

## XXVI SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HIDRÍCOS

### **PANORAMA DAS INFRAESTRUTURAS DE DADOS ESPACIAIS DOS PRESTADORES DE SERVIÇO DE SANEAMENTO NO BRASIL**

*Roberto Souza Borges<sup>1</sup> e Carlos Eduardo Machado Pires<sup>1</sup>*

**Abstract:** *Spatial Data Infrastructures (SDIs) encompass a set of technologies, policies, mechanisms, procedures, standards, and agreements designed to facilitate the generation, organization, storage, and sharing of spatial data. This article presents the findings of a survey conducted to assess the current state of corporate SDIs among sanitation service providers in Brazil. The survey also highlights pathways for exchanging information, experiences, work methodologies, and data models, fostering a collaborative environment among sanitation companies and promoting best practices in spatial data storage, processing, and sharing within the sector. Additionally, the survey identifies the varying stages of SDI implementation across service providers, allowing those at more advanced phases to share their experiences with others. The progressive development of spatial data sharing practices among sanitation service providers may serve as the foundation for a more integrated spatial data infrastructure within Brazil's basic sanitation sector. The overarching goal is to facilitate open data sharing, encompassing information related to climate, hydrology, population demographics, urban infrastructure, environmental factors, and other relevant domains. By enabling access to this data, service providers can enhance their management strategies and decision-making processes.*

**Keywords** – Sanitation; SDI; Spatial Data.

**Resumo:** As Infraestruturas de Dados Espaciais (IDEs) são o conjunto de tecnologias, políticas, mecanismos, procedimentos, padrões e acordos para facilitar a geração, organização, o armazenamento e o compartilhamento de dados espaciais. O presente artigo apresenta os resultados de uma pesquisa que teve como objetivo entender a situação atual das IDEs corporativas dos prestadores de serviço de saneamento do Brasil. A pesquisa aponta caminhos para troca de informações, experiências, metodologias de trabalho e modelos de dados, fomentando um ambiente de partilha entre as companhias de saneamento e consolidando as melhores práticas para armazenamento, tratamento e compartilhamento de dados espaciais no setor de saneamento. Além disso, a pesquisa apontou os diferentes estágios de implementação de infraestruturas de dados espaciais entre os prestadores de serviço, de modo que os prestadores em estágios mais avançados podem compartilhar experiências com os demais. O amadurecimento dos prestadores de serviço em relação ao compartilhamento de dados espaciais pode ser o embrião de uma infraestrutura para compartilhamento de dados espaciais entre os prestadores de serviço de saneamento básico no Brasil. A ideia é estimular o compartilhamento de dados abertos, como os de natureza climática, hidrológica, populacional, infraestrutura urbana, meio ambiente e vários outros. O acesso a esses dados pode ajudar na gestão e tomada de decisão dos prestadores de serviço.

**Palavras-Chave** – Saneamento; IDE; Dados Espaciais.

1) Companhia de Saneamento Ambiental do Distrito Federal (Caesb). Av. Sibipiruna - Lotes 13/21 - Centro de Gestão Águas Emendadas - Águas Claras - Brasília/DF - CEP: 71.928-720. (61) 3213-7515. robertborges@caesb.df.gov.br. carlospires@caesb.df.gov.br.

## INTRODUÇÃO

A busca pela eficiência requer dos prestadores de serviço de saneamento decisões acertadas, que envolvem a análise conjunta de uma multiplicidade de dados espaciais. Alguns são produzidos internamente, como os que representam suas edificações, redes e economias atendidas. Outros, como os dados de urbanismo, meio ambiente, climatológicos, hidrológicos e populacionais, são produzidos externamente, por instituições públicas de diferentes níveis de governo. As Infraestruturas de Dados Espaciais (IDEs) constituem um meio adequado para que as companhias de saneamento possam reunir os dados dos quais necessitam, além de abrirem a possibilidade para a troca de saberes, para que possam evoluir conjuntamente.

As IDEs são o conjunto de tecnologias, políticas, mecanismos, procedimentos, padrões e acordos para facilitar a geração, organização, o armazenamento e o compartilhamento de dados espaciais (BRASIL, 2008). Em um mundo cada vez mais interconectado e dependente de dados precisos para a tomada de decisões, a IDE surge como uma solução essencial para a gestão e utilização eficiente de informações geoespaciais. Este sistema integrado não apenas facilita o acesso a informações geográficas, mas também promove a interoperabilidade entre diferentes plataformas e usuários, permitindo uma colaboração mais eficaz entre instituições públicas, privadas e acadêmicas (QUINTANILHA e MACHADO, 2018). A implementação de uma infraestrutura de dados espaciais consistente é fundamental para o desenvolvimento sustentável, planejamento urbano, monitoramento ambiental e diversas outras aplicações que exigem precisão e confiabilidade nas informações geoespaciais.

A comunidade de dados espaciais participa da tomada de decisão nas instâncias administrativa e política, nos níveis estratégico, tático e operacional (RAJABIFARD *et al.*, 2002). As IDEs existem em nível corporativo, local, estadual, nacional, regional e global, formando malhas hierarquizadas, nas quais os nós corporativos se somam para formar o nível local, os locais formam o nível estadual e, assim, sucessivamente (RAJABIFARD, 2001; RAJABIFARD e WILLIAMSON, 2003). Dados obtidos em grandes escalas também são compatíveis com as IDEs de níveis mais elevados (SILVA e ALMEIDA, 2013).

O objetivo desta pesquisa é entender a situação atual das IDEs corporativas dos prestadores de serviço de saneamento do Brasil. A pesquisa aponta caminhos para troca de informações, experiências, metodologias de trabalho e modelos de dados, fomentando um ambiente de partilha entre as companhias de saneamento e consolidando as melhores práticas para armazenamento, tratamento e compartilhamento de dados espaciais no setor de saneamento. A ideia é estimular o compartilhamento de dados abertos, uma vez que a disponibilização de dados geoespaciais de saneamento no Brasil é bastante limitada (MOLINA e FONSECA FILHO, 2024a). Apesar da crescente importância do compartilhamento de dados espaciais para a transparência e gestão eficiente dos serviços de saneamento, as empresas do setor ainda resistem à sua divulgação pública, muitas vezes justificando essa postura com argumentos relacionados à segurança institucional e operacional (MOLINA e FONSECA FILHO, 2024b). Além disso, a pesquisa apontou os diferentes estágios de implementação de infraestruturas de dados espaciais entre os prestadores de serviço, de modo que os prestadores em estágios mais avançados podem compartilhar experiências com os demais. O amadurecimento das IDEs corporativas pode ser o embrião de uma infraestrutura para compartilhamento de dados espaciais de interesse do setor de saneamento, que poderá envolver também atores como as agências reguladoras, representantes da sociedade civil, universidades e outras instituições de pesquisa de diferentes níveis. A seguir são relatados os materiais e métodos utilizados para que a pesquisa alcançasse seu objetivo.

## MATERIAL E MÉTODOS

Para entender a situação atual das IDEs dos prestadores de serviço de saneamento básico no Brasil, foi elaborado um questionário eletrônico com questões fechadas e utilizada a ferramenta para coleta de dados *Survey123 for ArcGIS*. A pesquisa teve uma abordagem qualitativa, com o intuito de compreender o cenário, explorar o contexto e identificar tendências, portanto, sem a intenção de alcançar todos os prestadores de serviço e tampouco quantificar grupos e padrões. Os percentuais apresentados são internos à amostra, não representam o universo das empresas de saneamento do Brasil. Foi questionado quais processos das companhias utilizam dados geoespaciais; quais são os métodos de levantamento, armazenamento, recuperação, compartilhamento dos dados; quais as características dos dados; como obtêm dados externos; como é a estrutura administrativa e a infraestrutura física para a gestão dos dados.

O questionário foi divulgado entre representantes de companhias que compõem a Associação Brasileira das Empresas Estaduais de Saneamento (AESBE) e em fóruns da internet dos quais participam profissionais que trabalham com dados geoespaciais no setor de saneamento. Foram obtidas vinte submissões, provenientes de companhias públicas e privadas, cujos serviços têm abrangência local, regional e inter-regional, distribuídas por todas as regiões geográficas do Brasil, como mostra a Figura 1.

Figura 1 – Distribuição espacial das companhias que participaram da pesquisa



A consolidação das respostas ao questionário e a análise dos dados obtidos é apresentada na próxima seção.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise dos dados obtidos na pesquisa permite avaliar as infraestruturas de dados espaciais dos prestadores de serviço de saneamento do Brasil e capacidade de gerar informação útil e contribuir com tomadas de decisão acertadas.

### PERFIL DOS RESPONDENTES E DAS COMPANHIAS

A grande maioria dos respondentes da pesquisa é composta por gestores de repartições responsáveis pelo cadastro técnico ou pela infraestrutura de geoinformação das companhias e tem formação em engenharia, especialmente do ramo civil. Alguns poucos possuem profissões em áreas diferentes como Arquitetura, Geografia e Análise de Sistemas. O perfil dos respondentes revela a inserção da comunidade de dados espaciais em posições estratégicas e de tomada de decisão.

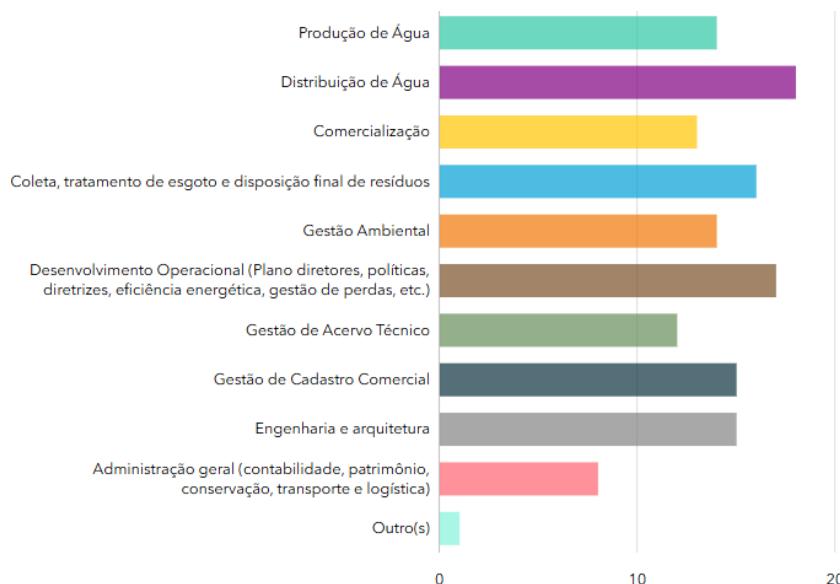
Onze das companhias possuem a natureza jurídica de sociedade de economia mista com maior participação do Estado, quatro são empresas privadas, duas são empresas públicas, duas são autarquias e uma faz parte da administração pública direta. Há absoluto predomínio do setor público entre os prestadores de serviço envolvidos na pesquisa.

Treze das companhias prestam serviço em nível regional, atuando em vários municípios do mesmo estado, sendo doze delas com participação do setor público. Quatro atuam em nível local, em um único município. Três delas, todas de natureza privada, atuam em nível inter-regional, em vários municípios de diferentes estados. Enquanto as companhias de natureza pública tendem à prestação de serviço no nível local ou regional, as empresas privadas obtêm concessões de forma dispersa. O grupo de empresas pesquisado, apesar de pequeno, tem grande distribuição geográfica e se mostrou heterogêneo, revelando potencial para indicar realidades distintas, tendências e contextos diversificados.

### AQUISIÇÃO DE DADOS GEOESPACIAIS

A informação geoespacial e a análise espacial são bastante disseminadas entre os diversos setores das companhias, constituindo-se como ferramentas de trabalho da maior parte dos processos, desde a comercialização, passando pela gestão ambiental, chegando à gestão de cadastros e às atividades de arquitetura e engenharia, como mostra a Figura 2.

Figura 2 – Processos das companhias que utilizam dados geoespaciais



O uso é mais frequente na distribuição de água e no desenvolvimento operacional (planos diretores, políticas, diretrizes, eficiência energética, gestão de perdas, entre outros). Isso talvez esteja relacionado à busca por maior eficiência, aos esforços para redução da perda de água e ao forte potencial da geoinformação para auxiliar nos processos decisórios. O uso é menos frequente no setor de administração geral, que envolve a contabilidade, a conservação, a gestão de patrimônio, transporte e logística. Apesar da possibilidade, especialmente para transporte e logística, parece haver menor interesse no uso da geoinformação nas atividades de apoio do que nas atividades finalísticas das companhias de saneamento.

A aquisição de dados geoespaciais é feita predominantemente por topógrafos, cartógrafos, geógrafos e engenheiros pertencentes ao quadro de pessoal da própria companhia. Também é comum a contratação de empresas especializadas. Há menor interesse em deixar que os dados de que necessitam sejam obtidos pelas prefeituras, governos estaduais ou outras fontes externas. As companhias demonstram preocupação no uso de mão de obra especializada e aquisição de dados de qualidade que atendam adequadamente suas expectativas.

São mais utilizados os métodos clássicos de levantamento, que se utilizam de instrumentos como teodolitos, taquímetros, medidores de nível e trenas. A estação total também é bastante utilizada, seguida pelos receptores GNSS (*Global Navigation Satellite System*) e pelo sensoriamento remoto, seja com satélites, aeronaves ou drones. O LiDAR (*Light Detection and Ranging*), o *Laser Scanner* e o *Georadar* são métodos menos utilizados, possivelmente devido ao valor elevado. Verifica-se que há preferências pelos métodos de menor valor pois, apesar da reconhecida importância dos dados geoespaciais, ainda são destinados poucos recursos para a aquisição.

## GESTÃO DO CADASTRO TÉCNICO DAS REDES

As redes de água e esgoto representam os principais ativos das companhias de saneamento, sendo majoritariamente enterradas. A gestão eficiente desses sistemas depende de cadastros técnicos detalhados, que devem conter informações completas e precisas. Reconhecendo essa necessidade, as empresas têm investido constantemente na modernização dos métodos de armazenamento e controle dos cadastros técnicos. Para compreender a realidade dessa gestão, a pesquisa analisou como as companhias de saneamento organizam seus cadastros, seu grau de completude e as práticas adotadas.

Apesar da relevância do georreferenciamento, verificou-se que apenas 40% das empresas pesquisadas possuem todas ou grande parte de suas redes mapeadas. 45% contam com uma quantidade razoável de redes georreferenciadas. O restante possui poucas redes mapeadas. Os ramais de ligação costumam ser os mais negligenciados, sendo que a maior parte das companhias não os georreferencia ou possui poucos registros nesse sentido. Situação diferente se verifica em relação às economias, uma vez que 50% das companhias têm boa gestão dessa informação e outras 25% o fazem de forma razoável. Apenas 25% das companhias estudadas não gerenciam essa informação ou possuem poucas economias mapeadas. A gestão da informação sobre a profundidade das redes e a coordenada Z é feita apenas de forma razoável. Muitas empresas não armazenam essas informações, tornando-as escassas nos cadastros existentes. A dimensão M, por sua vez, não recebe qualquer tipo de gestão pela grande maioria das companhias, evidenciando uma maior preocupação com o posicionamento horizontal das redes em detrimento das dimensões adicionais.

Por outro lado, muitas empresas declararam possuir um conhecimento satisfatório sobre características fundamentais das redes, como diâmetro, material e hierarquia (adutoras, redes de distribuição etc.). No entanto, informações como data de implantação e rugosidade são pouco armazenadas, limitando análises mais aprofundadas sobre a vida útil e eficiência hidráulica das

infraestruturas. O tipo dos nós das redes, como válvulas, hidrômetros, poços de visita e conexões, também é razoavelmente conhecido entre a maioria das companhias.

A setorização das redes de água em Distritos de Medição e Controle (DMC) apresenta uma distribuição equilibrada entre empresas. 45% das empresas pesquisadas realizam pouca ou nenhuma gestão dessa informação, enquanto outros 45% administram de forma razoável ou extensa. Apenas uma companhia diz ter toda sua rede setorizada em DMCs. 85% das companhias têm algum controle dos volumes medidos em cada DMC. Apenas duas (10% das empresas analisadas) não acompanham esses dados. Apenas uma (5%) tem controle total dos volumes de cada DMC. Quanto às redes de esgoto, 40% das empresas segmentam os sistemas em setores ou bacias de forma razoável. 25% das companhias realizam pouca gestão dessa informação, enquanto outros 25% o fazem de maneira intensa. Apenas uma companhia (5% da amostra) não separa a rede por bacias, enquanto uma possui toda a rede segmentada. Os volumes de esgoto por setor ou bacia ainda, no entanto, são pouco gerenciados, revelando uma menor preocupação com essa setorização e medição quando comparadas às redes de água.

## PERFIL DA IDE

A grande maioria (85%) das companhias dispõem de um setor específico para a gestão dos dados geoespaciais. Há predominância no compartilhamento de uma infraestrutura única entre os setores da empresa, com padronização dos métodos de gestão dos dados espaciais e gestão centralizada para a aquisição de softwares e distribuição das licenças de uso (70% das companhias estudadas). Mas ainda é considerável a quantidade de companhias que não possuem uma infraestrutura compartilhada e cada setor possui métodos próprios para a gestão dos dados espaciais, aquisição e gestão das licenças de softwares (30% das companhias estudadas).

A maior parte (90%) utiliza software GIS (*Geographic Information System*) para a manipulação dos dados e realização de análises espaciais. Apenas uma pequena parte ainda se utiliza apenas de software CAD (*Computer-Aided Design*). Ambos os softwares ArcGIS e QGIS possuem ampla disseminação entre as companhias de saneamento. Também são bastante utilizados os softwares da plataforma AutoDesk. Apenas uma empresa declarou utilizar software diferente desses na gestão dos dados espaciais, tendo citado o GE Smallworld.

Por ser o GIS a principal ferramenta para gestão dos dados, a ampla maioria das companhias armazena os dados espaciais em formatos compatíveis com esses sistemas. Há predominância do armazenamento em banco de dados. O PostgreSQL é o Sistema de Gerenciamento de Banco de Dados (SGBD) mais utilizado. Certamente por se tratar de uma ferramenta robusta e gratuita. A única companhia que utiliza o GE Smallworld, utiliza um SGBD da mesma empresa, o VMDS. As ferramentas proprietárias Oracle e Microsoft SQL Server também foram citadas. A maioria das companhias promove alguma integração entre os bancos de dados espaciais e os bancos de dados de outros sistemas. Apenas uma empresa declarou não ter esse tipo de integração. Diferentemente, a integração com bancos de dados externos, de outras companhias ou órgão de governo, por exemplo, ainda é pouco buscada. Apenas duas empresas declararam promover esse tipo de integração.

As integrações com sistemas internos e externos é impossibilitada quando o armazenamento é feito nos sistemas de arquivo dos computadores. Mesmo assim, os formatos *shapefile*, *geopackage* e o *file geodatabase*, surpreendentemente ainda é bastante utilizado (formato predominante em 30% das empresas avaliadas). Essa forma de armazenamento dos dados também dificulta a gestão de grande volume de dados, a organização, a recuperação, a confiabilidade, a segurança, dentre várias outras limitações. O armazenamento em arquivo CAD ainda é utilizado, mas apenas dois (10%) dos

prestadores de serviço de saneamento avaliados declararam ser este o formato predominante para armazenamento de dados.

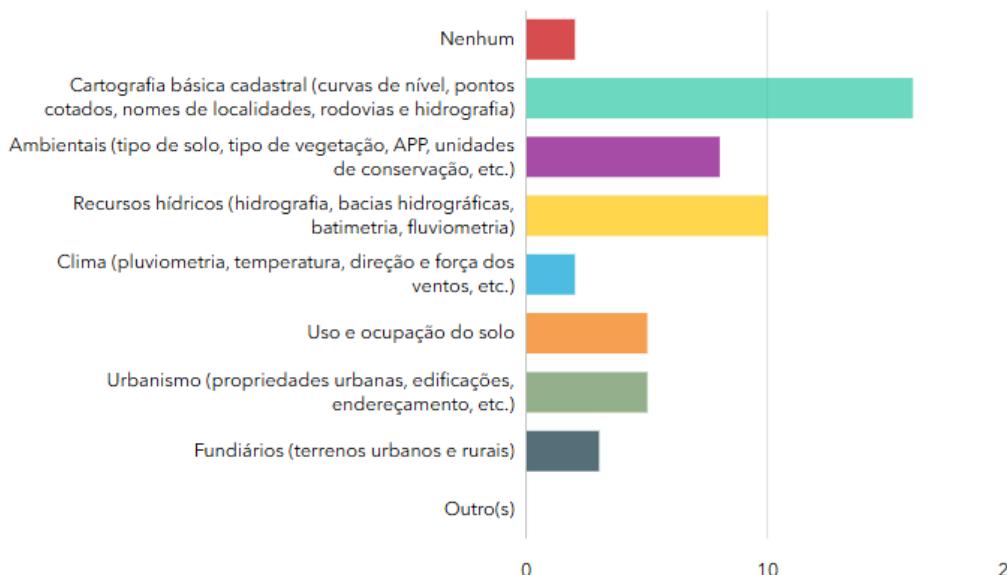
A maneira como os dados são compartilhados internamente entre os empregados reflete os métodos de armazenamento preferidos. São comuns o acesso direto ao banco de dados e o compartilhamento de arquivos por e-mail ou em pastas de acesso comum na intranet. O uso do banco de dados é mais desejável, pois garante o uso de dados atualizados. Em uma boa parte das companhias (30%), a publicação de serviços da internet é a principal forma de compartilhamento de dados internamente. Mas a maior parte das companhias (55%) ainda não fornece geosserviços, embora a maioria (70%) possua um geoportal.

Os geosserviços são caracterizados pela “disponibilização de dados, geoinformações e funcionalidades em formatos abertos e interoperáveis que podem ser utilizados por meio de sistemas de informações geográficas, visualizadores web ou aplicações” (DISTRITO FEDERAL, 2020). A combinação do ArcGIS Enterprise e do Portal for ArcGIS é a principal forma para fornecimento de dados espaciais na internet (90% dos que possuem servidores de mapa e geoportal). O servidor de mapas e aplicações Geoserver é citado por uma das companhias. Também foram citadas as aplicações de acesso e análise web de dados espaciais ArcGIS Online, QGIS Cloud, Topovision e Geomoose. Os serviços da internet são prioritariamente voltados ao público interno. Apenas três companhias fornecem serviços para o público em geral e todas elas são de natureza pública. E apenas duas companhias integram sua IDE corporativa com outros níveis hierárquicos de compartilhamento de dados espaciais (local, regional, nacional ou global).

## CONSUMO DE DADOS EXTERNOS

Apenas duas, das 20 companhias de saneamento respondentes, declararam que não utilizam dados espaciais externos. A maior parte utiliza dados espaciais dos mais variados. Os dados externos mais recorrentemente consumidos são os de cartografia básica cadastral como curvas de nível, pontos cotados, toponímia, rodovias e hidrografia, como mostra a Figura 3. Também é relevante o consumo de dados geoespaciais hidrográficos e ambientais, como bacias hidrográficas, batimetria, fluiometria, pedologia, vegetação, unidades de preservação e conservação, entre outros. São utilizados com menor frequência dados de uso e ocupação do solo, urbanísticos, fundiários e climatológicos.

Figura 3 – Dados externos utilizados pelos prestadores de saneamento



Embora o acesso via geosserviço seja o mais recomendado para o consumo de dados externos atualizados, este é apenas o segundo canal mais utilizado. A transferência por e-mail ou outras formas de compartilhamento de arquivos pela internet ainda é o meio preferencial. Apesar de pouco intensa, ainda existe o compartilhamento de dados em mídias físicas como DVD, disco externo e pendrive.

## INTEGRAÇÃO COM NOVAS TECNOLOGIAS

Existe pouca integração das IDEs dos prestadores de serviço de saneamento com novas tecnologias. Há poucos relatos de uso de dados espaciais das companhias em cenas tridimensionais, aplicações de realidade aumentada e realidade virtual, nos sistemas supervisórios (*Supervisory Control and Data Acquisition – SCADA*), ferramentas de gestão de frota ou de controle da localização de equipamentos e móveis (*geotagging*), softwares de simulações hidrológicas e análises espaciais com o uso de inteligência artificial ou computação em nuvem.

Por outro lado, as simulações hidráulicas estão presentes na maior parte das companhias (65%), com o uso preferencial do software EPANET. Foram citados ainda os softwares InfoWater, Water GEMS, Bentley e WaterCAD. Também é elevada a quantidade de companhias que integram suas IDEs corporativas com aplicações para gestão de equipes de campo (55%) e metade integram seus dados espaciais com o *Building Information Modelling* (BIM).

A adoção de novas tecnologias costuma ser complicado e dispendioso. Parece haver maior interesse naquelas que podem ser mais facilmente implementadas ou que oferecem boa relação custo-benefício e retorno imediato, enquanto as tecnologias que oferecem maior dificuldade de implantação e custo elevado são preteridas.

## DIFÍCULDADES PARA O DESENVOLVIMENTO DA IDE

A ampla maioria dos respondentes disse que a maior dificuldade para o desenvolvimento de sua IDE é encontrar mão-de-obra qualificada. Também é elevada falta de apoio dos gestores e preço elevado dos softwares proprietários. De forma menos relevante, também é citada a complexidade para uso das geotecnologias, as dificuldades para uso dos softwares livres e gratuitos, além do elevado custo de equipamentos e a complexidade para obtenção de financiamento.

## CONCLUSÃO

A pesquisa revelou que as IDEs corporativas dos prestadores de serviço de saneamento no Brasil ainda estão em processo de desenvolvimento, avançando de forma gradual e heterogênea entre as companhias. Embora haja crescente reconhecimento da importância da gestão eficiente de dados espaciais, muitas empresas enfrentam desafios na integração e ampliação de suas IDEs, refletindo a necessidade de investimentos em tecnologia, capacitação e governança da informação.

O compartilhamento estruturado de dados geoespaciais pode trazer benefícios significativos para o setor de saneamento. A troca de informações entre empresas contribui para a melhoria das práticas de armazenamento, processamento e uso dos dados, fortalecendo a gestão e a tomada de decisões. Contudo, é essencial estabelecer um equilíbrio entre a transparência e a preservação de dados estratégicos, garantindo que informações relevantes sejam compartilhadas sem comprometer a segurança e aspectos críticos da operação.

Apesar dos avanços graduais, o desenvolvimento das IDEs no setor de saneamento exige maior apoio institucional dos gestores, com a alocação de recursos financeiros e humanos adequados para sua implementação e manutenção. O fortalecimento dessas infraestruturas depende de investimentos

contínuos em tecnologia, infraestrutura e capacitação de profissionais, garantindo que as IDEs possam operar de forma eficiente e integrada.

As infraestruturas de dados espaciais possibilitam análises complexas que integram diferentes variáveis, incluindo dados de saneamento, infraestrutura urbana, clima, hidrologia e demografia. Esse potencial pode ser amplamente explorado por meio da utilização de técnicas e ferramentas avançadas, respeitando os princípios da atualidade e eficiência na administração pública. Melhorias na gestão e compartilhamento de dados podem impulsionar investimentos na ampliação dos sistemas de saneamento, contribuindo para a redução dos déficits históricos do Brasil em abastecimento de água, coleta e tratamento de esgoto.

A integração com iniciativas existentes, como a Infraestrutura Nacional de Dados Espaciais (INDE) e o Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS), pode facilitar a padronização e disseminação de dados no setor. O uso dessas estruturas fortalece a capacidade das empresas de acessar e utilizar informações essenciais, promovendo maior colaboração entre prestadores de serviço, órgãos reguladores e instituições de pesquisa.

O avanço na consolidação das IDEs e no compartilhamento estruturado de dados representa um caminho promissor para a melhoria do setor de saneamento. O comprometimento dos gestores na valorização e no financiamento dessas iniciativas será fundamental para garantir uma gestão de dados mais eficiente, transparente e alinhada às necessidades do setor. A modernização da gestão de dados espaciais pode não apenas otimizar os processos internos das empresas, mas também gerar impactos positivos na eficiência dos serviços e na formulação de políticas públicas mais assertivas.

## REFERÊNCIAS

BRASIL. “Decreto n.º 6.666, de 27 de novembro de 2008”. Institui, no âmbito do Poder Executivo federal, a Infraestrutura Nacional de Dados Espaciais - INDE, e dá outras providências. Disponível em: [https://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2007-2010/2008/decreto/d6666.htm](https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2008/decreto/d6666.htm). Acesso em 09 de junho de 2025.

DISTRITO FEDERAL. “Decreto nº 40.554, de 23 de março de 2020”. Dispõe sobre a criação da Infraestrutura de Dados Espaciais do Distrito Federal (IDE/DF). Diário Oficial do Distrito Federal, Brasília, DF, 23 mar. 2020.

MOLINA, C. V.; FILHO, H. F. “Disponibilização de Dados Geoespaciais Abertos de Saneamento no Brasil” in Anais do 4º Simpósio Brasileiro de Infraestruturas de Dados Espaciais. IDEs Inteligentes para Governança e Políticas Públicas, 2024a. Disponível em: [https://www.inde.gov.br/simposio-16-anos/docs/AnaiSBIDE4\\_v3\\_241017\\_093910.pdf](https://www.inde.gov.br/simposio-16-anos/docs/AnaiSBIDE4_v3_241017_093910.pdf). Acesso em 09 de junho de 2025.

“A disponibilização de dados espaciais de saneamento para transparência de dados de serviços essenciais à população”. Revista Políticas Públicas & Cidades, v. 13, n. 1, p. 01-15, 2024b. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.23900/2359-1552v13n1-24-2024>. Acesso em 09 de junho de 2025.

QUINTANILHA, J.; MACHADO, C. “Infraestruturas de Dados Espaciais - IDEs: Perspectiva Acadêmica – Desafios e Proposta”. Revista Eletrônica: Tempo - Técnica - Território, v.9, n.2, 2018, p. 49-58. Disponível em: <http://periodicos.unb.br/index.php/ciga/issue/view/1905>. Acesso em 09 de junho de 2025.

RAJABIFARD, A. “*SDI Hierarchy from Local to Global SDI Initiatives*” in Anais do Open Seminar on SDI in Asia and the Pacific Region, Tsukuba, Japan. April 26, 2001. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/228971088>. Acesso em 09 de junho de 2025.

RAJABIFARD, A.; FEENEY, M.; WILLIAMSON, I. “*Future directions for SDI development*”. International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation. Volume 4, Issue 1, August 2002, Pages 11-22. Disponível em: [https://doi.org/10.1016/S0303-2434\(02\)00002-8](https://doi.org/10.1016/S0303-2434(02)00002-8). Acesso em 09 de junho de 2025.

RAJABIFARD, A.; WILLIAMSON, I. “*Spatial data infrastructures: concept, SDI hierarchy and future directions*”. ResearchGate. February 2003. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/228581533>. Acesso em 09 de junho de 2025.

SILVA, R.; ALMEIDA, A. “*Análise da aplicabilidade da Infraestrutura Nacional de Dados Espaciais (INDE) para dados vetoriais em escalas grandes*”. Boletim de Ciências Geodésicas, v.19, n.4, dez. 2013. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/bcg/a/YfyjbcTTvjqqJgBhGmLzPCD/>. Acesso em 09 de junho de 2025.

## AGRADECIMENTOS

Agradecemos a todos que responderam ao questionário e à AESBE pelo apoio na divulgação da pesquisa entre as companhias associadas.