

**SERVIÇOS DE SANEAMENTO BÁSICO EM MINAS GERAIS E SEUS  
DETERMINANTES LOCACIONAIS, DEMOGRÁFICOS E SOCIOECONÔMICOS\***

**Juliana Brito de Oliveira**

Mestranda em Economia na Universidade Federal de Viçosa (UFV)

E-mail: juliana.brito93@outlook.com

**Gabriel Teixeira Ervilha**

Doutor em Economia Aplicada pela Universidade Federal de Viçosa (UFV)

E-mail: gabriel.ervilha@ufv.br

**RESUMO:** O saneamento básico é fator fundamental para o desenvolvimento de uma região e, neste contexto, o objetivo do presente estudo é mensurar indicadores de serviços de saneamento básico em 794 municípios de Minas Gerais e identificar seus determinantes locais, demográficos e socioeconômicos. Especificamente, pretende-se, com dados de 2015 e através da Análise Multivariada de Dados, mensurar um Indicador de Acesso e Qualidade do Saneamento Básico (IAQSB) e apontar quais os fatores que discriminam os municípios com maiores e menores IAQSB. Os resultados obtidos permitem identificar dois municípios de destaque no IAQSB: Contagem e Juiz de Fora. Tal análise também evidencia a existência de expressivas desigualdades entre os municípios das regiões Norte, vales do Jequitinhonha e Mucuri. A análise dos fatores sociodemográficos que mais discriminam o IAQSB aponta para a existência de quatro variáveis com capacidade de discriminação, relacionadas ao desenvolvimento tributário e econômico; à pobreza; à taxa de urbanização; e ao desenvolvimento municipal. Assim, todos os resultados obtidos e analisados no presente estudo fortalecem o argumento de que a efetividade das políticas públicas para a melhoria na qualidade nos serviços de saneamento básico, assim como a de redução nas desigualdades de acesso dos mesmos à população, requer ações coordenadas nas diversas frentes de ação governamental.

**Palavras-chave:** Análise multivariada de dados; Saneamento básico; Minas Gerais.

**Classificação JEL:** C43; I18.

**BASIC SANITATION SERVICES IN MINAS GERAIS STATE AND THEIR LOCAL,  
DEMOGRAPHIC AND SOCIO-ECONOMIC DETERMINANTS**

**ABSTRACT:** The basic sanitation is a fundamental factor for the development of a region and, in this context, the present study aims to measure indicators of basic sanitation services in 794 municipalities of Minas Gerais State, as well as to identify their local, demographic and socio-economic determinants. Specifically, it is intended with data from 2015 and through the multivariate data analysis, the study aimed to measure the Indicator of Access and Quality of the Basic Sanitation (IAQSB) and to point out which factors discriminate the municipalities with larger and smaller IAQSB. The results obtained identify two prominent municipal districts within IAQSB: Contagem and Juiz de Fora. Such analysis also demonstrates the existence of expressive inequalities among the municipalities of the northern areas, Jequitinhonha and Mucuri valleys. The analysis of socio-demographic factors that discriminated IAQSB more, present as four variables with discrimination capacity, related to the tax and economic development; to the poverty; to the urbanization tax and the economic development. Thus, all the results obtained and analyzed in the present study strengthen the argument that the effectiveness of public policies for the improvement of the quality of sanitation services, as well as, the reduction of access inequalities for the population, request actions coordinated in the different fronts of the government action.

**Keywords:** Multivariate data analysis; Basic sanitation; Minas Gerais.

**JEL Codes:** C43; I18.

## 1. Introdução

O saneamento básico é fator fundamental para o desenvolvimento de uma região, visto que impacta social, ambiental e economicamente os municípios atendidos. Ao implementar as condições sanitárias necessárias ao bem-estar coletivo, os serviços de saneamento garantem qualidade de vida e saúde para a população, disponibilizando água tratada, coleta e tratamento de esgotos e acondicionamento adequado dos resíduos sólidos urbanos.

Segundo a Organização Mundial da Saúde (WHO, 2004), saneamento é o conjunto de medidas adotadas em uma região para melhorar a qualidade de vida e a saúde dos indivíduos, impedindo que fatores físicos possam exercer efeitos nocivos sobre o bem-estar físico, mental ou social. De outra forma, pode-se dizer que saneamento caracteriza o conjunto de ações socioeconômicas que tem como objetivo a salubridade ambiental<sup>1</sup> (GUIMARÃES; CARVALHO; SILVA, 2007).

No Brasil, ao findar a primeira década do século XXI, uma parcela significativa da população ainda não possuía acesso ao abastecimento de água e esgotamento sanitário e, se os possuía, era de forma precária e insuficiente. Dados da Pesquisa Nacional de Amostra de Domicílios (PNAD), em 2008, apontaram que cerca de 8% da população brasileira não tinha acesso ao abastecimento de água, sendo que a Região Nordeste registrou o maior déficit absoluto, atingindo 7,7 milhões de pessoas (IBGE, 2010). Os dados do IBGE (2012) revelam, ainda, que 1.514.992 domicílios não tinham banheiros nem sanitários (2,64% do total de domicílios) e 7.218.079 (12,59% do total) lançavam seus resíduos sólidos diretamente no meio ambiente de forma inadequada no ano de 2010.

Entretanto, o país atravessava condições potencialmente favoráveis ao desenvolvimento das ações de saneamento<sup>2</sup>, sustentadas pelo marco legal criado nesse período e pela crescente institucionalização do setor. Através da Lei dos Consórcios Públicos n.º 11.107/2005 e da Lei das Diretrizes Nacionais para o Saneamento Básico n.º 11.445/2007<sup>3</sup>, a nova Política Nacional de Saneamento pode ser implementada com grandes possibilidades de avanço, conduzindo a prestação dos serviços de saneamento a um novo patamar e ampliando as chances de universalização de tais serviços com integridade e equidade (LIMA; MARQUES, 2012).

Com o reconhecimento dos serviços de saneamento básico como dever público, é de fundamental importância para os gestores proverem, de forma eficaz, por meios próprios ou através de concessões, as necessidades da população no que tange ao saneamento básico e, também, a outros serviços sociais que são relevantes para a melhoria da qualidade de vida. Destarte, surge a necessidade de mensurar as ações governamentais ao provimento da qualidade de vida para a população; sendo assim, despontam os indicadores sociais.

Segundo Rouquayrol (1993), sob o ponto de vista sanitário, esses indicadores de desempenho são parâmetros utilizados com o objetivo de avaliar a higidez de agregados humanos, bem como fornecer subsídios aos planejamentos, permitindo o estabelecimento de padrões e o acompanhamento de sua evolução ao longo dos anos.

O uso de indicadores no Brasil e no mundo vem se tornando uma prática cada vez mais frequente. Como uma importante ferramenta de suporte à gestão pública, a utilização de indicadores de desempenho, no setor de saneamento, pode ser definida como uma medida quantitativa da

---

<sup>1</sup> Salubridade ambiental é entendida como o estado de higidez (estado de saúde normal) em que vive a população urbana e rural, tanto no que se refere à sua capacidade de inibir, prevenir ou impedir a ocorrência de endemias ou epidemias veiculadas ao meio ambiente, como no tocante ao seu potencial de promover o seu aperfeiçoamento de condições mesológicas (que diz respeito ao clima e/ou ambiente) favoráveis ao pleno gozo de saúde e bem-estar (GUIMARÃES; CARVALHO; SILVA, 2007).

<sup>2</sup> De acordo com Lima e Marques (2012), é preciso enfatizar a dinâmica populacional brasileira nesse período, a qual atravessou um momento de impulso à coletivização do acesso aos bens públicos, graças a um bônus demográfico favorável às melhorias em saneamento. O crescimento da economia nos anos anteriores também influenciou as previsões otimistas de investimentos para o saneamento e suas interfaces.

<sup>3</sup> Para efeitos da Lei, considera-se Saneamento Básico como conjunto de serviços, infraestruturas e instalações operacionais de abastecimento de água potável, esgotamento sanitário, limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos e drenagem e manejo das águas pluviais, limpeza e fiscalização preventiva das respectivas redes urbanas.

eficiência de uma entidade gestora, sendo uma forma importante de avaliação dos serviços prestados à população.

O Brasil possui um desenvolvimento regional extremamente desigual, tanto nos aspectos econômicos quanto nos sociais. Neste contexto, o estudo do saneamento básico, também através de indicadores, adquire importância e complexidade relevantes, caracterizada pela extensão territorial: regiões diferenciadas pelo clima, pelo relevo e pela natureza do solo e também pela população com diferentes estágios sociais e culturais.

Em Minas Gerais, por exemplo, encontram-se regiões com indicadores socioeconômicos de alto nível, como é o caso das regiões Centro-Sul e Triângulo Mineiro; áreas altamente dinamizadas economicamente e com a maior parcela de produto interno. Por outro lado, há regiões menos desenvolvidas, como os vales do Jequitinhonha e Mucuri e as zonas Norte e Leste de Minas, caracterizadas por menores dinamismo e expressividade econômica e com indicadores sociais mais pobres. Em relação a outros estados, Minas Gerais é o retrato-síntese do Brasil, pois representa a heterogeneidade que se observa no país (QUEIROZ; GOLGHER; AMARAL, 2010).

Nesse contexto, as diferenças entre as regiões mais desenvolvidas e as menos desenvolvidas estão muito acentuadas, tanto no que diz respeito à oportunidade de renda e emprego quanto no acesso à educação, ao saneamento básico, dentre outros serviços.

No âmbito do saneamento básico, de acordo com o último levantamento do Sistema Nacional de Informações sobre o Saneamento (SNIS 2015), 82,47% da população do estado de Minas Gerais é atendida com o abastecimento de água tratada; 69,11% da população tem acesso à coleta de esgoto (referido aos municípios atendidos com água); 39,91% da população de Minas Gerais tem o esgoto tratado em sua residência (esgoto tratado referido à água consumida); e 57,71% da população urbana é atendida por sistemas de tratamento e/ou disposição final de resíduos sólidos urbanos (ITB, 2015; FEAM, 2015).

Essa ausência considerável de coleta e tratamento de esgoto pode ocasionar impactos ao meio ambiente, à saúde, e, portanto, à qualidade de vida da população. De acordo com estudo do Instituto Trata Brasil (2015), estima-se que 65% das internações em hospitais mineiros, de crianças com menos de 10 anos, sejam provocadas por males ou inexistência de tratamento de esgoto e de água limpa e potável. Tal deficiência também afeta o rendimento escolar, pois crianças que vivem em áreas sem saneamento básico apresentaram desempenho escolar 18% inferior ao daquelas que possuem acesso aos serviços (ITB, 2015).

Sob a ótica da estrutura de provisão do setor, os principais modelos de gestão do saneamento básico em Minas Gerais podem ser caracterizados através do modelo centralizado, ou administração direta, o qual trata dos serviços de saneamento prestados diretamente pela Prefeitura Municipal; pelo modelo descentralizado ou administração indireta, o qual corresponde aos serviços organizados sob a forma de autarquias municipais; e, por fim, pelas empresas classificadas pelo SNIS de prestadores regionais<sup>4</sup> – as quais se organizam no estado de forma capilar e descentralizada e a atuação nos municípios é regulada por contratos de concessão (COPASA, 2007).

A literatura apresenta vários estudos relacionados à aplicação de indicadores de desempenho no âmbito do saneamento básico. Os que merecem destaque em Minas Gerais são apontados por Heller, Von Sperling e Heller (2009), que avaliaram, por meio da análise multicritério, o desempenho tecnológico dos serviços de água e esgotamento sanitário em quatro municípios de Minas Gerais; e Costa et al. (2013), que, por meio de um estudo exploratório e qualitativo, analisaram a evolução dos prestadores de serviços de saneamento do estado de Minas Gerais com

---

<sup>4</sup> São empresas que atendem a mais de um município, distribuídas pelo estado e que geralmente atendem as regiões metropolitanas. Em Minas Gerais, a Companhia de Saneamento de Minas Gerais (COPASA) é um exemplo desse grupo. Tais empresas são compostas por diretorias que são subdivididas em superintendências, essas em distritos, e por último, em escritórios locais.

base em indicadores do Sistema Nacional de Informações em Saneamento Básico (SNIS), trazendo à tona o monitoramento do progresso das ações do setor no estado.<sup>5</sup>

Tendo em vista a contribuição para a melhoria do sistema de gestão no setor de saneamento básico e o auxílio na elaboração de políticas públicas no estado de Minas Gerais, a presente pesquisa tem por objetivo analisar as condições sanitárias do estado, utilizando-se um indicador criado, que sintetiza as variáveis operacionais e de investimento para o acesso desses serviços. Posteriormente, permite-se analisar seus determinantes locacionais, demográficos e socioeconômicos para identificar as necessidades da provisão do saneamento básico entre os municípios mineiros.

Através de uma análise quantitativa para o estado de Minas Gerais, o artigo pretende contribuir para a literatura sobre o tema ao fomentar a discussão sobre o acesso e a qualidade dos serviços de saneamento básico e identificar os principais determinantes que diferem os grupos de municípios quanto às condições no estado. Do ponto de vista metodológico, a contribuição se dá pela mensuração de um indicador capaz de sintetizar as variáveis relevantes de acesso e qualidade desses serviços, utilizando-se dados de 2015.

Uma das razões para a escolha do estado de Minas Gerais, conforme já discutido, é sua significativa heterogeneidade geográfica, que reproduz, em grande medida, as características percebidas no Brasil como um todo; além da expressiva dimensão geográfica e da sua quantidade de municípios (853). Ademais, este trabalho poderá servir de referência para a realização de estudos semelhantes que possam testar a mesma metodologia adotada para outros estados da federação.

## **2. Indicadores sociais e sua atuação nas políticas públicas de saneamento básico**

Ao avaliar as condições do desenvolvimento socioeconômico brasileiro, percebe-se que há disparidades regionais que são verificadas através das condições econômicas e sociais. O serviço de saneamento básico constitui um indicador social, pois, ao ser mensurado, consegue retratar realidades de uma região, mostrando essas disparidades regionais que incluem, também, diferenças significativas relacionadas a fatores culturais e ambientais (OLIVEIRA; LAGES; DANTAS, 2010).

Segundo Jannuzzi (2002), o aparecimento de indicadores sociais está ligado à consolidação de atividades de planejamento do setor público ao longo do século XX. O desenvolvimento desses indicadores vem acompanhando as transformações sociais e a aferição do impacto das políticas sociais nas sociedades desenvolvidas e subdesenvolvidas. A definição de indicadores sociais, na perspectiva de Jannuzzi (2003), é uma medida usada para substituir, quantificar ou operacionalizar um conceito abstrato de interesse teórico ou pragmático. Seria o elo entre os modelos explicativos da teoria social e a evidência empírica dos fenômenos sociais observados.

Indicadores sociais informam sobre um aspecto da realidade social, subsidiam as atividades de planejamento público e de formulação de políticas sociais nas diferentes esferas de Governo, permitindo uma definição mais adequada de prioridades sociais para a alocação de recursos do orçamento público. Assim, os indicadores sociais podem ser classificados segundo as diversas aplicações a que se destinam (JANNUZZI, 2002).

Para a análise e formulação de políticas sociais, a diferenciação dos indicadores quanto à natureza é bastante relevante. Na avaliação de programas sociais, há um sistema de classificação que os diferencia em três aspectos: indicadores para a avaliação da eficiência dos meios e recursos empregados; indicadores para a avaliação da eficácia no cumprimento das metas; e, por fim, indicadores para a avaliação da efetividade social do programa, ou seja, em termos da contribuição para o aumento do engajamento político, dos efeitos do programa na geração do bem-estar da sociedade (JANNUZZI, 2002).

---

<sup>5</sup> Outras importantes constatações sobre o saneamento em Minas Gerais podem ser obtidas em Heller, Coutinho e Mingoti (2006), Rossoni et al. (2014), Carmo (2015) e Miranda (2015). Para análises a nível nacional, consultar Toneto Júnior e Saiani (2006), Scriptore e Toneto Junior (2012), Silveira, Heller e Rezende (2013), Borja (2014), Santos (2016), Britto e Rezende (2017), Ponciano (2017) e Rocha, Mattos e Saiani (2017).

A literatura que busca avaliar a eficiência dos serviços de saneamento básico é bastante disseminada. Para o estado de Minas Gerais, ao sintetizar indicadores operacionais, de investimento e qualidade, Miranda (2015) contribuiu para uma melhor compreensão das disparidades regionais no estado. O autor identificou os principais determinantes dos escores de eficiência dos prestadores do estado, inclusive relacionados a subsídio cruzado na prestação regional de economias de escala. Os resultados apresentaram pura eficiência entre os municípios mineiros.

Já Ponciano (2017) utilizou dados do SNIS para medir a eficiência do setor nos municípios brasileiros analisando o efeito da Lei Nacional de Saneamento Básico (LNSB), discriminando pela natureza do capital (público e privado) e da cobertura territorial (regional e local) entre os anos de 2006 e 2013. O Índice de Malmquist foi utilizado para uma análise dinâmica e, como resultado, encontrou escores baixos, o que possibilita grande espaço para melhorias de produtividade. A análise de eficiência de escala apontou que as prestadoras regionais deveriam reduzir de tamanho para se aproximar da escala ótima. Já a análise dinâmica indicou que as prestadoras regionais obtiveram maiores avanços do que as locais e que não houve diferença entre as públicas e as privadas. Por fim, o autor concluiu que não ocorreu relação entre a presença de agência reguladora e o aumento de eficiência técnica - talvez pelo curto período de implementação da LNSB.

Costa et al. (2013) realizaram uma análise dos indicadores sobre a prestação dos serviços de saneamento básico em Minas Gerais, com dados do SNIS de 2005 a 2010 por meio da Regulação *Sunshine*<sup>6</sup>. Os resultados foram considerados satisfatórios em termos de qualidade, atendimento e perdas dos serviços de água para todo o estado. Os resultados dos serviços de esgotamento sanitário apresentaram níveis inferiores aos desejados, com a exceção do Triângulo Mineiro, Oeste e Zona da Mata. Porém, ao analisar a abrangência das prestadoras no estado, os autores identificaram que essas parecem influenciar a qualidade dos serviços, uma vez que o indicador de qualidade da água apresentou resultados médios abaixo dos permitidos pela regulamentação do Ministério da Saúde para prestadores locais, apontando para a ausência de um controle mais rígido sobre a qualidade da água e até mesmo para riscos de contaminação da população.

A disponibilidade de um sistema amplo de indicadores sociais válidos, relevantes e confiáveis potencializa o sucesso na implementação de políticas públicas e permite diagnósticos sociais e monitoramento de ações e avaliações de resultados mais abrangentes. Como toda atividade sócio-política, é essencial garantir a participação social no processo, a fim de legitimá-lo perante a sociedade, garantir o compromisso dos agentes implementados e potencializar a efetividade almejada pelas políticas públicas (JANNUZZI, 2002).

Portanto, as políticas de saneamento são imprescindíveis quando se trata de “saúde ambiental”<sup>7</sup>, sobretudo quando se considera o modelo socioeconômico, com sua má distribuição de renda: enriquecimento das minorias e abandono da maioria às condições de pobreza. E é essa exclusão, perpetuação e permanência da pobreza que confirma a pertinência das preocupações com a relação ao saneamento e à saúde, haja vista que as consequências da insalubridade ambiental afetam com maior intensidade estratos de população mais vulneráveis, com menor nível socioeconômico (HELLER, 1998).

### 3. A análise multivariada de dados

A estatística multivariada de dados consiste em um conjunto de métodos estatísticos utilizados quando as variáveis são medidas concomitantemente em cada elemento amostral. Tem como

---

<sup>6</sup> Esse esquema de regulação firma-se na publicação dos resultados do desempenho dos prestadores de serviços e na sua comparação com as demais entidades do mesmo setor. A conscientização da sua atuação é obtida por meio da pressão dos consumidores por intermédio de seus grupos de defesa e de representação, da mídia e da classe política.

<sup>7</sup> A expressão “saúde ambiental”, segundo Heller (1998), é considerada a chave para orientar a organização institucional e sensibilizar comunidade, técnicos e governos sobre a necessidade de uma abordagem que articule ambas as esferas. Há, segundo o autor, a percepção de que saúde e ambiente se aproximem no conceito e na prática. Para a área da saúde, seria valorizar o meio ambiente como fator determinante de agravos à saúde, enquanto, para a área ambiental, seria visualizar os efeitos das alterações ambientais sobre a saúde humana.

principal objetivo investigar as relações de dependência entre a variável resposta ao fenômeno que está sendo estudado e as variáveis explicativas (MINGOTI, 2005).

Na construção de indicadores, utiliza-se a Análise Multivariada de Dados para sintetizar diversas variáveis que descrevem um fenômeno em uma única variável, com o intuito de construir algo específico para quantificar o objeto que está sendo estudado. Os indicadores desenvolvidos são calculados pela razão entre variáveis da mesma natureza ou de natureza distinta, sendo adimensionais ou não (VON SPERLING; VON SPERLING, 2013).

A análise de dados através de indicadores para avaliar os serviços de saneamento básico é considerada uma medida quantitativa da eficiência e da eficácia pelas quais esses serviços são providos por uma entidade gestora para ponderar seu desempenho (VON SPERLING; VON SPERLING, 2013).

Portanto, atendendo aos objetivos deste trabalho, através da Análise Fatorial, pretende-se determinar as variáveis relevantes na criação de um Indicador de Acesso e Qualidade do Saneamento Básico (IAQSB). Após mensurá-lo, através da Análise Discriminante, pretende-se identificar os fatores demográficos, locais e socioeconômicos que discriminam os municípios do estado de Minas Gerais com melhores e piores indicadores de acesso e qualidade do saneamento básico.

### 3.1. Análise fatorial

A Análise Fatorial é uma técnica de interdependência que permite explicar e definir uma estrutura de análise entre as variáveis, ou seja, através de métodos estatísticos, destina-se condensar as informações contidas em um conjunto de variáveis originais em um conjunto menor de fatores, ocorrendo uma perda mínima de informação (REZENDE; FERNANDES; RODRIGUES, 2007).

Para avaliar a adequabilidade desta técnica, utiliza-se o teste de Kaiser-Meyer-Olkin (KMO). Segundo Hair et al. (2009), o teste KMO é uma estatística que indica a proporção da variância dos dados que pode ser comum a todas as variáveis (pode ser atribuído um fator comum). Os valores do índice de KMO considerados adequados são entre 0,5 e 1,0. Quanto mais próximo de 1, mais adequada é a amostra à aplicação da Análise Fatorial.

Já o teste de Esfericidade de Barlett pode ser definido como uma estatística de teste para verificar se as variáveis não são correlacionadas na amostra. Sendo assim, o teste verifica a hipótese de a matriz de correlação ser igual à matriz identidade, ou seja, admitir a ausência de associação linear entre as variáveis selecionadas (HAIR et al., 2009).

Considerando os objetivos propostos no presente estudo, após a construção da matriz de correlação, a construção do indicador de qualidade e acesso do saneamento básico para os municípios mineiros é realizada utilizando o método Varimax. Aplica-se a rotação Varimax com o objetivo de reduzir as variáveis iniciais em subconjuntos com o maior grau de independência possível (componentes principais) (HAIR et al., 2009).

Ao definir os fatores que justificam as correlações observadas entre as variáveis, com o intuito de reduzi-las em dimensões latentes menores, pode-se identificá-las separadamente da estrutura das variáveis originais e determinar o grau que cada variável é explicada por cada dimensão. A redução dos dados pode ser calculada através de escores para cada dimensão latente e, assim, poder-se-á substituir as variáveis originais pelos mesmos (HAIR et al., 2009).

A mensuração do IAQSB em cada município de Minas Gerais é feita através da ponderação dos escores dos fatores com a comunalidade das variáveis presentes em cada fator. O IAQSB para avaliar o acesso e a qualidade nos serviços de saneamento nos municípios mineiros analisados é calculado de acordo com a seguinte equação:

$$IAQSB = \sum_{i=1}^n F_i P_i \quad (1)$$

em que  $n$  é igual ao número de fatores;  $F_i$  é igual ao escore fatorial do Fator  $i$ ; e  $P_i$  é igual ao peso do Fator  $i$ , calculado pela porcentagem da variância explicada pelo Fator  $i$ .

Posteriormente, com o cálculo do IAQSB, procede-se com a interpretação e discussão dos resultados obtidos.

### 3.2. Análise discriminante

A Análise Discriminante consiste em um método de estatística multivariada que possibilita a classificação de elementos de uma dada amostra de acordo com grupos previamente conhecidos, sendo também possível elaborar uma regra de classificação a ser utilizada para enquadrar eventuais novas observações nos grupos existentes (MINGOTI, 2005).

Dependendo do número de categorias da variável dependente, a técnica de Análise Discriminante pode ser de dois grupos, em que é deduzida somente uma função discriminante, ou múltipla, em que pode ser estimada mais de uma função. Neste estudo, a técnica utilizada será a de dois grupos, ou seja, um grupo com os municípios de melhores IAQSB e outro grupo com os municípios de piores IAQSB.

A Análise Discriminante reduz o número de variáveis para um número menor de parâmetros, que são funções discriminantes linearmente dependentes das variáveis originais. Os coeficientes da função discriminante indicam a contribuição da variável original para a função. O modelo é dado de acordo com a equação:

$$Y_{jk} = \beta_0 + \beta_1 \cdot X_{1k} + \beta_2 X_{2k} + \dots + \beta_n X_{nk} \quad (2)$$

em que  $Y_{jk}$  é o escore discriminante da função discriminante  $j$  para o município  $k$ ;  $\beta_n$  é o peso discriminante atribuído a cada variável independente  $i$ ; e  $X_{ik}$  são as variáveis que mais foram discriminadas na função para os municípios. Os coeficientes  $\beta_n$  são estimados de modo a diferenciar os grupos ao máximo.

Utiliza-se o método *stepwise*, para selecionar as variáveis para entrar na análise, baseando-se nas suas capacidades de discriminação. O processo inicia-se selecionando a variável que apresenta maior valor de discriminação. Essa variável é pareada com as demais variáveis, uma de cada vez, e o critério de seleção é novamente comparado. A variável que, em conjunto com a primeira selecionada, produzir o melhor valor para o critério é a segunda variável escolhida para entrar na análise. Sequencialmente, de forma semelhante, todas as demais variáveis são testadas através do critério de seleção, até que todas sejam ordenadas pelas suas capacidades de discriminação (SHARMA, 1996).

O método de decisão estatística para o caso de dois grupos classifica uma observação no Grupo 1 se:

$$Y_k \geq \frac{\bar{Y}_1 + \bar{Y}_2}{2} + \ln \left[ \frac{p_2 C(1/2)}{p_1 C(2/1)} \right] \quad (3)$$

e outra observação será classificada no Grupo 2 se:

$$Y_k < \frac{\bar{Y}_1 + \bar{Y}_2}{2} + \ln \left[ \frac{p_2 C(1/2)}{p_1 C(2/1)} \right] \quad (4)$$

em que  $Y_k$  é o valor discriminante para uma dada observação  $k$ ;  $\bar{Y}_j$  é valor discriminante médio para o grupo  $j$ ;  $p_j$  é a probabilidade prévia do grupo  $j$ ; e  $C(1/2)$  é o custo de classificação incorreta dentro do grupo  $i$  de uma observação que pertence ao grupo  $j$ .

Para Hair et al. (2009), um dos métodos mais utilizados para identificar o poder discriminatório de uma variável é o teste Lambda de Wilks ( $L^*$ ). Esse teste considera como critério de seleção de variáveis o valor da Estatística  $F$  Multivariada, para o teste da diferença entre os centroides dos grupos. A variável que maximiza o valor da estatística  $F$  também minimiza o  $L^*$ , que é uma medida de discriminação entre os grupos.

Posteriormente, é realizada a interpretação dos resultados e, por fim, procede-se com a avaliação da validade da Análise Discriminante, em que os coeficientes  $\beta_n$  estimados são multiplicados pelos valores das variáveis independentes na amostra retida, a fim de gerar valores discriminantes para os casos nessa amostra (MALHOTRA, 2011).<sup>8</sup>

### 3.3. Base de dados e variáveis utilizadas

Para atender aos objetivos específicos presentes neste trabalho, através da Análise Fatorial, pretende-se determinar as variáveis relevantes na criação de um Indicador de Acesso e Qualidade do Saneamento Básico (IAQSB). Após mensurá-lo, através da Análise Discriminante, pretende-se identificar os fatores demográficos, locacionais e socioeconômicos que discriminam os municípios do estado de Minas Gerais com melhores e piores indicadores de acesso e qualidade do saneamento básico.

A base de dados para a construção do Indicador de Qualidade e Acesso do Saneamento Básico (IAQSB) é o Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS) que é, atualmente, a base de dados mais completa sobre o setor no Brasil. O SNIS tem sido desenvolvido, desde a sua criação, pelo Programa de Modernização do Setor Saneamento (PMSS), vinculado à Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental do Ministério das Cidades.

A base de dados reúne informações de prestadores estaduais, regionais e municipais de serviços de acesso à água, coleta e tratamento de esgoto, além de resíduos sólidos. De acordo com a base de dados mais recente disponível (2015), a amostra deste estudo foi realizada com 794 municípios de Minas Gerais que responderam, de forma voluntária, os questionários por parte das operadoras de saneamento. Após a análise dos dados, foram selecionadas 43 variáveis direcionadas às questões de acesso e qualidade dos serviços de saneamento básico municipal<sup>9</sup>.

A partir do IAQSB, utiliza-se a técnica multivariada de análise discriminante a fim de se verificar quais são os principais determinantes que diferenciam os grupos de municípios de Minas Gerais em relação à condição de saneamento básico municipal. Para a realização do presente estudo, foram selecionadas 23 variáveis, das quais 18 encontram-se no Índice Mineiro de Responsabilidade Social (IMRS, 2015), quatro no Índice Firjan de Desenvolvimento Municipal (IFDM, 2015) e uma variável no Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2012)<sup>10</sup>.

Por fim, para melhor compreensão dos procedimentos metodológicos propostos, a Figura 1 apresenta as etapas, os métodos, os dados e os resultados para se alcançarem os dois objetivos inicialmente definidos.

## 4. Resultados e discussão

### 4.1. O IAQSB

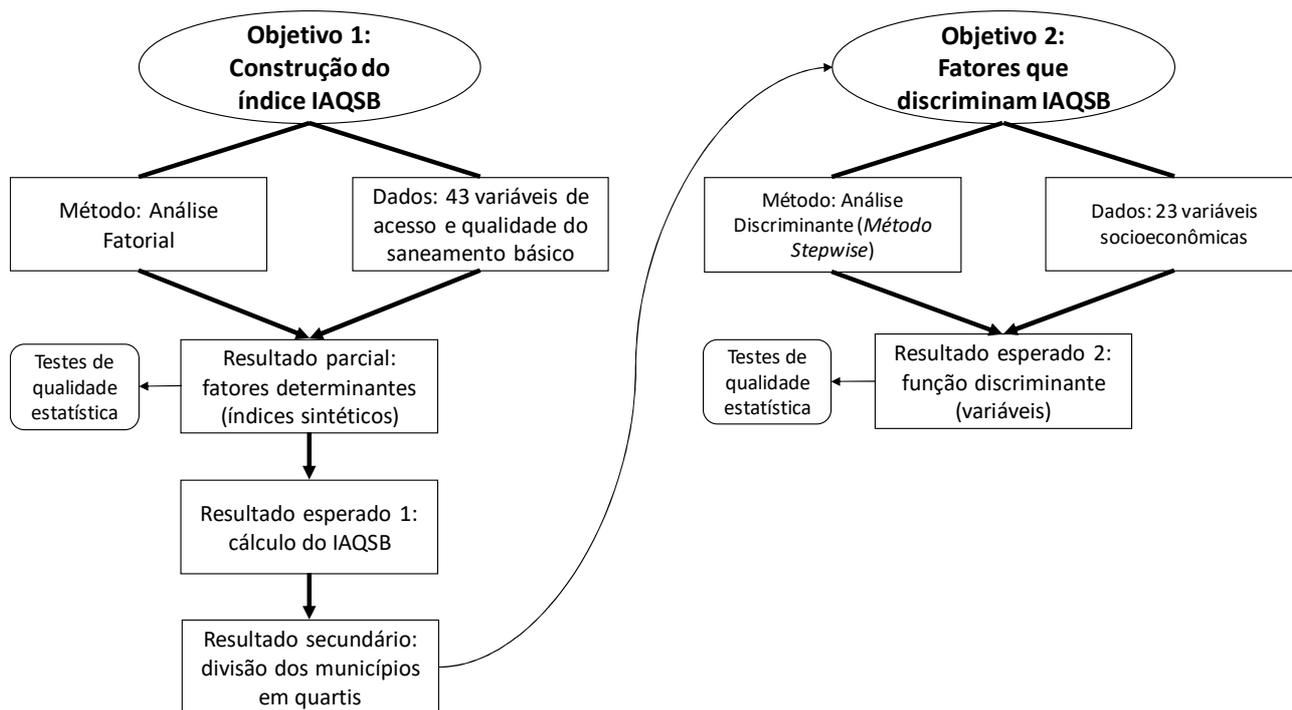
Como o objetivo deste estudo foi determinar as variáveis relevantes na criação de um Indicador de Acesso e Qualidade do Saneamento Básico (IAQSB) em Minas Gerais e, em seguida, mensurá-lo, precedeu-se com a técnica multivariada de Análise Fatorial.

<sup>8</sup> Para consultas mais detalhadas sobre a análise multivariada de dados, recomendam-se referências como: Hair et al. (2009), Malhotra (2011) e Mingoti (2005).

<sup>9</sup> A tabela com as variáveis selecionadas para a construção do IAQSB encontra-se no Anexo A.

<sup>10</sup> A tabela com as 23 variáveis encontra-se no Anexo B.

**Figura 1 – Síntese dos procedimentos metodológicos propostos**



Fonte: Elaboração própria.

No que tange à qualidade estatística dos resultados do modelo, o teste KMO obteve um valor de 0,894, indicando que os dados se inter-relacionam e, portanto, a análise dos componentes principais pode ser realizada. Por sua vez, o teste de Esfericidade de Barlett é significativo a um nível de significância de 1%, rejeitando a hipótese nula de que a matriz de correlações entre as 43 variáveis originais do modelo é uma matriz identidade, o que leva a aceitar a existência de correlações significativas entre as variáveis.

Através da estimação, esse processo delineou as 43 variáveis em 12 fatores determinantes, que explicam 78,265% da variância total e mostram que, para cada componente principal, as cargas fatoriais indicam a relação das variáveis com os fatores extraídos<sup>11</sup>. A Tabela 1 apresenta os fatores e a participação dos fatores para explicar a variância das variáveis relativas ao saneamento básico em Minas Gerais.

Constata-se que tanto o Fator 1 quanto o Fator 2, subjacente à base de dados associada aos serviços de saneamento básico em Minas Gerais, são significativamente representados por seis variáveis originais. O primeiro está relacionado à concentração e manejo de resíduos sólidos urbanos e o segundo à gestão desses resíduos, população atendida com a coleta de resíduos sólidos e frequência desse atendimento.

Já os Fatores 3 e 7 estão relacionados com a qualidade nos serviços de saneamento executados. O Fator 3 é representado por cinco variáveis e refere-se ao atendimento e às reclamações nos serviços de abastecimento de água e coleta de esgoto executados. Já o Fator 7 é representado por três variáveis originais e refere-se às paralisações e interrupções nos serviços de saneamento.

Os Fatores 5, 6 e 11 são identificados por variáveis referentes aos serviços de abastecimento de água. O Fator 4 extraído é composto por cinco variáveis originais referentes aos serviços de esgotamento sanitário prestados.

As variáveis que mostram o índice de produtividade nos serviços de saneamento estão correlacionadas com o Fator 9. Já os investimentos realizados nos serviços de saneamento básico são atributos do Fator 10, composto por três variáveis originais.

<sup>11</sup> As tabelas com as relações das variáveis originais com os fatores extraídos encontram-se no Anexo A.

Por fim, devido à inspeção da carga dos fatores na matriz dos componentes principais rotacionada, os Fatores 8 e 12 não manifestaram características de um serviço de saneamento em específico, mas são compostos por duas variáveis principais (cada) e explicam, respectivamente, 3,888% e 3,007% da variância total.

**Tabela 1 – Fatores extraídos e suas comunalidades**

Fator	Eigenvalues	% da variância explicada	Cumulatividade (%)
Fator 1	6,197	16,808	16,808
Fator 2	5,109	13,858	30,665
Fator 3	3,437	9,322	39,988
Fator 4	2,729	7,402	47,390
Fator 5	1,945	5,277	52,667
Fator 6	1,625	4,407	57,074
Fator 7	1,569	4,257	61,330
Fator 8	1,434	3,888	65,219
Fator 9	1,316	3,568	68,787
Fator 10	1,249	3,388	72,175
Fator 11	1,137	3,083	75,258
Fator 12	1,109	3,007	78,265

Nota: Variância explicada (*Eigenvalue*): 78,265%

Fonte: Resultados da pesquisa.

De posse desses 12 Fatores inerentes ao saneamento básico, a mensuração do IAQSB em cada município de Minas Gerais é realizada através da ponderação dos escores dos fatores para cada município com a comunalidade das variáveis presentes em cada fator. Os escores fatoriais passam, a partir de então, a ter qualidade estatística suficiente para que sejam utilizados como índices sintéticos das 43 variáveis originais. Assim, atendendo a um dos objetivos da pesquisa e reiterando a fundamentação teórica adotada neste estudo, o IAQSB é calculado da seguinte forma:

$$\begin{aligned}
 IAQSB = & 0,16808P_{01} + 0,13858P_{02} + 0,09322P_{03} + 0,07402P_{04} + 0,05277P_{05} \\
 & + 0,04407P_{06} + 0,04257P_{07} + 0,03888P_{08} + 0,03568P_{09} + 0,03388P_{10} \\
 & + 0,03083P_{11} + 0,03007P_{12}
 \end{aligned} \quad (5)$$

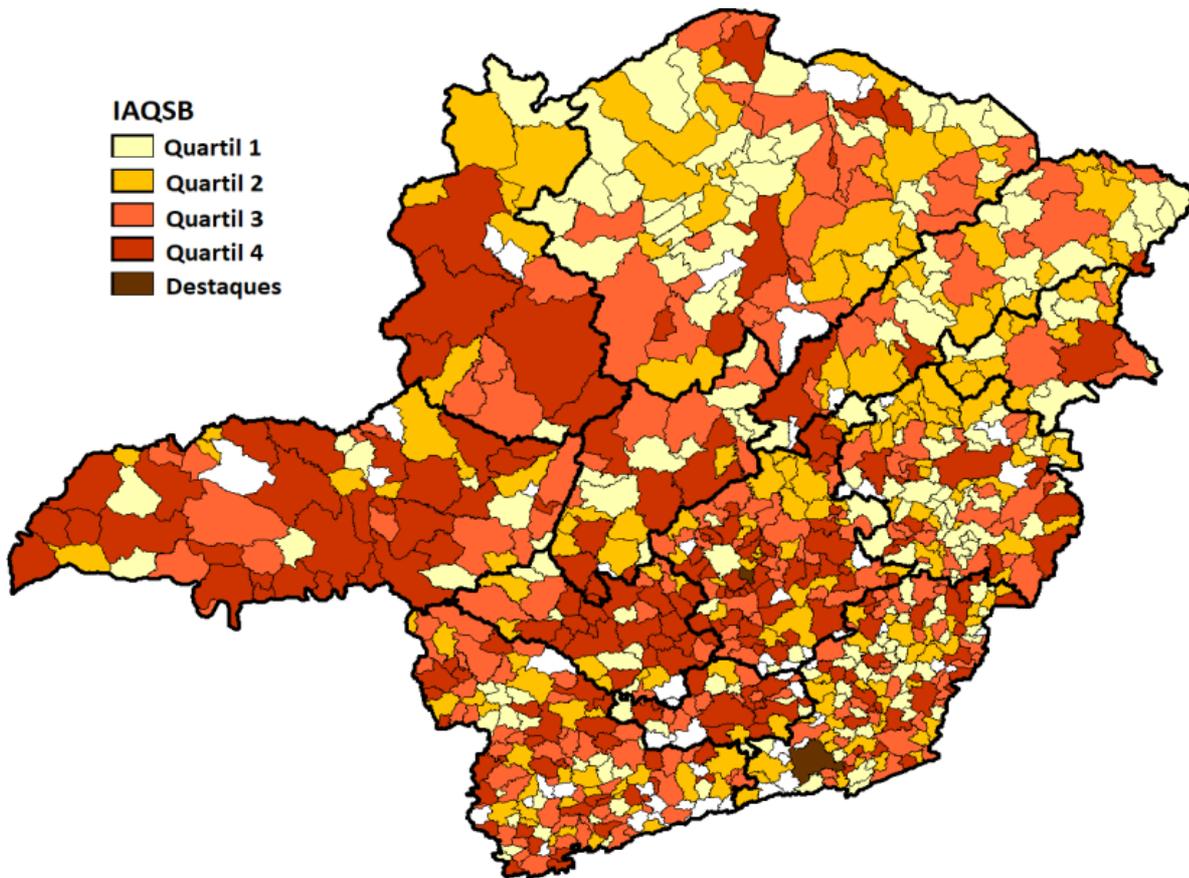
em que  $P_i$  são os escores fatoriais e os valores numéricos são os coeficientes de cada escore ponderado que dizem respeito ao percentual da variância explicada por cada fator.

Com o cálculo do IAQSB, é possível mapear o estado de acordo com os resultados obtidos e analisar quais municípios apresentam os melhores e os piores indicadores nos serviços de saneamento básico municipal. Após a mensuração, padronizou-se o valor 10 para o melhor indicador e os demais IAQSB foram calculados e ranqueados com base na padronização realizada.

A Figura 2 apresenta a distribuição dos municípios mineiros em quartis, abarcando 198 municípios cada quartil. O Quartil 1 representa os que obtiveram o indicador IAQSB até 1,65; no Quartil 2, entre o total, estão os municípios que apresentaram o indicador entre 1,66 e 2,01; no Quartil 3 estão os municípios mineiros obtiveram o indicador entre 2,02 e 2,26; e o Quartil 4 representa os que apresentaram o IAQSB entre 2,27 e 5,00. Os municípios de Contagem e Juiz de Fora são tratados como destaques na figura.

É relevante destacar a ocorrência de dois *outliers* que contribuem para o resultado desses respectivos cálculos: os municípios de Contagem e Juiz de Fora. Esses apresentaram os melhores indicadores de acesso e qualidade nos serviços de saneamento básico, com os valores 10 e 5,58, respectivamente, e foram considerados destaques no presente estudo.

Figura 2 – Distribuição espacial dos municípios mineiros para o IAQSB (em quartis)



Fonte: Elaboração própria.

Nos anos que antecederam 2015, Contagem recebeu recursos que somaram mais de R\$280 milhões através de um convênio entre o município, a Companhia de Saneamento de Minas Gerais (COPASA) e os governos Estadual e Federal. Com o montante, obras de tratamento e canalização de esgoto, construção de avenidas sanitárias (canalização de córregos, construção de redes de drenagem pluvial e coletoras de esgoto), urbanização e pavimentação foram feitas na cidade (JORNAL O TEMPO CONTAGEM, 2013).

Já o município de Juiz de Fora, de acordo com a Companhia de Saneamento Municipal (CESAMA, 2014), foi um dos 12 municípios, dentre as 100 maiores cidades brasileiras quanto à elaboração dos Planos Municipais de Saneamento Básico, que atenderam a todos os requisitos da pesquisa do Instituto Trata Brasil acerca da qualidade e integridade do Plano Municipal de Saneamento<sup>12</sup>.

Ao analisar os dois melhores IAQSB em Minas Gerais, Contagem e Juiz de Fora, esses dados indicam os resultados de um projeto de infraestrutura de magnitude abrangente nos serviços de saneamento básico nos dois municípios<sup>13</sup>. Segundo os estudos de Scriptorre e Toneto Junior (2012), os quais compararam o desempenho dos provedores públicos e privados dos serviços de saneamento básico no Brasil, não há evidências fortes para que um grupo seja superior ao outro na maior parte dos indicadores; porém, os grupos revelaram superioridade em indicadores específicos. Em relação ao grupo de indicadores de investimento e qualidade, tanto as empresas privadas quanto

<sup>12</sup> A pesquisa avaliou os planos de saneamento básico levando alguns quesitos em consideração, dentre os quais: os componentes, a viabilidade, o conteúdo mínimo e a participação social. O Plano de Saneamento Básico de Juiz de Fora, elaborado entre 2012 e 2014, atendeu a todas as exigências.

<sup>13</sup> Em relação à estrutura de provisão à qual cada município pertence, sabe-se que Contagem é abastecida pela COPASA, de origem regional, e Juiz de Fora pela CESAMA, de origem local.

as empresas locais públicas apresentaram investimentos inferiores, em comparação ao nível de investimento realizado pelas empresas regionais, como a COPASA.

Contudo, para avaliar o comportamento do investimento, deve-se ponderar uma série de dificuldades. No caso das empresas privadas, esse pode ser fortemente condicionado pela conjuntura econômica, por exemplo. No caso dos provedores públicos, o investimento pode ser fortemente condicionado por variáveis de natureza política: ano eleitoral, coincidência partidária entre governos regionais, locais e federal, entre outros aspectos. Logo, os resultados obtidos para a variável investimento devem ser avaliados com bastante cautela (SCRIPTORE; TONETO JUNIOR, 2012). Dessa forma, esses fatores podem justificar os destaques dados a Juiz de Fora e, principalmente, a Contagem, em detrimento a outros municípios, mesmo localidades com o mesmo operador de saneamento, a COPASA.

Os resultados obtidos para todo o estado apontaram evidências de assimetria quando o assunto é saneamento básico. A Figura 2 permite avaliar os municípios com os melhores e piores números do IAQSB. Nessa perspectiva, pode-se observar que grande parte dos municípios das mesorregiões Noroeste, Centro/Metropolitana, Oeste, Triângulo Mineiro e Campo das Vertentes apresentaram elevados valores do IAQSB; na situação intermediária, estão grande parte dos municípios das regiões Sul/Sudeste, Zona da Mata e Vale do Rio Doce. Na situação oposta, vale destacar os municípios do Norte de Minas, vales do Jequitinhonha e Mucuri, os quais apresentaram os piores valores do indicador social calculado<sup>14</sup>. A autocorrelação espacial sugerida pelo mapa da Figura 2 é corroborada por uma análise de dependência espacial *I* de Moran, que apresentou coeficiente significativo de 0,2834.<sup>15</sup> Tal relação espacial positiva indica a existência de um padrão de concentração, em que municípios com determinado indicador de saneamento possuem vizinhos ligeiramente semelhantes (IAQSBs altos “vizinhos” de IAQSBs altos e IAQSBs baixos “vizinhos” de IAQSBs baixos).

Esse resultado encontrado é, ainda, corroborado pelas informações da Pesquisa por Amostra de Domicílios (PAD-MG, 2013), a qual aponta para o Norte de Minas, mostrando que essa é a mesorregião com o menor percentual de domicílios com rede de esgoto ou pluvial (44,4%, enquanto a média do estado é de 73,9%) e 34,3% dos municípios dependem da fossa rudimentar como forma de escoadouro do banheiro. Os vales do Jequitinhonha e Mucuri apresentam 69,5% dos seus domicílios ligados à rede coletora de esgotos; porém, 5,0% dos domicílios jogam seus dejetos diretamente em rio ou lago. Esse número é considerado contraproducente, uma vez que a média de Minas Gerais é de 3,2% e essa é uma das formas de escoadouro mais agressivas tanto para o homem quanto para o meio ambiente. Problemas de saúde causados pelo inadequado escoamento dos dejetos denotam impasse para o desenvolvimento socioeconômico da região.

O cálculo do IAQSB para os municípios mineiros mostra as disparidades das condições de vida nas mesorregiões de Minas Gerais. Ao compará-las com os resultados obtidos, essas disparidades também podem ser percebidas sob a ótica da distribuição da população pelas cidades no estado. De acordo com dados da publicação Perfil de Minas Gerais, em 2010, a média populacional dos municípios mineiros é de aproximadamente 20 mil habitantes. Por outro lado, apenas 20% deles possuem uma população acima desse valor, o que demonstra uma grande concentração populacional em alguns centros urbanos.

A concentração populacional em áreas urbanas faz com que haja investimentos para a expansão e a melhoria da infraestrutura urbana, à medida que aumenta a taxa de urbanização dos municípios. Assim, é importante ressaltar que a concentração populacional está correlacionada com o acesso aos serviços de saneamento básico municipal, pois quanto maior é o aumento da população nos centros urbanos, maior será a demanda por esses serviços, além da maior facilidade de prover esses serviços em aglomerações / concentrações do que em populações (domicílios) dispersos – economias de densidade. Na divisão em quartis ora proposta, percebe-se a predominância de municípios

<sup>14</sup> O mapa de Minas Gerais com a identificação das mesorregiões encontra-se no Anexo C.

<sup>15</sup> O indicador *I* de Moran avalia a significância de agrupamentos espaciais locais ao redor de um dado município e indica focos de autocorrelação espacial. A matriz de contiguidade espacial utilizada valeu-se da convenção binária da rainha de primeira ordem. Para detalhes sobre o método, ver Anselin (1988) e LeSage e Pace (2009).

enquadrados nos quartis 3 e 4, nas mesorregiões Central/Metropolitana e Triângulo Mineiro, apresentando essas relações.

Vale mencionar, ainda, a importância de se analisarem os indicadores sociais nas mesorregiões mineiras. Outra ocorrência é o aumento da parcela da população com níveis mais elevados de educação e, em função disso, com maior acesso a oportunidades e influência política. Rezende, Fernandes e Rodrigues (2007) encontraram evidências de uma relação positiva entre o acesso aos serviços de saneamento e o nível educacional. Os autores argumentaram que um maior nível de educação pode tornar os indivíduos mais conscientes em relação a questões ambientais e de saúde, demandando serviços adequados e tentando influenciar as decisões dos governantes. Nesse sentido, através dos quartis apresentados na Figura 2, pode-se perceber que as consequências positivas entre o acesso aos serviços de saneamento e o nível educacional estão presentes também nos quartis 3 e 4.

De acordo com o Instituto Trata Brasil (2015), crianças sem acesso ou com condições precárias aos serviços de saneamento básico não têm um bom aproveitamento escolar. O estudo realizado pelo instituto também evidenciou que metade das internações por doenças causadas pela precariedade nos serviços de saneamento como diarreia, por exemplo, é de crianças com menos de cinco anos, fase em que a atividade cerebral está sendo desenvolvida, comprometendo a capacidade de aprendizado. Assim, as relações entre educação e condições de saneamento são multidirecionais.

Nesse sentido, pode-se perceber que o IAQSB reflete os precários índices educacionais. As diferenças regionais são marcantes, sendo reconhecidas pela predominância de municípios enquadrados nos dois primeiros quartis para as mesorregiões Norte de Minas, Jequitinhonha e Mucuri.

As informações complementares acima citadas mostraram o panorama das desigualdades regionais em Minas Gerais, reforçado pelos problemas inerentes ao saneamento básico. Essas devem ser consideradas aos propósitos deste estudo que visa tentar identificar os fatores locais que influenciam nos resultados do indicador de acesso e qualidade dos serviços de saneamento. Ademais, na próxima seção, são identificadas e discutidas as variáveis que mais discriminam o IAQSB dentro do contexto do saneamento básico municipal, através da Análise Discriminante.

#### 4.2. Os fatores discriminantes do IAQSB

Os 794 municípios mineiros analisados anteriormente foram ranqueados em termos do valor obtido para o IAQSB. Com exceção dos *outliers*, os municípios de Contagem e Juiz de Fora, os quais obtiveram os valores do IAQSB considerados destaques no presente estudo, os demais 792 municípios foram divididos em quartis, cada um composto por 198 municípios. O primeiro quartil foi formado pelos 198 municípios com os menores valores do IAQSB e assim sucessivamente. Logo, o quarto quartil foi composto pelos 198 municípios com os maiores valores.

A Análise Discriminante foi aplicada no intuito de se verificar quais fatores sociodemográficos mais discriminam o acesso e a qualidade do saneamento básico nos municípios mineiros. De modo específico, essa técnica foi aplicada para a discriminação dos municípios alocados nos quartis 1 e 4, ou seja, os municípios com os piores e melhores níveis de acesso e qualidade dos serviços de saneamento básico, respectivamente.

Deve-se destacar que a função discriminante apresenta boa qualidade de ajustamento, corroborando estatisticamente a capacidade de discriminação desta função. O autovalor, que descreve a capacidade de discriminação da função, foi de 0,602, ao passo que a correlação canônica foi de 0,613. Ademais, o Lambda de Wilks, que é um teste multivariado para a significância global da análise, apresentou um valor de 0,624. O teste qui-quadrado apontou que a função é significativa a 1%, validando a utilização da Análise Discriminante.

A partir do método *stepwise*, foram selecionadas as variáveis com maior capacidade de discriminação. Essas foram, em ordem relevante de capacidade discriminatória, as variáveis selecionadas: i) IDTE: Índice de Desenvolvimento Tributário e Econômico; ii) POBR: percentual de famílias com renda *per capita* de até R\$ 154,00 (linha de pobreza); iii) URBA: taxa de urbanização;

e iv) IFDM: Índice FIRJAN de Desenvolvimento Municipal. A Tabela 2 apresenta estatísticas descritivas das variáveis sociodemográficas com maior capacidade de discriminação, apontando os resultados em termos da subamostra analisada e de cada um dos quartis avaliados, 1 e 4.

**Tabela 2 – Estatísticas descritivas das variáveis sociodemográficas mais relevantes dos municípios dos quartis 1 e 4**

Variável	Quartis 1 e 4		Quartil 1		Quartil 4	
	Média	D.P.*	Média	D.P.*	Média	D.P.*
IDTE	29,72	18,56	19,89	10,18	39,55	19,82
POBR	33,98	15,81	41,76	15,03	26,19	12,40
URBA	72,03	18,61	62,96	16,88	81,11	15,63
IFDM	0,68	0,09	0,64	0,08	0,72	0,07

Nota: \*Desvio-padrão.

Fonte: Resultados da pesquisa.

A análise da Tabela 2 indica que, ao menos em termos médios das variáveis analisadas, os dois quartis apresentam expressivas diferenças. Essa é uma indicação de que essas variáveis podem possivelmente ser boas discriminantes do acesso e da qualidade do saneamento básico nos municípios mineiros.

Em termos médios, os municípios que apresentam um IAQSB elevado também apresentam um nível de desenvolvimento tributário e econômico aproximadamente duas vezes superior ao apresentado pelos municípios que apresentam o IAQSB baixo. Quanto à taxa de urbanização, percebe-se também uma discrepância entre os valores médios dos maiores e dos menores valores do IAQSB analisados. Em média, os municípios com menores índices do IAQSB possuem uma taxa de urbanização de, aproximadamente, 63%, ao passo que essa taxa é de pouco mais de 81% para os municípios com maiores indicadores.

Dando continuidade à análise da estatística descritiva (Tabela 2), enquanto os municípios com menores índices do IAQSB possuem mais de 41% da população na linha de pobreza, essa proporção é pouco maior do que 26% para os municípios que possuem maiores IAQSB. Em consonância com esses resultados, o nível médio de desenvolvimento municipal também foi relativamente distinto entre os grupos, pois as médias do IFDM para os municípios com menores e maiores valores do IAQSB foram, respectivamente, de 0,64 e 0,72.

Visto isso, foi possível especificar a função discriminante para os municípios mineiros, conforme segue:

$$Y = -0,313POBR + 0,344URBA + 0,477IDTE + 0,202IFDM \quad (6)$$

Por se estar analisando dois grupos, apenas uma função discriminante foi gerada. Os coeficientes da função discriminante padronizada indicam a contribuição parcial de cada variável para a função discriminante. Observa-se claramente que, em termos absolutos, a ordem de grandeza dos coeficientes das variáveis respeita a ordem de capacidade discriminatória apontada pelo método *stepwise*.

Entre as quatro variáveis que mais discriminam os municípios com menores e maiores valores do IAQSB, o Índice FIRJAN de Desenvolvimento Municipal (IFDM) e o Índice de Desenvolvimento Econômico e Tributário (IDTE) merecem destaque.

Verifica-se que existe uma relação positiva entre os municípios com altos desempenhos tributários (IDTE) e o IFDM – e dos dois indicadores com a função discriminante. Essa relação pode ser verificada, pois, uma vez apresentados elevados desempenhos tributários, os municípios exibem índices de desenvolvimento socioeconômico maiores do que as outras unidades municipais de desempenho tributários inferiores. No presente estudo, essa diferença é evidenciada nos municípios mineiros que apresentam os menores valores e, portanto, esses apresentam IAQSB

inferior em relação aos municípios que apresentam os valores mais elevados do IDTE e IFDM. Nesse caso, pode-se perceber que as unidades municipais com melhores gestões fiscais conduzem melhorias na qualidade dos serviços públicos considerados essenciais à população, dentre eles o saneamento básico<sup>16</sup>.

Quanto à variável discriminada percentual de famílias com renda *per capita* de até R\$ 154,00, percebe-se que há uma relação negativa entre o indicador com a função discriminante. O baixo montante que as famílias recebem inviabiliza o acesso dos mais pobres aos serviços de saneamento, pois as famílias não conseguem arcar com a cobrança de tarifas impostas pelas prestadoras dos serviços, por exemplo. Logo, a capacidade de pagamento mais reduzida faz com que o retorno esperado dos investimentos, pela ótica econômica, não seja o bastante. Portanto, uma renda *per capita* baixa contribui para a desigualdade entre as mesorregiões mineiras e tal diferença também é vista entre os municípios com menores e maiores IAQSB.

Já a taxa de urbanização, não menos importante, tem uma relação positiva com a função discriminante. As relações da população com a taxa de urbanização podem sinalizar a existência de economias de escala e de densidade do setor na provisão dos serviços de saneamento básico, pois quanto maior o número de beneficiários e mais concentrados estiverem, menor será o custo desses serviços. No caso da população, essa relação pode decorrer também do número de contribuintes, que viabilizaria a provisão em função do pagamento de tarifas e de tributos.

Tais resultados vão ao encontro dos estudos e das estatísticas apresentados por Toneto Júnior e Saiani (2006), os quais analisaram o déficit de acesso a serviços de saneamento básico no Brasil e discutiram as principais restrições existentes para a expansão dos investimentos no setor. Os indicadores encontrados pelos autores mostraram que o país possui um significativo déficit de acesso aos serviços de saneamento básico, concentrados principalmente em regiões mais pobres, na zona rural, nos municípios de menor porte, com menor taxa de urbanização, menor renda *per capita* e nos municípios de baixa renda.

Portanto, seguindo as diferenças entre os grupos, conforme anteriormente apontado, a análise da função discriminante aponta que quanto menor a proporção da população na linha da pobreza e quanto maiores o nível de desenvolvimento tributário e econômico, a taxa de urbanização e o nível de desenvolvimento municipal, maior será o indicador de acesso e qualidade dos serviços de saneamento básico.

Indo além, pode-se verificar a capacidade da função discriminante em alocar corretamente os municípios em seus respectivos grupos. Para tanto, utiliza-se a tabela de classificação, na qual é possível mensurar a taxa de sucesso na classificação dos municípios. Esses resultados estão apresentados na Tabela 3.

**Tabela 3 – Tabela de classificação da Análise Discriminante**

Classificação original	Classificação predita		Total
	Quartil 1	Quartil 4	
Quartil 1	160 (80,81)	38 (19,19)	198 (100,00)
Quartil 4	51 (25,76)	147 (74,24)	198 (100,00)
Total	211 (53,28)	185 (46,72)	396 (100,00)

Nota: Valores percentuais em parênteses.

Fonte: Resultados da pesquisa.

<sup>16</sup> Para consultas mais detalhadas sobre a arrecadação e a gestão fiscal nos municípios mineiros, recomendam-se referências como Fernandes, Brunozi Júnior e Leroy (2018).

A tabela de classificação aponta que o modelo apresenta melhor capacidade preditiva para os municípios que possuem menores valores do IAQSB do que para aqueles com maiores. Enquanto quase 81% dos municípios do Quartil 1 foram corretamente classificados com menores IAQSB, esse percentual foi de pouco mais de 74% para os municípios do IAQSB elevados. Em geral, 77,53% dos 396 municípios foram corretamente alocados para seus grupos, indicando uma boa capacidade de previsão da função discriminante.

Apesar de apenas dois dos quatro quartis terem sido utilizados na Análise Discriminante, o estudo não é inviabilizado, pois essa escolha foi feita de modo a reforçar as diferenças do indicador, IAQSB, criado. Todavia, é preciso destacar que a proximidade de certos indicadores pode ter impactado negativamente o poder preditivo da análise, embora não tenha havido perda de compreensão dos fatores discriminantes.

Os resultados obtidos e analisados através deste estudo evidenciam uma maior responsabilidade na elaboração de políticas públicas de saneamento básico, como forma de assegurar a promoção da saúde e qualidade de vida da população dos municípios mineiros. Contudo, por mais que exista uma nova Política Nacional de Saneamento, o acesso a esses serviços, assim como sua implementação e fiscalização, não é tão simples.

A fiscalização se configura como uma das atividades de suma importância para a agência reguladora. Em Minas Gerais, a Agência Reguladora de Serviços de Abastecimento de Água e Esgotamento Sanitário (ARSAE-MG) foi criada com a finalidade de regular e fiscalizar as atividades da COPASA e da COPANOR<sup>17</sup>; além de outras prestadoras de serviços conveniadas. Porém, no relatório da ARSAE-MG, elaborado por Carmo (2015), a agência apresentou um resultado tímido na fiscalização: 254 sistemas em 164 municípios mineiros (22,67% de abrangência)<sup>18</sup>. Partindo dessas informações, apenas oito municípios tiveram fiscalizações mais de uma vez, seja para ações de acompanhamento, seja para complementação de fiscalização ou demandadas pelo Ministério Público.<sup>19</sup> Além do mais, essas fiscalizações não contemplavam todas as localidades previstas no contrato do programa.

No aspecto regulatório, há duas razões para se regular uma empresa: a primeira remete à correção das falhas de mercado (natureza monopólica); e a segunda se dá pela garantia do interesse público na prestação de serviços públicos de qualidade (GALVÃO JUNIOR; SILVA; QUEIROZ, 2006). No caso do saneamento básico, os envolvidos são o município, a prestadora de serviço e a população consumidora. A ARSAE-MG disponibiliza 56 Resoluções Normativas em seu sítio eletrônico. De acordo com o relatório elaborado por Carmo (2015), ao todo, 35 resoluções são referentes a “reajuste/revisão tarifária e prazos”, o que mostrou que a ARSAE atuou com foco muito mais no viés econômico do que no viés normalizador. A longo prazo, essa relação dificulta o processo de aprimoramento da gestão dos serviços de abastecimento de água e esgotamento sanitário.

O IAQSB obtido no presente estudo está suscetível às diferenças regulatórias e o resultado corroborou para a existência de expressivas desigualdades entre os municípios mineiros. Apesar do intuito de contribuir para a regulação e fiscalização dos serviços, a abrangência da ARSAE-MG ainda é limitada. Como consequência, por exemplo, os municípios com maiores índices de doenças de veiculação hídrica não são fiscalizados e continuam em péssimas condições sanitárias. Para tal, é de suma importância a intervenção estatal, não só interferindo na competência municipal, mas também tratando o saneamento básico como interesse comum e, portanto, de competência estadual e regional.

As variáveis socioeconômicas no estudo não são independentes e interagem de forma imbricada na determinação do quadro geral de necessidades em saneamento dos municípios. Essa constatação requer ações coordenadas nas diversas frentes de ação governamental.

<sup>17</sup> COPANOR – Copasa Serviços de Saneamento Integrado do Norte e Nordeste de Minas Gerais.

<sup>18</sup> Considera-se que o universo de fiscalização da agência compreende 635 municípios com concessão da COPASA/COPANOR, mais os municípios conveniados, Itabira, Passo, Juiz de Fora e Ituiutaba, totalizando 639.

<sup>19</sup> Segundo Carmo (2015), há três formas de acionar a fiscalização desses serviços: via denúncia na ouvidoria especializada, através da solicitação do Ministério Público ou outros órgãos de controle e da fiscalização programada.

Nesse sentido, os resultados sugerem que a simples ampliação da oferta com qualidade nos serviços de saneamento básico é uma ação importante, porém coadjuvante de uma política eficaz de promoção do saneamento à população municipal. Articula-se que, diante da gestão dos serviços de saneamento básico não só em Minas Gerais, como também nos demais estados do Brasil, a universalização dos serviços constitui o maior dos desafios que se impõem às políticas públicas aplicáveis ao setor.

## **5. Considerações finais**

O saneamento básico é um serviço que tem por objetivo principal a manutenção da vida com qualidade, através do abastecimento de água potável, do desenvolvimento de soluções ao esgotamento sanitário com sua coleta e tratamento, e o manejo e a destinação correta de resíduos sólidos.

A partir do novo Plano Nacional de Saneamento (BRASIL, 2007), com a universalização do acesso ao saneamento no Brasil, e do novo Marco Regulatório, a institucionalização do uso de indicadores de desempenho passou a integrar o processo de planejamento, regulação e fiscalização desses serviços. No intuito de auxiliar a elaboração de políticas públicas pró-equitativas no estado de Minas Gerais, a presente pesquisa objetivou a elaboração de um indicador de acesso aos serviços de saneamento básico, além de identificar os fatores locais, demográficos e socioeconômicos das condições de acesso e qualidade desses serviços no estado.

Para identificar quais municípios apresentam os melhores e os piores indicadores, o presente estudo elaborou, através da técnica multivariada da Análise Fatorial, um indicador de acesso e qualidade do saneamento básico (IAQSB). O IAQSB foi capaz de sintetizar o conjunto de variáveis direcionadas às questões de acesso e qualidade dos serviços de saneamento básico municipal com os dados de 2015 obtidos através do Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS).

A amostra foi realizada com 794 municípios de Minas Gerais e o IAQSB permitiu também avaliar os possíveis fatores locais que culminaram nas desigualdades e necessidades do acesso ao saneamento básico entre os municípios mineiros. Em seguida, utilizou-se a técnica multivariada de Análise Discriminante a fim de se verificar quais foram os principais determinantes que diferenciaram os grupos de municípios de Minas Gerais em relação à condição de saneamento básico.

Os resultados obtidos pela mensuração do IAQSB permitiram mapear o estado (em que os municípios analisados foram divididos em quartis) e identificar quais municípios apresentaram os melhores e os piores indicadores nos serviços de saneamento básico municipal. No estudo, foi relevante destacar a ocorrência de dois *outliers*: os municípios de Contagem e Juiz de Fora, que apresentaram os melhores indicadores de acesso e qualidade nos serviços de saneamento básico, com os valores 10 e 5,58, respectivamente.

A análise dos IAQSBs obtidos evidencia a existência de expressivas desigualdades entre os municípios mineiros, sugerindo cenário de iniquidades. No entanto, as desigualdades são mais expressivas em desfavor das regiões Norte, vales do Jequitinhonha e Mucuri, podendo observar que grande parte dos municípios dessas mesorregiões apresentou os piores valores do indicador social calculado. Na situação oposta, grande parte dos municípios das regiões Noroeste, Centro/Metropolitana, Oeste, Triângulo Mineiro e Campos Vertentes apresentou elevados valores do IAQSB, enquanto que na situação intermediária estão grande parte dos municípios das regiões Sul/Sudeste, Zona da Mata e Vale do Rio Doce.

Em seguida, a análise dos fatores sociodemográficos que mais discriminam o IAQSB foi aplicada para os municípios com os piores e os melhores níveis de acesso e qualidade dos serviços de saneamento básico. O resultado apontou para a existência de quatro variáveis com capacidade de discriminação, a saber: Índice de Desenvolvimento Tributário e Econômico (IDTE); o percentual de famílias com renda *per capita* de até R\$ 154,00; a taxa de urbanização; e, por fim, o Índice FIRJAN de Desenvolvimento Municipal (IFDM).

Os resultados evidenciam que quanto menor a proporção da população na linha da pobreza e quanto maiores o nível de desenvolvimento tributário e econômico, a taxa de urbanização e o nível de desenvolvimento municipal, maior será o indicador de acesso e qualidade dos serviços de saneamento básico. Esses resultados convergem para estudos e estatísticas citados e com as análises locais realizadas no presente estudo.

Assim, todos os resultados obtidos e analisados no presente estudo fortalecem o argumento de que a efetividade das políticas públicas para a melhoria na qualidade nos serviços de saneamento básico, assim como a redução nas desigualdades de acesso dos mesmos à população em requer ações coordenadas nas diversas frentes de ação governamental.

A efetividade de tais políticas públicas que podem impactar no desenvolvimento ambiental, urbano e social para a melhoria nas condições dos municípios mineiros depende do aumento e da melhoria dos serviços de saneamento, saúde, do ensino e de ações que exigem a coparticipação das demais esferas de Governo, de maneira a ampliar, por exemplo, a habitação e a renda média domiciliar das populações dos municípios mineiros.

Também é necessário o fortalecimento da ARSAE-MG no sentido de ampliar a sua capacidade de fiscalização e regulação para assegurar sua autonomia e independência, buscando a excelência na regulação dos serviços e contribuindo para a prestação dos serviços públicos com qualidade. Portanto, a retomada de investimentos no setor em Minas Gerais requer a superação das indefinições regulatórias, a criação de mecanismos de financiamento adequados e o aumento da eficiência do setor.

Apesar de os resultados encontrados possibilitarem a avaliação e condições de acesso aos serviços de saneamento básico por parte dos municípios mineiros, é importante ressaltar algumas limitações deste estudo. Pode-se citar, por exemplo, a ausência de dados referentes a outros fatores que poderiam exercer influência no indicador criado, uma vez que alguns indicadores na plataforma de dados estavam incompletos. Ademais, dos 853 municípios de Minas Gerais, 7% deixou de responder aos questionários do Sistema Nacional de Informações por parte das operadoras de saneamento, deixando de ser analisados no IAQSB. A respeito do IAQSB mensurado, é preciso destacar que a proximidade de certos indicadores pode ter impactado negativamente o poder preditivo da análise, embora não tenha havido perda de compreensão dos fatores discriminantes.

Os resultados obtidos na aplicação deste estudo contribuíram para fomentar a literatura em torno deste tema, especialmente, para corroborar a literatura concernente aos determinantes sociais de saneamento básico nos municípios mineiros. A pesquisa poderá ser utilizada também como instrumento de auxílio nos processos de gestão nas esferas estadual e federal em estudos futuros. Do ponto de vista metodológico, o método pode ser aplicado ao contexto nacional, evidenciando as disparidades regionais e, alternativamente, pode-se comparar o acesso ao saneamento básico e os respectivos determinantes no âmbito regional.

## Referências

- ANSELIN, L. *Spatial econometrics: methods and models*. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, 1988.
- BRASIL. *Lei nº 11.445 de 05/01/2007*. Estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico e para a política federal de saneamento básico. Brasil, 2007.
- BORJA, P. C. Política pública de saneamento básico: uma análise da recente experiência brasileira. *Saúde e Sociedade*, v. 23, n. 2, p. 432-447, 2014.
- BRITTO, A. L.; REZENDE, S. C. A política pública para os serviços urbanos de abastecimento de água e esgotamento sanitário no Brasil: financeirização, mercantilização e perspectivas de resistência. *Cadernos Metrópole*, v. 19, n. 39, p. 557-581, 2017.
- CARMO, D. D. Os avanços da regulação e fiscalização dos serviços de saneamento abastecimento de água e esgotamento sanitário de Minas Gerais: estudo de caso da ARSAE-MG. In: Congresso

- do Conselho Nacional de Secretários de Estado da Administração, 8, 2015. *Anais...* Brasília: CONSAD, 2015.
- COPASA – Companhia de Saneamento de Minas Gerais. *A História da Copasa*. 2007. Disponível em: <http://www.copasa.com.br>. Acesso em 15 de abr. de 2017.
- CESAMA – Companhia de Saneamento Municipal. *Notícias Cesama*, 2014. Disponível em: <https://goo.gl/ML19XF>. Acesso em 10 nov. 2017.
- COSTA, S. A. B.; CORTÊS, L. S.; COELHO, T.; FREITAS JR, M. M. Indicadores em Saneamento: avaliação da prestação dos serviços de água e de esgoto em Minas Gerais. *Revista da Universidade Federal de Minas Gerais*, v. 20, n. 2, p. 334-357, 2013.
- FERNANDES, C. M.; BRUNOZI JÚNIOR, A. C.; LEROY, R. S. D. Desempenho Tributário e Desenvolvimento Econômico e Social em Municípios Mineiros. *Perspectivas Contemporâneas*, v. 13, n. 1, p. 74-93, 2018.
- FEAM - Fundação Estadual do Meio Ambiente. *Panorama da destinação dos resíduos sólidos urbanos no Estado de Minas Gerais em 2015*. Belo Horizonte: FEAM, 2016. 63p.
- FJP – Fundação João Pinheiro. *Perfil de Minas Gerais*. Relatório elaborado pelo Centro de Estatística e Informações (CEI) com a colaboração do Centro de Políticas Públicas (CEPP). Belo Horizonte: FJP, 2010.
- GALVÃO JÚNIOR, A. C.; SILVA, A. D.; QUEIROZ, E. A. D. *Regulação: Procedimentos de Fiscalização em Sistemas de Abastecimento de Água*. Fortaleza: Expressão Gráfica Ltda./Arce, 2006.
- GUIMARÃES A. J. A.; CARVALHO D. F.; SILVA L. D. B. *Saneamento e meio ambiente*. 2007. Disponível em: <https://goo.gl/b5zcKD>. Acesso em 06 abr. 2017.
- HAIR, J. F.; ANDERSON, R. E.; TATHAM, R. L.; BLACK, W. C.; BALBIN, B. J. *Análise Multivariada de Dados*. 6 ed. Porto Alegre: Bookman, 2009. 688p.
- HELLER, L. Relação entre saúde e saneamento na perspectiva do desenvolvimento. *Ciência & Saúde Coletiva*, v. 3, n. 2, p. 73-84, 1998.
- HELLER, L.; COUTINHO, M. L.; MINGOTI, S. A. Diferentes modelos de gestão de serviços de saneamento produzem os mesmos resultados? Um estudo comparativo em Minas Gerais com base em indicadores. *Engenharia Sanitária e Ambiental*, v. 11, n. 4, p. 325-336, 2006.
- HELLER, P. G. B.; VON SPERLING, M.; HELLER, L. Desempenho tecnológico dos serviços de abastecimento de água e esgotamento sanitário em quatro municípios de Minas Gerais: uma análise comparativa. *Engenharia Sanitária e Ambiental*, v. 14, n. 1, p. 109-118, 2009.
- IMRS – Índice Mineiro de Responsabilidade Social. *Saneamento e Habitação*, 2015. Disponível em: <http://imrs.fjp.mg.gov.br>. Acesso em: 14 mai. 2017.
- IFDM – Índice Firjan de Desenvolvimento Municipal. *Dados*, 2015. Disponível em: <https://www.firjan.com.br/ifdm/>. Acesso em: 14 mai. 2017.
- IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. *Um panorama da saúde no Brasil: acesso de utilização dos serviços e condições de saúde e fatores de risco e proteção à saúde, 2008*. Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios. Rio de Janeiro: IBGE, 2010.
- IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. *Resultados do universo do Censo Demográfico 2010*. 2012. Disponível em: <https://goo.gl/zYN2YQ>. Acesso em: 28 ago. 2018.

- IGTEC – Instituto de Geoinformação e Tecnologia. *Mapa Geopolítico de Minas Gerais - Mesorregiões*. Disponível em: <https://www.iga.br/mapas/>. Acesso em: 20 ago. 2017.
- ITB – Instituto Trata Brasil. *Saneamento no Brasil*. 2015. Disponível em: <http://www.tratabrasil.org.br/saneamento-no-brasil>. Acesso em: 06 abr. 2017.
- JANNUZZI, P. M. *Indicadores sociais no Brasil*. Campinas: Alinea, 2003.
- JANNUZZI, P. M. Considerações sobre o uso, mau uso e abuso dos indicadores sociais na formulação e avaliação de políticas públicas municipais. *Revista de Administração Pública*, v. 36, n. 1, p. 51-72, 2002.
- JORNAL O TEMPO CONTAGEM. *Saneamento básico recebe investimentos*. 2013. Disponível em: <https://goo.gl/RxFwuv>. Acesso em: 10 nov. 2017.
- LESAGE, J.; PACE, R. K. *Introduction to Spatial Econometrics*. 1 ed. New York: Chapman and Hall/CRC, 2009.
- LIMA, S. C. R. B.; MARQUES, D. H. F. *Evolução e perspectivas do abastecimento de água e do esgotamento sanitário no Brasil*. Brasília: CEPAL/IPEA, 2012. (Texto para Discussão, n. 47).
- MALHOTRA, N. K. *Pesquisa de marketing: uma orientação aplicada*. 6 ed. Porto Alegre: Bookman, 2011.
- MINGOTI, S. A. *Análise de dados através de métodos de estatística multivariada: uma abordagem aplicada*. Belo Horizonte: Editora UFMG, 2005.
- MIRANDA, R. J. S. *A Eficiência dos serviços de saneamento e o impacto na geração de emprego e renda em Minas Gerais*. Dissertação (Mestrado em Economia). Programa de Mestrado em Economia da Universidade Federal de Viçosa. Viçosa, 2015.
- OLIVEIRA, J. M.; LAGES, A. M. G.; DANTAS, N. F. Indicadores de desenvolvimento: uma resenha em construção. *Revista de Economia Mackenzie*, v. 8, n. 1, p. 76-101, 2010.
- PONCIANO, F. Análise dinâmica da eficiência técnica dos serviços de água e esgotos no Brasil após a Lei de Saneamento. In: Congresso Nacional de Saneamento e Meio Ambiente, 29, 2017. *Anais...* Rio de Janeiro: ABES, 2017
- QUEIROZ, B. L.; GOLGHER, A. B.; AMARAL, E. Mudanças demográficas e condições econômicas e sociais em Minas Gerais. In: OLIVEIRA, F. A.; SIQUEIRA, W. B. (Orgs.). *As muitas Minas: ensaios sobre a economia mineira*. 1 ed. Belo Horizonte: Conselho Regional de Economia, 2010.
- REZENDE, M. L.; FERNANDES L. P. S.; RODRIGUES, A. M. Utilização da análise fatorial para determinar o potencial de crescimento econômico em uma região do sudeste do Brasil. *Economia e Desenvolvimento*, v. 19, n. 1, p. 92-109, 2007.
- ROCHA, M. S. B.; MATTOS, E. H. C.; SAIANI, C. C. S. Descentralização e provisão de serviços públicos: evidências a partir da criação dos municípios brasileiros no setor de saneamento básico. *Pesquisa e Planejamento Econômico*, v. 47, n. 1, p. 105-150, 2017.
- ROSSONI, H. A. V.; BRIZON, E.; CHAIB, A.; SANTOS, L. A.; HELLER, L.; LIMA, S. C. R. B. Avaliação da política estadual de saneamento para a Região Norte e Nordeste do Estado de Minas Gerais: uma análise do Projeto Vida no Vale. *Revista de Políticas Públicas*, v. 18, n. 1, p. 241-254, 2014.
- ROUQUAYROL, M. Z. *Epidemiologia e Saúde*. 4 ed. Rio de Janeiro: Editora MEDSI, 1993.

SANTOS, F. O. *Saneamento básico no Brasil: avaliação dos fatores determinantes do investimento com base nos dados da pesquisa do Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS)*. Dissertação (Mestrado em Administração Pública). Fundação Getúlio Vargas. Rio de Janeiro: FGV, 2016.

SCRIPTORE, J. S.; TONETO JUNIOR, R. A estrutura de provisão dos serviços de saneamento básico no Brasil: uma análise comparativa do desempenho dos provedores públicos e privados. *Revista de Administração Pública*, v. 46, n. 6, p. 1479-1504, 2012.

SHARMA, S. *Applied multivariate techniques*. New York: John Wiley & Sons, 1996.

SILVEIRA, R. B.; HELLER, L.; REZENDE, S. C. Identificando correntes teóricas de planejamento: uma avaliação do Plano Nacional de Saneamento Básico (Plansab). *Revista de Administração Pública*, v. 47, n. 3, p. 601-622, 2013.

SNIS – Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento. *Dados – Série histórica*. Disponível em: <http://www.snis.gov.br/>. Ministério do Desenvolvimento Regional, Secretaria Nacional de Saneamento, 2015.

TONETO JÚNIOR, R.; SAIANI, C. C. S. Restrições à expansão dos investimentos no saneamento básico brasileiro. *Revista Econômica do Nordeste*, v. 37, n. 4, p. 572-591, 2006.

VON SPERLING, T. L.; VON SPERLING M. Proposição de um sistema de indicadores de desempenho para avaliação da qualidade dos serviços de esgotamento sanitário. *Revista de Engenharia Sanitária e Ambiental*, v. 18, n. 4, p. 313-322, 2013.

WHO – World Health Organization. *Water, sanitation and hygiene links to health: facts and figures*. Geneva: WHO, 2004.

## ORCID

Juliana Brito de Oliveira  <https://orcid.org/0000-0002-2615-5540>

Gabriel Teixeira Ervilha  <https://orcid.org/0000-0002-0952-3663>

 Este artigo está licenciado com uma Licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional.

**Anexo****Anexo A****Quadro A.1 – Especificação dos fatores, identificados pela Análise Fatorial***Continua*

<b>FATOR 1:</b>	
RS003	Veículos para coleta de RDO e RPU (veículo/mil hab. atend. RS)
RS002	Quantidade <i>per capita</i> anual de RCC (ton/ano/ind atend. RS)
RS004	Despesa <i>per capita</i> com serviços de manejo de RSU (R\$/ano/ind atend RS)
RS005	Receita <i>per capita</i> arrecadada referentes à gestão e ao manejo de RSU (R\$/ano/ind atend RS)
RS006	Quantidade de RDO e RPU coletada por todos os agentes (ton/ano/mil ind atend. RS)
RS007	Quantidade de materiais recicláveis recuperados (ton/ano/mil ind atend RS)
<b>FATOR 2:</b>	
RS001	Trabalhadores alocados no serviço de coleta e manejo de RDO e RSU, varrição, roçada e capina (trab./mil hab.)
DC001	Despesa Corrente <i>per capita</i> da Prefeitura durante o ano com TODOS os serviços do município (R\$/ano/hab.)
RS008	População urbana atendida com o serviço regular de coleta seletiva (%)
RS009	Percentual da população atendida com frequência diária, 2 a 3 vezes por semanas e 1 vez por semana (% pond.)
RS010	População urbana atendida pelo serviço de coleta domiciliar direta, ou seja, porta a porta (%)
RS011	População total atendida por coleta de lixo no município (%)
<b>FATOR 3:</b>	
AG001	População total atendida com abastecimento de água (%)
ES001	População total atendida com esgotamento sanitário (%)
ES006	População urbana atendida com esgotamento sanitário (%)
QD001	Quantidade de reclamações ou solicitações de serviços (Reclam/ano/lig A E)
IN_AE009	Duração média dos serviços executados (H/serv.)
<b>FATOR 4:</b>	
ES002	Extensão da rede de esgoto por ligação (m/lig.)
ES003	Receita operacional direta de esgoto por ligação
ES005	Volume de esgotos tratado (%)
ES007	Tarifa média de esgoto (R\$/m <sup>3</sup> )
ES008	Índice de consumo de energia elétrica em sistemas de esgotamento sanitário (kWh/m <sup>3</sup> )
<b>FATOR 5:</b>	
AG002	Volume de água consumido que é tratado em ETAs (%)
AG004	Receita operacional direta de água por ligação
AG007	Tarifa média de água (R\$/m <sup>3</sup> )
IN_AE003	Indicador de desempenho financeiro (%)
<b>FATOR 6:</b>	
AG003	Extensão da rede de água por ligação (m/lig.)
IN_AE002	Despesa total com os serviços por m <sup>3</sup> faturado (R\$/m <sup>3</sup> )
AG008	Consumo médio <i>per capita</i> de água (L/hab./dia)
AG009	Índice de consumo de água (%)

**Quadro A.1 – Especificação dos fatores, identificados pela Análise Fatorial**

Conclusão

<b>FATOR 7</b>	
IN_AE005	Economias atingidas por paralisações (eco/par)
IN_AE006	Duração média das paralisações (H/par)
IN_AE008	Economias atingidas por intermitências (eco/interrup.)
<b>FATOR 8:</b>	
IN_AE001	Densidade de economias de água por ligação (eco/lig)
RS012	Autossuficiência financeira da prefeitura com o manejo de RSU (%)
<b>FATOR 9:</b>	
IN_AE007	Índice de produtividade: economias ativas por pessoal próprio
IN_AE004	Índice de produtividade: empregados próprios por 1000 ligações de água e esgoto (empreg./mil lig.)
<b>FATOR 10</b>	
AG006	Investimento <i>per capita</i> realizado em abastecimento de água
ES004	Investimento <i>per capita</i> realizado em esgotamento sanitário
SB001	Investimento <i>per capita</i> realizado com saneamento básico geral
<b>FATOR 11:</b>	
AG010	Índice de consumo de energia elétrica em sistemas de abastecimento de água (kWh/m <sup>3</sup> )
<b>FATOR 12:</b>	
AG005	População urbana atendida com abastecimento de água (%)
RS013	Taxa de recuperação de materiais recicláveis em relação à quantidade de resíduos coletados(%)

RSU: Resíduos Sólidos Urbanos; RCC: Resíduos Sólidos da Construção Civil; RDO: Resíduos Domiciliares; RPU: Resíduos Públicos; ETA: Estação de Tratamento de Água.

Fonte: Resultados da pesquisa.

**Anexo B****Quadro B.1 – Variáveis pré-selecionadas para a discriminação dos municípios com maiores e menores IAQSB**

Área (A1)	Área do município em km <sup>2</sup>
População Total (P1)	População total (estimadas ajustadas) do ano de 2014
Densidade populacional (P2)	Densidade populacional (hab/km <sup>2</sup> ) do ano de 2014
Taxa de urbanização (P3)	Taxa de urbanização dos municípios do ano de 2014
Pobreza (R1)	Percentual da população residente com renda domiciliar mensal <i>per capita</i> até meio salário mínimo
Extrema Pobreza (R2)	Percentual da população residente com renda domiciliar mensal <i>per capita</i> até R\$ 154,00 reais mensais
Receita corrente (R3)	Receita corrente líquida <i>per capita</i> dos municípios do ano de 2013
IDTE (T1)	Índice de Desenvolvimento Tributário e Econômico dos municípios do ano de 2013
Endividamento (ED1)	Participação da dívida consolidada líquida na receita corrente líquida do ano de 2013
Gasto com infraestrutura (G1)	Gasto com infraestrutura urbana em geral, serviços urbanos, transportes em geral, comunicações postais e telecomunicações por município no ano de 2013
Esforço Orçamentário em infraestrutura (G2)	Esforço Orçamentário em infraestrutura dos municípios no ano de 2013
Taxa de emprego no setor formal (TE1)	Número de empregados no setor formal dos municípios no ano de 2013
Taxa bruta de mortalidade padronizada (M1)	Razão entre os óbitos esperados por faixa etária e a população no ano de 2013
Taxa de crianças que frequentam a escola (E1)	Taxa de crianças que frequentam o ensino fundamental na série adequada no ano de 2014
Taxa de adolescentes que frequentam a escola (E2)	Taxa de adolescentes que frequentam o ensino médio na série adequada no ano de 2014
Escolarização líquida do ensino fundamental (E3)	Taxa de Escolarização Líquida do ensino fundamental no ano de 2014
Escolarização líquida do ensino médio (E4)	Taxa de Escolarização Líquida do ensino médio no ano de 2014
IFDM Saúde (IFDM_1)	Compreende o levantamento dos indicadores de saúde, como número de consultas, pré-natal, óbitos em geral e internações em geral, no ano de 2014
IFDM Emprego & Renda (IFDM_2)	Compreende o levantamento dos indicadores de emprego e renda, como o número de empregados formais, absorção da mão de obra local, geração de renda, salários médios, do emprego, etc., para o ano de 2014
IFDM Educação (IFDM_3)	Compreende o levantamento dos indicadores de educação, como matrículas na educação infantil e os seguintes dados sobre o ensino fundamental: abandono, distorção idade/série, docentes com ensino superior, médias hora/aula, entre outros, no ano de 2014
IFDM (IFDM_4)	Compreende o levantamento dos três indicadores juntos no ano de 2014
Índice de Gini (IG)	Índice de Gini dos municípios no ano de 2010
Rendimento <i>per capita</i> no setor formal (TE2)	Valor total do rendimento dos empregados do setor formal no ano de 2013

Fonte: Elaboração própria, baseado na base de dados do IMRS, IFDM e IBGE.

Anexo C

Figura A.1 – Mesorregiões de Minas Gerais



Fonte: Instituto de Geoinformação e Tecnologia – IGTec (2017).