

Diretoria de Estatística e Informações (Direi)

**NOTA TÉCNICA:**  
**ÍNDICE DÉFICIT DO SANEAMENTO BÁSICO EM MINAS GERAIS**

**Número 3**

Belo Horizonte  
2021

## GOVERNO DO ESTADO DE MINAS GERAIS

### Governador

Romeu Zema Neto

### Vice-governador

Paulo Eduardo Rocha Brant

## SECRETARIA DE ESTADO DE PLANEJAMENTO E GESTÃO

### Secretária de Estado de Planejamento e Gestão

Luísa Cardoso Barreto

## FUNDAÇÃO JOÃO PINHEIRO

### Presidente

Helger Marra Lopes

### Vice-presidente

Mônica Moreira Esteves Bernardi

### Diretoria de Estatística e Informações (Direi)

Eleonora Cruz Santos (Diretora)

Daniele Oliveira Xavier (Coordenadora-geral)

### Coordenação de Habitação e Saneamento

Frederico Poley Martins Ferreira

### Equipe técnica

Cláudio Jorge Cançado

Frederico Poley Martins Ferreira

Gabriel do Carmo Lacerda

Plínio de Campos Souza

### Revisão

Deysiane Marques Franco Vieira

### Normalização

Ana Paula da Silva

## Introdução

A presente nota técnica pretende avançar na construção e na análise do Índice Déficit do Saneamento Básico (IDSB) (FJP, 2021a; 2021b) com a incorporação de uma nova componente: o **Déficit de Drenagem** (DDR). Esse indicador é construído a partir da variável IN040<sup>1</sup> do Diagnóstico de Drenagem e Manejo de Águas Pluviais Urbanas (BRASIL, 2019a), do Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS). O IN040 faz parte dos indicadores de gestão de riscos e aponta a **parcela de domicílios urbanos em situação de risco de inundação**.

Esse indicador está diretamente ligado ao processo de expansão urbana e seu respectivo uso e ocupação, além da existência ou não de instrumentos de planejamento e controle do espaço urbano. Dessa forma, o déficit de drenagem deve ser entendido como o total relativo de domicílios urbanos com risco de inundação, total esse que apresenta razões multicausais – e algumas delas contingenciais – como o relevo do sítio urbano, a área histórica de fundação da cidade, as variações climáticas (especialmente volume e intensidade das chuvas), a taxa de crescimento populacional vinculada à forma de ocupação urbana (áreas em leitos de cursos d'água) e a própria estrutura pluvial de drenagem. Esses conjuntos de elementos implicam dificuldades metodológicas para a mensuração do cálculo por parte das municipalidades e em potenciais imputações dos valores ausentes.

Logo, a inclusão desse novo componente é fundamental para dar mais amplitude e integração entre os componentes do saneamento básico e globalidade ao/no âmbito do indicador do IDSB. Os problemas de drenagem, em especial o risco de inundação, afetam fortemente a qualidade ambiental e de vida nas cidades. Nesse sentido, o Índice Déficit de Saneamento Básico teve que ser reponderado com o intuito de captar a adição desse novo componente.

Antes de apresentar o novo cálculo do índice síntese, cabe salientar a necessidade do estudo do comportamento do DDR, já no próximo tópico, para a realidade dos municípios de Minas Gerais, revelando a sua dimensão espacial

---

<sup>1</sup> Conforme o Glossário de indicadores (BRASIL, 2019b), o IN040 – Parcela de Domicílios em situação de Risco de inundação é dado por:  $\frac{RI013}{GE008} \times 100$ , sendo RI013, a quantidade de domicílios sujeitos a risco de inundação; e GE008 a quantidade total de domicílios urbanos existentes no município.

segundo as variáveis de interesse. Por último, esta nota técnica traz uma discussão e uma breve conclusão sobre os limites e a importância do novo componente para o IDSB sobre os limites da reponderação aqui proposta.

Em síntese, o que se pretende com esta terceira nota técnica é, com a comunidade e especialistas, ampliar o debate sobre a ponderação entre os diferentes componentes para avançar na construção de um índice sintético e global que permita a comparação e o entendimento da situação do saneamento básico brasileiro.

## **O Déficit de Drenagem**

Diferentemente dos outros indicadores que compõe o IDSB, o DDR está baseado no total relativo de domicílios urbanos com risco de inundação no momento presente da pesquisa – SNIS de 2019.

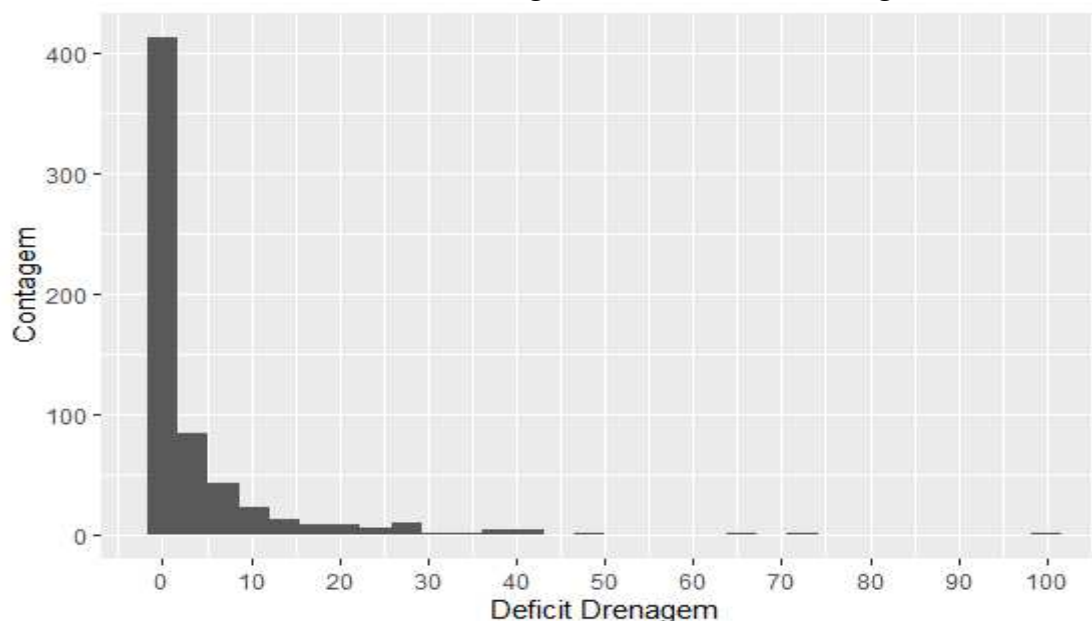
Portanto, seguindo o critério dos demais componentes do IDSB, quanto mais próximo de 100, em piores condições relativas se encontra o município em análise e quanto mais próximo de zero, em melhores condições relativas ele se encontra. A variável está disponível para 613 municípios mineiros (71,9% do total). Isso faz com que ele seja o componente com o maior número de dados ausentes entre aquelas que compõem o IDSB<sup>2</sup>, o que implica, portanto, perda de representatividade do indicador síntese.

A partir do histograma a seguir, é possível constatar que a variável assume geralmente valores baixos. Conforme dito, porém, ela indica uma proporção de domicílios sujeitos a inundação, o que, sobretudo para municípios populosos, pode indicar grande contingente populacional afetado.

---

<sup>2</sup> Por ordem crescente de ausentes encontra-se a seguinte quantidade de municípios ausentes: Déficit de Abastecimento (41 ausentes); Déficit de Resíduos Sólidos Urbanos (169 ausentes); Déficit de Coleta de Esgoto e Déficit de Tratamento de Esgoto (ambos com 202 ausentes); e, por fim, Déficit de Drenagem (240 ausentes).

**Gráfico 1 - Histograma Déficit de Drenagem**



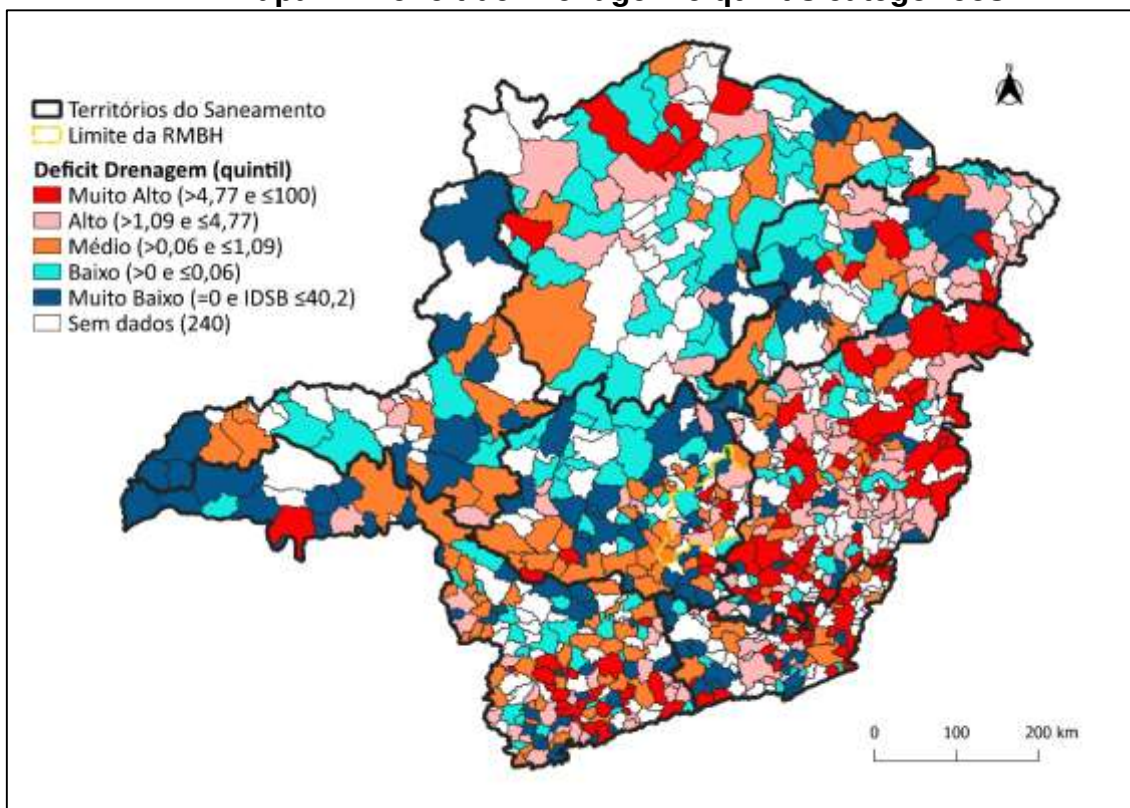
Fonte: Elaboração própria a partir dados do SNIS (BRASIL, 2019a).

No intuito de conservar uma categorização em cinco níveis (muito baixo, baixo, médio, alto e muito alto), foi feita uma divisão por quintis dos resultados do Déficit de Drenagem. Assim como anteriormente (FJP, 2021b), caso os valores fossem iguais, a ponderação seria segundo o menor IDSB. O Mapa 1 sumariza espacialmente e apresenta os valores correspondentes a cada categoria do DDR na sua legenda.

No Mapa 1, é possível verificar que 80% dos municípios possuem um DDR menor que 4,7, reforçando o resultado apresentado no Gráfico 1. Nota-se que o predomínio de piores condições – ou seja, maior percentual de domicílios em situação de risco de inundação – encontra-se nos Territórios do Saneamento do Rio Doce, Paraíba do Sul e, em menor grau, do Rio Grande. Cada subconjunto categorizado com alto ou muito alto nessas bacias vincula-se, geralmente, a um grande rio que corta diversas cidades/áreas urbanas. Ademais, salienta-se que diversos municípios da RMBH estão nas categorias alto e muito alto, mas aqui a razão repousa mais no processo de crescimento urbano (uso e ocupação do solo) e de impermeabilização do solo inerente a esse processo. Em muitos casos, ela repousa na falta ou no subdimensionamento da infraestrutura de drenagem urbana, presente em vários municípios. Cabe ressaltar também as mudanças climáticas e a nova realidade do ciclo hidrológico,

com o agravamento de chuvas intensas e localizadas em certas porções do território urbano.

**Mapa 1 - Déficit de Drenagem e quintis categóricos**

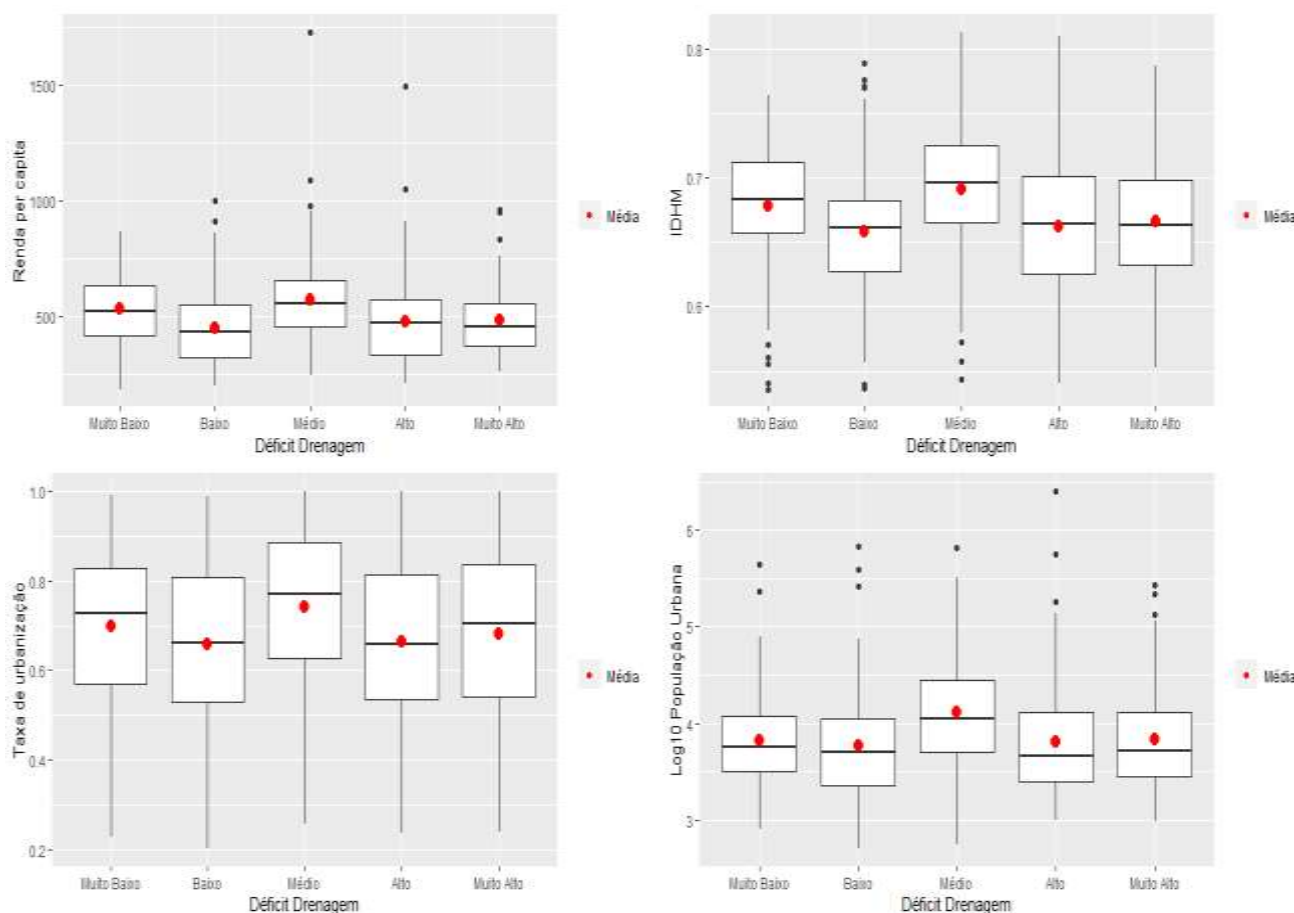


Fonte: Dados básicos de BRASIL (2019a; 2019c). Elaboração própria.

Com intuito de maior especificação do DDR, indo além da sua espacialidade, as suas diferentes categorias por quintil foram cruzadas com variáveis sociais, econômicas e demográficas de interesse utilizadas nas outras notas técnicas (FJP, 2021a; FJP, 2021b): a renda per capita, o Índice de Desenvolvimento Humano Municipal (IDHM), a taxa de urbanização e o logaritmo de base dez da população urbana. Os resultados estão sumarizados, em *boxplot*<sup>3</sup> no Gráfico 2.

<sup>3</sup> As caixas (box) são lidas da seguinte forma: a linha inferior representa o primeiro quartil; a linha no meio da caixa representa a mediana; a linha superior da caixa representa o terceiro quartil. Os pontos seriam os outliers. Por fim, foi adicionado um ponto vermelho, as médias dos grupos.

**Gráfico 2 - Boxplot do Déficit de Drenagem com cruzamento por variáveis de interesse**



Fonte: elaboração própria a partir de dados do IBGE (2010) e PNUD *et al.* (2020).

É possível notar nos *boxplots* a ausência de um padrão claro de correlação entre o componente e as variáveis de interesse. No sentido de reforçar essa constatação gráfica, observam-se na Tabela 1 os Coeficientes de Correlação de Pearson<sup>4</sup>, indicativos da ausência de correlação entre o DDR e variáveis econômicas, sociais e demográficas.

<sup>4</sup> O Coeficiente de Correlação de Pearson ( $r$ ) mede associação e linearidade entre duas variáveis. Estatisticamente, duas variáveis estão associadas quando possuem semelhança na distribuição dos seus escores. No caso do Coeficiente de Pearson, isso se dá por meio do compartilhamento de variância entre as duas variáveis em análise. Formalmente:  $r = \frac{1}{n-1} \sum \left( \frac{x_i - \bar{X}}{s_x} \right) \left( \frac{y_i - \bar{Y}}{s_y} \right)$ . Para mais detalhes ver: Figueiredo Filho e Silva Junior (2009).

**Tabela 1 - Coeficiente de Correlação de Pearson: Déficit de Drenagem x variáveis de interesse**

<b>Coeficiente de Correlação de Pearson</b>	<b>DDR x renda per capita</b>	<b>DDR x IDHM</b>	<b>DDR x Taxa de urbanização</b>	<b>DDR x Log10 da População Urbana</b>
	-0,076	-0,080	-0,064	-0,038

Em síntese, constata-se que o Déficit de Drenagem assume, geralmente, valores pequenos, embora pondere-se que, conforme o tamanho do município, isso pode envolver grande número (relativo) de domicílios potencialmente afetados. Ademais, a partir da divisão proposta em cinco grupos, o DDR possui uma dimensão regional, e predominam piores indicadores nas porções leste de Minas Gerais, onde, geralmente, situam-se municípios nas rotas dos rios importantes das bacias do Territórios do Saneamento, reflexo de um padrão de fundação/ocupação citadino. No mesmo sentido, salienta-se o comportamento de predomínio da situação desfavorável do indicador na RMBH, provavelmente ligado ao processo de urbanização e impermeabilização do solo. No entanto, pondera-se que foi impossível constatar a existência de correlação entre o componente e as variáveis sociais, econômicas e demográficas de interesse, o que refletiria a complexidade e multiplicidade de razões de determinação do componente de drenagem.

## **O novo Índice Déficit do Saneamento Básico**

Com a incorporação da nova componente, foi necessária a readequação das ponderações para o cálculo do Índice Déficit do Saneamento Básico. Assim, o  $IDSB_{município}$  passou a ser definido pela equação 1 abaixo:

$$IDSB_{município} = [(DA * 0,25) + (DCE * 0,1) + (DTE * 0,15) + (DRSU * 0,25) + (DDR * 0,25)] \quad (1)$$

onde:

$IDSB_{município}$  = Índice de deficit do saneamento básico

DA = Deficit no abastecimento público de água;

DCE = Deficit na coleta de esgotos;

DTE = Déficit no tratamento de esgotos;

DRSU = Deficit na destinação/gestão final dos resíduos sólidos urbanos;

DDR = Déficit de drenagem

A nova ponderação coloca todos os grandes grupos de carência (abastecimento, esgoto, gestão de resíduos sólidos e drenagem) com a mesma

ponderação de 0,25. Os pesos pretendem considerar igualmente todos os componentes. Não obstante, salienta-se seu caráter exploratório e inicial<sup>5</sup>.

Não obstante, dado que o DDR assume valores pequenos, como apontado no tópico anterior, os impactos nos valores dos IDSB foram, predominantemente, no sentido de redução do índice. No mesmo sentido, o índice permanece muito dependente das variáveis com maiores dispersões/carências, isto é, o Déficit de Tratamento de Esgoto (DTE) e Déficit de Resíduos Sólidos Urbanos (DRSU). Ademais, como esperado, dado que o DDR é a variável com o maior número de ausências, o total de observações para o estado também se reduziu<sup>6</sup> e totalizou 492 municípios com todas as componentes (57,7% do total), portanto, passíveis de calcular o IDSB.

No sentido de demonstrar como os componentes determinantes para categorização do déficit permanecem sendo o DRSU e DTE, foram refeitas as análises de *cluster* e de componentes principais (ACP) seguindo a mesma metodologia da nota técnica anterior (FJP, 2021b). A partir do dendrograma da análise cluster (Gráfico 3), é possível verificar que, visualmente, os grupos ficaram mais bem definidos.

Na Tabela 2, são apresentadas as médias intragrupos para os diferentes componentes do IDSB. É possível constatar como, com exceção do primeiro grupo, as médias do IDSB tornam-se menores, reflexo da incorporação do DDR na redução generalizada do índice. No mesmo sentido, é possível notar que o agrupamento 1, aquele com menor média, teve suas médias elevadas no novo cálculo, exceto no DRSU.

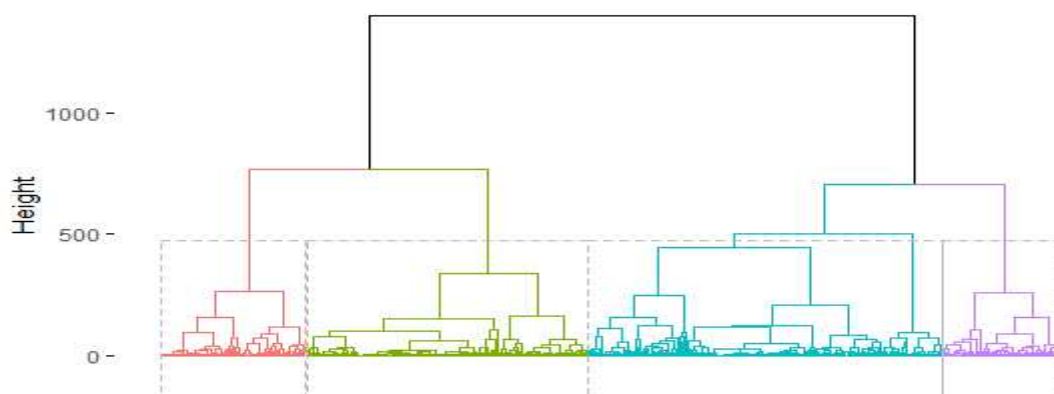
---

<sup>5</sup> Há previsão de revisão desta ponderação a partir de um seminário com a comunidade de especialistas.

<sup>6</sup> Conforme FJP (2021b), anteriormente havia 568 municípios, ou 66,6% do total.

**Gráfico 3 - Dendrograma dos agrupamentos dos municípios mineiros pelo IDSB**

Método aglomerativo Ward - 4 agrupamentos  
Coeficiente Aglomerativo: 0,994



Fonte: Dados básicos FJP (2021). Elaboração própria.

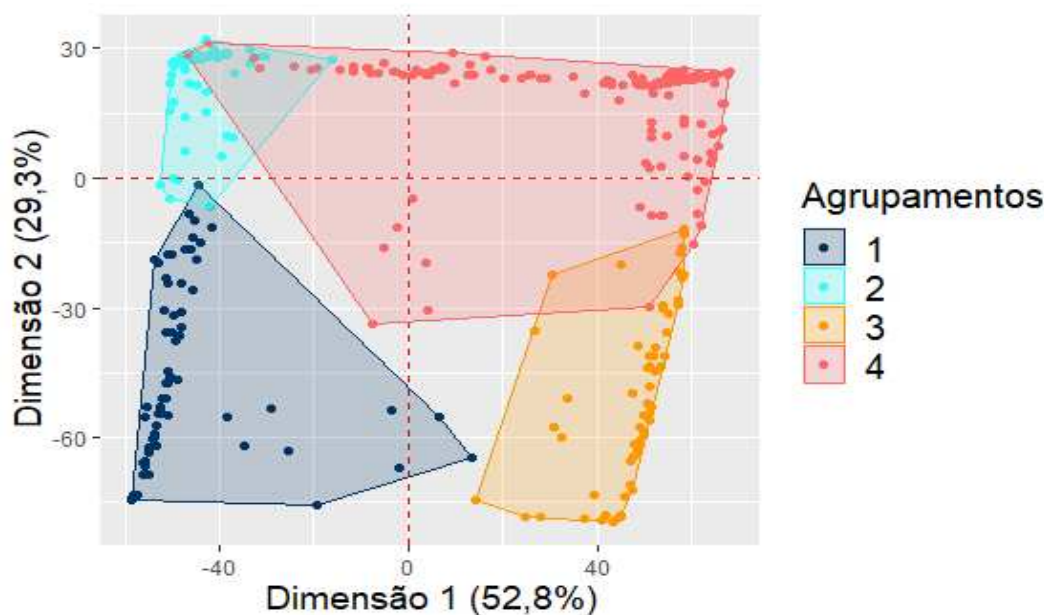
**Tabela 2 - Médias intragrupos dos componentes e subcomponentes do IDSB**

Grupo	Déficit Abastecimento (DA)	Déficit Coleta de Esgoto (DCE)	Déficit Tratamento de Esgoto (DTE)	Déficit Resíduos Sólidos Urbanos (DRSU)	Déficit de Drenagem (DDR)	Índice Déficit do Saneamento Básico (IDSB)
1	5,8	20,4	23,7	4,4	3,1	8,9
2	5,7	18,6	97,7	0,5	4,7	19,3
3	7,4	28,0	25,2	96,6	3,3	33,4
4	8,8	24,8	95,0	84,9	3,7	41,1

Fonte: Dados básicos de BRASIL (2019a; 2019c) e FJP (2021a). Elaboração própria.

Do ponto de vista da análise de componentes principais (Gráfico 4), permanece o padrão de uma boa dispersão das observações, mas agora com a exceção do agrupamento 4, com elementos em “transição” para os demais agrupamentos, indicando sua maior dispersão e heterogeneidade. Da mesma forma, a explicação acumulada pelos dois principais componentes é da ordem de 82,1%, e a variabilidade das observações, conforme a Tabela 3, permanece explicada pelo DRSU (eixo X) e DTE (eixo y) predominantemente. Assim, como anteriormente (FJP, 2021b), valores positivos nas abcissas indicam piores condições do DRSU, enquanto valores positivos nas ordenadas indicam condições mais precárias no DTE.

**Gráfico 4 - Análise de Componentes Principais dos municípios pelo IDSB**



Fonte: Dados básicos de BRASIL (2019a; 2019c) e FJP (2021a). Elaboração própria.

**Tabela 3 - Pesos das variáveis nos Componentes Principais**

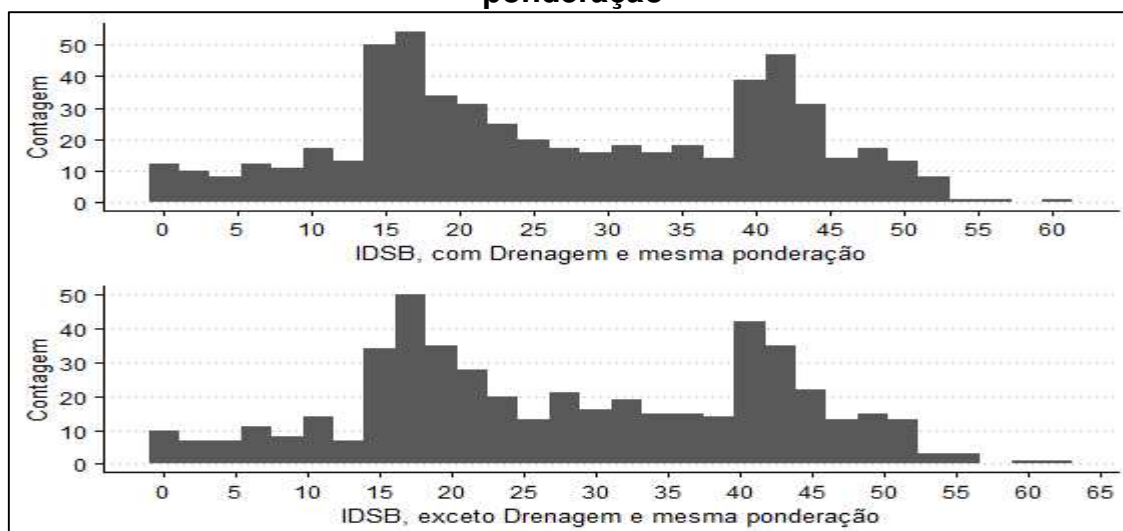
Variável	Dimensão 1	Dimensão 2	Dimensão 3	Dimensão 4	Dimensão 5	Dimensão 6
Déficit Abastecimento (DA)	0,01	0,01	0,05	0,92	0,30	0,23
Déficit Coleta de Esgoto (DCE)	0,13	0,02	0,98	-0,06	-0,05	0,09
Déficit Tratamento de Esgoto (DTE)	0,05	0,99	-0,04	-0,05	0,03	0,14
Déficit Resíduos Sólidos Urbanos (DRSU)	0,95	-0,09	-0,15	-0,07	0,04	0,23
Déficit de Drenagem (DDR)	-0,01	0,01	-0,05	0,25	-0,94	0,23
Índice Déficit do Saneamento Básico (IDSB)	0,26	0,13	0,05	0,26	-0,15	-0,91

Fonte: Dados básicos de BRASIL (2019a; 2019c) e FJP (2021a). Elaboração própria.

Outra forma de verificar o peso dos indicadores do Déficit de Tratamento de Esgoto e Déficit de Resíduos Sólidos Urbanos na determinação do IDSB é apresentar o histograma comparando a distribuição segundo os valores do IDSB com e sem o componente de Drenagem, ou seja, a) o IDSB completo, com todos os componentes e seus respectivos pesos; b) o IDSB com todas os componentes, exceto Drenagem, mas com os pesos mantidos. Dessa forma, no

Gráfico 5, pode-se verificar como existe pouca mudança na distribuição das observações com a retirada da componente DDR, mesmo mantida a ponderação da equação 1.

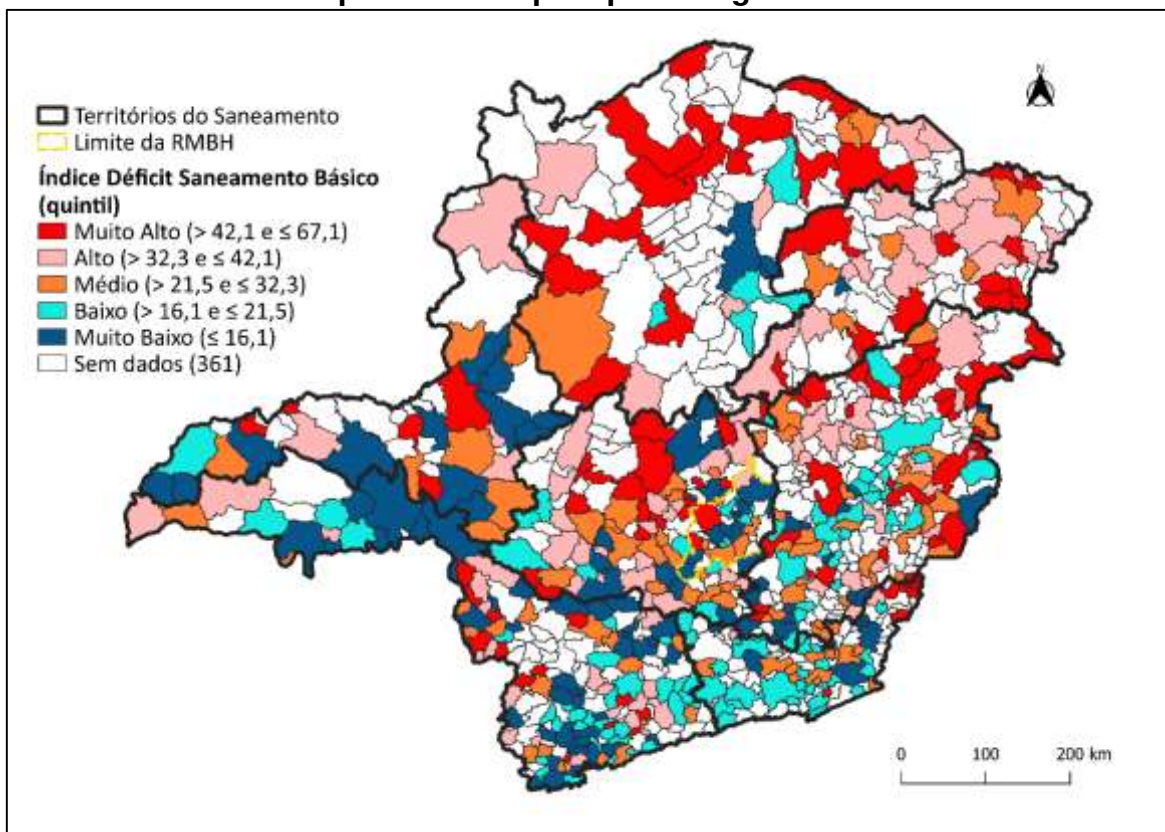
**Gráfico 5 - Distribuição IDSB com e sem drenagem, mantida a ponderação**



Fonte: Dados básicos de BRASIL (2019a; 2019c) e FJP (2021a). Elaboração própria.

A partir dos resultados expostos, foi escolhida a análise das categorias também a partir dos quintis (muito baixo, baixo, médio, alto e muito alto). Dessa maneira, é possível observar (ver legenda do Mapa 2) que, com a exceção do agrupamento 1, os valores de corte dos quintis são muito próximos dos médios da análise intragrupos da Tabela 2. Esse fato reforça, novamente, as especificidades das análises anteriores que ressaltam o peso das determinantes DTE e DRSU no cômputo geral e comportamento do IDSB.

**Mapa 2 - Municípios por categoria do IDSB**



Fonte: Dados básicos de BRASIL (2019a; 2019c). Elaboração própria.

Do ponto de vista regional, o Mapa 2 apresenta, por um lado, que as piores condições se encontram ao norte (Território do Saneamento Médio Baixo São Francisco), leste (Território do Saneamento Jequitinhonha e parte do Rio Doce) e central (Território Saneamento Alto Médio São Francisco). Por outro, as melhores condições estão ao sul (Território do Saneamento Rio Grande e Paraíba do Sul), a oeste (Território do Saneamento Rio Grande e Rio Paranaíba) e no centro, especialmente na RMBH.

### **Considerações finais**

A despeito dos limites metodológicos impostos pela construção do componente déficit de drenagem - variável IN040 do SNIS - especialmente as dificuldades de sua mensuração pela diversidade e contingencialidade da sua determinação, a variável é importante por captar aspecto da drenagem urbana que se mostra cada vez mais importante para as gestões municipais, dada a realidade do incremento das chuvas intensas em Minas Gerais, dando mais amplitude e integralidade ao Índice Déficit do Saneamento Básico.

Entretanto, salienta-se a importância da discussão a respeito dos pesos que compõem o indicador, sobretudo para melhor ponderação dos elementos mais relevantes na composição do IDSB, especialmente o Déficit de Tratamento de Esgoto e o Déficit de Resíduos Sólidos Urbanos, principalmente em razão do pouco impacto dos demais, tais como a Drenagem. Assim, um dos objetivos desta terceira nota técnica é ampliar o debate sobre a ponderação entre os diferentes componentes com a comunidade e especialistas para avançar na construção de um índice sintético e global que permita a comparação e o entendimento da situação do saneamento básico brasileiro.

## Referências

- BRASIL. Ministério do Desenvolvimento Regional. Secretaria Nacional de Saneamento – SNS. Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento. 4º Diagnóstico de Drenagem e Manejo das Águas Pluviais Urbanas - 2019. Brasília, SNIS/MDR, 2019a. Disponível em: [http://www.snis.gov.br/downloads/diagnosticos/ap/2019/Diagnostico\\_AP2019.pdf](http://www.snis.gov.br/downloads/diagnosticos/ap/2019/Diagnostico_AP2019.pdf). Acesso em: 18 out. 2021.
- BRASIL. Ministério do Desenvolvimento Regional. Secretaria Nacional de Saneamento – SNS. Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento. Glossário do 4º Diagnóstico de Drenagem e Manejo das Águas Pluviais Urbanas - 2019. Brasília, SNIS/MDR, 2019b. Disponível em: [http://www.snis.gov.br/downloads/manuais-atualizados/Glossario\\_Informacoes\\_AP2019.zip](http://www.snis.gov.br/downloads/manuais-atualizados/Glossario_Informacoes_AP2019.zip). Acesso em: 18 out. 2021.
- BRASIL. Ministério do Desenvolvimento Regional. Diagnóstico dos serviços de água e esgotos: 2019c. Brasília, DF: SNIS, 2019. Disponível em: <http://www.snis.gov.br/diagnostico-anual-agua-eesgotos/diagnostico-dos-servicos-de-agua-e-esgotos-2019>. Acesso em: 18 out. 2021.
- FIGUEIREDO FILHO, Dalson Britto; SILVA JÚNIOR, José Alexandre. Desvendando os Mistérios do Coeficiente de Correlação de Pearson (r). **Revista Política Hoje**, v. 18, n. 1, p. 115-146, 2009.
- FJP, Fundação João Pinheiro. Diretoria de Estatística e Informações. Índice déficit do saneamento básico em Minas Gerais. Belo Horizonte: FJP, 2021a. Nota técnica. Disponível em: [http://fjp.mg.gov.br/wp-content/uploads/2021/03/14.04\\_NotaTecnica\\_IDS\\_CHS.pdf](http://fjp.mg.gov.br/wp-content/uploads/2021/03/14.04_NotaTecnica_IDS_CHS.pdf). Acesso em: 18 out. 2021.
- FJP, Fundação João Pinheiro. Diretoria de Estatística e Informações. Índice déficit do saneamento básico em Minas Gerais – número 2. Belo Horizonte: FJP, 2021b. Nota técnica. Disponível em: [http://fjp.mg.gov.br/wp-content/uploads/2021/08/20.09\\_NotaTecnica\\_02\\_IDS\\_CHS.pdf](http://fjp.mg.gov.br/wp-content/uploads/2021/08/20.09_NotaTecnica_02_IDS_CHS.pdf). Acesso em: 18 out. 2021.
- IBGE, INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Censo 2010: glossário. Rio de Janeiro: IBGE, 2010. Disponível em: <https://censo2010.ibge.gov.br/materiais/guia-do-censo/glossario.html>. Acesso em: 31 julho, 2021.

PROGRAMA DAS NAÇÕES UNIDAS PARA O DESENVOLVIMENTO;  
INSTITUTO DE PESQUISA ECONÔMICA APLICADA; FUNDAÇÃO JOÃO  
PINHEIRO. Atlas do Desenvolvimento Humano do Brasil. Brasília, DF: Pnud  
Brasil, Ipea, FJP, 2020. Disponível em: <http://www.atlasbrasil.org.br/consulta>.  
Acesso em: 10 jun. 2021.