



Um Índice Multicritério para Avaliar a Preparação de Municípios para a Criação de IDEs

A Multicriteria Index to Evaluate the Preparation of Municipalities for the Creation of SDIs

Eduardo Silverio da Silva ¹, Silvana Philippi Camboim ²

¹ Prefeitura Municipal de Guaíba, Departamento de Cadastro Imobiliário, Guaíba, Brasil. eduardo.silva@guaiba.rs.gov.br.
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4128-9109>

² Universidade Federal do Paraná, Departamento de Geomática, Curitiba, Brasil. silvanacamboim@gmail.com.
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3557-5341>

Recebido: 05.2020 | Aceito: 08.2020

Resumo: O uso e compartilhamento de dados geoespaciais é essencial para a gestão municipal. No entanto não se sabe ao certo o estágio de preparação que os municípios brasileiros se encontram para que constituam suas Infraestruturas de Dados Espaciais Locais e possam então se integrar às iniciativas estaduais e nacionais, gerando importante conhecimento sobre as realidades locais. No Brasil, hoje fazem parte como nó da INDE apenas 2 de 5570 municípios, em contraponto a várias organizações dos outros níveis federativos. Desde o Plano de Ação da INDE, a inclusão de dados locais foi colocada como vital, e o desenvolvimento de modelos acaba sendo prejudicado pela diversidade de municípios no Brasil e a falta de ferramentas que norteiem o desenvolvimento de soluções compartilhadas para realidades semelhantes. Este estudo propõe um método para preencher esta lacuna de dados, com base no método de avaliação *State of Play*, utilizado como avaliação da INSPIRE, para o caso de IDEs municipais brasileiras, de modo a propor um questionário com 25 questões e um conjunto de indicadores calculados com base nas respostas de cada quesito. O questionário proposto foi aplicado, após testes em duas prefeituras e algumas adaptações, em quatro prefeituras pertencentes a municípios de diferentes faixas populacionais. Com a metodologia proposta foram constatadas possibilidades de mensuração em nível de perguntas, de componentes de IDE e de instituição, assim como se evidenciou a necessidade de um critério objetivo para definição de pesos para respostas, perguntas e componentes, o que depende da IDE de referência do avaliador.

Palavras-chave: IDE municipal. Avaliação de IDEs. INDE. INSPIRE.

Abstract: The use and sharing of geospatial data is essential for municipal management. However, it is not known for sure the stage of preparation that the Brazilian municipalities are to constitute their Local Spatial Data Infrastructures and then be able to integrate state and national initiatives, what could generate important knowledge about local realities. In Brazil, today only 2 of 5570 municipalities are members of the INDE node, as opposed to several organizations at other federal levels. Since the INDE Action Plan, the inclusion of local data was considered vital, and the development of models ends up being hampered by the diversity of municipalities in Brazil and the lack of tools to guide the development of shared solutions for similar realities. This study proposes a method to fill this data gap, based on the *State of Play* evaluation method, used as an INSPIRE evaluation, for the case of Brazilian municipal SDIs, in order to propose a questionnaire with 25 questions and a set of indicators calculated based on the answers to each question. The proposed questionnaire was applied, after tests in two municipalities and some adaptations, in four municipalities from different population groups. With the proposed methodology, measurement possibilities were found at the level of questions, SDI components and institutions, as well as the need for an objective criterion for defining weights for answers, questions and components, which depends on the Benchmark SDI of the evaluator.

Keywords: Local SDI. SDI evaluation. NSDI. INSPIRE.

1 INTRODUÇÃO

Os dados geográficos são recursos que auxiliam em diversas atividades, desde a gestão de territórios até a localização de feições na superfície física terrestre (HARVEY et al., 2012). Atualmente, é possível notar

a disponibilidade destes recursos na internet, seja ocasionada por uma tendência de descentralização em sua produção ou por legislação que garante o acesso à informação (BRASIL, 2011).

Para que se extraia o valor máximo das informações geográficas, além da necessidade de estímulo ao seu compartilhamento, é necessário que isto ocorra de forma padronizada, atendendo-se aos diversos usuários, independente das plataformas onde ocorrerá o seu consumo (CONCAR, 2010).

A adoção das Infraestruturas de Dados Espaciais (IDE) traz justamente a possibilidade de acesso e compartilhamento padronizado de dados geográficos de modo a se atingir maior interoperabilidade, o que pode trazer benefícios no sentido de se evitar o retrabalho e de se incentivar o uso racional de recursos, além do incentivo à cooperação entre produtores (BERNARD; CRAGLIA, 2005).

Este compartilhamento de recursos interoperáveis passa pela adoção de ferramentas, padrões e serviços para dados geográficos, em grande parte concebidos pela comunidade do *Open Geospatial Consortium* (OGC), cuja aplicação é encontrada em diversos geoportais. No Brasil, já há mais de 10 anos desde a criação da INDE (BRASIL, 2008), sendo possível contabilizar diferentes soluções de compartilhamento geográfico através de seu principal ponto de acesso (INDE, 2020; MORAES; CUNHA; BARBOSA, 2018). No entanto, ao se buscar mensurar o desenvolvimento atual destas soluções, percebe-se que a característica multifacetada das IDEs torna essa uma tarefa complexa (MAHMOUD, 2017; MARASOVIĆ; CROMPVOETS; POSLONČEC-PETRIĆ, 2019).

Atualmente, dentre os municípios, apenas a Secretaria Municipal das Finanças de Fortaleza (SEFIN) e a Prefeitura de Belo Horizonte (BORGES et al., 2018) disponibilizam seus recursos geográficos por meio do visualizador da INDE (CONCAR, 2020), evidenciando um cenário de baixa adesão ao repositório nacional. Isto pode ocorrer devido a não obrigatoriedade de compartilhamento, prevista pelo artigo 3º do decreto 6.666 de 27 de novembro de 2008 (BRASIL, 2008), e por conta dos repositórios municipais existentes estarem restritos a uso interno, ainda que possam seguir os padrões de compartilhamento oficiais.

Este cenário pode estar ligado a fatores como a resistência de compartilhamento de dados, com necessidades tecnológicas e de atendimento a padrões de catalogação, estruturação e compartilhamento, inclusive com resistências políticas ou falta de corpo técnico qualificado e dedicado a esta atividade (ARZBERGER et al., 2004; GSDI, 2004; TENOPIR et al., 2011). É importante destacar ainda que a grande maioria dos municípios brasileiros tem porte pequeno (menos de 100.000 habitantes) (IBGE, 2020) e que portando não possuem recursos tecnológicos, humanos e financeiros adequados para a implementação e manutenção de uma IDE municipal.

Esta situação de escassez de IDEs municipais faz com que muitas vezes o único objeto passível de ser estudado nos municípios seja o quão preparados os mesmos estejam, seja em termos de pessoal técnico disponível ou de tecnologia disponível (software de geoprocessamento) por exemplo, para uma futura criação de IDE ligada aos repositórios oficiais (estadual e federal).

Atualmente já existem métodos para avaliação de IDEs na literatura (BURROUGHS et al., 2019; GRUS, 2010), porém esses podem estar restritos a avaliar apenas determinado aspecto ou a partir de algum ponto de vista ou abordagem específica (empresarial, de desempenho etc.) (GIFF, 2006; KALANTARI OSKOU EI et al., 2019). Além disso, podem não ser aplicáveis nas IDEs brasileiras devido a necessidades de adaptações (VANDENBROUCKE, 2009), ou podem não estar aptos a medir o desenvolvimento de municípios quando não há uma IDE local estabelecida.

Há que se observar que o desafio da mensuração do desenvolvimento de qualquer IDE municipal e que a proposição de soluções que atendam as necessidades locais presumem a existência de informações que subsidiem tais análises. Adicionalmente, dada a heterogeneidade dos municípios (BITOUN et al., 2005), isto por si só já pode ser considerado um desafio, uma vez que depende do nível de publicidade das informações nas respectivas instituições e o grau de transparência de seus portais de acesso (CGU, 2019; MPF, 2020).

A Pesquisa de Informações Básicas Municipais do IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística), que traz informações acerca da estrutura, dinâmica e funcionamento de prefeituras, assim como dados do censo, da Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios Contínua (PNAD Contínua) e do IBGE cidades são um ponto de partida para análises (IBGE, 2018). Isto porque tais dados podem auxiliar na contextualização do diagnóstico dos municípios, de modo que municípios semelhantes possam ser agrupados em comparações (BITOUN et al., 2005).

No entanto, não há informações disponíveis especificamente sobre dados geográficos e seu compartilhamento, o que pode estar em fontes dispersas. Pode-se listar, além do portal da INDE, os portais e geoportais de acesso das próprias instituições, o portal da transparência no caso de contratos ou licitações relacionados à dados ou serviços geográficos, o portal brasileiro de dados abertos, os portais das câmaras de vereadores e assembleias legislativas. Além destas fontes, é possível realizar o contato direto com os gestores e servidores locais por meio de entrevistas (MACHADO; CAMBOIM, 2016).

Considerando este cenário de desafios na obtenção de informações municipais, de falta de uma metodologia de mensuração de IDE através de indicadores, esta pesquisa visa definir critérios para a coleta de informações e avaliação de municípios. Desta forma, objetiva-se possibilitar tanto estimar e comparar o desenvolvimento de repositórios locais, quanto apoiar a elaboração de políticas públicas que venham estimular a criação ou aprimoramento de IDEs.

2 METODOLOGIA

A seguir são apresentadas as metodologias utilizadas neste estudo. Na seção 2.1 é apresentado o método *State of Play* e suas características; a seção 2.2 trata da adaptação dos indicadores ao caso brasileiro; a seção 2.3 apresenta uma nova visão proposta dos indicadores, através das componentes da INDE; a seção 2.4 descreve um experimento realizado com o uso de questionário; e a seção 2.5 descreve o uso de pontuações para mensuração.

2.1 Indicadores *State of Play*

O método de avaliação do estado de uma IDE denominado *State of Play* pode ser entendido como um estudo criado pela Comissão Europeia em 2002 que descreve os pontos fortes e fracos das IDEs integrantes da *Infrastructure for Spatial Information in Europe (INSPIRE)* (VANDENBROUCKE, 2009).

Para gerar os resultados, o mesmo se baseia em relatórios com indicadores coletados junto aos países membros, de documentos e serviços disponibilizados via internet e de contatos com especialistas representantes de cada país membro (GRUS; CROMPVOETS; BREGT, 2007).

Atualmente existem duas versões desta metodologia. A primeira e, portanto, mais antiga, possui 32 indicadores representados por perguntas abertas que estão distribuídas ao longo de sete categorias (Quadro 1):

Quadro 1 – Indicadores de avaliação.

Indicador	Descrição
<i>Organisational issues</i>	7 perguntas que investigam questões organizacionais, como o tipo de coordenação e participantes da IDE
<i>Legal issues and funding</i>	9 perguntas sobre questões legais e financiamento, como a existência de legislação específica, parcerias, restrições de uso e licenciamento de dados geográficos
<i>Data for the themes of the INSPIRE annexes</i>	6 perguntas sobre completude de dados, questões de padronização, de controle de qualidade e de linguagem
<i>Metadata for the data of the themes of the INSPIRE annexes</i>	3 perguntas que medem a completude e aderência de metadados para cada camada correspondente aos temas da INSPIRE
<i>Access and other services for data and their metadata</i>	5 questões sobre provimento de acesso e de serviços, como a presença de serviços de descoberta, visualização, descarga e transformação
<i>Standards</i>	1 pergunta sobre padronização
<i>Thematic environmental data</i>	1 questionamento sobre completude de dados ambientais

Fonte: Os autores (2021).

Para cada pergunta das categorias acima, existem três níveis de atendimento, traduzidos pelas seguintes respostas:

- a) *agree*: a IDE do país em questão atende plenamente ou em grande parte ao quesito levantado;
- b) *partially agree*: a IDE do país em questão atende parcialmente ao quesito levantado;

- c) *no agreement*: a IDE do país em questão não atende ou atende em pequena parte ao quesito levantado.

Na metodologia nova, perguntas foram propostas em 2009, formando oito indicadores que podem ser respondidos por um modelo disponibilizado pela INSPIRE, baseando-se, principalmente, na análise da completude dos temas da INSPIRE, do ponto de vista dos dados, metadados e serviços.

Apesar de ambas as versões das metodologias serem complementares, esta pesquisa não utiliza os novos indicadores, se limitando aos 32 indicadores antigos, por serem perguntas mais abrangentes e, portanto, melhor adaptáveis ao caso brasileiro, o que é apresentado na seção seguinte.

2.2 Adaptação dos indicadores ao caso brasileiro

Conforme exposto na seção anterior, o método de avaliação *State of Play* foi concebido para ser aplicado nas IDEs nacionais da Europa, o que traz desafios voltados à adaptação do método ao caso brasileiro. Há que se recordar que a estratégia de avaliação supracitada leva em conta os relatórios obtidos pela aplicação de questionários com os indicadores, acessos a documentos na internet e o contato com informantes considerados especialistas de cada país membro da União Europeia.

Em comparação ao Brasil e a este estudo, não há definição de quem são os informantes especialistas de cada município, sendo esta parte da abordagem desconsiderada. Portanto, o escopo deste artigo se resume a propor indicadores sem uma abordagem específica para acesso a documentos na internet, o que não implica em enviesamento dos indicadores propostos.

Para efetuar esta adaptação, primeiramente foi realizada uma tradução das 32 perguntas que formam os indicadores de avaliação da INSPIRE, o que evidenciou algumas diferenças com relação ao caso do Brasil (Quadro 2).

Quadro 2 – Relações entre os indicadores originais e o caso brasileiro.

Características	<i>State of Play</i>	Caso Brasileiro	Adaptação
Nível de governo	Continental e Federal	Municipal	Os termos foram alterados para referenciar ao nível de governo municipal
Dados de referência e temáticos	Temas dos Anexos da INSPIRE	Temas do Plano de Ação para Implementação da INDE	Perguntas alteradas para se referirem ao Plano de Ação da INDE
Padronização de Dados de Referência	Sem avaliação da padronização dos dados	Especificações Técnicas para Estruturação de Dados Geoespaciais Vetoriais (ET-EDGV)	Criadas perguntas acerca da padronização da ET-EDGV
Linguagem	Diferentes idiomas	Idioma único	Perguntas relacionadas a idiomas foram removidas
Existência de Metadados	Anexos da INSPIRE	Plano de Ação da INDE	Perguntas passaram a se basear no Plano de Ação da INDE
Padronização de Metadados	Não especificado previamente, a depender do país avaliado	Perfil de Metadados Geoespaciais do Brasil (PerfilMGB) para qualquer município	Perguntas foram direcionadas ao Perfil MGB
Dados específicos	Dados ambientais	Não há	Perguntas específicas de dados ambientais foram removidas, produzindo-se uma visão abrangente

Fonte: Os autores (2021).

2.3 Redistribuição e criação de novos indicadores

Conforme visto inicialmente, os indicadores de avaliação da INSPIRE se apoiam em sete categorias (Quadro 1), que se aproximam das componentes presentes em infraestruturas de dados espaciais (Craglia;

CAMPAGNA, 2009). Dado este cenário, e após a tradução, remoção e adaptação das perguntas da metodologia original, foi realizada uma classificação dos novos indicadores através das cinco componentes elencadas no plano de ação para implementação da INDE: pessoas, dados, institucional, tecnologia e normas e padrões (CONCAR, 2010; WARNEST, 2005).

Uma vez realizada esta redistribuição de indicadores para maior aderência ao Plano de Ação brasileiro, foi feita análise do número de perguntas em cada componente, de modo a identificar discrepâncias de avaliação, tendo em vista a necessidade de que haja o mesmo número de perguntas para cada componente e que assim a mensuração do desenvolvimento de IDEs ocorra de forma homogênea em suas diferentes componentes.

Definiu-se então que cada componente deveria possuir cinco questões, totalizando 25 indicadores. Aquelas componentes que possuíam um número menor de perguntas tiveram novas perguntas adicionadas enquanto que as componentes que possuíam um número excedente ao estipulado tiveram perguntas removidas, de modo que a coleta de informações fosse aproximadamente igual em cada componente e que assim se obtivesse um indicador representativo de todas as componentes de IDE.

Considerando que o total de indicadores foi reduzido, cada uma das perguntas foi novamente adaptada, de modo que cada questionamento pudesse coletar o máximo de informação possível. Para melhor alcançar este objetivo, as opções de respostas das novas perguntas deixaram de seguir o padrão original de apenas três opções (concorda, discorda ou concorda parcialmente) e passaram a conter respostas com maiores níveis de acordo ou desacordo.

2.4 Aplicação de questionário

Com as novas perguntas definidas, elaborou-se um questionário através do aplicativo de administração de pesquisas Formulários Google, formado por seis seções, sendo estas divididas da seguinte forma:

- a) identificação: nesta seção há quatro perguntas abertas, com a ideia de conhecer o entrevistado e medir o seu grau de envolvimento com a IDE ou com o projeto de compartilhamento de dados geográficos de seu município;
- b) pessoas: primeira componente do Plano de Ação da INDE a ser pesquisada, contendo perguntas fechadas voltadas a caracterizar os participantes, quadro técnico e partes interessadas no projeto da IDE da instituição/município em estudo;
- c) dados: perguntas fechadas voltadas a identificar a existência, nível de estruturação, de simbolização e de formatos dos dados geográficos em posse da instituição;
- d) institucional: perguntas fechadas que visam identificar o estado atual dos acordos entre instituições, de financiamento e da estrutura legal que cria e planeja a IDE do município;
- e) tecnologia: perguntas fechadas que tem o objetivo de medir o provimento de serviços, sejam eles padronizados segundo a *Open Geospatial Consortium* ou serviços que não seguem padrões, além de verificar a existência de algum geoportais e a presença de software livre em comparação com software proprietário;
- f) normas e padrões: perguntas fechadas que visam mensurar questões como o uso de sistemas de referência padronizados e atuais para o Brasil, assim como a presença de metadados e regulamentos para acesso e uso dos recursos geográficos da instituição.

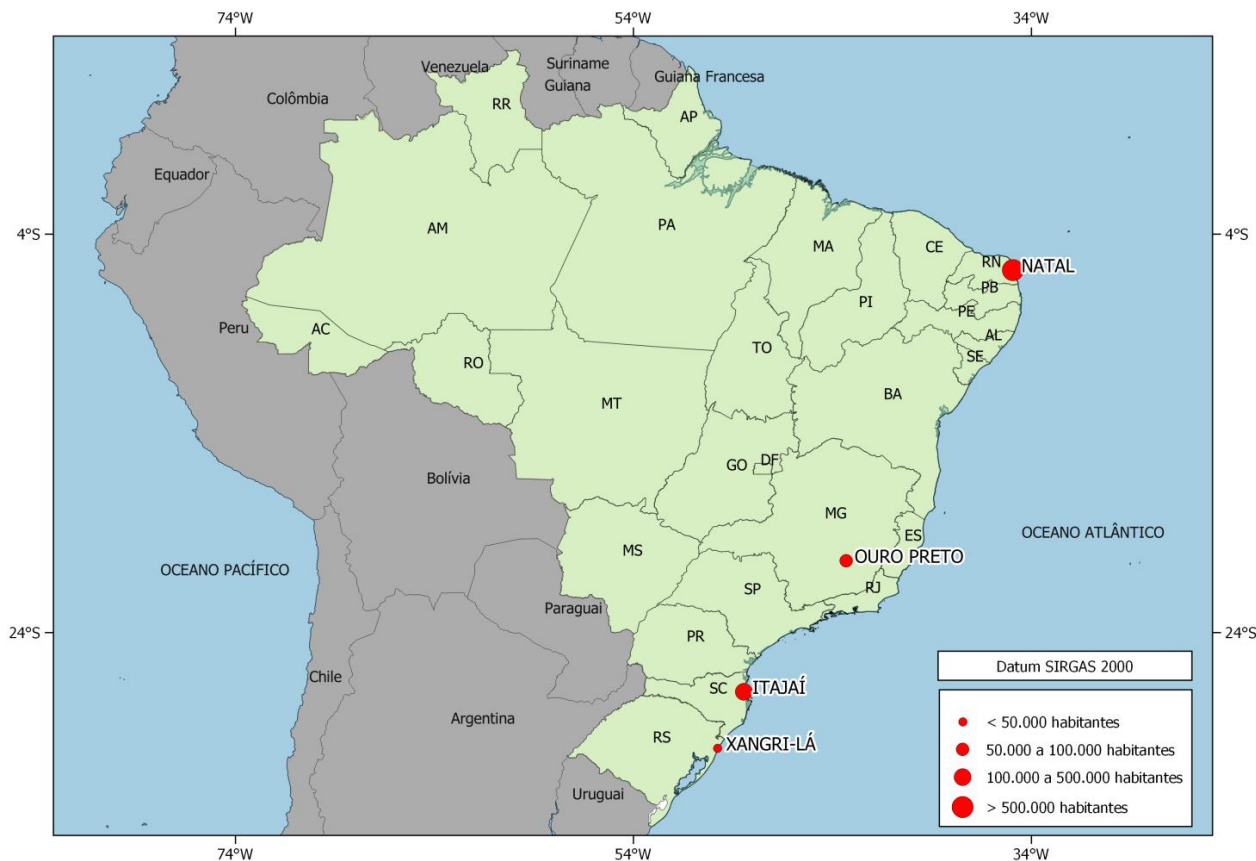
O questionário foi então aplicado preliminarmente a um grupo de três técnicos integrantes do Instituto de Pesquisa e Planejamento Urbano de Curitiba (IPPUC) de forma presencial e simultânea, com o preenchimento de apenas uma resposta ao questionário, com o objetivo de testar as perguntas e obter a opinião dos entrevistados acerca do entendimento das indagações.

Para melhor obter a opinião dos entrevistados, foi realizada a gravação da voz dos mesmos e eles foram orientados a falarem o que pensavam acerca de cada pergunta, de modo a não restar ambiguidades. Os áudios foram posteriormente analisados e as perguntas adaptadas de acordo com os comentários considerados mais relevantes dos entrevistados.

Além disso, o questionário foi enviado para a Prefeitura de São José dos Pinhais para obtenção de

opiniões e comentários, de forma não presencial, sobre os questionamentos e estimar o tempo de preenchimento do mesmo. Finalmente, foi realizada a divulgação para quatro prefeituras pertencentes a municípios de diferentes densidades populacionais (Mapa 1) através de correio eletrônico obtido nos respectivos portais web de cada município, sendo preenchido por profissionais pertencentes às secretarias municipais que consomem ou produzem dados geográficos cotidianamente.

Mapa 1 – Localização dos municípios avaliados com o questionário.



Fonte: Os autores (2021).

2.5 Atribuição de pontuações

Apesar da aplicação de um questionário produzir um conjunto de respostas que subsidiam a visão de determinada solução de compartilhamento geográfica em determinado município, pode ser muitas vezes subjetivo ou moroso comparar diferentes municípios ou até mesmo avaliar se houve evolução ao longo do tempo em determinados municípios, uma vez que as respostas não são numéricas.

Tendo em vista esta limitação, para cada resposta foi atribuída determinada pontuação, aplicada de acordo com sistemas de pesos utilizados em avaliações multicritérios (ZWIROWICZ-RUTKOWSKA, 2017), cuja contribuição de cada conjunto de respostas (respectivas a cada componente da INDE) se calcula através de uma ponderação proporcional por questão.

Pode-se entrar no debate de que determinadas componentes devem ter pesos maiores do que outras, ou ainda de que determinadas perguntas são mais efetivas do que outras dentro de cada componente avaliada e que, portanto, deveriam ter pesos diferentes. No entanto, o escopo deste trabalho se limitou a propor um índice baseado em pontuações de respostas ponderadas, onde quem define a IDE de referência (*benchmark*) que se busca construir é o avaliador.

Na literatura, existem outras abordagens como a *SDI-readiness* e a *Clearinghouse Suitability* que podem ser consideradas para avaliação de IDEs, uma vez que se baseiam em metodologias aplicáveis como a visita de páginas da internet, de coletas via questionários e de contato com especialistas (GRUS; CROMPVOETS; BREGT, 2007), o que é proposto aqui como possibilidade de trabalhos futuros.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A principal contribuição deste estudo está na proposição de um conjunto de perguntas e respostas mensuráveis que permitem avaliar o desenvolvimento de IDEs em municípios. A seguir são apresentados os questionamentos de acordo com suas respectivas componentes, sendo que o questionário completo que foi divulgado pode ser acessado no endereço <https://doi.org/10.6084/m9.figshare.12180144.v2>:

a) pessoas: diagnóstico do perfil do capital humano e a presença de relações com produtores de informação geográfica. A metodologia *State of Play* previa duas perguntas nesta componente, portanto foram adicionadas três novas perguntas (Quadro 3);

Quadro 3 – Perguntas para avaliação da componente pessoas.

C1 - Pessoas	P1) Quais produtores de informação geográfica compartilham dados em sua instituição?
	P2) Quem pode administrar os recursos geográficos de sua instituição?
	P3) De que forma os recursos geográficos são disponibilizados aos usuários?
	P4) Qual o envolvimento dos profissionais com o desenvolvimento de uma IDE?
	P5) Existe alguma comissão estabelecida para o desenvolvimento de IDE?

Fonte: Os autores (2021).

b) dados: constatação da existência de dados geográficos e suas características de estruturação, formato e simbologia. Dentre os indicadores da INSPIRE, havia quatro questões desta componente, das quais duas eram sobre linguagem, que foram substituídas por três novas perguntas, chegando-se aos questionamentos abaixo (Quadro 4);

Quadro 4 – Perguntas para avaliação da componente dados.

C2 - Dados	P6) Como os dados geográficos de sua instituição estão estruturados?
	P7) Quais procedimentos de controle de qualidade são empregados sobre os dados?
	P8) Há algum procedimento de versionamento de dados em sua instituição?
	P9) Qual o formato em que os dados se encontram?
	P10) Qual simbologia está aplicada aos dados?

Fonte: Os autores (2021).

c) institucional: diagnóstico referente à legislação, projetos, acordos, apoio político e financiamento, a fim de medir a institucionalização do desenvolvimento de uma IDE municipal. Os indicadores *State of Play* forneciam sete perguntas nesta categoria, e por isso algumas foram agrupadas e outras removidas, chegando-se ao resultado do quadro a seguir (Quadro 5);

Quadro 5 – Perguntas de avaliação da componente institucional.

C3 - Institucional	P11) Existe algum programa/projeto nomeado que coordena o desenvolvimento de IDE?
	P12) Existe apoio político em sua instituição para o desenvolvimento de uma IDE?
	P13) Qual o estado do financiamento do desenvolvimento de uma IDE em sua instituição?
	P14) Há acordos ou políticas para compartilhamento de informação geográfica?
	P15) Há estrutura legal que cria e determina a estratégia de IDE em sua instituição?

Fonte: Os autores (2021).

d) tecnologia: diagnóstico de serviços e software de dados geográficos. Originalmente os indicadores da INSPIRE continham sete perguntas nesta categoria, portanto algumas foram agrupadas e outras removidas, resultando-se nas questões a seguir (Quadro 6);

Quadro 6 – Perguntas de diagnóstico da componente tecnologia.

C4 - Tecnologia	P16) Quais serviços padronizados estão sendo disponibilizados?
	P17) Quais serviços não padronizados estão sendo disponibilizados?
	P18) Em que categoria de software se enquadram as soluções adotadas em sua instituição?
	P19) Existe algum geoportal em sua instituição?
	P20) Como ocorre a contribuição de dados entre os usuários e a IDE ou projeto existente?

Fonte: Os autores (2021).

e) normas e padrões: investigação do uso de sistemas de referências padronizados, a proporção de metadados, uso de padrões e questões de direitos autorais e licenciamento. Na metodologia original, há 10 indicadores nesta componente, portanto alguns foram agrupados ou removidos (Quadro 7).

Quadro 7 – Perguntas de diagnóstico da componente normas e padrões.

C5 – Normas e Padrões	P21) Qual sistema de referência é adotado dentro da sua instituição?
	P22) Como os metadados (informações acerca dos dados) estão descritos e acessíveis?
	P23) A informação geográfica compartilhada pode ser protegida por direitos autorais?
	P24) Quais das seguintes normas/padrões são seguidas por sua instituição?
	P25) Existem regulamentos de acesso aos recursos geográficos em sua instituição?

Fonte: Os autores (2021).

3.1 Avaliação através de pontuações

A seguir são apresentadas as equações utilizadas para cálculo das pontuações que representam as notas do município referentes às respostas do questionário de avaliação proposto. A Eq. (1) apresenta a pontuação obtida para perguntas isoladas:

$$P_m = \sum_{i=1}^l e_i * R_i \tag{1}$$

onde:

P_m : soma das respostas escolhidas pelo entrevistado;

e_i : número inteiro representativo da escolha do entrevistado para cada resposta da questão (0=não escolhida; 1=escolhida);

R_i : valor da resposta passível de ser escolhida pelo entrevistado, que pode variar conforme o peso que o avaliador deseja dar a cada resposta;

l : número de respostas disponíveis para a questão;

m : número da pergunta em questão, que a princípio pode variar de 1 a 25.

Conforme se vê na fórmula acima e através do questionário, cada pergunta possui uma numeração que funciona como um identificador para o quesito, sendo o número de respostas e escolhas do entrevistado variável em cada pergunta, ficando a cargo do avaliador definir a pontuação de cada resposta.

Tendo em vista que apenas um número absoluto não apresenta de prontidão o nível de atendimento do quesito, é importante que se calcule a pontuação em porcentagem. Desta forma, se define primeiramente o valor máximo passível de ser pontuado na questão, de acordo com sua natureza. Para perguntas que admitem múltiplas escolhas, o valor máximo é calculado através da Eq. (2):

$$P_{m_m\acute{a}x} = \sum_{i=1}^l R_i \tag{2}$$

sendo:

$P_{m_m\acute{a}x}$: valor máximo possível de ser marcado na pergunta em questão.

Nos casos de perguntas de única escolha, o valor máximo é obtido pelo maior valor de pontuação que se encontra no conjunto de respostas, conforme se vê na Eq. (3):

$$P_{m_m\acute{a}x} = \max (\{R_1, R_2, \dots, R_{l-1}, R_l\}) \tag{3}$$

Para obtenção da proporção do desenvolvimento no quesito, divide-se o somatório das respostas escolhidas no questionamento pelo valor máximo possível de ser obtido na questão, de acordo com a Eq. (4):

$$pp_m = \left(\frac{P_m}{P_{m_m\acute{a}x}} \right) * 100\% \quad (4)$$

onde:

pp_m : valor que representa a proporção de desenvolvimento do quesito, em porcentagem.

Estas fórmulas são aplicadas para todas as questões, e a partir destes valores a pontuação de cada componente é obtida pela Eq. (5):

$$C_n = \sum_{m=(5*n-4)}^{(5*n)} P_m \quad (5)$$

onde:

C_n : valor obtido em determinada componente;

n : número inteiro representativo da componente analisada (1=Pessoas; 2=Dados; 3=Institucional; 4=Tecnologia; 5=Normas e Padrões).

Da mesma forma que para cada pergunta, para que se expresse o valor em porcentagem, se calcula, através da Eq. (6), a pontuação máxima para cada componente:

$$C_{n_m\acute{a}x} = \sum_{m=(5*n-4)}^{(5*n)} P_{m_m\acute{a}x} \quad (6)$$

Posteriormente, divide-se o valor resultante de cada componente pelo respectivo valor máximo possível de ser obtido, por meio da Eq. (7):

$$pc_n = \left(\frac{C_n}{C_{n_m\acute{a}x}} \right) * 100\% \quad (7)$$

onde:

pc_n : valor que representa a proporção de desenvolvimento da componente.

Para cálculo da nota do município, soma-se o resultado de cada componente (Eq. (8)), enquanto que o valor máximo possível de ser obtido é calculado através da somatória das máximas de cada componente (Eq. (9)):

$$I_{mun} = \sum_{n=1}^5 C_{n,e} \quad (8)$$

$$I_{mun_m\acute{a}x} = \sum_{n=1}^5 C_{n_m\acute{a}x} \quad (9)$$

onde:

I_{mun} : pontuação total obtida pelo município avaliado;

$I_{mun_m\acute{a}x}$: pontuação total máxima possível de ser obtida para um município.

Analogamente aos casos anteriores, para expressar a nota do município em porcentagem, divide-se a pontuação total conseguida pelo município pelo valor máximo possível, conforme se vê na Eq. (10):

$$pi_{mun} = \left(\frac{I_{mun_e}}{I_{mun_m\acute{a}x}} \right) * 100\% \quad (10)$$

onde:

pi_{mun} : proporção representativa do desenvolvimento geral do município.

3.2 Estudo de caso de aplicação do questionário

Conforme mencionado anteriormente, a avaliação dos municípios através da metodologia apresentada depende da atribuição de pontuações de cada resposta, que produzem a pontuação máxima de cada pergunta ($P_{m_m\acute{a}x}$), de cada componente ($C_{n_m\acute{a}x}$) e do desenvolvimento do município ($I_{mun_m\acute{a}x}$).

Portanto, foram atribuídas pontuações para as respostas obtidas de quatro municípios de diferentes densidades populacionais para teste do cálculo do índice de desenvolvimento de IDE. Tais pontuações foram obtidas através de valores de referência predeterminados para cada resposta do questionário. Por sua vez, os valores de referência são expressos em porcentagem e representam a contribuição de cada resposta para o atendimento pleno de cada pergunta, com base na visão de IDE de referência dos avaliadores. Os valores referenciais podem ser consultados através do endereço: <https://doi.org/10.6084/m9.figshare.12611453.v1>.

Para uma melhor visualização dos resultados, a pontuação máxima do índice definida neste estudo foi de 100 pontos, que foram distribuídos de forma aproximadamente uniforme nas componentes e perguntas do questionário. A seguir são apresentados os resultados da aplicação das fórmulas com as respostas obtidas de cada município, com base nos valores referenciais predefinidos, conforme Tabela 1, Tabela 2, Tabela 3 e Gráfico 1.

Tabela 1 – Pontuações dos municípios em cada quesito e valores máximos de referência.

Pm	Xangri-lá/RS (menos de 50.000 hab)	Ouro Preto/MG (50.000 a 100.000 hab)	Itajaí/SC (100.000 a 500.000 hab)	Natal/RN (mais de 500.000 hab)	Pm_máx
P1	0.80	1.20	2.00	0.80	3.00
P2	1.00	3.00	3.00	3.00	4.00
P3	2.14	0.00	1.29	0.43	3.00
P4	0.17	1.50	2.25	0.50	5.00
P5	0.00	0.00	3.75	0.00	5.00
P6	0.87	1.73	2.21	1.44	5.00
P7	2.40	0.00	4.00	3.20	4.00
P8	0.00	0.60	1.80	1.80	3.00
P9	2.33	2.18	3.03	3.50	4.00
P10	0.50	0.50	2.32	2.32	3.00
P11	0.00	0.00	0.00	0.00	4.00
P12	0.00	0.00	0.00	0.00	4.00
P13	0.00	0.00	0.00	0.00	5.00
P14	0.00	4.00	4.00	0.00	4.00
P15	0.00	1.00	0.00	0.00	5.00
P16	3.00	0.00	2.00	0.00	5.00
P17	0.38	0.19	0.56	0.00	3.00
P18	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00
P19	5.00	0.00	5.00	0.00	5.00
P20	0.00	0.00	0.78	0.33	3.00
P21	2.25	2.84	2.86	3.00	3.00
P22	2.65	0.00	2.74	0.00	5.00
P23	0.00	0.00	2.75	0.00	4.00
P24	0.00	0.00	0.50	0.50	4.00
P25	1.00	1.00	1.00	1.00	3.00

Fonte: Os autores (2021).

Tabela 2 – Pontuações em cada componente e valores máximos de referência.

Cn	Xangri-lá/RS (menos de 50.000 hab)	Ouro Preto/MG (50.000 a 100.000 hab)	Itajaí/SC (100.000 a 500.000 hab)	Natal/RN (mais de 500.000 hab)	Cn_máx
Pessoas	4.11	5.70	12.29	4.73	20.00
Dados	6.10	5.01	13.36	12.26	19.00
Institucional	0.00	5.00	4.00	0.00	22.00
Tecnologia	12.38	4.19	12.34	4.33	20.00
Normas e Padrões	5.90	3.84	9.85	4.50	19.00

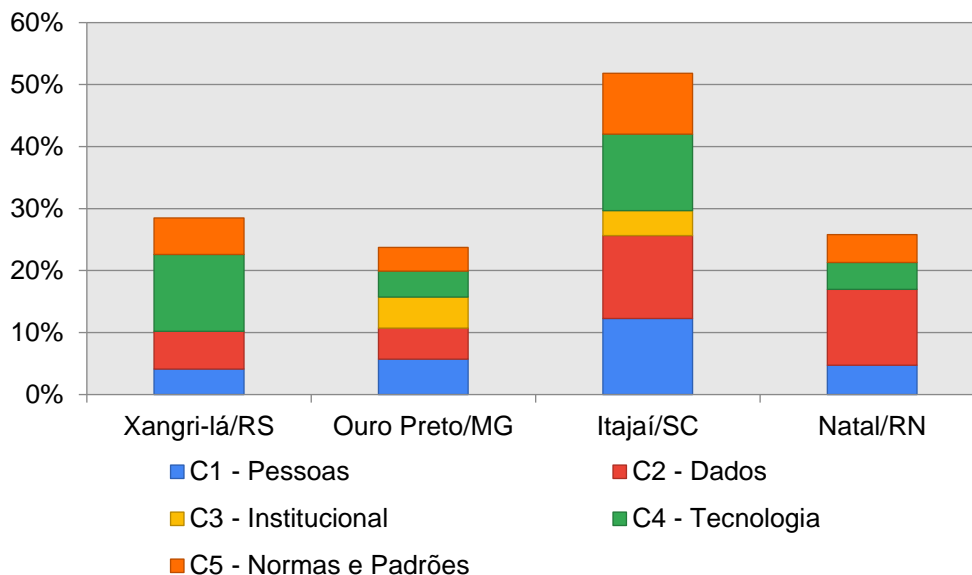
Fonte: Os autores (2021).

Tabela 3 – Índice calculado para cada município e valor máximo de referência.

Imun	Xangri-lá/RS (menos de 50.000 hab)	Ouro Preto/MG (50.000 a 100.000 hab)	Itajaí/SC (100.000 a 500.000 hab)	Natal/RN (mais de 500.000 hab)	Imun_máx
Imun	28.48	23.74	51.84	25.82	100.00

Fonte: Os autores (2021).

Gráfico 1 – Pontuações obtidas em cada componente e em cada município.



Fonte: Os autores (2021).

Observando-se as tabelas e gráfico acima é possível notar que para cada município avaliado há valores representativos da soma das respostas obtidas em cada pergunta (P_m), valores de soma das perguntas de cada componente (C_n) e valores que são a soma de todas as componentes que formam o índice alcançado pelo município (I_{mun}).

É importante ressaltar que as diferenças nas pontuações máximas definidas em cada quesito funcionam como pesos dentro do cálculo de cada componente e do índice, de tal forma que isso pode variar de acordo com a visão de IDE de referência do avaliador, sendo que neste caso ilustrado a componente institucional recebeu maior peso. Todavia, isto não impede a comparação entre municípios e tampouco a análise de diferentes épocas, desde que as pontuações/pesos das respostas se mantenham constantes.

De modo a tentar explicar as maiores pontuações obtidas em determinados municípios, foram consultados dados do Produto Interno Bruto (PIB), Valor adicionado bruto (agregado de valores de agropecuária, indústria e serviços) e dos impostos de cada município avaliado. Isto permitiu que se calculassem as correlações de Pearson com as pontuações obtidas em cada município (Tabela 4).

Tabela 4 – Correlações de Pearson calculadas para as variáveis investigadas.

Correlação de Pearson	PIB	Valor adicionado bruto	Impostos	Pessoas	Dados	Institucional	Tecnologia	Normas e Padrões
Imun	0.49	0.27	0.90	0.95	0.66	0.33	0.68	0.98
Pessoas	0.53	0.32	0.90	1.00	0.61	0.58	0.45	0.88
Dados	0.96	0.88	0.90	0.61	1.00	-0.12	0.16	0.61
Institucional	-0.03	-0.14	0.24	0.58	-0.12	1.00	-0.12	0.21
Tecnologia	-0.13	-0.32	0.36	0.45	0.16	-0.12	1.00	0.79
Normas e Padrões	0.40	0.18	0.84	0.88	0.61	0.21	0.79	1.00

Fonte: Os autores (2021).

A partir dos valores encontrados, é possível notar que as maiores correlações (superiores ou iguais a 90%) com a pontuação total de um município (Imun) são as variáveis de impostos e as componentes “Pessoas” e “Normas e Padrões”. Pode-se interpretar que quando há recursos públicos abundantes no município (arrecadado via impostos), é possível decretar a criação de uma IDE e investir em corpo técnico para sua implementação de acordo com as normas e padrões vigentes, o que se reflete numa maior pontuação para o município avaliado.

Além disso, é possível observar que há grandes correlações entre a componente “Dados” e o PIB e Impostos, assim como a componente “Pessoas” e os Impostos. Isso pode indicar que municípios com maiores recursos financeiros públicos podem custear a aquisição de dados geográficos e o corpo técnico necessário para a criação e manutenção de uma IDE.

4 CONCLUSOES

Conforme se expõe na seção introdutória deste artigo, as IDEs proporcionam um meio de compartilhamento interoperável de recursos geográficos, auxiliando em diversas atividades, e que podem ser utilizadas a partir do geoportal da INDE. Porém, quando se trata de avaliar o desenvolvimento destas soluções, há que se considerar diferentes pontos de vistas, tendo em vista a característica complexa das mesmas.

Ao se analisar o método de avaliação adotado pela INSPIRE, denominado *State of Play*, constatou-se que esse possui um ponto de vista multifacetado que leva em conta diferentes componentes de uma IDE, mas para que o mesmo possa ser aplicado em IDEs municipais brasileiras, diversas adaptações devem ser efetuadas.

Através de um processo que partiu das 32 perguntas que formam os indicadores da INSPIRE, iniciado pela tradução e adaptação preliminar, pela redistribuição dos indicadores ao longo das cinco componentes de IDE descritas no Plano de Ação da INDE, pelo teste de questionário e nova adaptação das perguntas foi possível propor 25 novas perguntas de avaliação.

Tendo em vista a necessidade de mensuração de cada resposta, propõe-se o uso de perguntas com respostas predeterminadas e que possuam níveis de atendimento ou concordância, sendo que o peso de cada resposta é algo que deve ser estabelecido pelo avaliador, de acordo com o perfil da IDE de referência ou modelo que se objetiva alcançar.

Uma vez estabelecidos pesos ou pontuações, foi proposto o uso de equações que se baseiam em somatórios das respostas obtidas do município em comparação com os somatórios máximos possíveis de serem obtidos em cada questionamento, em cada componente ou para a instituição como um todo, conforme ilustrado através de cálculo dos índices de desenvolvimento para quatro municípios entrevistados em diferentes estados e de diferentes faixas populacionais.

Esta abordagem proposta apresenta algumas vantagens como a possibilidade de avaliação numérica de um município através da porcentagem de desenvolvimento em cada componente previsto para uma IDE. No entanto, como proposta de trabalhos futuros, é importante que também possam ser estabelecidos critérios para a definição de uma IDE de referência para estabelecimento das pontuações máximas em cada quesito, o que atualmente fica a cargo do objetivo do avaliador.

Além disso, a partir da aplicação deste questionário e da obtenção destes indicadores é possível propor

soluções para conjuntos de municípios em situação semelhante e conhecer o real estado da gestão de dados geoespaciais nas prefeituras, inclusive através do monitoramento da melhoria de indicadores, o que pode subsidiar a criação de políticas públicas voltadas ao aprimoramento de IDEs locais no Brasil.

Contribuição dos Autores

A ideia da criação de um índice, da conceptualização do artigo e do estudo de caso foram contribuições da autora Silvana. A aplicação dos questionários e criação das fórmulas do índice baseados na metodologia europeia foram contribuições do autor Eduardo. A coleta e tabulação de dados, cálculo de correlações e redação do texto foi realizada pelo autor Eduardo. A supervisão, avaliação, revisão, edição e referências bibliográficas foram contribuições da professora Silvana.

Conflitos de Interesse

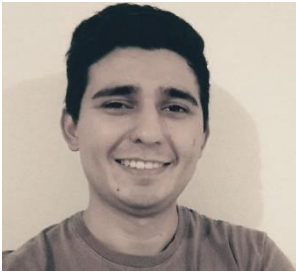
Os autores declaram que não há conflitos de interesse.

Referências

- ARZBERGER, P.; SCHROEDER, P.; BEAULIEU, A.; BOWKER, G.; CASEY, K.; LAAKSONEN, L.; MOORMAN, D.; UHLIR, P.; WOUTERS, P. Promoting Access to Public Research Data for Scientific, Economic, and Social Development. **Data Science Journal**, v. 3, n. 29, 135-152, Novembro 2004. DOI. 10.2481/dsj.3.135
- BERNARD, L.; CRAGLIA, M. SDI-from spatial data infrastructure to service driven infrastructure. In: RESEARCH WORKSHOP ON CROSS-LEARNING BETWEEN SPATIAL DATA INFRASTRUCTURES AND INFORMATION INFRASTRUCTURES, 2005, Enschede. **Proceedings...** Enschede, 2005. p.1-8.
- BITOUN, J.; MIRANDA, L. I. B.; ARAÚJO, T. B.; FERNANDES, A. C.; SOUZA, M. A. A.; MORAES, D. A.; LYRA, M. R. S. B.; NÓBREGA, R. Z.; FREIRE, N. C. F.; SOARES, F. R. G.; RUAS, C. **Proposta de Tipologia das Cidades Brasileiras I I I – Resultados Finais**. Recife: Ministério das Cidades, 2005. 57p. Relatório Técnico.
- BORGES, K. A. V.; FARIA, T. S.; REZENDE, L. N.; SILVEIRA, M. L. Infraestrutura de dados espaciais de Belo Horizonte – a caminho de uma cidade inteligente. In: PRADO, G. D. (ed.); NASSIF, L. N. (ed.); CARVALHO, M. L. B. (ed.); BRAFMAN, M. (ed.); FAGUNDES, V (ed.). **Geotecnologia a serviço do desenvolvimento**. 19. Belo Horizonte: Prodemge, 2018. p. 107-119.
- BRASIL. Decreto nº 6666, de 27 de novembro de 2008. Diário Oficial da União, 27 de novembro de 2008.
- BRASIL. Lei nº 12527, de 18 de novembro de 2011. Diário Oficial da União, 18 de novembro de 2011.
- BURROUGHS, D.; STORIE, J.; STORIE, C.; ONSTEIN, E. Evaluating the Arctic SDI: An Assessment of the Foundations needed for Success. **International Journal of Spatial Data Infrastructures Research**, v. 14, p. 1-34, 2019. DOI. 10.2902/1725-0463.2019.14.art1
- CGU. **Escala Brasil Transparente - Metodologia e Critérios de Avaliação**. Brasília, 2019. 21p. Relatório Técnico.
- CONCAR. **Catálogo de metadados**. Disponível em: <<http://www.metadados.inde.gov.br/estatisticas/MetadadosServlet>>, Acesso em: 1 maio 2020.
- CONCAR. **Plano de Ação para Implantação da Infraestrutura Nacional de Dados Espaciais**. Rio de Janeiro, 2010. 205p. Relatório Técnico.
- CRAGLIA, M.; CAMPAGNA, M. **Advanced Regional Spatial Data Infrastructures in Europe**. Ispra, 2009. 133p. DOI. 10.2788/77930
- GIFF, G. The Value of Performance Indicators to Spatial Data Infrastructure Development. In: 179

- INTERNATIONAL CONFERENCE ON GLOBAL SPATIAL DATA INFRASTRUCTURE (GSDI9), 2006, Santiago. **Proceedings...** Santiago, 2006. p.3-11.
- GRUS, L. **Assessing Spatial Data Infrastructures**. 2010. 171p. Tese (Doutorado) - Graduate School of Production Ecology & Resources Conservation, Wageningen University, Wageningen, 2010.
- GRUS, L.; CROMPVOETS, J.; BREGT, A. K. Multi-view SDI Assessment Framework. **International Journal of Spatial Data Infrastructures Research**, v. 2, p. 33-53, 2007.
- GSDI: **The SDI Cookbook**. 2004. 171p. Relatório Técnico.
- HARVEY, F.; IWANIAK, A.; COETZEE, S.; COOPER, A. SDI Past, Present and Future: A Review and Status Assessment. In: RAJABIFARD, A. (ed.); COLEMAN, D. (ed.). **Spatially enabling government, industry and citizens - Research and development perspectives**. Needham: GSDI Association Press, 2012. p. 23-38.
- IBGE. **IBGE Cidades**. Disponível em: < <https://cidades.ibge.gov.br/>>, Acesso em: 1 jul. 2020.
- IBGE. **Pesquisa de Informações Básicas Municipais - Perfil dos Municípios Brasileiros 2017**. Rio de Janeiro, 2018. 105p. Relatório Técnico.
- INDE. **Visualizador da INDE**. Disponível em: < <https://visualizador.inde.gov.br/>>, Acesso em: 1 jul. 2020.
- KALANTARI OSKOUEI, A.; MODIRI, M; ALESHEIKH, A.; HOSNAVI, R.; NEKOOIE, M. A. An analysis of the national spatial data infrastructure of Iran. **Survey Review**, v. 51, n. 366, p. 225–237, 2019. DOI. 10.1080/00396265.2017.1420586
- MACHADO, A. A.; CAMBOIM, S. P. Diagnóstico da Perspectiva do Usuário na Criação de Infraestruturas de Dados Espaciais Subnacionais: Estudo de Caso para a Região Metropolitana de Curitiba. **Revista Brasileira de Cartografia**, v. 68, n. 8, p. 1633-651, Out 2016.
- MAHMOUD, B. A. **Assessing the Usability of Municipal Spatial Data Infrastructure**. 165p. Dissertação (Mestrado) – Geographical Information Management and Applications, Utrecht University, Delft, 2017.
- MARASOVIĆ, S.; CROMPVOETS, J.; POSLONČEC-PETRIĆ, V. State and development of local spatial data infrastructures in Croatia. **Journal of Spatial Science**, v. 64, n. 3, p. 405-422, 2019. DOI. 10.1080/14498596.2018.1429331
- MORAES, F. D.; CUNHA, L. F.; BARBOSA, M. S. R. A. Implantação da Infraestrutura Estadual de Dados Espaciais do Rio Grande Do Sul: Considerações Iniciais. **Boletim Geográfico do Rio Grande do Sul**, n. 31, p. 120-143 2018.
- MPF. Ranking Nacional da Transparência. Site < <http://combateacorrupcao.mpf.mp.br/ranking> >, Acesso em: 1 jul. 2020.
- TENOPIR, C.; ALLARD, S.; DOUGLASS, K.; AYDINOGLU, A. U.; WU, L.; READ, E.; MANOFF, M.; FRAME, M. Data Sharing by Scientists: Practices and Perceptions. **PLoS ONE**, v. 6, n. 6, p. 1-21, 2011. DOI. 10.1371/journal.pone.0021101
- VANDENBROUCKE, D. **INSPIRE & NSDI State of Play: Methodology**. Leuven: K.U.LEUVEN RESEARCH & DEVELOPMENT, 2009. 30p. Relatório Técnico.
- WARNEST, M. **A Collaboration Model for National Spatial Data Infrastructure in Federated Countries**. 2005. 279p. Tese (Doutorado) – Department of Geomatics, The University of Melbourne, Melbourne, 2005.
- ZWIROWICZ-RUTKOWSKA, A. A multi-criteria method for assessment of spatial data infrastructure effectiveness. **Earth Science Informatics**, v. 10, n. 3, p. 369-382, 2017. DOI. 10.1007/s12145-017-0292-8

Biografia do autor principal



Eduardo Silverio da Silva nasceu em Curitiba, no Paraná, em 1990. Coursou Engenharia Cartográfica e de Agrimensura na UFPR e obteve o diploma de Mestre em Ciências Geodésicas pela mesma universidade em Curitiba/PR. Já atuou em empresa pública de energia elétrica e em instituto estadual de terras e cartografia, além de ter tido experiência em empresa privada da área de cartografia na cidade de Valência, na Espanha. Atualmente é Engenheiro Cartógrafo na Prefeitura Municipal de Guaíba/RS e doutorando em Ciências Geodésicas na UFPR.



Esta obra está licenciada com uma Licença [Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/) – CC BY. Esta licença permite que outros distribuam, remixem, adaptem e criem a partir do seu trabalho, mesmo para fins comerciais, desde que lhe atribuam o devido crédito pela criação original.