileiro. Revista Nacional de Gerenciamento de Cidades, v. 8, n. 56, 2020.