

# **Análise Multicritério das Fragilidades Relacionadas ao Saneamento Básico: Estudo de Caso de Gravataí-RS**

Isabelle Carolina Mangoni Soares, arquiteta e urbanista, pós-graduanda em Geoprocessamento na PUC Minas, aluna especial da disciplina Uso de geotecnologias nos estudos ambientais e urbanos no PPGAUP da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM).

Raquel Werner de Vargas, arquiteta e urbanista, pós-graduanda em Geoprocessamento na PUC Minas, aluna especial da disciplina Uso de geotecnologias nos estudos ambientais e urbanos no PPGAUP da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM).

Dra. Raquel Weiss, Professora adjunta do Programa de Pós-Graduação em Arquitetura, Urbanismo e Paisagismo (PPGAUP) da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM).

## **Resumo:**

A precariedade do saneamento básico é um dos principais problemas socioambientais existentes no Brasil, causando inúmeros prejuízos ao meio ambiente e à saúde da população. A problemática atinge todo o território brasileiro. De maneira geral, esses problemas são mais evidentes nos grandes centros urbanos, em especial nas áreas de moradia de população de baixa renda. Por outro lado, também se destaca a falta de acesso a serviços adequados nas vastas áreas rurais do país. Com base nisso, o presente artigo tem como objetivo avaliar a fragilidade relacionada à oferta de saneamento básico - aqui entendida como a combinação entre disponibilidade de abastecimento de água, esgotamento sanitário e coleta de resíduos sólidos – apresentando como estudo de caso Gravataí/RS, município que, segundo os dados divulgados pelo Instituto Trata Brasil em 2021, figura o ranking das 10 maiores cidades brasileiras com os piores índices de saneamento. Tendo como base os setores censitários e os dados do Censo IBGE 2010, a metodologia utilizada para essa avaliação é o método de análise multicritério que atribui pesos e pondera, entre o melhor e pior cenários, as diferentes formas de oferta de água, esgoto e coleta de resíduos sólidos. Assim, o resultado encontrado é um mapeamento onde ilustra-se os índices de fragilidade em relação ao saneamento básico. A aplicação da metodologia e a espacialização dos índices encontrados pode se tornar uma ferramenta bastante útil, auxiliando na tomada de decisão, na definição de áreas prioritárias para investimentos em saneamento e na criação de planos estratégicos de saneamento básico.

**Palavras-chave:** Análise Multicritério, Índice de Adequabilidade, Sistema de Informação Geográfica (SIG).

**Abstract:**

The precariousness of basic sanitation is one of the main social and environmental problems in Brazil, causing great damage to the environment and the health of the population. The problem affects the entire Brazilian territory. In general, these problems are more evident in large urban centers, especially in low-income housing areas. On the other hand, there is also a lack of access to adequate services in the vast rural areas of the country. Based on this, the present article aims to assess the basic sanitation's fragility - here understood as the combination between clean water supply availability, sewage systems and solid waste collection - presenting as case study Gravataí/RS, city which, according to the data released by Instituto Trata Brasil in 2021, appears in the 10 largest Brazilian cities with the worst levels of sanitation ranking. Based on the census division areas and data from the 2010 IBGE Census, the methodology used for this assessment is the multicriteria analysis method that assigns weights and ponders, between the best and worst scenarios of the different forms of water supply, sewage and solid waste collection. Therefore, the result is a map where the basic sanitation fragility indicators are illustrated. The methodology application and the spatialization of the indicators that were found can become a very useful tool, assisting in the decision-making, the definition of priority areas for investments and in the creation of strategic plans for basic sanitation.

**Keywords:** Multicriteria Analysis, Suitability Index, Geographic Information System (GIS).

**Introdução**

O saneamento básico é um dos principais problemas socioambientais existentes no Brasil. A insuficiente distribuição de água tratada, a falta de coleta e de tratamento de esgoto, e a falta de coleta e o destino inadequado dos resíduos sólidos, causam inúmeros prejuízos ao meio ambiente e à saúde da população.

A problemática atinge todo o território brasileiro. De maneira geral, esses problemas são mais evidentes nos grandes centros urbanos, em especial nas áreas de moradia de população de baixa renda. Por outro lado, também se destaca a falta de acesso a serviços adequados nas vastas áreas rurais do país.

A criticidade do cenário brasileiro pode ser percebida através das pesquisas desenvolvidas pelo Instituto Trata Brasil, que em 2019, 2020 e 2021 divulgou o Ranking do Saneamento Básico. O estudo abrange os 100 municípios mais populosos do país, onde habitam 40% da população, e tem como base os dados do Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS). O estudo mais recente confirma que quase 35 milhões de habitantes se

mantêm sem serviços de água tratada e aproximadamente 100 milhões de pessoas não possuem acesso à coleta de esgoto. Além disso, uma das principais conclusões do levantamento é a de que os avanços na área são pouco relevantes, constatando-se que a tão necessária universalização dos serviços - à luz do Novo Marco Legal do Saneamento - não acontecerá sem um maior engajamento dos prestadores e do comprometimento dos governos federal, estaduais e municipais.

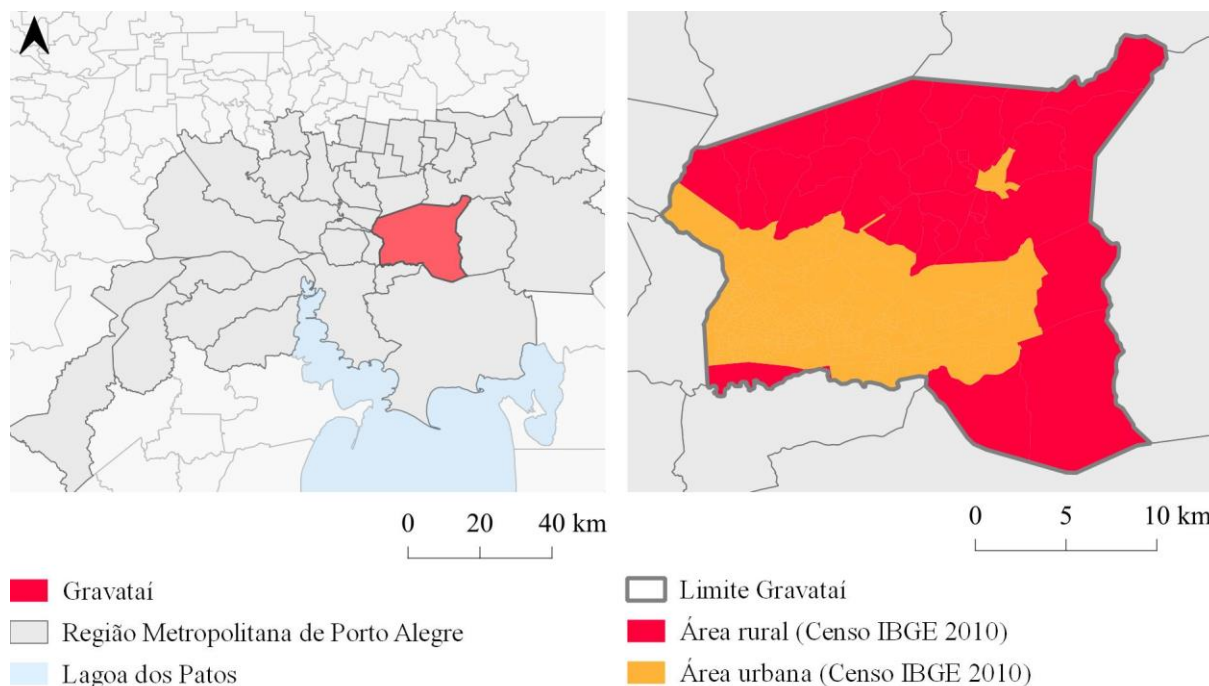
Sabendo da conectividade entre o saneamento básico e as esferas que abrangem saúde pública, desequilíbrios sociais e econômicos e as condições gerais de vida da população, torna-se relevante analisar a adequabilidade e disponibilidade dos fatores que integram o saneamento afim de conseguir avaliar o desempenho das gestões municipais, estaduais e federais. Com isso, a utilização de Sistemas Informativos Geográficos (SIG) - definidos por Cowen (1988) como sistemas de apoio à decisão que integram informação georreferenciada em um ambiente de resolução de problemas - torna-se uma ferramenta importante para diversas análises, podendo ser utilizada para avaliar a disponibilidade e adequabilidade dos elementos que compõe o saneamento básico em uma determinada área ou território, gerando possíveis planos de ação e outras diretrizes.

Visando colocar os conceitos acima mencionados em pauta, o presente artigo tem como objetivo geral avaliar a fragilidade relacionada ao saneamento básico. Pretende-se identificar e espacializar as áreas vulneráveis, utilizando uma metodologia passível de aplicação em diversos campos de estudo, de forma a oferecer um método que viabilize a otimização de planos e projetos nas diferentes esferas governamentais.

### **Área de estudo**

A metodologia proposta é aplicada na cidade de Gravataí, no Rio Grande do Sul, integrante da Região Metropolitana de Porto Alegre, e localizada a aproximadamente 23 km da capital gaúcha. Com uma população que beira os 285 mil habitantes (estimativas IBGE 2020), a cidade se estende por 463,5km<sup>2</sup>, dos quais cerca de 75% são área rural (Figura 1).

Figura 1 - Área de estudo



Fonte: Elaborado pelas autoras (2021).

O município foi escolhido como estudo de caso pois figura entre os 10 piores desempenhos no Ranking do Saneamento Básico 2021. Outros dados levantados pelo Instituto Trata Brasil e disponibilizados no portal “Painel Saneamento Brasil”, destacam a situação crítica do município:

- 4,8% da população não tem acesso à água;
- 71,1% da população não tem coleta de esgoto;
- Diferença de renda salarial mensal de mais de 100% entre pessoas com e sem saneamento (R\$ 2.176,20 x R\$ 1.048,65);
- Índice de esgoto tratado referido à água consumida abaixo da média nacional (16,6% x 46,3%).

A Lei n. 11.445/2007 e o Decreto n° 7.217/2010 que a regulamenta, definiram as diretrizes nacionais para o saneamento básico e estabeleceram a elaboração do Plano Municipal de Saneamento Básico (PMSB) como instrumento de planejamento para a prestação dos serviços públicos. As últimas notícias da elaboração do PMSB de Gravataí datam de 2014, quando se veiculava nos meios de comunicação da cidade que a consolidação do PMSB se realizaria com a Conferência Municipal de Saneamento Básico. Depois dessa data não há aprovação da lei específica no âmbito municipal; há apenas o Decreto 16483/2017, que institui o Controle Social de Saneamento Básico através do Conselho Municipal da Cidade.

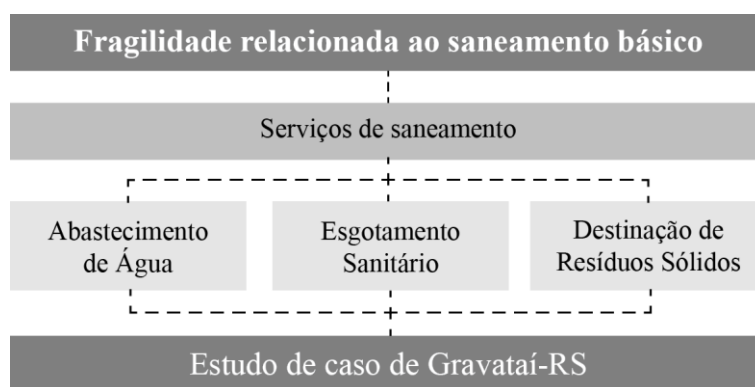
## Método de Análise Multicritério

A análise multicritério teve seu surgimento nos anos 60, fundamentando-se como instrumento de apoio à decisão. Esta técnica é aplicada na análise comparativa de projetos alternativos ou medidas heterogêneas. Através desta podem ser considerados diversos critérios, interagindo de forma simultânea na análise de uma situação complexa (OBSERVATORIO DO QREN, 2015).

Sendo também conhecida como Árvore de Decisões, é um recurso metodológico de cruzamento de variáveis amplamente explorado nas análises espaciais. Define-se como análise espacial a coleção de técnicas matemático-computacionais que operam sobre conjuntos de dados com informação geográfica, ou georreferenciados. (BAILEY E GATTREL,1995). Entre outras técnicas, a análise espacial engloba operações de sobreposição de camadas de informação, nesse caso, sobreposição de mapas temáticos. O procedimento da análise multicritério se ampara no mapeamento de variáveis por plano de informação e na definição do grau de pertinência de cada plano de informação e de cada um de seus componentes de legenda para a construção do resultado final (MOURA, 2007).

Para atingir o objetivo proposto por esse estudo, o método de análise multicritério foi utilizado adotando-se a estruturação e variáveis apresentadas na figura a seguir.

Figura 2 - Estruturação hierárquica da metodologia



Fonte: Elaborado pelas autoras (2021).

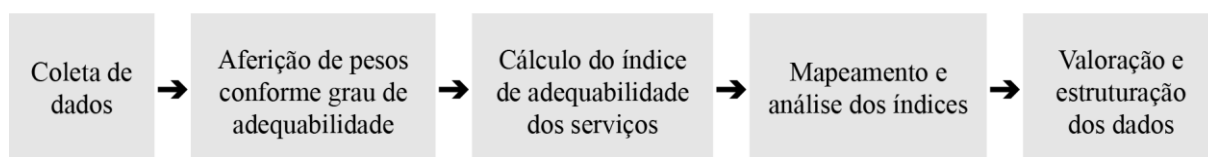
O método foi estruturado para a avaliação da fragilidade relacionada ao saneamento básico, estabelecendo uma combinação entre os seguintes serviços: disponibilidade de abastecimento de água, esgotamento sanitário e destinação de resíduos sólidos.

## Metodologia Aplicada

Para identificar as fragilidades relacionadas ao saneamento, os critérios abastecimento de água, esgotamento sanitário e resíduos sólidos foram primeiramente avaliados separadamente. Em um segundo momento, os dados foram unidos e ponderados pelo grau de

importância de cada variável. A metodologia aplicada seguiu as etapas descritas no diagrama a seguir (Figura 3).

Figura 3 - Etapas metodológicas



Fonte: Elaborado pelas autoras (2021).

### Coleta de dados e aferição de pesos

O levantamento de dados baseou-se em fontes públicas, mais especificamente os dados apresentados no Censo IBGE 2010 quanto aos tipos de abastecimento de água, de esgotamento sanitário e de destinação de resíduos sólidos de domicílios particulares permanentes. Os dados foram ponderados por pesos atribuídos conforme o grau de adequação da forma do serviço (Tabela 1). O procedimento de atribuição de pesos a cada um dos serviços utilizou a lógica difusa, técnica desenvolvida para a modelagem de raciocínio aproximado, que permite descrever as características de sistemas complexos, que não podem ser definidos de forma exata; nessa lógica, a caracterização de sistemas complexos é feita pela atribuição de pesos que variam de 0 a 100 a cada fator, onde o menor valor significa o pior cenário, e o maior valor representa o melhor cenário possível.

Os dados utilizados são disponibilizados pelo IBGE na base de informação das características da população e dos domicílios - resultados do universo, na planilha CSV denominada Domicilios01. As variáveis utilizadas, seus tipos de serviço, respectivos códigos e pesos atribuídos são apresentados no quadro a seguir.

Tabela 1 - Pesos dos tipos de serviços de saneamento

| VARIÁVEL                     | TIPO DE SERVIÇO                         | CÓDIGO DA PLANILHA | PESO ATRIBUÍDO |
|------------------------------|---|--------------------|----------------|
| <b>ABASTECIMENTO DE ÁGUA</b> | Água da rede geral                      | V012               | 100            |
|                              | Água de poço ou nascente na propriedade | V013               | 60             |
|                              | Água da chuva armazenada em cisterna    | V014               | 30             |
|                              | Outra forma de abastecimento            | V015               | 5              |
| <b>ESGOTAMENTO SANITÁRIO</b> | Rede geral de esgoto ou pluvial         | V017               | 100            |
|                              | Fossa séptica                           | V018               | 50             |
|                              | Fossa rudimentar                        | V019               | 30             |

|                         |   |      |     |
|-------------------------|---|------|-----|
|                         | Vala  | V020 | 20  |
|                         | Rio, lago ou mar                            | V021 | 15  |
|                         | Outro escoadouro                            | V022 | 5   |
|                         | Sem banheiro de uso exclusivo nem sanitário | V023 | 0   |
| <b>RESÍDUOS SÓLIDOS</b> | Serviço de limpeza                          | V036 | 100 |
|                         | Caçamba de serviço de limpeza               | V037 | 100 |
|                         | Queimado na propriedade                     | V038 | 40  |
|                         | Enterrado na propriedade                    | V039 | 20  |
|                         | Jogado em terreno baldio ou logradouro      | V040 | 15  |
|                         | Jogado em rio, lago ou mar                  | V041 | 10  |
|                         | Outro destino do lixo                       | V042 | 5   |

Fonte: Elaborado pelas autoras (2021).

### Cálculo do índice de adequabilidade dos serviços

Com os pesos de cada tipo de serviço atribuídos, fez-se o cálculo do índice de disposição de cada serviço separadamente. Para isso, equações para cada um dos tipos de serviço foram aplicadas separadamente em cada um dos setores censitários, conforme apresentado abaixo:

|   |
|---|
| $IAA = [ ((V012*100)/QT) + ((V013*60)/QT) + ((V014*30)/QT) + ((V015*5)/QT) ] / 100$   |
| $IAE = [ ((V017*100)/QT) + ((V018*50)/QT) + ((V019*30)/QT) + ((V020*20)/QT) + ((V021*15)/QT) + ((V022*5)/QT) + ((V023*0)/QT) ] / 100$   |
| $IAR = [ ((V036*100)/QT) + ((V037*100)/QT) + ((V038*40)/QT) + ((V039*20)/QT) + ((V040*15)/QT) + ((V041*10)/QT) + ((V042*5)/QT) ] / 100$ |

Onde: IAA = Índice de Adequabilidade da Água; IAE = Índice de Adequabilidade do Esgoto; IAR = Índice de Adequabilidade dos Resíduos Sólidos; QT = Quantidade Total de domicílios do setor.

A equação inicia aplicando os pesos a cada um dos tipos de serviço, multiplicando-se a quantidade de domicílios com determinado tipo de serviço pelo peso atribuído ao respectivo tipo de serviço. Esse valor é então dividido pela quantidade total de domicílios do setor. Posteriormente, todos os valores encontrados em um mesmo setor são somados e divididos por 100, encontrando-se assim o índice de adequabilidade do serviço, que varia de 0 a 1 e indica

menor adequabilidade quanto a esse serviço ao atingir valores próximos de 0 e melhores condições ao atingir valores próximos de 1.

Para exemplificar a aplicação da equação, a figura a seguir traz os dados de um setor imaginário e seus dados quanto ao abastecimento de água.

Figura 4 – Exemplo de Cálculo do Índice de Adequabilidade

| Variável: Abastecimento de Água                                      |        |                |                          |                        |                         |
|--|--------|----------------|--------------------------|------------------------|-------------------------|
| SETOR  | CÓDIGO | PESO ATRIBUÍDO | QUANTIDADE DE DOMICÍLIOS | PESO APLICADO          | PESO APLICADO PONDERADO |
| X  | V012   | 100            | 13                       | $13 \times 100 = 1300$ | $1300 \div 21 = 61,9$   |
|  | V013   | 60             | 5                        | $5 \times 60 = 300$    | $300 \div 21 = 14,29$   |
|  | V014   | 30             | 2                        | $2 \times 30 = 60$     | $60 \div 21 = 2,86$     |
|  | V015   | 5              | 1                        | $1 \times 5 = 5$       | $5 \div 21 = 0,24$      |
|  |        |                | <b>21</b>                |                        |                         |
|  |        |                |                          |                        | <b>79,29</b>            |
|  |        |                |                          |                        | $\div 100 =$            |
|  |        |                |                          |                        | <b>0,79</b>             |
| <b>ÍNDICE DE ADEQUAÇÃO</b><br>de abastecimento de água<br>no setor X |        |                |                          |                        |                         |

Fonte: Elaborado pelas autoras (2021).

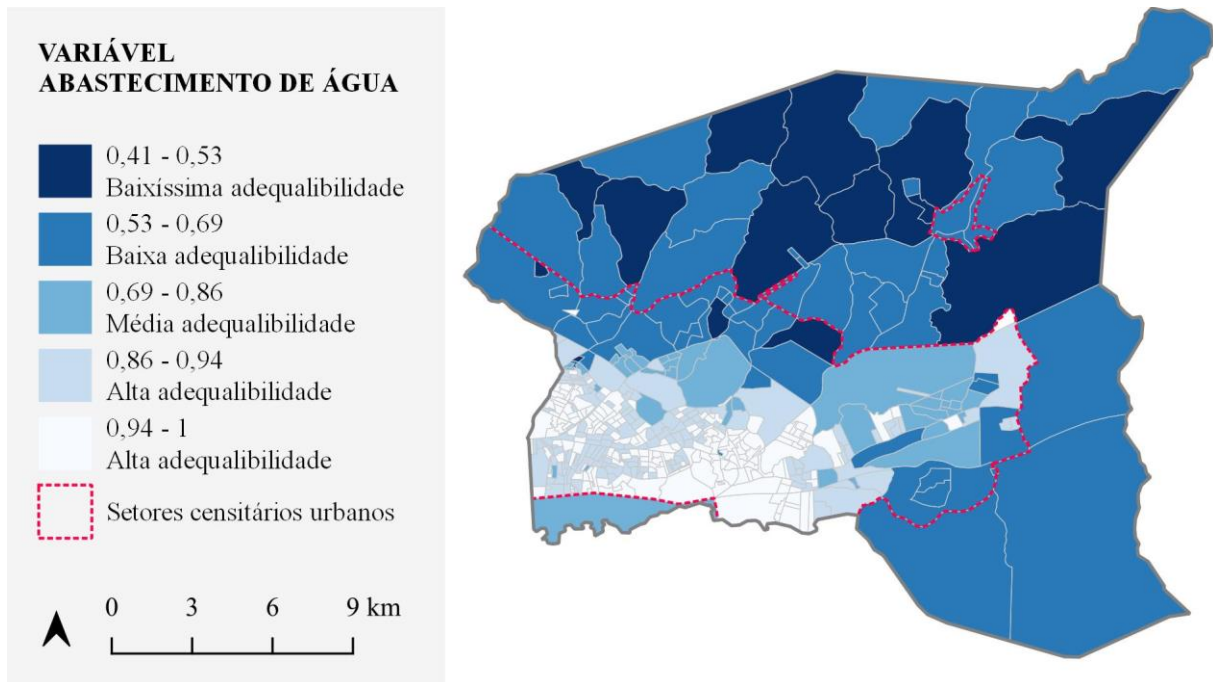
No exemplo, o setor X possui o total de 21 domicílios. Destes, 13 domicílios contam com abastecimento com água da rede geral (V012), 5 domicílios com água de poço ou nascente na propriedade (V013), 2 domicílios com água da chuva armazenada em cisterna (V014), e 1 domicílio com outra forma de abastecimento (V015). Foram aplicados os pesos atribuídos a cada um destes tipos de serviço, e esses valores foram ponderados pela quantidade total de domicílios do setor X. Ao somar todos os valores do setor e dividir estes por 100, tem-se que o índice do setor X é 0,79.

### Mapeamento e análise dos índices

Para mapear os dados levantados foi utilizada a versão educacional dos softwares ArcGIS 10.8 e QGIS 3.10.13, e os polígonos dos setores censitários da área em estudo disponibilizados pelo IBGE em formato *shapefile*. Os dados previamente tabulados foram anexados à representação espacial do setores, e os resultados da aplicação da equação foram graduados em quebras naturais (Jenks), gerando 5 classes de adequabilidade de cada serviço que variam de baixíssima adequabilidade a altíssima adequabilidade.

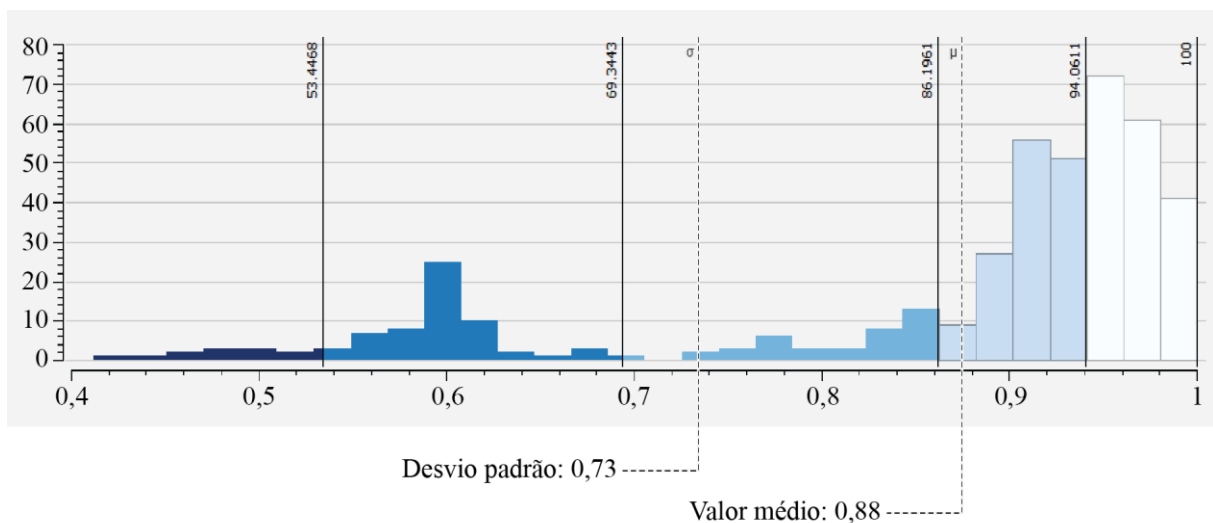


Figura 5- Mapa da adequabilidade dos serviços de água



Fonte: Elaborado pelas autoras (2021).

Figura 6 - Histograma da adequabilidade dos serviços de água

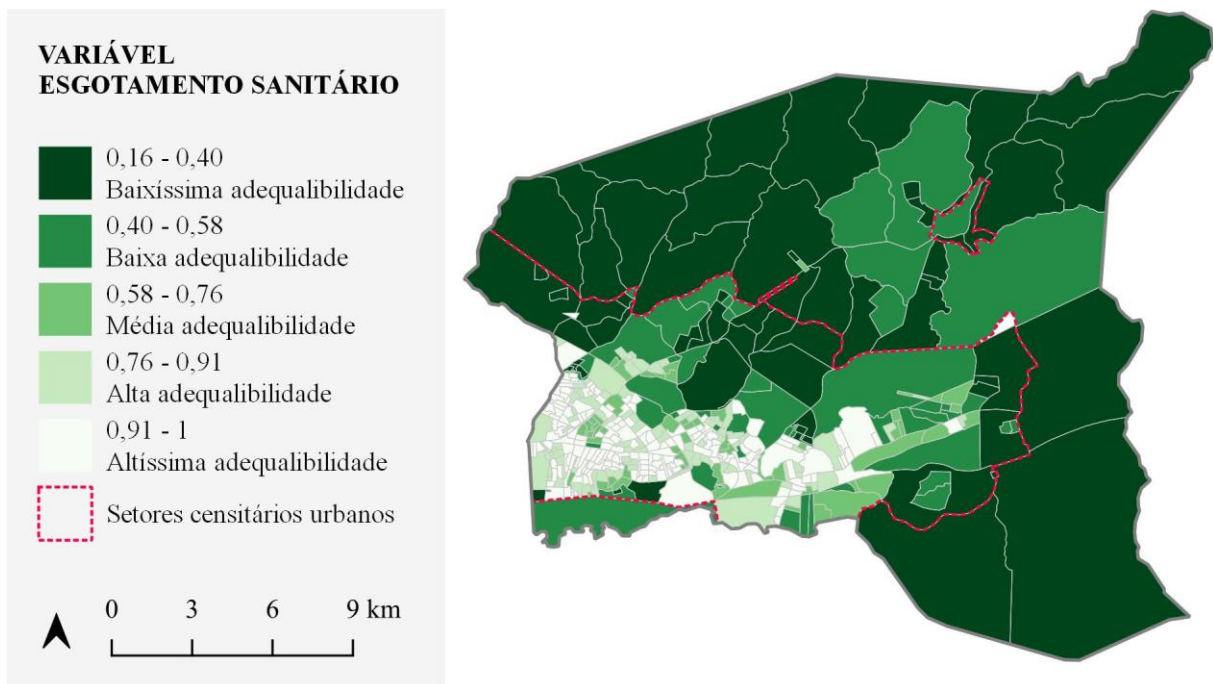


Fonte: Elaborado pelas autoras (2021).

É possível perceber que a variável abastecimento de água é um serviço bem distribuído pelo território do município em estudo, atingindo tanto a zona urbana quanto a zona rural. Pode-se concluir que o acesso a água é o serviço melhor estruturado entre as variáveis estudadas, apresentando índices de adequabilidade mínimo 0,41 e máximo 1 (Figura 5 e Figura 6). A distribuição constante no território já era esperada, uma vez que a água é uma necessidade primária, tendo em vista sua importância e os problemas ocasionados pela sua falta.

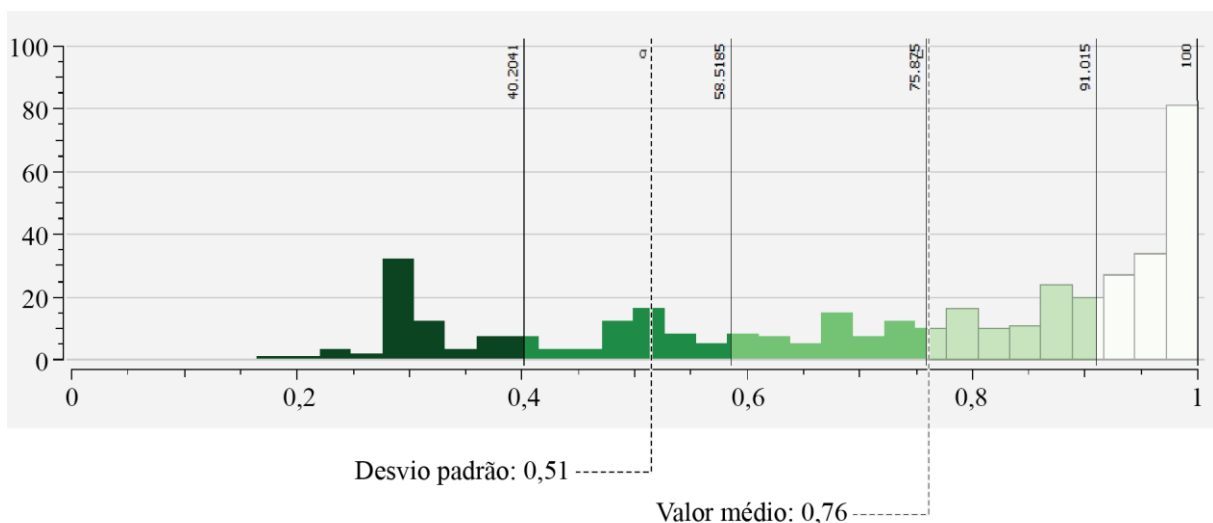
Nos resultados encontrados para o serviço de esgotamento sanitário (Figura 7 e Figura 8) tem-se uma situação mais crítica. Percebe-se que os piores índices encontrados iniciam em valores mais baixos, partindo de 0,16, e se repetem com mais frequência no território, o que faz com que essa variável tenha grande representatividade na busca pela fragilidade relacionada aos serviços de saneamento. Esse cenário é esperado, uma vez que a oferta de esgotamento sanitário em nível nacional é menor, quando comparada ao abastecimento de água.

Figura 7 - Mapa da adequabilidade dos serviços de esgoto



Fonte: Elaborado pelas autoras (2021).

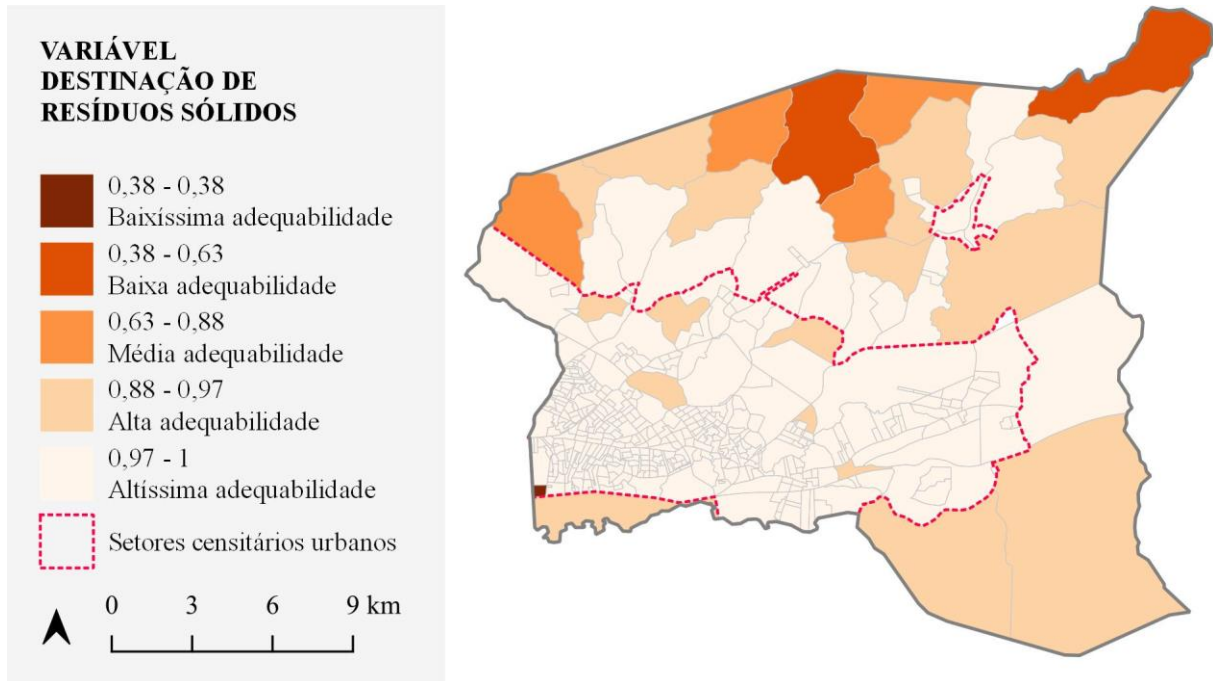
Figura 8 - Histograma da adequabilidade dos serviços de esgoto



Fonte: Elaborado pelas autoras (2021).

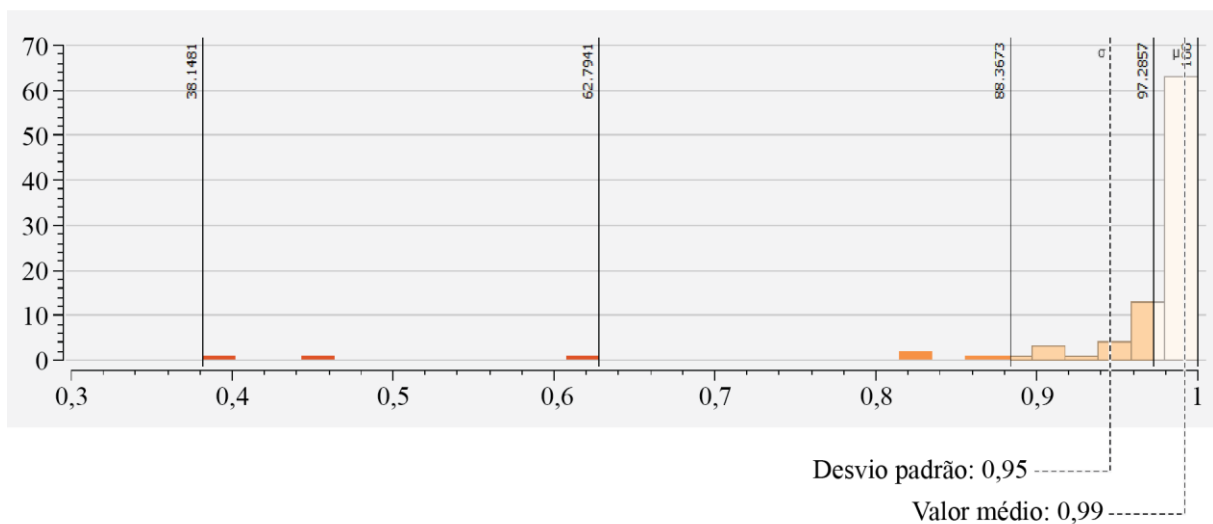
Por fim, a variável destinação de resíduos sólidos apresenta um resultado mais polarizado (Figura 9 e Figura 10). Ainda que os índices mais baixos partam de 0,38, a frequência destas situações desfavoráveis é menor e mais concentrada nos setores rurais, com a grande maioria dos setores urbanos apresentando índices próximos a 1.

Figura 9 - Mapa da adequabilidade dos serviços de resíduos sólidos



Fonte: Elaborado pelas autoras (2021).

Figura 10 - Histograma da adequabilidade dos serviços de resíduos sólidos



Fonte: Elaborado pelas autoras (2021).

## Valoração e estruturação dos dados

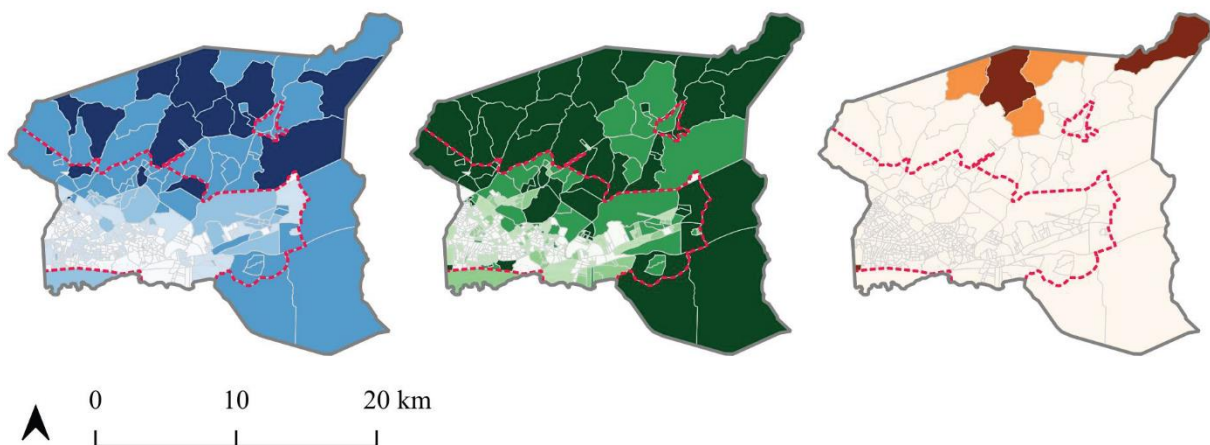
De forma a gerar a espacialização síntese da fragilidade relacionada ao saneamento básico, faz-se necessário combinar a informação das três variáveis que compõe esse estudo.

Na etapa anterior notou-se uma grande variação na distribuição e frequência dos serviços estudados. Levando essa divergência de valores em consideração, percebe-se que muitos setores podem atingir altos índices em duas das variáveis e computar menores valores na terceira variável, o que representaria uma camuflagem da situação real ao realizar-se a média dos índices. Pensando em solucionar esse problema propõe-se a reclassificação dos índices, adotando um valor estimado a partir da análise do cenário conjunto das três variáveis de estudo. Com isso, é atribuído um valor médio de 1 a 10 a cada classe, de acordo com seus respectivos intervalos de índice.

Para realizar essa etapa, os dados vetoriais foram transformados em dados matriciais (raster) e fez-se o uso da ferramenta *reclassify* do software ArcGIS. Nessa ferramenta os índices foram classificados em 5 quebras naturais de Jenks, e reclassificados utilizando os valores médios de cada intervalo. Por exemplo, o intervalo de 0,41-0,53, representa a soma de ambos os valores, sua divisão e multiplicação por 100, chegando-se assim ao valor médio de 4,7.

Figura 11 - Reclassificação das variáveis

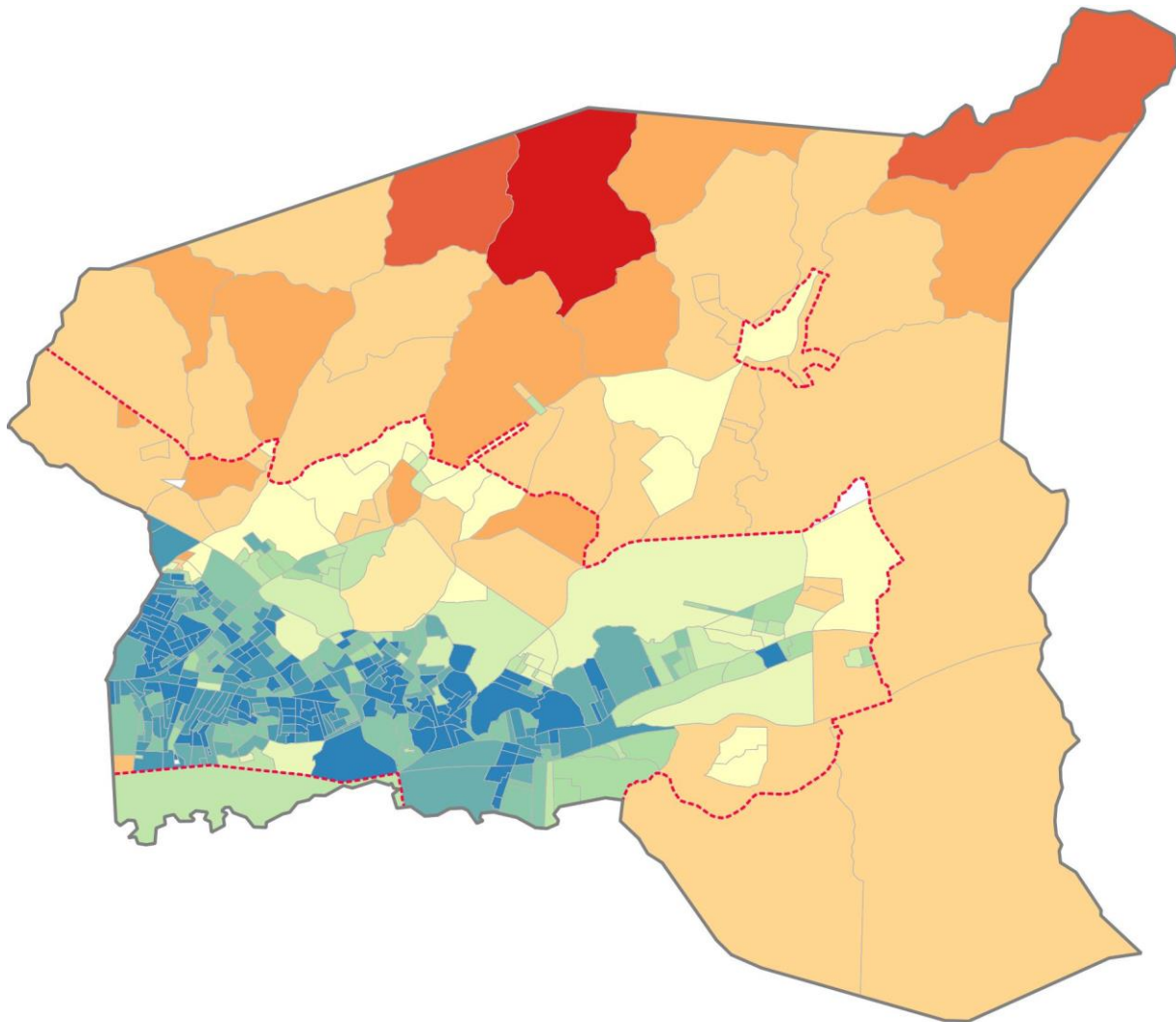
| RECLASSIFICAÇÃO<br>Abastecimento de Água |             | RECLASSIFICAÇÃO<br>Esgotamento Sanitário |             | RECLASSIFICAÇÃO<br>Destinação de Resíduos Sólidos |             |
|--|-------------|--|-------------|---|-------------|
| INTERVALO                                | VALOR MÉDIO | INTERVALO                                | VALOR MÉDIO | INTERVALO   | VALOR MÉDIO |
| 0,41-0,53                                | 4,7         | 0,17-0,40                                | 2,9         | 0,38-0,038  | 3,8         |
| 0,53-0,69                                | 6,1         | 0,40-0,59                                | 5           | 0,38-0,63   | 5,1         |
| 0,69-0,86                                | 7,8         | 0,59-0,76                                | 6,8         | 0,63-0,88   | 7,6         |
| 0,86-0,94                                | 9           | 0,76-0,91                                | 8,4         | 0,88-0,97   | 9,3         |
| 0,94-1                                   | 9,7         | 0,91-1                                   | 9,6         | 0,97-1  | 9,9         |









Fonte: Elaborado pelas autoras (2021).

Para unir a informação dos 3 mapeamentos, fez-se o uso da ferramenta *raster calculator*, somando os 3 resultados. Esse processo resultou no mapa a seguir (Figura 12), onde os menores valores representam as maiores fragilidades relacionadas ao saneamento.

Figura 12 - Mapa de fragilidade do critério saneamento



#### RESULTADO FRAGILIDADE NO SANEAMENTO BÁSICO

|  |  |   |
|--|--|---|
|  0 - 3,63<br>Muito frágil |  4,95 - 6,30<br>Ambiente de transição |  7,59 - 8,91<br>Estável      |
|  3,63 - 4,95<br>Frágil    |  6,30 - 7,59<br>Pouco frágil          |  Setores censitários urbanos |



Fonte: Elaborado pelas autoras (2021).

## **Resultados e Discussão**

De uma maneira geral, os resultados alcançados destacam maiores fragilidades no território rural. Considerando a aplicação da metodologia em outras áreas de estudo, essa é provavelmente uma tendência que se confirmará, tendo em vista a falta de infraestrutura de saneamento básico nas áreas rurais de todo o país.

A área urbana, como detentora das infraestruturas, apresenta os melhores valores. Entretanto, nota-se uma variabilidade espacial, especialmente nos setores censitários periféricos do perímetro urbano, onde constam espaços frágeis e ambientes de transição. Nas áreas centrais, boa parte das valorações partem de 6, mas não atingem valor máximo ou valor acima de 9, o que representa a existência de áreas desassistidas dos serviços básicos de saneamentos. Essa situação demanda atenção, já que as áreas urbanas concentram o maior contingente populacional e acabam expondo um número maior de pessoas a situações de fragilidades e impactos ambientais e de saúde pública.

Outro ponto a ser considerado é a escala do resultado obtido, que é adequada ao nível municipal. Levando em consideração que a base de estudos utiliza os setores censitários e esses setores abrangem grandes áreas, ao detectar uma fragilidade na área urbana possivelmente se fará necessário um estudo mais detalhado para identificação da fração do setor que representa essa fragilidade.

Uma possibilidade de otimização da metodologia aplicada viria a partir da aplicação de graus de adequabilidade distintos entre os setores censitários da área rural e da área urbana, uma vez que essas realidades são contrastantes.

## **Conclusão**

A metodologia aplicada é eficiente quanto ao objetivo proposto, uma vez que foi possível avaliar a fragilidade relacionada ao saneamento básico no município escolhido como estudo de caso. Além de avaliar o território como um todo, com o resultado final é possível elencar áreas prioritárias para a discussão da problemática e auxiliar na criação de diretrizes de gestão.

Algumas melhorias podem ser feitas de maneira a otimizar os resultados em uma escala mais detalhada, especialmente quando se trata do perímetro urbano, porém a especificidade da análise dependerá de dados mais complexos, possivelmente existente em bases de dados municipais. Todavia já é possível utilizar essa ferramenta de dados quali-quantitativos na construção de planos e projetos de saneamento, e fomentar a discussão acerca do tema.



Destaca-se também a possível utilização dessa ferramenta para análises em maiores áreas de estudo. Levando em consideração a eficácia da metodologia na escala municipal, espera-se um bom desempenho em escalas intermunicipais e regionais.

### **Referências Bibliográficas**

BAILEY, T.; GATTREL, A. C. **Interactive spatial data analysis**. London: Longman, 1995.

COWEN, D. J. **GIS versus CAD versus DBMS: What Are the Differences?**

PHOTOGRAMMETRIC ENGINEERING & REMOTE SENSING [online], vol. 54, n° 11, pp. 1551 – 1555, 1988. Disponível em: <[https://www.asprs.org/wp-content/uploads/pers/1988journal/nov/1988\\_nov\\_1551-1555.pdf](https://www.asprs.org/wp-content/uploads/pers/1988journal/nov/1988_nov_1551-1555.pdf)>

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Censo**

**Demográfico 2010**. Características da população e dos domicílios: resultados do universo.

Rio de Janeiro: IBGE, 2011. Disponível em:

<[http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/censo2010/caracteristicas\\_da\\_populacao/resultados\\_do\\_universo.pdf](http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/censo2010/caracteristicas_da_populacao/resultados_do_universo.pdf)>

\_\_\_\_\_. **Estimativas da População 2020**. Rio de Janeiro: IBGE, 2020. Disponível em:

<<https://www.ibge.gov.br/estatisticas/sociais/populacao/9103-estimativas-de-populacao.html>>

INSTITUTO HUMANITAS UNISINOS (IHU). **Os Planos de Saneamento Básico nos três municípios mais populosos da RMPA**. ObservaSinOS - Observatório da Realidade e das

Políticas Públicas do Vale do Rio dos Sinos: 2015. Disponível em:

<<http://www.ihu.unisinos.br/observasinos/metropole/saude/os-planos-de-saneamento-basico-nos-tres-municipios-mais-populosos-da-rmpa>>

INSTITUTO TRATA BRASIL. **Diagnóstico da situação dos Planos Municipais De**

**Saneamento Básico e da regulação dos serviços nas 100 maiores cidades brasileiras**.

2014. Disponível em: <<http://www.tratabrasil.org.br/datafiles/estudos/diagnostico/estudo-completo.pdf>>

\_\_\_\_\_. **Ranking do Saneamento (SNIS 2018)**. 2020. Disponível em:

<[http://www.tratabrasil.org.br/images/estudos/itb/ranking\\_2020/Relatorio\\_Ranking\\_Trata\\_Brasil\\_2020\\_Julho\\_.pdf](http://www.tratabrasil.org.br/images/estudos/itb/ranking_2020/Relatorio_Ranking_Trata_Brasil_2020_Julho_.pdf)>

\_\_\_\_\_. **Painel Saneamento Brasil**. 2020. Disponível em:

<<https://www.painelsaneamento.org.br>>

MOURA, A. C. M. **Reflexões metodológicas como subsídio para estudos ambientais baseados em análise multicritério.** Anais XIII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto – SBSR, Florianópolis - SC, Brasil, INPE. 2007. Disponível em: <<http://mar.te.sid.inpe.br/col/dpi.inpe.br/sbsr@80/2006/11.13.14.41/doc/2899-2906.pdf>>

PREFEITURA MUNICIPAL DE GRAVATAÍ. **Blog do Plano Municipal de Saneamento Básico de Gravataí.** Secretaria Municipal de Desenvolvimento Urbano. 2014. Disponível em: <<http://planodesaneamento-gravatai.blogspot.com/>>

\_\_\_\_\_. **Decreto Nº 16.483, de 28 de dezembro de 2017.** Institui o Controle Social de Saneamento Básico através do Conselho Municipal da Cidade. Gravataí. 2017. Disponível em: <<https://leismunicipais.com.br/a/rs/g/gravatai/decreto/2017/1649/16483/decreto-n-16483-2017-institui-o-controle-social-de-saneamento-basico-atraves-do-conselho-municipal-da-cidade>>

OBSERVATORIO DO QREN. **A Avaliação do Desenvolvimento Socioeconomico,** Manual Técnico II: Métodos e Técnicas: Instrumentos de Enquadramento das Conclusões da Avaliação: Análise Multicritério. 2004.p. 1-15.