

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS**  
**CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E DE TECNOLOGIA**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA URBANA**

**CONSTRUÇÃO DE METODOLOGIA PARA AVALIAÇÃO DO  
USO DE INFORMAÇÃO GEOGRÁFICA NA GESTÃO PÚBLICA  
MUNICIPAL**

Vitor Laytynher Santos de Almeida

São Carlos

2023

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS**  
**CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E DE TECNOLOGIA**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA URBANA**

**CONSTRUÇÃO DE METODOLOGIA PARA AVALIAÇÃO DO  
USO DE INFORMAÇÃO GEOGRÁFICA NA GESTÃO PÚBLICA  
MUNICIPAL**

Vitor Laytynher Santos de Almeida

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Urbana da Universidade Federal de São Carlos, como parte dos requisitos para a obtenção do título de Mestre em Engenharia Urbana.

Orientação: Prof. Dr. Fábio Noel Stanganini

São Carlos

2023

Almeida, Vitor Laytynher Santos de

Construção de metodologia para avaliação do uso de  
informação geográfica na gestão pública municipal /  
Vitor Laytynher Santos de Almeida -- 2023.  
135f.

Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de São  
Carlos, campus São Carlos, São Carlos  
Orientador (a): Fábio Noel Stanganini  
Banca Examinadora: Eduardo Augusto Werneck Ribeiro,  
Vitor Eduardo Molina Junior  
Bibliografia

1. Sistema de Informação Geográfica, Dados Espaciais,  
Administração Municipal. I. Almeida, Vitor Laytynher  
Santos de. II. Título.

Ficha catalográfica desenvolvida pela Secretaria Geral de Informática  
(SIn)

DADOS FORNECIDOS PELO AUTOR

Bibliotecário responsável: Ronildo Santos Prado - CRB/8 7325

## **DEDICATÓRIA**

*Dedico esse trabalho a minha mãe, Neilde Laytynher Santos, pelo apoio incondicional, constante, e fundamental. Essa conquista é tão sua quanto minha.*

## AGRADECIMENTOS

Primeiramente, gostaria de agradecer aos colegas de turma e professores do PPGEU que participaram dessa jornada. Todas as aulas e reuniões foram sempre bons momentos de aprendizado e crescimento. Testemunhar o entusiasmo de todos por cidades melhores serviu de grande inspiração.

Estendo os agradecimentos ao meu orientador, Prof. Dr. Fábio Noel Stanganini, que esteve sempre pronto a ajudar, guiando o trabalho para horizontes reais quando eu insistia em navegar muito longe.

Agradeço ainda à secretaria e coordenação do PPGEU, que sempre prestaram todo o suporte necessário ao longo do curso.

Meu muito obrigado também a CAPES, uma vez que o presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001.

Por fim, gostaria de agradecer aos participantes voluntários dessa pesquisa, professores e servidores municipais, os quais dispuseram de seu tempo para contribuir com valiosas informações. Foram parte fundamental de todo o trabalho.

## RESUMO

Diversos avanços tecnológicos nas áreas de computação, sensoriamento remoto, e tecnologia da informação possibilitaram, no contexto da gestão urbana, a obtenção de uma grande quantidade de informações geolocalizadas, as quais podem ser muito úteis no processo decisório da administração pública. São dados sobre o trânsito de veículos, sobre redes de infraestrutura, dados socioeconômicos, demarcações do território, e diversos outros que, quando georreferenciados, permitem uma nova gama de análises. No Brasil, embora haja regulamentações institucionais incentivando o gerenciamento eficiente das informações geográficas, ainda se percebe a nível municipal certa dificuldade em lidar com esse tipo de dado. O objetivo desse trabalho é exatamente desenvolver e testar um método que consiga mensurar o aproveitamento de prefeituras quanto ao uso de informações geográficas nos seus processos e tomadas de decisão, constituindo assim o Teste de GeoPerformance Municipal (TGPM). Para isso, procurou-se estabelecer indicadores (Formas de uso, Dados & Software, Operadores, Normas, e Uso Externo) e alguns parâmetros relacionados que montassem um panorama completo sobre os dados espaciais de um município e seu contexto de uso. Eles foram calibrados através de consulta a especialistas da área de geociências usando o método Delphi, e por fim o método avaliativo foi testado em prefeituras voluntárias. Como resultado, a ponderação especializada oscilou entre Dados & Software e Operadores como quesito mais importante no bom aproveitamento da informação geográfica nas prefeituras. A avaliação dos municípios detectou deficiência generalizada na oferta de geoportais a usuários externos, além da carência na especialização de funcionários em geotecnologias. Verificou-se ainda que os especialistas não demonstraram um consenso sólido sobre a importância de cada indicadores e parâmetros, com variações significativas entre as rodadas. Com o trabalho, foi possível concluir que parece haver uma dificuldade por parte das prefeituras em oferecer dados espaciais e geosserviços a usuários externos, muito embora tais instituições reconheçam a importância desses dados pelas performances satisfatórias em Dados & Software. Contudo a estruturação ainda peca em questões normativas e de aperfeiçoamento da equipe envolvida com dados espaciais. Quanto à metodologia de avaliação, pode se perceber que ela permitiu uma coleta de dados rápida entre as prefeituras, talvez por conta do questionário com respostas guiadas, e com isso possibilitou um diagnóstico preliminar rápido e abrangente sobre a situação da informação geográfica nas instituições.

**Palavras-chave:** Sistema de Informação Geográfica, Prefeituras, Dados Espaciais, Administração Pública Municipal.

## ABSTRACT

In an urban context, many technological advances in areas such as remote sensing, computation, and information technology have enabled the gathering of a massive quantity of geographic data, which contributes to the decision making of governments. These are data about traffic and vehicles, about infrastructure network, socioeconomic data, territory demarcations, and many other types of data from different sectors, which need to become compatible, to be organized, and to be easily accessed in order to benefit public policies. In Brazil, although there are institutional incentives to the efficient managing of geographic information, many city level administrations still have a hard time dealing with this type of data. The goal of this project is to create and test a method able to quantify the use of geographic information in city hall processes and decisions, named GeoPerformance City Test. In order to do that, it was established some indicators (use patterns, data&software, operators, regulations, external use) and some parameters that would assemble a complete picture of the geographical data and its application context regarding a municipality. These indicators were then calibrated through consultation of specialized personnel following Delphi process. After that, it took place the geographic data conditions assessment for voluntary cities. As a result, specialized personnel pointed Data&Software and Operators as the most important items in order to seize full geographic data potential. However, city halls that contributed with the research pointed the lack of specialization on the matter, and also a generalized deficiency in institutional websites offering geographic data. Besides, there wasn't a strong agreement among consultants regarding indicators and parameters weights, as these factors showed substantial variations along the process. Main conclusion is that it seems to exist an impediment to the offering of city geoportals for common users, although city halls recognize spatial data as an important asset, hence the good results in Data&Software. Yet, there are still weak points, such as instructions and standards, and operators specialization. Regarding the assessment methodology, it showed that the gathering of information happens fast among cities, maybe due to the answer-guided form, and that it provides a fast and wide-ranging diagnosis about spatial data situation in city hall.

**Keywords:** Geographic Information System, City Hall, Spatial Data, Public Administration.

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1</b> - Fluxograma da formação de uma base de dados vetoriais (Burrough & McDonnell, 1998).....	19
<b>Figura 2</b> - Fluxograma da formação de uma base de dados raster (Burrough & McDonnell, 1998).....	20
<b>Figura 3</b> - Classificação do espectro magnético (Novo & Ponzoni, 2001). ....	22
<b>Figura 4</b> - Espectros típicos de materiais encontrados no meio urbano. ....	23
<b>Figura 5</b> - Componentes usuais dos sistemas de informação (O'brien, 2004). ....	35
<b>Figura 6</b> - Esquema resumo das funções para análise de dados espaciais, conforme proposto por Aronoff (1989). ....	39
<b>Figura 7</b> - Fluxos de interação entre os componentes de uma IDE (Davis Júnior et al., 2009).....	45
<b>Figura 8</b> - Linha do tempo da implantação de SIG no município de Feira de Santana-BA (Adaptado de Pereira, 2015). ....	52
<b>Figura 9</b> - Diagrama de cadeia de valor (Brasil, 2009). ....	55
<b>Figura 10</b> - Progressão do MMT (Gama et al., 2012). ....	57
<b>Figura 11</b> - Fluxograma de atividades da pesquisa (autoria própria). ....	61
<b>Figura 12</b> - Fluxo de entrada e saída de dados para o TGPM (autoria própria). ....	62
<b>Figura 13</b> - Exemplo do tratamento estatístico aplicado a cada conjunto de indicadores e parâmetros (autoria própria).....	73
<b>Figura 14</b> - Gráfico para análise de desempenho em InfGeo de acordo com eixos de aplicação e infraestrutura (autoria própria). ....	80
<b>Figura 15</b> - Cálculo de escores do eixo IDE (autoria própria). ....	81
<b>Figura 16</b> - Gráfico em radar dos parâmetros do município 'Omega' .....	81
<b>Figura 17</b> - Gráfico da participação dos especialistas por fase da dinâmica (autoria própria).....	92
<b>Figura 18</b> - Gráfico cartesiano do comparativo entre os municípios quanto ao aproveitamento da informação geográfica na administração municipal (autoria própria). ....	100
<b>Figura 19</b> - Gráfico radar com o desempenho dos parâmetros para as cidades Alfa e Beta (autoria própria).....	101
<b>Figura 20</b> - Gráfico radar com o desempenho dos parâmetros para as cidades Gama e Delta (autoria própria).....	102

## LISTA DE QUADROS

<b>Quadro 1</b> - Características dos satélites de sensoriamento remoto e suas resoluções espaciais (Bias, Brites e Rosa, 2012). .....	24
<b>Quadro 2</b> - Níveis concordância para temas do IQVU (Adaptado de Nahas et al., 2006).....	29
<b>Quadro 3</b> - Detalhamento das classes de aplicações do SIG na gestão municipal segundo Lombardo & Machado (1996). .....	54
<b>Quadro 4</b> - Base de parâmetros do questionário digital (autoria própria). .....	67
<b>Quadro 5</b> - Dados socioeconômicos dos municípios participantes. ....	69
<b>Quadro 6</b> - Esquema de prós e contras de uso do método Delphi. ....	70
<b>Quadro 7</b> - Tratamentos empregados de acordo com os dados coletados na pesquisa (autoria própria). .....	72
<b>Quadro 8</b> - Médias dos pesos atribuídos pelos especialistas na fase 01 do método Delphi (autoria própria).....	82
<b>Quadro 9</b> - Médias dos pesos atribuídos pelos especialistas na fase 02 do método Delphi (autoria própria).....	85
<b>Quadro 10</b> - Médias dos pesos atribuídos pelos especialistas na fase 03 do método Delphi (autoria própria).....	87
<b>Quadro 11</b> - Médias dos pesos atribuídos pelos especialistas na fase 04 do método Delphi (autoria própria).....	90
<b>Quadro 12</b> - Cálculo do peso final a partir das notas dos especialistas (autoria própria). ....	97
<b>Quadro 13</b> - Cálculo por município dos escores de parâmetros, indicadores e do eixo IDE (autoria própria).....	98
<b>Quadro 14</b> - Cálculo do peso final para os parâmetros do indicador "Formas de uso" (autoria própria). .....	99
<b>Quadro 15</b> - Cálculo por município do escore para o eixo de aplicação de dados espaciais (autoria própria).....	99

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ADE – Aplicação de Dados Espaciais  
APP – Área de Proteção Permanente  
BIM – Building Information Modelling  
CAD – Computer Aided Design  
CONCAR – Comissão Nacional de Cartografia  
CNS – Conselho Nacional de Saúde  
CTM – Cadastro Técnico Multifinalitário  
CTN – Código Tributário Nacional  
CSE – Cadastro Socioeconômico  
CEP – Conselho de Ética em Pesquisa  
COMPASS – Complex Orbital Magneto-Plasma Autonomous Small Satellite  
FE – Fator de Escala  
GNSS – Global Navigation Satellite System  
GPS – Global Positioning System  
GLONASS – Globalnaya Navigatsionnaya Sputnikovaya Sistema  
IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística  
IDE – Infraestrutura de Dados Espaciais  
INDE – Infraestrutura Nacional de Dados Espaciais  
InfGeo – Informação Geográfica  
IoT – Internet of Things  
IP – Internet Protocol  
IQVU – Índice de Qualidade de Vida Urbano  
MDU – Modelo Digital Urbano  
MMT – Modelo de Maturidade Tecnológica  
MSS – MultiSpectral Scanner  
MUB – Mapa Urbano Básico  
ONG – Organização Não-Governamental  
PDGeo – Plano Diretor de Geoprocessamento  
PDM – Plano Diretor Municipal  
PGV – Pólo Gerador de Viagem  
PUC – Pontífica Universidade Católica  
SI – Sistema de Informação  
SIG – Sistema de Informação Geográfica  
SPOT - Satellite Pour l'Observation de la Terre  
TIC – Tecnologia da Informação e Comunicação  
TCLE – Termo de Consentimento Livre e Esclarecido  
TGPM – Teste de GeoPerformance Municipal  
UTM – Universal Transversa de Mercator  
VANT – Veículo Aéreo Não-Tripulado

## SUMÁRIO

<b>RESUMO</b> .....	<b>5</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>6</b>
<b>LISTA DE FIGURAS</b> .....	<b>7</b>
<b>LISTA DE QUADROS</b> .....	<b>8</b>
<b>LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS</b> .....	<b>9</b>
<b>1. INTRODUÇÃO</b> .....	<b>11</b>
1.1. CONTEXTUALIZAÇÃO .....	11
1.2. OBJETIVOS.....	15
1.3. JUSTIFICATIVA.....	15
<b>2. REVISÃO DE LITERATURA</b> .....	<b>17</b>
2.1. GEOPROCESSAMENTO & GEOTECNOLOGIAS .....	17
2.2. APLICAÇÕES DE GEOTECNOLOGIAS NO MEIO URBANOS .....	27
2.3. SIG E CONCEITOS RELACIONADOS.....	34
2.4. CIDADES INTELIGENTES E SUAS TECNOLOGIAS .....	45
2.5. SIG NOS MUNICÍPIOS .....	50
2.6. INDICADORES E SIG.....	54
<b>3. ASPECTOS METODOLÓGICOS</b> .....	<b>60</b>
3.1. SUBMISSÃO AO CEP .....	63
3.2. CONSTRUÇÃO DE INDICADORES .....	65
3.3. COLETA DE DADOS.....	68
3.4. TRATAMENTO DE DADOS.....	72
<b>4. RESULTADOS &amp; DISCUSSÕES</b> .....	<b>82</b>
4.1. OPINIÃO DOS ESPECIALISTAS .....	82
4.2. INFORMAÇÃO DAS PREFEITURAS.....	92
4.3. VERIFICAÇÃO DOS GEOPORTAIS .....	96
4.4. GEOPERFORMANCE DAS PREFEITURAS .....	96
<b>5. CONCLUSÕES &amp; RECOMENDAÇÕES</b> .....	<b>102</b>
<b>6. REFERÊNCIAS</b> .....	<b>105</b>
<b>7. APÊNDICES</b> .....	<b>116</b>
<b>7.1. APÊNDICE 01 – QUESTIONÁRIO COM RESPOSTAS DAS PREFEITURAS</b> .....	<b>116</b>
7.2. APÊNDICE 02 – FICHAS DE VERIFICAÇÃO DOS GEOPORTAIS.....	121
7.3. TERMOS DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO.....	126
<b>TCLE aplicado ao questionário das prefeituras</b> .....	<b>126</b>
<b>TCLE aplicado ao questionário dos professores</b> .....	<b>127</b>
<b>8. ANEXOS</b> .....	<b>129</b>
8.1. PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP .....	129

## 1. INTRODUÇÃO

### 1.1. CONTEXTUALIZAÇÃO

Cortese et al. (2019) descrevem as cidades como um espaço de circulação de pessoas e mercadorias, onde há perspectivas diversas, todas regidas por relações culturais, contratuais e econômicas. Esse espaço urbano só é capaz de funcionar mediante a presença de recursos (água, energia, trabalho, alimentos etc), infraestrutura e serviços (mobilidade, moradia, saúde, educação, segurança), de modo que o bem-estar de seus habitantes está diretamente ligado à gestão desses itens.

Segundo os resultados do censo brasileiro realizado em 2010 (IBGE, 2010), estima-se que cerca de 84,4% da população brasileira viva em área urbana, enquanto 15,6% se localiza em área rural. Isso demonstra que a qualidade de vida de parte expressiva da população brasileira está intrinsecamente ligada à boa gestão desses aglomerados urbanos.

A classificação como área urbana ou rural num município é algo definido na própria lei municipal. Essa separação é importante tanto para fins urbanísticos quanto para fins tributários. De forma geral, entende-se como zona urbana a área delimitada por lei que é passível de sofrer repartições pelas respectivas normas de uso e ocupação do solo (Meirelles, 2006). Já o CTN define a zona urbana através da existência de pelo menos 2 dos seguintes melhoramentos: meio-fio/calçamento, canalização de águas de chuva, abastecimento de água, sistema de esgoto sanitário, escola primária ou posto de saúde nos arredores de 3 quilômetros, e rede de iluminação pública (Brasil, 1966).

O processo de urbanização de países em desenvolvimento, que foi testemunhado nas últimas décadas, ocorreu de maneira bastante desigual, conduzindo à precariedade de infraestrutura urbana, pobreza, degradação ambiental, e vários outros problemas decorrentes do crescimento desordenado das cidades (Jatobá, 2011). Lazo (2005) comenta que esse crescimento acelerado das cidades brasileiras foi fruto do processo de industrialização do país, e pegou as cidades desprevenidas, sem condições de fornecer os serviços necessários à população que chegava. Essa repentina pressão demográfica acarretou no surgimento de assentamentos em áreas de risco.

Monteiro & Veras (2017) ressaltam também a mecanização das atividades do campo e a falta de políticas públicas para a população rural como fatores que contribuíram substancialmente para esse crescimento populacional exacerbado das cidades brasileiras, principalmente a partir de meados da década de 40. Já Santos (2009) aponta ainda que nesse

período pós-Segunda Guerra Mundial ocorreu uma forte explosão demográfica, com elevada natalidade e baixa mortalidade resultantes dos progressos sanitários e de uma melhor qualidade de vida da população em geral.

Esse fenômeno de concentração populacional, quando não acompanhado por crescimento da oferta de infraestrutura física, na forma de moradias, saneamento, e transporte público, do desenvolvimento social (mais educação, saúde, lazer), e da criação de emprego e renda, acaba por deixar uma parcela da população suscetível a condições precárias de moradia, violência do crime organizado, dentre outros efeitos prejudiciais à humana (Brasil, 2004).

A necessidade de tornar a cidade um lugar melhor para se viver pode ser entendida de maneira fragmentada em áreas de atuação diversas. Cunha (2016), por exemplo, considera 9 áreas de atuação: segurança, saúde, educação, meio ambiente, mobilidade, economia, governo municipal, habitação e gênero.

O próprio Estatuto das Cidades, Lei Federal de 2001, enuncia que a política urbana, visando ordenar o pleno desenvolvimento das funções sociais da cidade, tem como uma de suas diretrizes a garantia ao cidadão do direito a cidades sustentáveis, o que é entendido como o direito à terra urbana, à moradia, ao saneamento ambiental, à infraestrutura urbana, ao transporte, aos serviços públicos, ao trabalho, e ao lazer, tanto para as gerações presentes quanto para as futuras.

Garcias & Bernardi (2008) se aprofundam nessa discussão sobre as funções sociais da cidade, propondo três grupos de funções sociais, cada uma com seu embasamento particular. O primeiro grupo seria de funções urbanísticas, inspiradas na Carta de Atenas e composto pelas funções municipais de oferecer trabalho, habitação, recreação e mobilidade. Já o segundo grupo reúne as funções de cidadania como saúde, educação, segurança, e proteção social, todas derivando expressamente de direitos sociais expressos na Constituição Federal de 1988. Por fim, há o grupo de funções de gestão pública, que abrange a prestação de serviços públicos, o planejamento territorial, econômico e social, a preservação de patrimônio histórico e cultural, e a sustentabilidade urbana.

O Estatuto das Cidades também exige dos municípios com mais de 20 mil habitantes que seja elaborado um plano diretor municipal (PDM) (Brasil, 2001). Seguindo os dados do último censo (IBGE, 2022), isso significa que 30,5% das 5570 cidades brasileiras devem possuir e revisar seus planos diretores, atingindo assim cerca de 85% da população do país, ou seja, há uma parcela bastante significativa da sociedade brasileira implicada na correta e

criteriosa elaboração desses planos e seus estudos geográficos auxiliares.

Por sua vez, Furtado (2019) aponta que o PDM aborda diversas discussões, como índices construtivos, zonas de uso e ocupação do solo, permeabilidade do solo, saneamento e infraestrutura básica, acessibilidade e oferta de equipamentos públicos, segurança pública, dentre outros. Assim, o Estatuto estimula que as governanças municipais discutam e pensem sobre a própria cidade e seus variados aspectos, de modo a se priorizar uma gestão de planejamento em vez de uma gestão reativa aos problemas municipais.

Essa necessidade crescente por uma gestão assertiva, capaz de lidar com os inúmeros problemas encontrados nas cidades, faz com que os municípios busquem apoio tecnológico para análises de contextos complexos. Nesse cenário, as geotecnologias permitem o cadastramento geográfico dos elementos físicos da cidade, e possibilitam análises espaciais que identificam áreas prioritárias de atuação (Furtado, 2019).

Barros et al. (2001) apontam a municipalização de serviços públicos estaduais e federais como um dos fatores que pressionam as prefeituras a modernizarem suas formas de gestão, voltando-se, por exemplo, para tecnologias como o SIG. Tais autores indicam ainda que o SIG tem como ponto forte a grande flexibilidade de aplicações para a informação geográfica, possibilitando estudos de análise ambiental, expansão urbana, zoneamento, registro e gerenciamento de infraestrutura, suporte aos planos diretores, cadastro de imóveis, ou até estudos demográficos.

Incorporar recursos cartográficos advindos de um SIG nos processos municipais, juntamente com a presença de profissionais capacitados, possibilita uma melhora no uso e ordenamento territorial, e também nas maneiras de se estudar, avaliar e administrar o espaço físico (Pereira, 2016).

Alves (2000) menciona que cerca de 80% da informação usada nas prefeituras tem algum viés espacial. Dessa forma, a criação de um banco de dados geográficos associado a um sistema de informação geográfica possibilita à administração municipal atuar de maneira mais organizada em diversas áreas, incluindo secretarias de educação, transporte, saúde, segurança pública, tributação, meio ambiente, licenciamento de atividades, infraestrutura urbana, e planejamento. Há ainda reflexos positivos nos serviços públicos urbanos, como abastecimento de água, esgotamento sanitário, drenagem pluvial, telecomunicações, circulação viária, fornecimento de energia elétrica, dentre outros.

É notório que o uso consciente de informação geográfica na administração pública torna o processo de tomada de decisão mais assertivo e confiável, uma vez que se baseia em

análises técnicas e objetivas. A própria esfera federal ressalta esse fato ao regulamentar e instruir sobre o uso de informações geográficas no decreto nº6.666 de 2008, que aborda a Infraestrutura Nacional de Dados Espaciais (INDE). Embora não seja mandatório para as outras esferas da administração, o Decreto incentiva que estados e municípios adotem boas práticas quanto a esse tipo de dado (Brasil, 2008).

Sendo as prefeituras as gestoras oficiais do território urbano, cabe a elas promoverem a coleta, troca, catalogação, organização, manutenção, e atualização das informações municipais nos próprios sistemas de informação, SIG incluso, de modo a tornar mais fácil a tomada de decisão pelas diversas partes interessadas nos processos urbanos (Cordovez, 2004).

Instituições públicas que resolvam aprimorar seu uso das informações geográficas devem portanto buscar metodologias para diagnosticar as próprias condições nesse quesito, e assim descobrir potenciais inexplorados, setores passíveis de melhoria, e potenciais já realizados na aplicação de dados espaciais.

É exatamente a construção desse método de avaliação que essa pesquisa pretende discutir nos capítulos que seguem. Ainda como parte da Introdução desse trabalho, enuncia-se os Objetivos, seguidos então da Justificativa.

Já no capítulo 2 encontra-se a revisão de literatura dessa pesquisa, onde são abordados os seguintes assuntos de acordo com os tópicos que seguem:

- Tópico 2.1 – Apresenta conceitos preliminares de geoprocessamento, como as definições de raster e vetor, sensores de satélites e suas resoluções, e também introduz noções sobre as principais geotecnologias, como sensoriamento remoto e sistemas de posicionamento e navegação globais;
- Tópico 2.2 – Traz aplicações de geotecnologias no meio urbano e suas mais diversas interfaces, desde transporte e saneamento, passando por habitação e uso do solo, até estudos sobre meio ambiente, saúde e segurança pública. Mostra ainda estudos que relacionam a gestão e a qualidade de vida municipal ao desempenho da governança nessas áreas de atuação;
- Tópico 2.3 – Trata especificamente de Sistemas de Informação Geográfica (SIG) e seus componentes, trazendo sua evolução histórica e modelos clássicos e modernos;
- Tópico 2.4 – Aborda o conceito de ‘*Smart Cities*’ e como o mesmo é fundamentalmente ligado às tecnologias de informação e comunicação (TIC's).

- Tópico 2.5 – Apresenta alguns casos de implantação de SIG's em prefeituras brasileiras, revelando algumas finalidades, características e processos da implantação;
- Tópico 2.6 – Discute modelos para criação de indicadores de maneira geral, ao mesmo tempo que traz formas de avaliação já aplicadas a SIG's.

O capítulo 3 revela a metodologia empregada no trabalho, discutindo processos de criação dos indicadores, de submissão da pesquisa ao conselho de ética, de coleta e tratamento de dados, dentre outros. O capítulo 4 apresenta os dados coletados e os resultados obtidos a partir das análises propostas, expondo ainda discussões com base na literatura apresentada. Logo após, o capítulo 5 traz as conclusões do trabalho.

Por fim, o capítulo 6 lista as referências consultadas, ao passo que os capítulos 7 e 8 guardam formulários e documentos relevantes para o desenrolar desse trabalho, como os questionários de coleta de dados e o parecer consubstanciado do Comitê de Ética em Pesquisa.

## 1.2. OBJETIVOS

Essa pesquisa tem por objetivo desenvolver um procedimento de diagnóstico para o aproveitamento da informação geográfica na gestão pública municipal, com ênfase na aplicação através de SIG. A fim de alcançar tal objetivo, foram estabelecidas as seguintes metas específicas:

- Estabelecer fatores que sejam relevantes para a análise do aproveitamento de informação geográfica na gestão municipal, de acordo com a literatura recente do tema e opinião especializada;
- Construir um instrumento ou método de coleta de dados junto aos municípios que seja prático e efetivo;
- Expor os diagnósticos encontrados de maneira simples e intuitiva.

## 1.3. JUSTIFICATIVA

Segundo Deming (1990), não é possível gerenciar aquilo que não se mede, ou seja, sem indicadores e parâmetros de performance torna-se impraticável tomar decisões lógicas e objetivas acerca dos sistemas que se pretende controlar.

Além disso, é importante lembrar que a administração pública brasileira guia-se por cinco princípios fundamentais de legalidade, impessoalidade, moralidade, publicidade, e eficiência (Brasil, 1988), e por força desse último, gestores públicos se vêem obrigados a oferecer o melhor serviço possível preservando os recursos financeiros. Buscam, dessa forma, o melhor custo-benefício em políticas efetivas.

Ter um procedimento para averiguação de desempenho dos sistemas e processos que lidam com informação geográfica é, portanto, mais do que uma boa prática gerencial, trata-se de uma demanda legal da administração pública. O próprio emprego de informação geográfica no desenvolvimento de políticas públicas também constitui uma observação ao princípio da eficiência, visto que otimiza decisões e orienta gastos nos locais de maior impacto.

Outro aspecto importante diz respeito à participação popular através de sistemas de informação geográfica. Conforme dizem Silva et al. (2017), trata-se de uma forma de envolver o público em geral, que possui grande conhecimento sobre o local em que vivem, na geração de dados espaciais. Sieber (2004) aponta que o objetivo é organizar informações relevantes de maneira espacial, uma vez que essa seria a maneira mais lógica de torná-las visíveis, aproveitáveis.

O próprio Estatuto das Cidades (Brasil, 2001) tem na participação popular uma diretriz para elaboração das políticas urbanas. Por isso, avaliar como os mecanismos de informação geográfica operados nas governanças viabilizam tal participação constitui outro motivo para elaboração do métodos de diagnóstico sobre dados espaciais.

Por fim, mensurar o uso de informação geográfica setorialmente nas prefeituras auxilia na aplicação de treinamentos direcionados às equipes daquela área, facilitando assim o surgimento de uma cultura organizacional voltada ao emprego consciente de dados espaciais.

## 2. REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1. GEOPROCESSAMENTO & GEOTECNOLOGIAS

O geoprocessamento surge como ramo do conhecimento a partir do uso das tecnologias de informática para armazenar, manipular e representar, ou seja, processar mapas e dados espaciais. Dessa forma, é possível entendê-lo como uma disciplina que aplica técnicas matemáticas e computacionais a fim de tratar a informação geográfica, realizando análises complexas e facilitando a produção de documentos cartográficos (Câmara et al., 2001).

Segundo Santos, Pina & Carvalho (2000), várias são as tecnologias que lidam com os dados geográficos, e que, portanto, estão inseridas no contexto do geoprocessamento. Dentre elas, é possível destacar o sensoriamento remoto, os sistemas de navegação por satélite, os sistemas de informação geográfica (SIG), a digitalização de dados, dentre outras tecnologias. O SIG é, talvez, a mais ampla dessas técnicas, e acaba por muitas vezes englobar todas as outras nos seus processos.

A popularização de ferramentas e aplicativos de viés geográfico, como *google maps*, *waze*, *google earth*, *uber*, dentre outros, demonstra como as geotecnologias auxiliam cada vez mais na tomada de decisão das pessoas, até mesmo para tarefas cotidianas (Ruggini, 2013).

Diferentemente de outras áreas de tecnologia da informação, onde há um equilíbrio de esforços e custos entre seus componentes, no geoprocessamento a obtenção dos dados espaciais se sobressai em demanda de verbas e tempo frente aos softwares, hardwares e capacitações necessárias para sua operação. Dessa forma, empregar técnicas erradas para coleta de dados espaciais pode conduzir a acentuadas perdas financeiras, dados não confiáveis, ou até mesmo à interrupção do suporte a um sistema geográfico de menor escala, por exemplo um SIG municipal (Cordovez, 2004).

Essa obtenção do dado geográfico consiste em estabelecer uma ligação entre um identificador de lugar, um respectivo atributo, e um determinado momento. Alguns atributos, no entanto, apresentam uma mutabilidade muito lenta no decorrer do tempo, levando assim a uma ocasional supressão do viés temporal. Por outro lado, tais atributos também abordam uma infinita gama de assuntos, desde variadas propriedades físicas e naturais, a endereços, classificações de uso do solo, e diversos outros tópicos. Essa ideia de registrar as incontáveis combinações de local, tempo e atributos conduz a uma representação extremamente complexa e detalhada, que requisita ser composta de infinitas parcelas de dados, sendo por isso mesmo impossível de ser alcançada (Longley et al., 2015).

Qualquer representação do mundo ou de suas partes deve de alguma maneira limitar a

quantidade de detalhe que será coletada. Essa limitação pode vir da desconsideração de áreas pequenas, ou da generalização de alguma propriedade etc, de modo a viabilizar o processamento computacional. A humanidade já desenvolveu variadas formas de representar ou modelar a Terra e suas porções de interesse, sendo essas representações objeto de atenção e cautela para ciência da informação geográfica. Há duas maneiras fundamentais de representação das feições e atributos geográficos: através de objetos discretos e de campos contínuos (Longley et al., 2015).

Objetos discretos se distinguem em termos de sua identidade, seus atributos, e no grau de ocupação do espaço vazio. Eles podem ter, por exemplo, zero, uma ou duas dimensões para um espaço de estudo bidimensional. Além disso, uma mesma entidade real pode ser representada de maneiras diferentes a depender da escala, ou seja, uma cidade pode ser representada por um ponto num tipo de mapa, e por um polígono em outro, mantendo os mesmos atributos (Skupin, 2009). Longley et al. (2015) complementa que objetos discretos representam as feições geográficas de limites bem definidos em meio a um espaço vazio, de modo que se é possível contar os objetos de interesse. Essa representação busca retratar a realidade através de pontos, linhas, polígonos e volumes.

Já na abordagem de campos contínuos, o modelo representativo mais simples do espaço geográfico real consiste de dimensões cartesianas onde um atributo de interesse é assumido como distribuído de maneira contínua pelo espaço (Burrough & McDonnel, 1998). Tais atributos são normalmente associados a propriedades físicas como temperatura, campo gravitacional, ou elevação de um local específico (Longley et al., 2015).

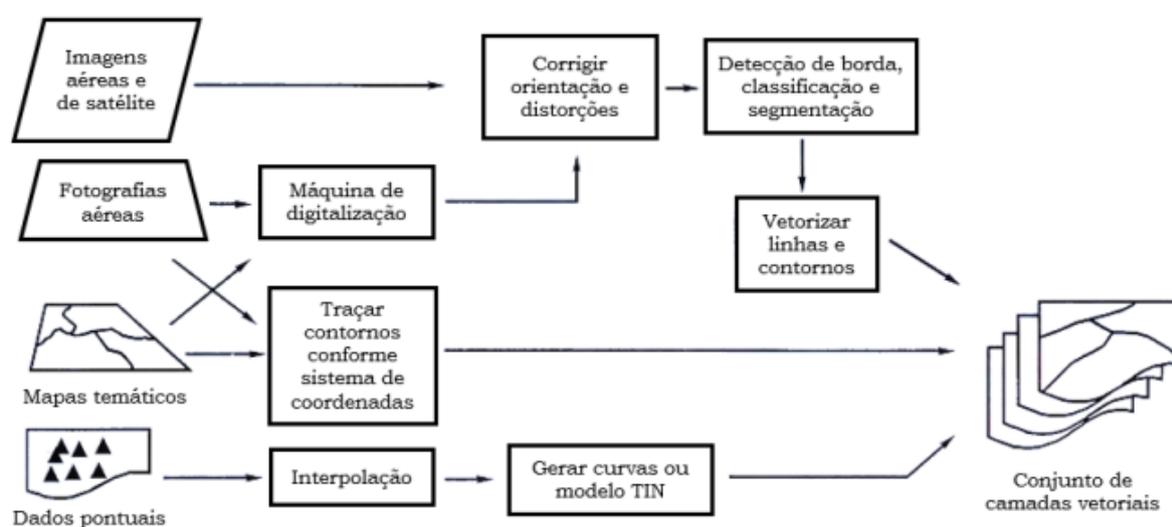
Vale notar que as representações de objeto discreto e campo contínuo são, em essência, intercambiáveis. Dessa forma, um mapa de propriedade da terra, por exemplo, pode ser apresentado como uma miríade de polígonos não-sobrepostos, como também poderia ser expresso por uma função cuja as coordenadas retornam a variável nominal "proprietário" (Goodchild, Yuan, Cova, 2007).

Essas duas formas de conceber, de pensar as feições geográficas que se deseja estudar, não resolvem completamente o problema de representação da realidade, uma vez que também é preciso considerar o processamento digital dessa informação. Campos contínuos demandam uma infinita quantidade de dados nos infinitos pontos da superfície terrestre. Da mesma forma, objetos discretos também poderiam demandar infinitas quantidades de dados nas linhas que compõem a representação. Por isso, a representação geográfica em meio digital, ou seja, capaz de ser processada e armazenada em bases de dados, é feita através de rasters e vetores (Longley et al., 2015).

Segundo Bolstad (2016), modelos vetoriais de dados geográficos são compostos por conjuntos de coordenadas e seus atributos a fim de representar entidades do mundo real. Tais modelos contam basicamente com três tipos de objetos vetoriais: pontos, linhas e polígonos. Os pontos possuem um par de coordenadas geográficas para localização da entidade que representa, podendo retratar desde cidades, prédios, lagos, até pequenos equipamentos urbanos como postes, pontos de ônibus, bueiros etc. É importante notar que se trata de uma representação adimensional de entidades dimensionais, significando que seus tamanhos não têm importância visual, somente sua localização. Já feições lineares se formam de um conjunto de pares de coordenadas, chamados de pontos ou nodos, que são ligados por segmentos. Os atributos podem então se aplicar à linha inteira ou somente a alguns segmentos. Por sua vez, feições de área são apresentadas como polígonos fechados, e podem trazer atributos como área, perímetro, uso do solo etc.

A representação por vetores conta com diferentes modelos de dados. Ela pode utilizar, por exemplo, o modelo spaghetti, onde cada geometria é descrita pela lista de coordenadas de pontos. Trata-se de um modelo que não abrange as relações espaciais entre elementos, dificultando a realização de análises. Por outro lado, há o modelo topológico, que inclui as relações espaciais entre elementos representados, e permite a preservação das propriedades espaciais caso seja necessário aplicar mudanças geométricas na representação, como uma reprojeção por exemplo (Campbell & Shin, 2012).

Na figura 01, é demonstrada as maneiras usuais de captura e pré-processamento de dados espaciais a fim de se montar uma base de dados vetoriais.



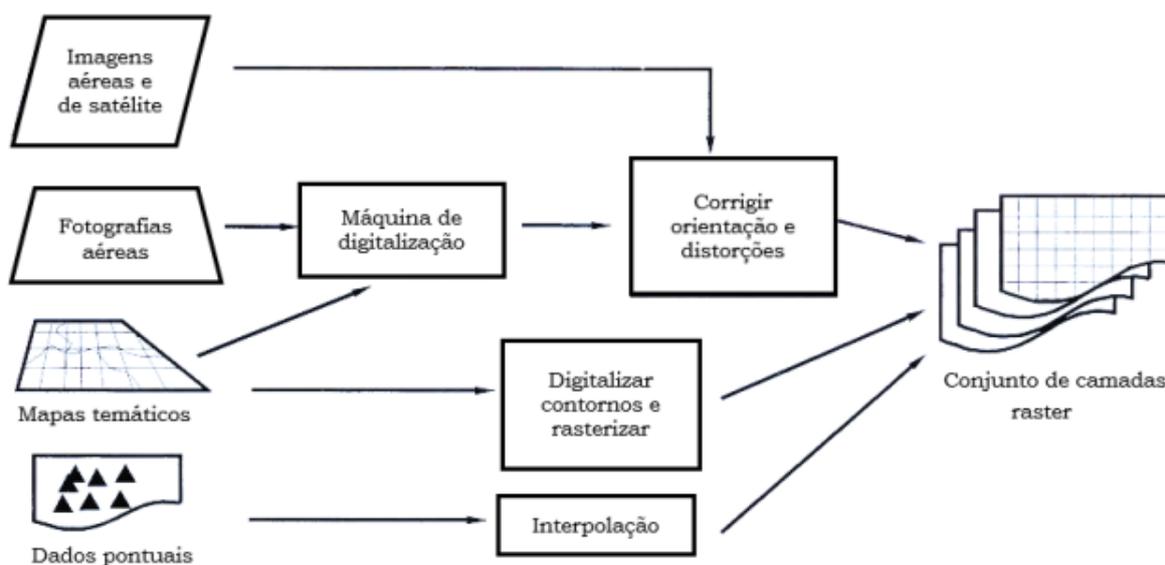
**Figura 1** - Fluxograma da formação de uma base de dados vetoriais (Burrough & McDonnell, 1998).

Salienta-se ainda que é possível estabelecer relações topológicas entre diferentes camadas vetoriais. Já os modelos de dados raster traduzem o mundo como uma grade

cartesiana de células igualmente espaçadas, normalmente quadradas, dentro das quais os fenômenos de interesse assumem determinados valores. É um modelo que naturalmente se relaciona com fenômenos distribuídos continuamente no espaço, como elevação do terreno, precipitação, concentração de poluentes, dentre outros exemplos (Bolstad, 2016).

Um arquivo raster possui uma estrutura de dados relativamente simples, onde cada célula da grade tem um valor específico relacionado ao atributo analisado. Esse formato favorece análises de sobreposição caso haja compatibilidade na resolução das malhas, e muitas vezes facilita a interpretação gráfica. Por outro lado, tal estrutura de dados normalmente gera arquivos muito grandes, dificultando assim seu armazenamento e processamento. Ocorrem também problemas diante de transformações geométricas, que acabam distorcendo o formato do pixel e alterando seus valores. Por fim, arquivos raster são inadequados para determinados tipos de análises espaciais, como análises de rede por exemplo (Campbell & Shin, 2012).

De maneira similar à figura anterior, a figura 02 mostra o processo de geração de dados em formato raster.



**Figura 2** - Fluxograma da formação de uma base de dados raster (Burrough & McDonnell, 1998).

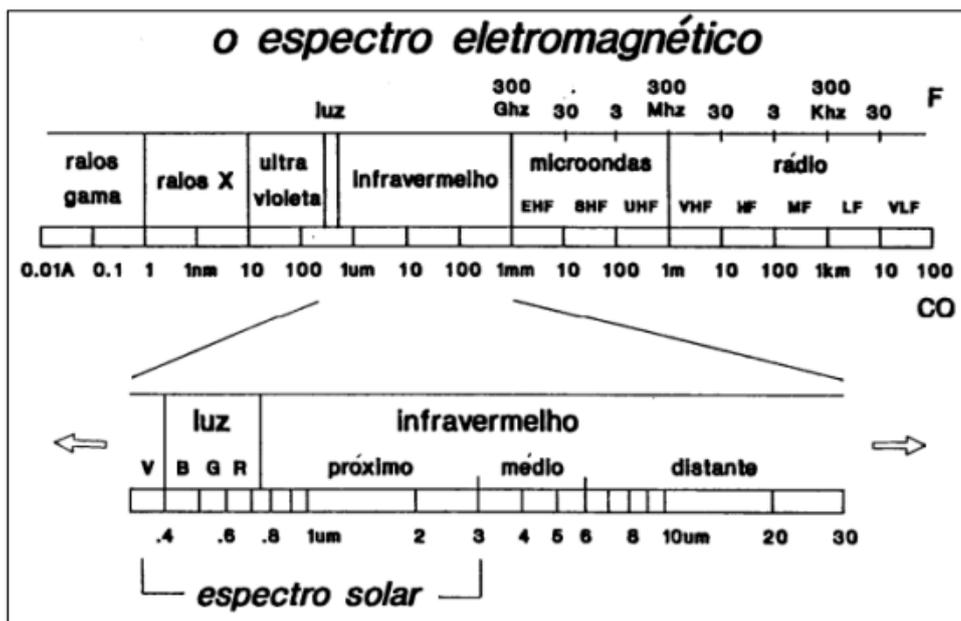
Uma importante propriedade de um conjunto de dados raster é a sua dimensão de célula, que define o comprimento dos lados da célula quadrada usada na captura dos dados de interesse. Lados muito grandes implicarão numa quantidade menor de células, consequentemente gerando menos dados e, com isso, menos detalhes sobre a área de estudo. À medida que as células diminuem de tamanho, aumenta a geração de dados e os detalhes capturados. É importante notar que atribui-se à região abrangida pelo quadrado um único valor do atributo de estudo. Esse atributo pode ser uniforme ao longo da área da célula,

porém o mais comum é que ocorram variações internas. Nesse caso, o valor atribuído pode seguir diferentes lógicas, como a média dos valores internos, ou o valor máximo, ou o valor central, dentre outras opções. Modelos raster também podem representar características espaciais discretas, como classificações de uso do solo, através da codificação numérica das classes associadas à característica de estudo (Bolstad, 2016).

A princípio, rasters e vetores podem ser aplicados em qualquer concepção de dados geográficos, seja ela de campo contínuo ou de objeto discreto. Entretanto, há uma forte correlação que indica os dados de campo codificados como rasters, e os objetos discretos representados por vetores (Longley, 2015).

Também é possível classificar os dados geográficos em dados primários, ou seja, aqueles que foram coletados diretamente do espaço físico, e em dados secundários, obtidos de maneira indireta, seja pela digitalização de fotografias ou mapas já existentes, ou aquisição de dados digitais já processados. Dados primários exigem consideração pelos parâmetros de captura, condições de imageamento, características do sensor, uma vez que há diversas fontes de erro e distorções presentes no dado cru coletado. Já os dados secundários, conforme discutido anteriormente, também trazem dificuldades a serem observadas. (Houisman&deBy, 2009).

Segundo Novo & Ponzoni (2001), sensoriamento remoto consiste de um conjunto de técnicas que visa obter informações sobre objetos sem precisar de contato físico com os mesmos. Para isso, utiliza-se da radiação eletromagnética como elemento de ligação entre o emissor da radiação (fonte), o objeto que se quer estudar (o alvo), e o instrumento de captura e registro da radiação emitida, ou refletida, pelo alvo (o sensor). A radiação eletromagnética, ao ser entendida dentro do modelo ondulatório, possui uma propriedade chamada de comprimento de onda. À variação dessa propriedade, dá-se o nome de espectro eletromagnético, o qual é sub-classificado em determinadas faixas para fins didáticos e de aplicação, conforme demonstra a figura a seguir. O sensoriamento remoto pode desempenhar um papel importante no processo de planejamento e reestruturação do ambiente urbano, pois possibilita um monitoramento frequente de objetos em constante mudança, permitindo assim a correlação com os agentes modificadores, e a verificação da intensidade das alterações. Na figura 03, vê-se o espectro magnético em detalhes, de modo a otimizar a captura de dados por sensoriamento remoto.



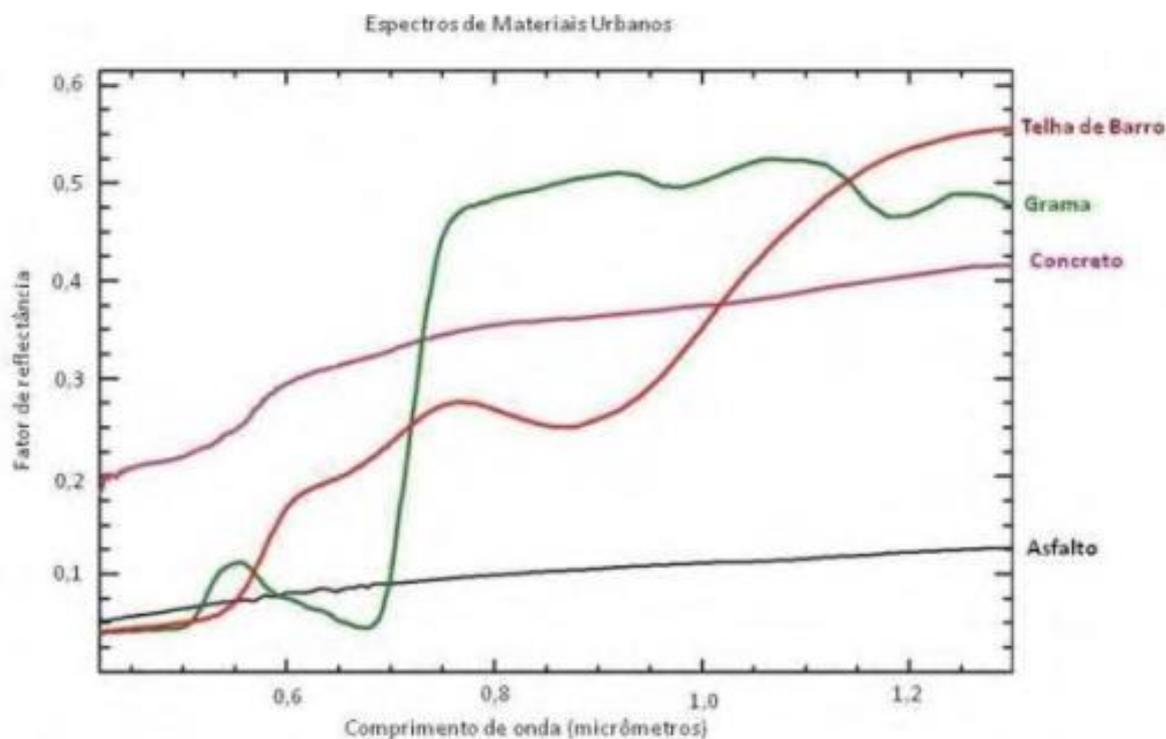
**Figura 3** - Classificação do espectro magnético (Novo & Ponzoni, 2001).

Bias, Brites e Rosa (2012) relatam que a baixa resolução espacial da primeira geração de sensores orbitais, algo em torno de 80m, dificultava muito sua aplicação para identificar e analisar feições intra-urbanas. Isso acarretava no envolvimento de uma grande equipe de campo e na demora do levantamento. Ceccato (1994), por sua vez, comenta as limitações desses primeiros sensores, como o MSS dos satélites Landsat 1, 2 e 3, destacando que as áreas urbanas apresentam diversas assinaturas espectrais distintas devido à sua heterogeneidade de materiais (asfalto, áreas verdes, solo exposto, concreto, telhados etc), o que acabava por mascarar a realidade espectral dos diversos alvos. Além disso, havia alta suscetibilidade a interferências atmosféricas, interferências devido ao espalhamento na leitura do pixel e seus vizinhos, e dificuldades na subclassificação do uso do solo urbano.

A partir da década de 80, principalmente após o surgimento do satélite SPOT, que trazia imagens multiespectrais com 20m de resolução, e imagens pancromáticas com 10m de resolução, foi possível realizar análises mais complexas e fiéis do ambiente urbano, uma vez que era possível combinar classificações pela resolução espacial e espectral (Costa, 1996). Na figura 04, é possível observar a variação nas respostas espectrais típicas do meio urbano.

Lombardo & Machado (1996) também indicam em seu estudo que o sensoriamento remoto tinha uma aplicação limitada dentro das cidades devido às características heterogêneas de uso do solo no meio urbano, apresentando variadas feições complexas para uma área limitada. Na figura a seguir, vê-se o espectro eletromagnético de materiais urbanos usuais, relacionando comprimento de onda e reflectância para escolha de um sensor

adequado.



**Figura 4** - Espectros típicos de materiais encontrados no meio urbano.

A partir dos anos 2000, passam a surgir os satélites com alta resolução espacial e temporal. Tais aparelhos carregam dois módulos de imageamento, sendo um multiespectral de até 4 bandas com algo em torno de 4 metros de resolução espacial, e outro módulo pancromático com resolução espacial de cerca de 1 metro. Esses sensores orbitais são capazes de inventariar e mapear alvos em áreas urbanas e agrícolas, sendo denominados de sensores cartográficos (Bias, Brites e Rosa, 2012).

As técnicas de sensoriamento remoto usadas para análise do espaço intra-urbano baseiam seus métodos de classificação em pixels ou em objetos urbanos (Brito, 2010). Em seu trabalho, Brito (2010) cataloga diversos artigos sobre o assunto, de onde destaca que a abordagem baseada em objetos apresenta resultados superiores na condição de se utilizar imagens de alta resolução espacial. Guindon et al. (2004) esclarece ainda que métodos de classificação espectral por pixel tem maior efetividade para vegetação e solo, enquanto métodos baseados em objetos são mais efetivos no reconhecimento de elementos com formato distinto, tais como estruturas e equipamentos construídos. Na tabela que segue, acompanha-se o aparecimento dessa geração de satélites.

**Quadro 1** - Características dos satélites de sensoriamento remoto e suas resoluções espaciais (Bias, Brites e Rosa, 2012).

Satélites de sensoriamento remoto de alta resolução espacial			
Nome	País	Ano	Resolução espacial
Ikonos-2	Estados Unidos	1999	1,00 m
Quickbird	Estados Unidos	2001	0,60 m
Alos	Japão	2006	2,40 m
Cartosat-2	Índia	2007	2,50 m
Formosat-2	Taiwan	2006	2,50 m
Geosy-1	Estados Unidos	2008	0,41 m
Kompsat-2	Coréia do Sul	2006	1,00 m
Worldview-2	Estados Unidos	2009	0,50 m
Orbview-3	Estados Unidos	2003	1,00 m

Outra forma de se obter dados de imagens aéreas para estudos geográficos é através de aerofotogrametria. Trata-se de uma fonte primária já tradicional, que utiliza fotografias aéreas e seus parâmetros para obtenção de medidas geométricas que auxiliarão a cartografia do local. Atualmente, câmeras digitais já se tornaram comuns nesse tipo de mapeamento, muito aplicado em planejamento urbano, agricultura, projetos construtivos, dentre outros usos. Tais imagens têm basicamente três finalidades: a primeira é servir de base para medidas e localização de objetos. A segunda seria servir para interpretação de categorias ou atributos da superfície capturada. A terceira finalidade básica é servir de mapa de fundo para o mapeamento de outras características locais (Bolstad, 2016).

Mais recentemente, o uso de veículos aéreos não tripulados (VANT's), popularmente conhecidos como drones, se tornou uma prática frequente para captura de imagens aéreas auxiliares ao mapeamento e gestão do território. Borotto (2019) alerta que manter bases cartográficas municipais costuma ser um processo de alto custo, de modo que alternativas mais baratas como o sobrevoo com drones se mostra uma alternativa viável, principalmente para cidades de pequeno porte. O uso de drone tem como apelo ser um sistema de levantamento ágil, relativamente barato, e flexível para captura de variados dados de alta resolução, seja fotogrametria convencional ou modelos digitais de elevação (Crommelinck et al., 2017).

Outro método usado para se obter dados espaciais é a digitalização, no qual mapas físicos têm suas características retraçadas digitalmente com o uso técnicas específicas. É

importante notar que qualquer erro de posição presente no mapa original será transferido para sua versão digital (Houisman & Rolf, 2009). Esse método possui duas variações, uma na qual se utiliza uma mesa digitalizadora e um dispositivo de marcação que vai rastrear manualmente os pontos, linhas e polígonos do mapa, enquanto na outra versão o delineamento das características representadas acontece já na tela do computador. É possível se recorrer ainda à vetorização para se obter dados espaciais, o que requer aplicativos específicos capazes de converter arquivos digitalizados (raster) em uma representação composta de pontos, linhas e polígonos. Trata-se de um processo automatizado que exige um arquivo de entrada com alta resolução (Campbell & Shin, 2012).

Dados geográficos em formato vetorial são usualmente capturados através de um aparelho de navegação ou uma estação total. Esse último equipamento permite aos operadores cadastrar rapidamente feições topográficas de uma região. Já um receptor GNSS ('Global Navigation Sattelite System') consiste de um dispositivo capaz de acessar as coordenadas do local de interesse através de uma constelação de satélites de navegação, registrando tais dados para posterior exportação. Isso dará origem a uma representação por pontos ou linhas, que podem ou não já ter atributos associados (Campbell & Shin, 2012).

Os sistemas de navegação global por satélite (GNSS, em inglês) têm se tornado cada vez mais cruciais no que diz respeito à capacidade, por exemplo, de monitoramento de atividades em tempo real (Kumar et al., 2021).

GNSS refere-se a constelações de satélites que servem para fornecer informações de posicionamento e de sincronização temporal aos seus usuários. Um exemplo clássico seria o GPS (Global Positioning System), desenvolvido pelo Departamento de Defesa americano, e que conta com um conjunto de satélites que servem a funções militares e também a demandas comerciais e do setor público (Egziabher & Gleason, 2009)

Outros países e blocos também contam com seus próprios sistemas de navegação por satélite. É o caso do GLONASS, operado pela Rússia, e do Galileo GNSS, pertencente à União Europeia. A China também desenvolve seu próprio sistema, o COMPASS (Hofmann-Wellenhof, Lichtenegger & Wasle, 2008).

Mais recentemente, o surgimento de novas tecnologias e a integração promovida pela internet possibilitaram o aparecimento de uma nova forma de obter, tratar e interpretar dados geográficos. Através da contribuição voluntária de informações pelas pessoas, sistemas de informação geográfica na 'web' exibem e armazenam dados continuamente (Ramos & Silva, 2016).

Goodchild (2007) comenta que somente uma fração muito pequena do conhecimento

humano chega aos produtos cartográficos, muitas vezes capturada por especialistas que interagem com os saberes das comunidades e grupos locais, ou simplesmente coletam dados socioeconômicos. Nesse sentido, aparelhos de telefonia móvel, câmeras digitais e sensores causaram um aumento da capacidade dos indivíduos de coletar, reunir e disseminar informação geográfica. O surgimento da *web 2.0* também proporcionou um acréscimo substancial nessa capacidade, uma vez que é possível uma colaboração bi-direcional das páginas eletrônicas da internet com os seus usuários, como é o caso de exemplos como o wikimapia, o openstreetmaps, ou o google earth. Dessa maneira, em vez de a compilação de dados (geográficos) ocorrer de maneira tradicional e estruturada, o processo acontece de maneira contínua e voluntária.

Esses serviços trazidos pela *web 2.0* podem ser de nível básico, consistindo de um georreferenciamento colaborativo de uma base de fotografias, ou lista de endereços. Pode ser de nível intermediário, quando os voluntários cadastram infraestrutura local, tarefa mais técnica, que exige um nível alguma expertise na área de geoprocessamento e dá origem a um mapa conjunto, contributivo e compartilhado. Já num nível avançado, os usuários compartilham dados complexos através de ambientes SIG na *web*, gerando arquivos compartilhados já em formatos padronizados, capazes de serem acessados por outras pessoas. Do ponto de vista científico, converter cada pessoa num sensor inteligente implica em considerar observações muitas vezes amadoras como fontes legítimas de dados espaciais. A análise dessas bases de informação geográfica voluntária tem mostrado que as mesmas são confiáveis, representando assim um complemento importante às outras fontes de dados geográficos (Goodchild, 2007).

Com o advento da *web 3.0*, caracterizada como semântica e infiltrante ou penetrante, surgem novos direcionamentos para o uso de inteligência artificial, extensiva análise de dados, aproveitamento da informação geoespacial, aplicação de redes neurais etc. Tudo isso focado particularmente na coleta, análise e processamento de base de dados geradas pelos usuários. A disponibilização de serviços via *web* é uma característica que se estende desde a *web 2.0* para a *web 3.0*, permitindo o processamento de grandes quantidades de dados. Já o mapeamento inteligente pela *web* ainda está em seus estágios iniciais, procurando embarcar tecnologias semânticas que forneçam contexto e personalização para as informações disponibilizadas aos usuários (Król, 2020).

Há ainda que se falar em Internet das Coisas (na sigla em inglês, IoT) como nova fonte de dados espaciais. IoT trata de um conceito tecnológico emergente que, segundo Kamlesh (2020), ilustra uma vasta rede de elementos interconectados, desde pequenos

aparelhos, a grandes máquinas e até pessoas. Através dessa rede de comunicação, tais elementos podem trocar informação entre si.

Uma vez que cada elemento dessa rede de comunicação possui um IP específico, isso também significa ter uma localização geográfica específica, de modo que sua integração com um SIG se torna algo inquestionável (Bazargani, 2021).

Da mesma forma que os sistemas de abastecimento de água e coleta de esgoto, rede elétrica, malha viária, dentre outros sistemas urbanos, logo a internet das coisas se tornará um recurso essencial da infraestrutura urbana (Li et al., 2013).

Há variados domínios nos quais o IoT pode incentivar uma melhoria na qualidade de vida de uma população, seja por aplicações em transportes, saúde pública, automações, ou até resposta a emergências e desastres (Al-Fuqaha et al., 2015). No âmbito urbano, a Internet das Coisas vem dar suporte à concepção de Cidades Inteligentes (*Smart Cities*), oferecendo serviços de valor agregado através de uma infraestrutura de tecnologias da comunicação, sendo particularmente atrativa para administrações locais. Suas aplicações urbanas têm como exemplo o uso de sensores em cestos de lixo inteligentes, capazes de comunicar seu nível ao gerenciamento municipal de resíduos, otimizando a coleta (Ravi et al., 2021).

Outra possibilidade é o monitoramento da qualidade do ar através de sensores espalhados pela cidade, com dados acessíveis à população (Zanella et al., 2014). Xu Li et al. (2009) propõem o uso de IoT para acompanhamento do trânsito numa cidade, seja por meio de câmeras ou de dispositivos GPS presentes nos carros e celulares modernos. No entanto, Laya et al. (2013) apontam que essa variedade de diferentes aplicações complica a construção de soluções gerais que satisfaçam requisitos diversos, ou seja, é difícil encontrar um padrão para dados gerados na Internet das Coisas.

Há um trecho específico sobre *smart cities* nessa revisão literatura, buscando trazer seus principais conceitos, e como a informação geográfica contribui nesse processo de transformação da gestão da cidade.

## 2.2. APLICAÇÕES DE GEOTECNOLOGIAS NO MEIO URBANOS

Na literatura relativa ao emprego das tecnologias de geoprocessamento no contexto urbano, há diversos estudos que permeiam os mais diversos setores de uma gestão municipal, desde saúde até segurança pública, sendo as aplicações mais comuns encontradas nas áreas de engenharia e geografia, para as quais o uso de geotecnologias é inerente.

Zmitrowicz et al. (2013) dividem a administração municipal em “órgãos meio”, os quais oferecem suporte para operação de outras secretarias, e “órgãos fim”, cujo papel é de executar ações e políticas públicas. Os autores trazem ainda os exemplos mais comuns de cada um dos tipos de órgãos municipais. Dentre os órgãos meio, é possível listar secretaria de governo, secretaria de planejamento, secretaria de administração, secretaria jurídica, e secretaria de finanças. Já os órgãos fim são exemplificados pela secretaria de desenvolvimento urbano, secretaria de obras e infraestrutura, secretaria de serviços urbanos, secretaria de transportes, secretaria de educação, secretaria de cultura, secretaria de saúde, secretaria de habitação, secretaria de meio ambiente, e secretaria de assistência social.

Já em sua tese de mestrado, Weiss (2013) esquematiza um modelo de sistema de gerenciamento municipal voltado a cidades inteligentes, onde há um centro integrado de operações composto por serviços à comunidade (saúde, segurança, educação, mobilidade, suporte & ouvidoria, informações gerais), e serviços de infraestrutura pública (energia, transportes & tráfego, meio ambiente, água & saneamento, resíduos & lixo, edifícios & espaços). Tudo isso fica baseado numa infraestrutura de tecnologia da informação e comunicação e serve à governança e gestão municipal como fonte de informações gerenciais, análises de risco e de finanças, bem como fonte de informação sobre ativos e suprimentos.

Nahas et al. (2006), em trabalho desenvolvido para o Ministério das Cidades, expandiu o índice de qualidade de vida urbana (IQVU), usado na cidade de Belo Horizonte (MG), para um panorama nacional.

Para isso, ela consultou pesquisadores, gestores públicos e outros membros da sociedade civil a fim de dar credibilidade à escolha dos temas indispensáveis a serem usados como indicadores. Essa consulta ocorreu através do método Delphi, de modo que os participantes foram incentivados a responder e concordar com aspectos metodológicos e temas abordados na verificação da qualidade de vida urbana (Nahas et al., 2006).

No quadro 02, é possível ver o resultado de concordância obtido para cada um dos temas analisados.

Já o IQVU original mineiro foi desenvolvido numa parceria da Prefeitura de Belo Horizonte/MG com a PUC-MG. Foi inicialmente publicado em 1996, e revisado em 2006, quando assumiu o formato com dez variáveis (temas) e um total de 36 indicadores. As dez variáveis são abastecimento, cultura, educação, esportes, habitação, infraestrutura urbana, meio ambiente, saúde, serviços urbanos, e segurança urbana (Nahas&Esteves, 2015).

**Quadro 2** - Níveis concordância para temas do IQVU (Adaptado de Nahas et al., 2006).

TEMAS	PRÓ INCLUSÃO	CONTRA INCLUSÃO	NÃO OPINARAM
Habitação	100%	0,0%	0,0%
Infraestrutura de Saneamento	100%	0,0%	0,0%
Lazer	100%	0,0%	0,0%
Saúde	100%	0,0%	0,0%
Segurança/ Violência	100%	0,0%	0,0%
Trabalho/ Emprego	100%	0,0%	0,0%
Infraestrutura de Transporte/ Mobilidade	100%	0,0%	0,0%
Educação	97,8%	0,0%	2,2%
Meio Ambiente e Aspectos Ambientais “stricto sensu”	97,7%	0,0%	2,3%
Cultura	95,6%	4,4%	0,0%
Energia Elétrica	93,2%	4,5%	2,3%
Justiça	91,3%	8,7%	0,0%
Economia Municipal	91,2%	4,4%	4,4%
Serviços Urbanos	88,9%	8,9%	2,2%
Infraestrutura de Tecnologia e Telecomunicações	86,7%	4,4%	8,9%
Pobreza	86,7%	11,1%	2,2%
Abastecimento Alimentar	84,8%	15,2%	0,0%
Urbanismo	84,1%	11,4%	4,5%
Assistência Social	82,2%	11,1%	6,7%
Demografia	80,4%	17,4%	2,2%
Alimentação – Estado Nutricional	76,1%	19,6%	4,3%
Esportes	71,8%	15,2%	13,0%
Participação, Associativismo e Org. Político-Institucional	64,4%	17,8%	17,8%
Poder de Compra e de Consumo	63,7%	22,7%	13,6%
Uso do Solo	56,8%	27,3%	15,9%
Felicidade/ Satisfação	37,0%	56,5%	6,5%

Outro município que adota um índice de qualidade de vida para guiar suas políticas públicas é Santo André (SP). São 10 variáveis de análise, chamadas no estudo de ‘dimensões’. São elas: trânsito, educação, serviços de saúde, habitação e moradia, saneamento e infraestrutura, trabalho, segurança, poder aquisitivo, qualidade do ar, e lazer (Keinert, Keinert & Feffermann, 2009).

Todas essas dimensões, esses setores da realidade de cidade, mostram a variedade de áreas para aplicação de SIG numa administração municipal. A seguir têm-se alguns exemplos de utilização de geotecnologias em municípios.

Na área de transportes, as tecnologias de geoprocessamento têm sido empregadas especialmente com o advento dos sistemas de transporte inteligentes, auxiliando na geolocalização de veículos, na gestão do transporte coletivo, na bilhetagem eletrônica, no controle de tráfego, dentro outras utilidades (Souza et al.; 2014).

Os sistemas de informação geográfica são outro exemplo de geotecnologia bastante

útil para a gestão do transporte urbano. Através de um SIG, é possível fazer análise de rotas, estudar a malha viária urbana, produzir mapas temáticos (pontos de acidentes, engarrafamentos etc), além de outras aplicações que facilitam o planejamento, operação e monitoramento dos sistemas de transporte e trânsito municipais (Zuppo et al.; 1996).

Cyril et al. (2019) empregaram sistema de informação geográfica para montar um índice de acessibilidade para os pontos de ônibus da cidade de 'Trivandrum' na Índia, contribuindo assim para um transporte público mais sustentável. Foram usados mapas de uso do solo e rede de vias, locais de parada e pontos de interesse, bem como dados populacionais e tempo de viagem. A partir daí, procederam-se análises de acesso ao ponto de ônibus mais próximo, e do ponto de ônibus até um local de interesse.

Rossetti et al. (2020) utilizaram SIG a fim de analisar a acessibilidade de pedestres em áreas urbanas, mais especificamente para o acesso a estações e pontos do transporte público. Tal iniciativa visa encorajar a adoção de uma mobilidade urbana sustentável e não-motorizada, além de promover um melhor entendimento da atratividade do transporte público. Buscou-se mapear a 'permissividade de caminhada' no espaço urbano para pedestres nos arredores de polos geradores de viagens (PGV), possibilitando a geração de isolinhas do tempo necessário para acessar tais polos a pé.

Na área de saneamento, as geotecnologias podem ser aplicadas para mapeamento de vazamentos na rede de distribuição de água, trabalho de Ribeiro et al. (2017); Já Oliveira (2009) descreve um trabalho de criação de base de dados com uso de SIG junto à companhia de águas e saneamento de Alagoas para o município de Maceió. O objetivo era estabelecer o uso de geotecnologias a fim de gerenciar de forma integrada as redes de abastecimento de água e coleta de esgoto com outros subsistemas da empresa, como operação, atendimento ao cliente, faturamento etc.

Lacerda (2003), por sua vez, utilizou um SIG a fim de avaliar as rotas de coleta de resíduos sólidos domésticos numa cidade de pequeno porte, visto ser essa atividade a responsável pela maior fatia da verba para gestão de lixo nas cidades. Como resultado, o sistema conseguiu simular rotas mais eficientes em grande parte dos cenários, constituindo um uso de geotecnologia interessante a ser aplicado para redução de despesas para gestão municipal.

Pascoal Júnior & Oliveira Filho (2010) também utilizaram um SIG para analisar as rotas de coleta de lixo, porém com software e viés diferentes, focando mais na identificação de trechos improdutivos (sem coleta) e o conseqüente impacto financeiro. Já Carrilho et al. (2018) utilizaram geotecnologias para identificar potenciais áreas para construção de aterro

sanitário na cidade de Conceição das Alagoas (MG). Para isso, se utilizou imagens de satélite a fim de gerar mapas referentes a uso do solo, distância de rios, de estradas e da zona urbana, além outros critérios geomorfológicos. Com a superposição cartográfica desses temas, foi então possível indicar áreas ótimas, boas, regulares e inadequadas para instalação de um aterro sanitário.

Referente à drenagem urbana, Coelho (2016) fez um estudo a fim de mapear as áreas inundáveis no município de Vitória (ES). Para isso, se valeu de sensoriamento remoto e SIG para combinar informações espaciais como declividade, elevação e taxa de impermeabilização. Depois validou as regiões encontradas de acordo com os registros de enchentes da cidade. Por sua vez, Ogassawara & Oliveira (2019) procuraram determinar espacialmente o coeficiente de escoamento superficial "C", do método racional de cálculo hidrológico, através da análise da declividade e classes de ocupação do solo no município de Itaquí (RS). Para isso, foram empregadas geotecnologias como SIG e sensoriamento remoto.

Através do uso de SIG, é possível analisar também a impermeabilização do solo de um microbacia e como isso afeta o comportamento hidrológico em caso de chuvas fortes. É o caso do trabalho de Lee & Heaney (2003), que verifica índices de área impermeável contínua em regiões da Flórida com presença de condomínios, encontrando grandes diferenças de vazão de pico para essas localidades. Dessa forma, ficou sugerida a necessidade de se focar nessas regiões contínuas sem permeabilidade como indicador dos efeitos da urbanização no manejo de águas pluviais.

Danna (2011) aborda o uso de geotecnologias em prol da segurança pública, visto que o mapeamento criminal já se constituía numa atividade de praxe para a força policial. O autor descreve como indicadores de segurança e informações criminais podem ser georreferenciados a fim de revelar frequência de delitos numa área, ou as espécies do mesmo, ou ainda a abrangência de certos delitos, o mapeamento temporal e espacial, dentre outras características. A partir daí, é possível aumentar a eficácia, por exemplo, da distribuição de patrulhamento. Outra vantagem do emprego de geotecnologias mencionado por Danna (2011) é a capacidade de o operador, ao receber uma chamada, deslocar as unidades mais próximas e mais adequadas ao fato delituoso reportado uma vez que estas possuam localização por GPS.

O trabalho de Tom-Jack et al. (2019) buscou entender espacialmente a ocorrência de crimes em algumas cidades americanas, aprofundando o mapeamento criminal em SIG já existente ao nível de identificação de ruas e trechos mais perigosos. Dessa forma, a ideia era contribuir para um patrulhamento eficiente e conseqüente redução da criminalidade.

Já Araújo & Frota (2018) discorrem sobre o uso de aparelho eletrônico que opera sinal de GPS no monitoramento de homens agressores que estão sob medida restritiva. Além de se valer da geotecnologia do GPS, essa política de proteção às mulheres também precisa de uma central de controle e monitoramento onde se processe e visualize a informação geográfica relativa à localização do indivíduo infrator e também da vítima.

Um artigo da ESRI (2012), notória desenvolvedora da área de sistemas de informação geográfica, também comenta essas capacidades das geotecnologias em contribuir com a segurança pública, auxiliando na visualização de estatísticas e eventos criminais, ou na identificação de tendências e situações emergentes, além de otimizar a organização dos efetivos necessários nos turnos e nas áreas. Tais sistemas podem ainda distribuir alertas civis em determinadas áreas, ou até fazer análises de causa-efeito ao agregar informações de outras disciplinas.

Melo, Andresen & Matias (2017) analisaram crimes contra patrimônio e crimes violentos no município de Campinas-SP. Para isso usaram setores censitários e métodos de regressão espacial a fim de verificar a teoria de desorganização social. Em outro trabalho, os mesmos autores procuram verificar pontos de concentração e similaridades nos padrões espaciais de variados atos criminosos em suas diversas tipificações, novamente em Campinas-SP. Como resultado, percebeu-se que desagregar tipos de crimes, mesmo que similares como furto e roubo, pode ser mais adequado visto que seus padrões espaciais são diferentes e, portanto, a resposta aos mesmos deve ser diferente (Melo, Andresen & Matias, 2015).

Na área de educação, Altaweel (2019) utilizou o SIG em estudos sobre os subúrbios de Sydney - Austrália a fim de evidenciar a correlação entre a performance média de escolas, sejam elas públicas ou privadas, com a renda de sua vizinhança. As tecnologias de geoprocessamento também podem ser usadas a fim de avaliar se a distribuição espacial de escolas públicas atende ao seu público alvo, como é o caso do artigo de Melo et al. (2018). Nele, os autores fazem uso de SIG e análise de agrupamentos, criando uma metodologia que sobrepõe espacialmente as escolas fundamentais aos setores censitários agrupados de acordo com dados demográficos, dando assim suporte à tomada de decisão quanto a locais deficientes de escolas públicas.

Já na área de saúde pública, Rebolledo et al. (2018) fizeram uma revisão bibliográfica das aplicações de SIG no serviço de atenção primária de saúde entre 2000 e 2017. Os estudos encontrados puderam ser classificados de acordo com o uso que fizeram da geotecnologia, sendo para auxílio ao planejamento, medição de cobertura e acesso aos serviços de saúde, ou

entendimento de padrões na utilização do sistema de atenção primária, onde essa última categoria é a que aparece de forma mais proeminente nos estudos.

Outra possibilidade de aplicação de SIG está na investigação das dificuldades de mulheres grávidas em realizar um pré-natal adequado, caso do trabalho de Charreire & Combier (2009). Realizado num distrito francês, procurou relacionar aglomerados por critérios sociais, espaciais, e por características de bairros que pudessem estar impedindo o correto acompanhamento da gravidez. Foi possível constatar que acessibilidade não parecia ser um fator predominante na falta da atenção médica.

Hino et. al. (2006) utilizaram um SIG a fim de rastrear casos de tuberculose na cidade de Ribeirão Preto (SP), de modo a auxiliar espacialmente medidas epidemiológicas de prevenção e contenção. Outro exemplo seria o trabalho de Araújo et al. (2005), em que dados referentes a endemias de veiculação hídrica foram usados para montagem de um banco de dados. Foi feito um levantamento cartográfico, com vetorização de cartas antigas, uso de imagens de satélite e fotos aéreas, pontos de interesse por GPS, além da coleta dos dados de saúde. Daí foi possível analisar as inter-relações entre saúde pública, meio ambiente e desenvolvimento socioeconômico.

No quesito ambiental existem trabalhos como o de Frank et al. (2013) onde o SIG foi usado no mapeamento de áreas contaminadas por postos de gasolina em área urbana da cidade de Presidente Prudente-SP. Devido a vazamentos nos tanques subterrâneos de armazenamento, vários produtos químicos acabam chegando ao solo e a lençóis freáticos. O trabalho se propôs a georreferenciar os postos de abastecimento usando imagens aéreas de alta resolução, gerar suas respectivas zonas de influência, e complementar o banco de dados com atributos referentes ao licenciamento ambiental.

Ainda na questão ambiental, Romero et al. (2020) se utilizaram de sensoriamento remoto para associar a temperatura de superfície detectada às diferentes classes de uso e cobertura da terra. A intenção era analisar a ocorrência do fenômeno de ilhas de calor, típico de áreas urbanas, causador de desconforto térmico e problemas de saúde na população. Através de imagens ortorretificadas, em infravermelho, provenientes do satélite Landsat se conseguiu extrair as temperaturas superficiais, enquanto do satélite Plêiades se obteve imagem de alta resolução para demarcação do uso do solo. O processamento desses dados até se chegar aos mapas finais de calor na área urbana foi realizado num SIG.

O geoprocessamento também é aplicado para regularização fundiária urbana. Na pesquisa de mestrado de Nascimento (2008) em Taboão da Serra (SP), através do sensoriamento remoto foi possível identificar as áreas de ocupação irregular, enquanto

sistemas de informação geográfica relacionam tais regiões com dados de infraestrutura, socioeconômicos, e cadastros existentes da prefeitura. O objetivo era que o SIG servisse de suporte à tomada de decisão no processo de regularização de favelas, e de fato houve uma melhora na capacidade de análise simples ou de múltiplos critérios, bem como nas simulações realizadas, indicando que as geotecnologias podem contribuir efetivamente no processo de regularização.

Kersten et al. (2014) analisaram o uso de geotecnologias a fim de se classificar as áreas do município de Faxinal do Soturno (RS) como propícias ou restritas à ocupação urbana. Para isso relacionaram mapas geológicos, de demarcação de APP, declividade do terreno, nível de águas subterrâneas etc. Foram coletados dados em campo com auxílio de GPS, operações com esses dados através de SIG. Como principais resultados da pesquisa, foram obtidos um mapa de vulnerabilidade das águas subterrâneas do município, e outro de áreas propícias ao uso e ocupação.

Na pesquisa de OLIVEIRA et al. (2019), através da análise multicritério de fatores geológicos buscou-se mostrar o suporte que as geotecnologias podem dar à tomada de decisão no planejamento urbano, evidenciando a ocupação antrópica em áreas de risco. Foi criada uma árvore de decisões com as variáveis geomorfológicas e hidrológicas, e suas descrições, ambas ponderadas através do método Delphi. As camadas representativas de cada variável foram então operadas pelo sistema de informação geográfica de acordo com a equação e descrições da pesquisa para então obter o mapa temático indicador de risco geológico.

### 2.3. SIG E CONCEITOS RELACIONADOS

Antes de entender o conceito completo de sistemas de informação geográfica (SIG), é interessante compreender suas partes, ou seja, o que constitui um sistema de informação (SI) e o que é informação geográfica (InfGeo).

Segundo Laudon & Laudon (2010), sistemas de informação são conjuntos de componentes integrados que trabalham a fim de coletar, recuperar, processar, armazenar e distribuir informações, facilitando assim processos de planejamento, controle, coordenação e análise nas organizações em que se encontram.

Tais sistemas podem consistir de um relatório de controle, ou um documento processual, um jornal ou canal interno de notícias, pode ser ainda um catálogo de procedimentos e normas da organização, ou um conjunto de fichas médicas dos pacientes de um consultório. Todos esses exemplos, e os SI de forma geral, podem estar em meio

computadorizado ou não (Gonçalves, 2012).

Existem variadas definições para o que é sistema de informação, algumas enfatizando os aspectos sociais e organizacionais, outras focando nas questões técnicas e matemáticas. Um ponto que complica o discernimento do que é um SI vem do fato do mesmo normalmente estar inserido como parte de outro sistema maior, que tem outras tarefas além de processar bases de dados. Isso significa que fora daquele contexto, aquele SI específico perde utilidade, enquanto o sistema principal sem o SI pode ficar inoperante (Alter, 2008).

Uma definição mais simples conceitua os sistemas de informação pela capacidade de entrega de informação e serviços de comunicação necessários numa organização, sendo composto por uma infraestrutura tecnológica, aplicativos, e equipe operacional. (Davis, 2000).

Já Alter (2008) define SI como sistemas nos quais operadores humanos e máquinas desempenham atividades e processos usando informação, tecnologia, e outros recursos, a fim de gerar produtos e serviços específicos para usuários dentro e fora da organização.

Outra definição possível estabelece os SI's como responsáveis pela agregação, armazenamento, processamento, e entrega de informação relevante para sua organização, de maneira que tal informação seja útil para aqueles que a desejam acessar, desde clientes até gerentes. É um sistema social, baseado na atividade humana, que pode ou não envolver sistemas computacionais (Buckingham et al. 1987, p.18 apud Avison&Myers, 1995).

Conforme representado na figura 05, os sistemas de informação computadorizados podem ser formados por até 6 componentes, sendo eles o *hardware*, o *software*, as pessoas, os procedimentos, as redes, e o banco de dados.



**Figura 5** - Componentes usuais dos sistemas de informação (O'brien, 2004).

O *hardware* engloba basicamente os computadores, seus periféricos, e quais eletroeletrônicos usados para agregar, processar e visualizar as informações. Já o *software* consiste dos programas e aplicativos que viabilizam o processamento de informação pelo hardware (Gonçalves, 2012).

Pessoas referem-se tanto aos operadores do sistema quanto aos consumidores dos dados de saída. Os procedimentos consistem de um conjunto de instruções e funções que o sistema tem de seguir. O banco de dados reúne o conjunto de arquivos e tabelas. Por fim, as redes são subsistemas que permitem a ligação e o compartilhamento de recursos entre usuários (Gonçalves, 2012).

Dibiase (2014) define dados como símbolos que representam a mensuração de um fenômeno, de modo a auxiliar no entendimento de sistemas naturais e sociais. Uma vez que não é prático medir tudo, em todo lugar e a todo momento, é preciso adotar critérios e ser seletivo a fim de se obter dados acurados. Ainda assim, as medições sempre contarão com erros inerentes. Já a representação simbólica poderá ocorrer de forma gráfica ou alfanumérica, ambas compatíveis com o formato digital. Sendo assim, seu processamento se torna muito mais eficiente do que uma análise humana em meio físico, o que possibilita o pleno desenvolvimento do SIG como ferramenta computacional.

Dibiase (2014) também traz o conceito de informação, definida como um dado que é selecionado ou criado a fim de responder a uma questão específica. Um dado pode servir como resposta, ou seja, como informação, para variadas questões uma vez que esteja atualizado.

Dados também podem ser entendidos como registros simbólicos e/ou sensoriais capturados e armazenados. Os dados como símbolos podem ser números, palavras, texto, imagens, diagramas, dentre outros. Já como sinais, eles podem ser leituras de sensores de luz, cheiro, som, toque, gosto, etc. Enquanto isso, a informação se constitui de uma mensagem atribuída de significado, de modo a auxiliar tomada de decisões e resolução de problemas (Liew, 2007).

Segundo o decreto federal 6.666 de 2008, que institui a Infraestrutura Nacional de Dados Espaciais, um dado ou informação geoespacial se distingue pela sua componente espacial, de modo a associar cada entidade ou fenômeno estudado a uma localização planetária referenciada num sistema geodésico. Ainda segundo a norma, tais dados podem advir, dentre outras fontes, das tecnologias de levantamento como GNSS ou sensoriamento remoto.

Existem algumas características que definem o dado espacial. A primeira é que ele

constitui uma chave baseada em duas dimensões contínuas (x, y), que representam o par ordenado de uma dada localização no mundo físico e conduzem a um valor Z, no caso a variável de retorno da pesquisa. À princípio, existe uma quantidade infinita de trincas (x, y, z) no mundo real. A escolha do modelo de dados que resumirá um determinado fenômeno é um dos dilemas fundamentais da manipulação de dados espaciais (Goodchild, 1992).

Outra característica importante dos dados espaciais é a sua dependência espacial, ou seja, a tendência de resultados mais próximos serem mais relacionados do que resultados mais distantes. A inexistência dessa característica invalidaria completamente a representação de maneira discreta dos fenômenos contínuos no espaço (Anselin, 1989).

Assim, entende-se informação geográfica como sendo dados sociais e ambientais providos de contexto espacial, ou dados espaciais providos de contexto ambiental e social, de modo que auxiliem na gestão local.

Enfim, os sistemas de informação geográfica (SIG) também podem ser definidos de diversas maneiras, a depender de sua forma de aplicação principal (Hamada & Gonçalves, 2007), ou através de algum de suas características/componentes. Burrough & McDonnell (1998) organizaram as definições de variados autores para o SIG, classificando-as de acordo com três grupos: como ferramenta, como base de dados e como método organizacional.

- Na qualidade de ferramenta, Burrough (1986) define SIG como um conjunto de ferramentas para coleta, armazenamento, recuperação, transformação e exibição de dados espaciais no mundo real. Já Parker (1988) diz se tratar de uma tecnologia de informação que armazena, analisa, exibe tanto dados espaciais quanto dados não espaciais. De modo similar, Eastman (1997) descreve o SIG como um sistema computacional assistido para coleta, armazenamento, análise e visualização de dados geográficos;
- Na qualidade de base de dados, Smith et al. (1987) conceitua SIG como um sistema de base de dados no qual quase todos os dados estão indexados espacialmente, havendo sobre os mesmo um elenco de procedimentos operáveis que possibilitam responder perguntas sobre as entidades espaciais representadas na base de dados;
- Por fim, Carter (1989) compreende o SIG na qualidade de organização, descrevendo-o como uma entidade institucional que integra uma base de dados, especialistas, e um suporte financeiro contínuo, refletindo assim uma estrutura organizacional. Aperfeiçoando essa visão do SIG organizacional, McLaughlin & Anderson (1994) ressaltam que arranjos institucionais, políticas e normas são

necessários para a coordenação dos variados componentes de um SIG.

É interessante observar que cada uma dessas definições busca entender o conceito de SIG através de pontos de vista diferentes, porém complementares. Alguns escolhem o aspecto de base de dados como o cerne do sistema, enquanto outros preferem destacar o conjunto de ferramentas analíticas para tratamento desses dados. Há ainda pesquisadores que procuram uma visão que integre o viés humano como parte do sistema. Para esta pesquisa não há uma definição preferencial ou prioritária para SIG, uma vez que todas contribuem com características a serem avaliadas para verificação e entendimento do grau de uso dessa geotecnologia na administração pública municipal.

O SIG com uma autodescrição consciente surgiu no início dos anos 60 como um sistema de computador isolado, composto de peças, programas e dados, cuja função era simplesmente calcular medidas geográficas. Assim era o Sistema de Informação Geográfica Canadense, que produzia dados tabulares de medidas em vez de mapas de visualização (Longley et al., 2015).

É interessante lembrar, no entanto, que antes mesmo do surgimento dos computadores e dos sistemas computacionais, já existiam materiais, ferramentas e métodos de análise capazes de caracterizar um SIG. No império Romano já se praticava, por exemplo, o registro da terra, ou seja, o cadastro em mapas das propriedades (Bernhardsen, 2002).

No final da década de 60, ocorreu outro avanço nos sistemas de informação geográfica com sua aplicação no suporte ao censo americano. O programa, criado para cadastro georreferenciado das ruas e assim possibilitar agregação dos resultados, se revelou muito semelhante ao sistema canadense, o que imediatamente desencadeou uma pesquisa a fim de desenvolver um programa versátil o suficiente para lidar com ambas tarefas. Somente na década de 80 que o SIG viria realmente a deslanchar, incentivado pelo barateamento das peças de computadores. Isso possibilitou que a indústria de software se tornasse mais viável, e então companhias de manejo florestal e recursos naturais iniciaram uma forte demanda de serviços (Longley et al., 2015).

Pereira (2016) ressalta que os sistemas de informação geográfica ultrapassaram seu viés descritivo e atualmente são capazes de fornecer prognósticos sobre as localidades analisadas, realizando simulações de fenômenos ou traçando cenários com base em tendências observadas.

Numa abordagem do SIG como ferramenta, é importante compreender bem os processos típicos já mencionados: coleta de dados, gerenciamento de dados, análise de dados, e apresentação de dados.

Huisman & de By (2009) os descrevem, respectivamente, da seguinte maneira:

Com relação à sua coleta, os dados espaciais podem ser obtidos através de diferentes fontes. Eles podem vir diretamente de levantamentos de campo ou sensoriamento remoto, e também de cartografias físicas, ou algum conjunto de dados já existente. De qualquer maneira, é preciso atentar para a acurácia e qualidade necessárias desses dados. Há uma gama de procedimentos de verificação e tratamento para que os dados espaciais prossigam para os processos posteriores de armazenamento, análise e exibição.

Por sua vez, o processo de gerenciamento dos dados espaciais é parte fundamental para qualquer SIG funcional. Esse processo consiste da integração de 'hardware' e 'software' a fim de armazenar, verificar e transferir dados espaciais de maneira eficiente. Através do auxílio do SIG, dados espaciais podem ser armazenados em formato digital e com coordenadas geográficas. Dessa forma, facilita-se as transformações de escala e as mudanças de projeção cartográfica.

Já no que diz respeito à análise de dados, sabe-se que o SIG é capaz de interpretar dados espaciais e não-espaciais (no caso, os atributos referentes às feições espaciais) a fim de fornecer indicativos para problemas de cunho espacial. Os dados espaciais são, por si só, uma espécie de modelo representativo da área à qual correspondem, sejam eles uma simples abstração, uma equação matemática descrevendo um fenômeno, uma classificação cultural, dentre outras diversas possibilidades. Aplicam-se a esses modelos algumas funções analíticas (espaciais) a fim de produzir a resposta desejada. Tais funções podem ainda ser combinadas de acordo com a complexidade do estudo.

A apresentação dos dados, sejam eles espaciais ou não-espaciais, consiste no processo de comunicar os resultados obtidos da melhor forma possível. Essa comunicação leva em consideração diversos aspectos, como a audiência, a mídia de apresentação, as regras de estética e formatação, dentre outros. Já as funções analíticas usadas para manipular os dados espaciais podem ser agrupadas em quatro categorias, segundo entendimento de Aronoff (1989). No esquema da figura 06, encontra-se o resumo desses agrupamentos.

FUNÇÕES SIMPLES	FUNÇÕES DE SOBREPOSIÇÃO	FUNÇÕES DE VIZINHANÇA	FUNÇÕES DE CONECTIVIDADE
Classificação Seleção Medição Agrupamento	Diferenças Inteseção União ...	Buffer Interpolação Análise topográfica ...	Análises de rede Continuidade ...

**Figura 6** - Esquema resumo das funções analíticas de dados espaciais, segundo Aronoff (1989).

O primeiro grupo seria composto por funções de classificação, de seleção, e de medições. São operações realizadas sobre uma só camada de dado espacial, seja ela vetor ou raster, e normalmente numa associação com algum atributo respectivo dessa feição. Através da classificação, é possível atribuir para as feições características advindas dos atributos ou valores escolhidos. Funções de seleção, por sua vez, retornam ou destacam as feições correspondentes aos dados especificados pelo usuário.

Ainda no primeiro grupo, operações de medição permitem o cálculo de distâncias e áreas nas feições desejadas. É possível incluir ainda nesse grupo as funções de generalização (ou agrupamento), que permite a união de feições de acordo com o interesse do usuário a fim de formar uma classe mais geral.

O segundo grupo diz respeito às operações de sobreposição. Trata-se de um tipo de análise envolvendo duas ou mais camadas comparadas posição a posição, de modo que é possível obter interseções, diferenças, uniões, ou complementos de áreas configurando os atributos desejados.

O terceiro grupo é formado pelas funções de vizinhança, que operam nas regiões adjacentes à feição escolhida. Uma das operações mais conhecidas nesse grupo é o uso do buffer, quando ocorre um envelopamento da feição de referência de acordo com a distância fornecida pelo usuário. Funções de interpolação também caem nessa categoria, uma vez que usam os valores das áreas circundantes para estimar o valor desconhecido na camada de estudo, normalmente ocorrendo num raster. Há ainda nessa categoria as funções topográficas, que avaliam características dos arredores para cálculo dos valores do novo atributo. Um exemplo seria a determinação da inclinação ou de curvas de nível a partir de modelos digitais de elevação.

O quarto e último grupo de funções trata de conectividade, trabalhando com redes e representando as ligações espaciais entre as feições estudadas. Faz parte desse grupo as funções de continuidade, que podem analisar, por exemplo, se porções de floresta numa imagem de satélite são contínuas ou fragmentadas. Há também as análises de rede, como o cálculo de caminho mais curto ou mais rápidos entre dois pontos dados, ou a área alcançável a partir de um dado ponto e outros parâmetros.

Na compreensão como base de dados, é importante saber que os SIG's tradicionalmente armazenavam separadamente os dados espaciais e não-espaciais (também chamados de atributos ou dados temáticos). Esses atributos, normalmente organizados de maneira tabular, nem sempre tinha uma forma de pesquisa refinada, uma vez que o foco do SIG são as operações de relação espacial. Com a introdução de um sistema de gerenciamento

de banco de dados (SGBD), essa deficiência no manuseio desses dados tabulares desaparece, resultando assim num conjunto onde o SIG opera com seus dados espaciais (rasteres e vetores) ligados a atributos que obtêm de um SGBD externo. Atualmente, programas de SIG já são capazes de armazenar dados tabulares, tendo incorporado máquinas de busca em seu código, e sistemas de banco de dados já conseguem gerenciar dados espaciais. Dessa forma, tem-se o que é conhecido como '*geodatabases*', ou bancos de dados espaciais, que proporcionam o acesso a diversos usuários simultaneamente através de SIG's compatíveis, fornecendo suporte para pesquisa e garantia da integridade dos dados (Hamada & Gonçalves, 2007).

Já Kaylor (2005) comenta que serviços SIG na *web* surgem na esteira do '*e-government*', ou seja, no advento de uma governança digital que se vale da tecnologia da informação para melhorar a tomada de decisão, determinando em quais serviços e projetos investir. Esse apoio cada vez mais robusto do SIG à governança pode ser percebido pela sua difusão entre os departamentos das administrações municipais.

Bolstad (2016) descreve o '*webSIG*' como um sistema de informação geográfica baseado na nuvem, de modo que seu armazenamento, análise e visualização se dá através da internet. Em vez de um programa instalado num computador de mesa processando dados armazenados em sua memória, o SIG na computação em nuvem tem no computador local basicamente a visualização e a entrada de comandos, a base de dados, o processamento e programa principal são todos remotos. Por ser voltado para variados usuários que muitas vezes possuem com pouco conhecimento sobre mapas, dados espaciais e suas operações, essas aplicações SIG na *web* normalmente tem uma coleção básica de ferramentas e uma visualização simplificada.

Pelo aspecto de organização, é muito importante a noção de que o SIG e o usuário especialista são indissociáveis. A implementação de um SIG requer investimentos em *hardware* e *software* para as operações analíticas, investimento substancial no desenvolvimento do banco de dados, e um investimento estratégico no corpo técnico que usará efetivamente o sistema. É um processo longo, com reiterados treinamentos e reeducação organizacional (Hamada & Gonçalves, 2007).

Essa interação do SIG no contexto das organizações leva ao conceito de SIG corporativo, definido por Tao & Williamson (1997) como um SIG voltado para satisfazer de maneira integrada as necessidades relativas a informações geográficas de uma instituição como um todo. O SIG aplicado ao planejamento urbano tem como principal função estruturar as informações, contribuindo assim para a tomada de decisões e harmonia entre os setores e

órgãos da gestão pública. Isso possibilita que a população possa então desfrutar de uma melhor qualidade de vida.

Bitti et al. (2021) comentam que implementar um SIG em prefeitura não é tarefa de curto prazo, nem solução instantânea para todos os problemas de gestão. É preciso uma remodelagem organizacional, com informatização de procedimentos, capacitação de servidores e integração multifinalitária. Lombardo & Machado (1996) apontam ainda que muitas vezes os dados/informações se encontram espalhados por diversos órgãos e instituições públicas, ou mesmo privadas, além de estarem em formatos diferentes, ou incompletos, ou até mesmo em duplicidade.

Outro conceito intimamente ligado ao SIG é o de Infraestrutura de Dados Espaciais (IDE). Vem originalmente do decreto nº6.666/2008 – que institui, no âmbito do Poder Executivo federal, a Infraestrutura Nacional de Dados Espaciais, definida como um conjunto integrado de tecnologias, políticas, padrões e acordos, além de mecanismos e procedimentos de coordenação e monitoramento, todos necessários a fim de tornar mais fácil e se organizar a geração, armazenamento, acesso, compartilhamento, disseminação, e uso de dados geoespaciais, sejam eles de origem federal, estadual, distrital ou municipal.

Uma IDE municipal tem como objetivos a promoção de uma adequada geração, armazenamento, acesso, compartilhamento, disseminação, e uso de dados geográficos com vista ao desenvolvimento municipal; a prevenção de duplicidade no armazenamento desses dados, ou de redundância nas ações que os envolvem, evitando assim desperdício de recursos financeiros pela administração pública direta e indireta. E ainda a adoção de padrões e normas que regulem a produção dos dados geográficos pelos órgãos da administração (Rezende & Borges, 2018).

Além disso, IDE's locais devem contar com alguns serviços básicos, como oferta de um mapa de base trazendo nome de ruas, bairros, pontos de referência e informações complementares; apresentação de coordenadas geográficas a partir de localização de um cliente móvel ou de diferentes tipos de informações de entrada; Geocodificação de endereços, visto que os últimos constituem a principal forma de localização espacial num ambiente urbano; Cálculo de rotas entre determinados endereços, levando-se em consideração o modal escolhido; Apoio à tomada de decisão quanto ao acesso e combinação de transporte público; E, finalmente, o rastreamento de serviços públicos e privados (Davis Júnior & Alves, 2006).

Warnest (2005) organiza os componentes de uma IDE em cinco categorias: dados, pessoas, tecnologias, estrutura institucional, e normatização. O primeiro lida com conjuntos de informação espacial que são fundamentais para as funções públicas e jurisdicionais, uma

vez que fornecem uma referência espacial para diversos outros processos. Já a categoria pessoas inclui usuários, provedores, e administradores de dados geoespaciais. Visto que há uma vasta gama de aplicações para tais dados, usuários e administradores acabam por apresentar uma boa diferença de qualificação e experiência. A estrutura institucional de uma IDE engloba partes administrativas e de coordenação, políticas públicas e amparo da legislação, de modo que seu sucesso depende de parcerias e boas comunicação entre agências, órgãos, e/ou entidades privadas, tudo isso dentro ou até além da jurisdição local.

Por sua vez, a componente de tecnologia consiste das redes de distribuição e acesso às informações geoespaciais, incluindo ainda processos de aquisição, armazenamento, integração, manutenção, e melhorias dessas informações. Por fim, a normatização refere-se à consistência de normas e políticas que são necessárias para que o compartilhamento, integração, e distribuição dos dados geoespaciais aconteçam de maneira eficiente, levando assim à padronização de metadados e modelos de dados, e à interoperabilidade de programas de análise (Warnest, 2005).

No Brasil, há algumas normas usuais para orientação da cartografia urbana. Um exemplo é a NBR 14.166/2022 Rede de Referência Cadastral Municipal - Procedimento (ABNT, 2022b), que procura padronizar o processo de estabelecimento da infraestrutura de apoio geodésico e topográfico local. Ela define, por exemplo, o sistema geodésico a ser adotado, e orienta o posicionamento dos marcos geodésicos. Ela também se complementa pela norma NBR 13.133 - Execução de Levantamento Topográfico - Procedimento (ABNT, 2021), a qual regulamenta a execução de serviços topográficos.

Outra norma aplicável no contexto do mapeamento urbano seria a NBR 15.777/2009 - Convenções topográficas para cartas e plantas cadastrais, que trabalha nas escalas de 1:10.000, 1:5.000, 1:2000, e 1:1000.

Outro conjunto pertinente de normas trata da documentação de "as built" para edificações, discorrendo sobre os levantamentos cadastrais e locações da obra. São três as normas, conforme lista que segue:

- NBR 14.645-1/2001 - Elaboração do "como construído" (as built) para edificações Parte 1: Levantamento planialtimétrico e cadastral de imóvel urbanizado com área até 25 000 m<sup>2</sup>, para fins de estudos, projetos e edificação - Procedimento;
- NBR 17047/2022 - Levantamento cadastral territorial para registro público – Procedimento. Ela que especifica o levantamento cadastral territorial para registro público nos casos de usucapião, parcelamento do solo, unificação e retificação de matrícula;

- NBR 17058/2022 - Locação topográfica e controle dimensional de edificação - Procedimento.

Além dessas normatizações provenientes da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), o próprio IBGE tem, de maneira geral, especificações para levantamentos diversos feitos com o auxílio do sistema geodésico brasileiro.

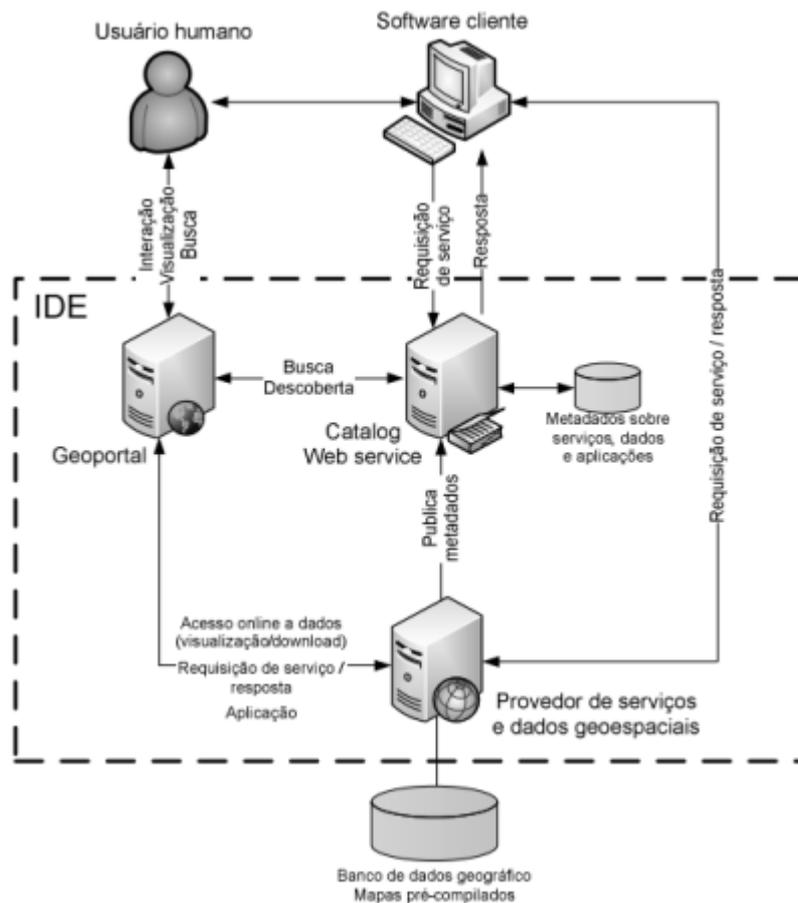
Há inicialmente uma resolução de 1983, atualizada em publicação da 2017 e trazendo discussões sobre erros incidentes em observações de GNSS, a abordagem do próprio SIRGAS2000, posterior à resolução citada, dentre outros assuntos (IBGE, 2017). Há ainda um documento que padroniza a elaboração de metadados no Brasil, elaborado pela Comissão Nacional de Cartografia (CONCAR). Trata-se do Perfil de Metadados Geoespaciais do Brasil, no qual se prevê, por exemplo, os elementos para uma descrição satisfatória dos dados espaciais, como fonte de dados, denominador de escala, acurácia posicional, acurácia temporal, consistência lógica, dentre outros (CONCAR, 2009).

O planejamento de uma IDE requer a identificação dos dados a serem disponibilizados e sua ordem de disponibilização, de modo que é necessário se conhecer todo o panorama de dados geoespaciais que serão compartilhados. No caso da infraestrutura desenvolvida para prefeitura de Belo Horizonte-MG, três levantamentos sobre produção e uso de informações geográficas foram realizados envolvendo atividades de diversas secretarias. Esse processo deu origem a categorias temáticas para os dados, sendo elas Meio Ambiente, Educação, Saúde, Atividade Econômicas, e Planejamento (Rezende & Borges, 2018).

Segundo Davis Júnior & Alves (2006), uma infraestrutura de dados espaciais deve suportar aplicações variadas, clientes diversos, e múltiplas fontes de dados. Deve ainda contar com grupos de manutenção e atualização, e determinar padrões mínimos para interoperabilidade entre os usuários, sem, no entanto, impor a adoção de determinados produtos pelos seus usuários.

Rezende & Borges (2018) frisam que uma descrição clara e abrangente dos metadados e do dicionário de dados é fundamental ao se compartilhar dados geoespaciais, uma vez que tais informações possibilitam avaliar a adequabilidade dos mesmos para as aplicações pretendidas, evitando incorrer em erros de análise.

Segundo Machado & Camboim (2016), é fundamental criar IDE's no âmbito administrativo local/municipal a fim de se amenizar as dificuldades nas tomadas de decisão, algo decorrente da falta de organização e subaproveitamento da informação geográfica. Na figura que segue, é possível ver as diversas interações que ocorrem com uma IDE.



**Figura 7** - Fluxos de interação entre os componentes de uma IDE (Davis Júnior et al., 2009).

## 2.4. CIDADES INTELIGENTES E SUAS TECNOLOGIAS

Ao longo da história das cidades, muito se discutiu o papel que esses espaços e suas governanças desempenham para o bem-estar de seus habitantes. Na Grécia antiga, as cidades representavam centros artísticos, esportivos, espirituais e políticos. Já na Idade Média, as cidades passaram a representar entidades políticas. Com o passar do tempo, as cidades se transformaram em centros de prosperidade econômica. Daí, rapidamente se tornaram berço de revoluções industriais, que trouxeram junto uma vasta gama de problemas. As cidades acabaram se tornando insalubres, com superpopulação, solo, água e ar contaminados, riscos ocupacionais, sistemas de esgoto precários, o que levou a problemas de saúde para seus habitantes, dentre outros problemas. Esses novos desafios urbanos, muitos deles presentes até hoje nas cidades do mundo, demandam novas funções e iniciativas da governança local (Gassmann, Bohm, & Palmié, 2019).

Esses desafios urbanos são problemas de temáticas variadas, normalmente originados pela grande aglomeração de pessoas numa região pequena. Isso leva à impermeabilização do

solo e modificação de rios, alterando assim o comportamento hidrológico da região. Leva também, em muitos casos, a assentamentos precários em áreas de risco, desdobrando-se muitas vezes em questões de saúde e segurança pública. Pode ocasionar ainda dificuldades na mobilidade urbana, com engarrafamentos e pouca acessibilidade para determinadas localidades, dentre outras diversas questões.

Devido a esse alto grau de complexidade inerente dos problemas urbanos, secretarias e agências governamentais tem recorrido a tecnologias de informação geográfica para facilitar o gerenciamento de infraestruturas e serviços urbanos (Klosterman, 1990).

As cidades sempre se serviram de inovações tecnológicas a fim de viabilizar qualidade de vida aos seus habitantes. Desde o uso de aquedutos na Roma Antiga, passando por fortificações, sistemas de iluminação, sistemas de esgotamento, chegando até os dias de hoje na era digital, em que ferramentas computacionais se apresentam a fim de auxiliar as cidades quanto aos problemas que persistem no meio urbano.

Uma vez que parte significativa da informação gerenciada pelo poder público tem viés espacial, os sistemas de informação geográfica naturalmente ganharam popularidade na gestão urbana, principalmente nas áreas de planejamento urbano, modelagem de transportes, e análises demográficas (Hahmann, Burghardt & Weber, 2011). E, conforme Tao (2013), o SIG constitui uma peça essencial de um amplo panorama característico do uso de TIC's na gestão urbana.

O conceito de '*smart cities*' é frequentemente relacionado a cidades onde tecnologias de informação e comunicação (TIC's) são agressivamente implementadas visando coletar dados para auxiliar, monitorar e melhorar a infraestrutura e serviços urbanos, como transporte, gerenciamento de resíduos sólidos, consumo de energia, resposta a emergências e desastres, dentre outros. No âmago desse entendimento sobre cidades inteligentes está a habilidade de monitorar as atividades e comportamentos urbanos através de sensores 'onipresentes', câmeras, e internet de alta velocidade, traduzindo assim toda possível atividade urbana em dados. Esse desejo de traduzir toda e qualquer interação urbana em dados transforma a cidade inteligente num sistema de alerta e resposta baseado em dados (Halegoua, 2020).

Li et al. (2013) comentam que o conceito de *smart cities* está muito ligado à construção completa do sistema de internet das coisas (IoT), que inclui pessoas, máquinas, infraestrutura de rede e de sensores, além da análise e controle desses dados. Por outro lado, o conceito de *smart city* também se refere a um mecanismo de gestão, um sistema, que tem capacidades de detecção, medição, percepção, análise, visualização e auto-gestão.

Além disso, Bedi & Mahavir (2016) comentam que as bases de dados espaciais existentes para os centros urbanos e suas periferias devem servir de alicerce para o desenvolvimento das cidades inteligentes.

Outra forma de entender o conceito de *smart city* seria concebê-lo como uma integração sistemática de infraestruturas tecnológicas urbanas através de um avançado processamento de dados, visando criar um ambiente urbano com cidadãos mais felizes, governança mais eficiente, negócios mais prósperos, e meio ambiente mais sustentável (Yin et al., 2015).

Reichental (2020), por sua vez, define cidades inteligentes como uma abordagem do processo de urbanização que aplica tecnologias inovadoras visando melhorar os serviços comunitários, infraestrutura urbana, e oportunidades econômicas, reduzir custos e consumo de recursos, e promover o engajamento de seus habitantes. Ele pondera ainda que ligar as '*smart cities*' a tecnologias específicas seria um erro, pois as mesmas deveriam ser avaliadas pelos seus resultados, e não suas ferramentas.

Não só países desenvolvidos tem se interessado pelo tema de cidades inteligentes. Países em desenvolvimento, como China e Índia, também tem participado dessa tendência, principalmente por conta de seus característicos processos de urbanização, consideravelmente mais rápidos e problemáticos para a infraestrutura local (Yin et al., 2015).

Halegoua (2020) afirma que, na prática, cidades inteligentes se definem como lugares onde mídias digitais estão estrategicamente incorporadas à infraestrutura a fim de coletar, analisar, e compartilhar dados, e dessa forma assessorando decisões sobre atividades e meio ambiente urbanos.

Uma cidade inteligente pode ser caracterizada pelo uso sistêmico de tecnologias digitais a fim de reduzir o uso de recursos, melhorar a qualidade de vida da população, e ampliar a competitividade da economia regional de uma maneira sustentável. Ela promove o uso de soluções inteligentes para questões de infraestrutura, moradia, energia, mobilidade, segurança, dentre outros serviços públicos. Isso acontece através de tecnologias de sensoriamento, de análise de dados, e de processos de valor agregado (Gassmann, Bohm, & Palmié, 2019).

Para Halegoua (2020), as cidades atuais já podem ser ditas "inteligentes" por variados motivos. O meio urbano e sua população se adaptam repetidamente às mudanças, incorporando novas tecnologias, e desenvolvendo novas políticas e normas sociais a fim de gerenciar questões complexas tanto em escalas menores quanto em grandes escalas do município.

Segundo Yin et al. (2015), tem se criado ao longo dos anos diferentes termos referentes ao uso de tecnologias de informação e comunicação na melhoria de gestão das cidades modernas. 'Cidades digitais', 'cidades inteligentes', e *smart cities*, todos com sutis diferenças em descrever cidades focadas no uso de TIC's. Li et al. (2013) também apontam para uma diferença desses conceitos, comentando que cidades digitais estão contidas no espaço cibernético, enquanto *smart cities* existem tanto no mundo real quanto no digital.

Kritzinger (2018) explica que algumas representações digitais são modeladas sem conexão com objetos reais, enquanto outras são completamente integradas para troca de dados em tempo integral. Ele ainda propõe uma classificação baseada na automação do fluxo de dados entre o objeto real e sua versão digital.

Basicamente, um 'modelo digital' é caracterizado por ser uma representação desprovida de troca automática de informação, seja recebendo ou enviando informação para o objeto original. Mesmo que haja coleta de dados, os mesmos são transferidos de maneira manual. Dessa forma, qualquer mudança de estado no objeto real não é sinalizada na sua versão digital. Já numa 'Sombra digital', há um fluxo automático de dados que parte do objeto físico e chega ao digital, sinalizando assim qualquer mudança de estado. Entretanto, a versão digital não consegue controlar de maneira automática sua versão real. Por fim, o 'Duplo (ou Gêmeo) digital' consegue realizar troca automática de informação em qualquer sentido, seja do digital para o real, quanto do real para o digital (Kritzinger, 2018).

Percebe-se assim a importância que a internet das coisas tem para a evolução do conceito de *smart cities*, pois é através dela que ocorrerá a coleta e entrega de informação aos objetos de interesse no meio urbano. E é somente após a coleta que TIC's de processamento de dados, como o SIG, poderão atuar.

Segundo Yin et al. (2015), enquanto uma cidade digital se limita a uma descrição de características, uma *smart city* aborda aspectos humanos e de governança, e até de tecnologia. Dessa forma, não é possível considerar uma cidade digital como '*smart*', ao passo que uma *smart city* deve ser digital.

Assim, o SIG não representa uma tecnologia definidora de uma cidade inteligente. Não é o uso de programas de informação geográfica que torna uma cidade inteligente. Entretanto, considerando um SIG uma forma de TIC que pode processar os diversos dados coletados na área urbana, ele pode contribuir de maneira decisiva para melhorar serviços, infraestrutura, e conseqüentemente, a qualidade de vida da população.

A criação de uma cidade inteligente, ou a conversão da cidade tradicional em uma versão inteligente, constitui uma tarefa bastante complexa, somente possível através da

atuação de profissionais especializados. Demanda também uma gigantesca base de dados espaciais, sendo esse o motivo de o SIG ter uma grande importância nesse processo. Um SIG utiliza dados de referência espacial (como latitude e longitude, por exemplo), normalmente associados com dados não-espaciais (informações socioeconômicas do censo, volume de tráfego, estatísticas de abastecimento de água, dados climáticos, dentre outros), incluindo ainda operações capazes de análises espaciais básicas. Além disso, um sistema SIG baseado na *web* (um geoportal) poderia auxiliar o empresariado local na análise para implantação de projetos (Bedi & Mahavir, 2016).

Giffinger et al. (2010) apontam seis dimensões ou características principais que resumem o conceito de cidades inteligentes. São eles a economia inteligente, as pessoas inteligentes, a governança inteligente, meio ambiente inteligente, mobilidade inteligente, e modo de vida inteligente. Cada uma dessas características conta com fatores e tópicos próprios a fim de esmiuçar as análises da gestão. A seguir, é possível verificar os tópicos de cada uma das dimensões propostas, ainda segundo Giffinger et al. (2010).

- Economia inteligente: Refere-se à competitividade e ao espírito empreendedor e inovador. Esse aspecto procura caracterizar na cidade a flexibilidade no seu mercado de trabalho, os níveis de produtividade existentes, a sua inserção/participação no mercado internacional, dentre outros fatores;
- Pessoas inteligentes: Diz respeito ao capital humano da cidade, tratando dos níveis de qualificação local, pluralidade social e étnica, e características como criatividade, flexibilidade e cosmopolitismo. Procura entender ainda o grau de participação dos cidadãos nas atividades públicas;
- Meio ambiente inteligente: Trata do monitoramento da poluição em geral, procurando também promover proteção ambiental e gerenciamento sustentável dos recursos naturais disponíveis. Além disso, busca avaliar a atratividade das condições naturais encontradas na cidade;
- Modo de vida inteligente: É relativo à qualidade de vida dos habitantes, buscando caracterizar a existência de equipamentos culturais e escolares, e também as condições de saúde e habitação oferecidas;
- Governança inteligente: Cuida da participação, do engajamento dos cidadãos na tomada de decisão do município. Busca-se avaliar a transparência da administração municipal, a qualidade dos serviços públicos, e as perspectivas políticas disponíveis;

- Mobilidade inteligente: Aborda a acessibilidade local de equipamentos urbanos, promovendo ainda o surgimento de sistemas de transporte sustentáveis, inovadores e seguros. Auxilia ainda o desenvolvimento de sistemas de transporte auxiliados por tecnologias de informação e comunicação (TIC).

Mahavir & Bedi (2016) alertam, no entanto, que mesmo uma cidade considerada inteligente, utilizando SIG como suporte gerencial, pode apresentar problemas na ausência de uma urbanização inteligente e planejada.

Gassmann, Bohm, & Palmié (2019) também comentam sobre o risco de cidades pequenas e médias ficarem para trás nesse processo de transformação em '*smart cities*'. Eles também afirmam sobre a complexidade dessa evolução, envolvendo altos custos e sobrecarga de trabalho num processo muitas vezes não linear, caótico. Uma cidade inteligente demanda de seus gestores um conhecimento sobre o impacto da adoção de tecnologias digitais no contexto do desenvolvimento urbano, e também uma habilidade de criar soluções integradas que rompam com as divisões departamentais.

## 2.5. SIG NOS MUNICÍPIOS

O registro da implantação de qualquer sistema numa organização faz parte das boas práticas de gestão de projeto, levando ao aperfeiçoamento de procedimentos e de partes envolvidas, além de contribuir para que se evitem erros futuros e se percebam eventuais oportunidades.

Dessa forma, observar processos documentados de implantação de SIG em prefeituras é um caminho lógico para se descobrir sucessos e armadilhas nesse cenário complexo, de variados atores e detalhes técnicos.

No trabalho de Alves (2000), registra-se o processo de implementação de um SIG no município de Sete Lagoas-MG, desde de a reunião dos dados cartográficos do município até o georreferenciamento de equipamentos urbanos e a divisão da malha urbana, contemplando ainda as partes envolvidas e a conversão para o formato digital.

A base cartográfica foi elaborada a partir de plantas aerofotogramétricas na escala 1:2000, e de um conjunto de mapas urbanos na escala 1:1000 pertencente à concessionária de telecomunicações local. Ocorreu então um intenso trabalho técnico de elaboração de pranchas com informações básicas do município, provenientes de levantamentos de campo, plantas de loteamento aprovadas, e outras concessionárias de serviços. Sucedeu-se a essa etapa o processo de digitalização das pranchas elaboradas, onde os mapas urbanos passaram para um

sistema CAD, em estrutura vetorial. Daí, montou-se a malha urbana digital, projetada em coordenadas UTM e composta por 296 pranchas na escala 1:1000, havendo ainda um mapa chave com 25 pranchas na escala 1:5000 (Alves, 2000).

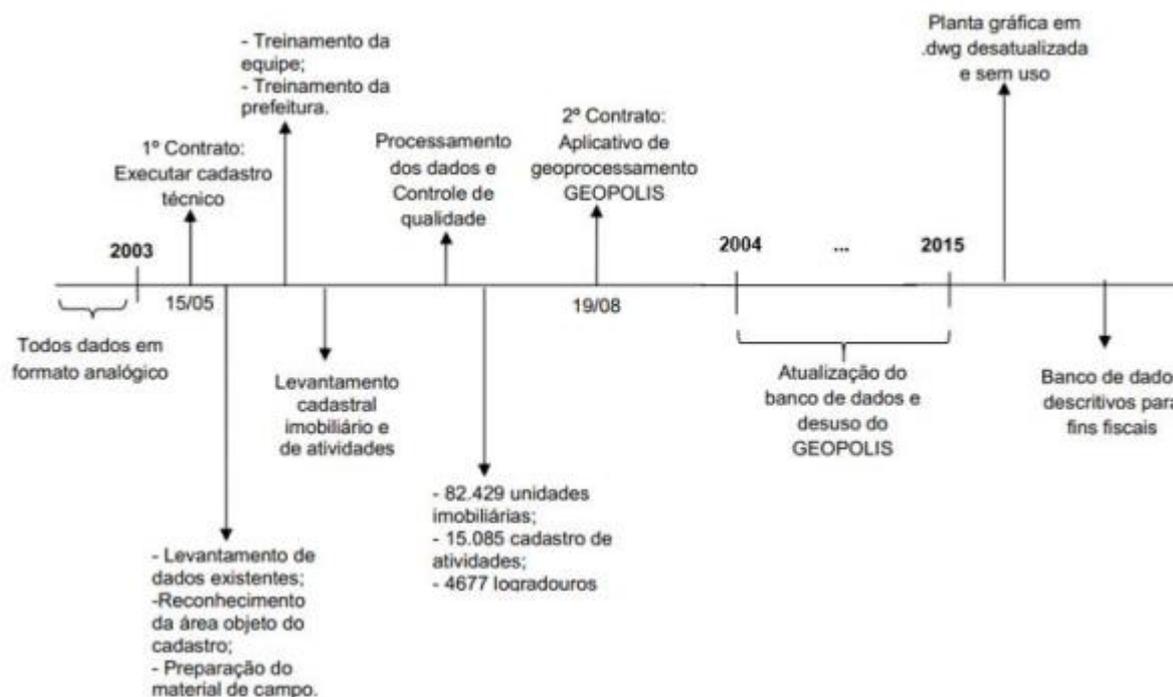
Paralelamente à criação da base de dados cartográficos digitais, realizava-se também a coleta de dados alfanuméricos dos lotes através de visitas de campo. Registrava-se informações como quantidade de imóveis residenciais, comerciais, e industriais, comprimento da testada, lotes vazios, lotes em construção, tipo de pavimentação, tipo de edificação, dentre outras. Tais dados juntamente aos mapas elaborados serviriam então para montagem da base geográfica. Quadras foram representadas vetorialmente como áreas, assim como lotes e imóveis, enquanto a malha urbana era convertida em elementos lineares. Atributos alfanuméricos foram inseridos através de digitação por teclado. Além disso, elementos pontuais serviram de correspondências aos endereços cadastrados (Alves, 2000).

Ainda segundo Alves (2000), a base geográfica do município de Sete Lagoas-MG foi então repartida em regiões administrativas considerando-se critérios de homogeneidade urbana, obstáculos naturais ou construídos, classificação socioeconômica etc. Essa divisão foi também sincronizada com os setores censitários da cidade, a fim de se melhorar o tratamento dos dados levantados pelo IBGE, por exemplo. A partir daí o programa 'Maptitude 4.0' foi usado para operar a base de dados geográfica do município, produzindo mapas temáticos diversos. Ficou ressaltado como ponto negativo do projeto de implantação do SIG, a falta de profissionais especializados na área integrando a equipe responsável. Várias dificuldades em modelagem de dados, topografia, e cartografia poderiam ter sido contornadas mais facilmente.

Por sua vez, Pereira (2016) descreve o projeto de implementação de um sistema de informação geográfica no município de Feira de Santana-BA, que, resumidamente, consistiu na contratação de empresas para execução do cadastro técnico e instalação do aplicativo de geoprocessamento (GEOPOLIS) para lidar com os cadastros de logradouros, imobiliários, e de atividades.

Na primeira etapa, procedeu-se com o cadastro técnico, gradualmente validado por técnicos municipais e estaduais. Prosseguiu-se com o levantamento de dados já existentes provenientes de fontes secundárias, e com a caracterização da área cadastrada nos aspectos físicos, econômicos, formas de ocupação etc. Partiu-se então para os preparativos dos levantamentos de campo, incluindo-se nessa etapa o treinamento de pessoal da prefeitura (Pereira, 2016).

Na figura a seguir, é possível ver a sequência de eventos dessa implementação.



**Figura 8** - Linha do tempo da implantação de SIG no município de Feira de Santana-BA (Adaptado de Pereira, 2015).

O cadastro imobiliário e de atividades do município de Feira de Santana-BA consistiu no conjunto de informações de identificação, localização, e características dos imóveis na área urbana, associando-se cada testada de lote a um código do CTM de maneira unívoca. Isso foi realizado através de visitas de campo na posse das plantas de quadra, geradas na escala 1:1000 ou 1:2000, e dos boletins de cadastro imobiliário. A partir dessa coleta de dados, construiu-se um banco de dados alfanumérico e outro de dados gráficos com a digitalização das testadas dos lotes. (Pereira, 2016).

Já a cidade de Fortaleza (2007) traz uma abordagem mais completa ao lidar com dados espaciais, adotando para isso um plano diretor voltado exclusivamente para o geoprocessamento, chamado PDGeo. Dessa maneira, foi possível, dentre outras coisas, discutir de maneira minuciosa as principais demandas da prefeitura como um todo, apresentar conceitos envolvidos, detalhar o setor de geoprocessamento e seus variados fluxos de tarefas, e também estabelecer diretrizes para o levantamento dos dados, como altitude de voo, sobreposição de imagens, uso de dispositivo de correção de arrasto. Esse plano é a segunda iteração da publicação original de 1996, fazendo questão de ressaltar que muitas necessidades institucionais permanecem as mesmas, embora a ciência do geoprocessamento tenha avançado bastante.

É interessante notar no PDGeo de Fortaleza (2007) que há uma clara definição dos

níveis de treinamento para os servidores de acordo com suas necessidades e funções. Há também uma preocupação com o acesso aos dados, seja por interfaces na *web*, ou por programas dedicados nos computadores individuais. E, além disso, se estabelece a criação de um órgão específico para gerenciamento da informação geográfica.

Segundo Cordovez (2004), o mapeamento de uma cidade consiste na associação entre uma base cartográfica e os diversos dados relativos a realidade física e socioeconômica de uma cidade, incluindo ainda seus equipamentos urbanos e serviços. Esse conjunto em meio digital pode ser chamado de Modelo Digital Urbano (MDU), de forma a simular a cidade no computador da maneira mais fiel e completa possível, e servindo assim de base para operação de um sistema de informação geográfica municipal. Para isso, é fundamental que seja composto de pelo menos esses quatro itens: um cadastro técnico multifinalitário (CTM), um cadastro socioeconômico (CSE), um mapa urbano básico (MUB), e também um acervo de imagens (AI).

Já segundo Câmara (1996), é possível classificar em quatro segmentos o uso de SIG que ocorria no Brasil na década de 90:

O primeiro deles seria de cunho cadastral, ocorrendo tipicamente nas prefeituras, e com escalas variando entre 1:1.000 e 1:10.000. Esse cadastro urbano e rural do município requer basicamente um SIG com funções de consulta a bancos de dados relacionais e apresentação gráfica dos mesmos.

O segundo segmento seria o de cartografia automatizada, que consiste na produção de mapeamento básico e temático. Aqui é necessário integrar o SIG a técnicas de aerofotogrametria, além de contar com ferramentas de digitalização e produção de mapas.

Por sua vez, o terceiro seria o segmento ambiental, ligado às áreas de meio-ambiente, agricultura, ecologia, e planejamento regional, usando assim escalas entre 1:10.000 e 1:2.500.000. Aqui é requerido que o SIG integre informações provenientes de mapas temáticos, modelos de terreno e imagens de sensoriamento remoto, com o cuidado de compatibilizar as projeções cartográficas.

O último segmento diz respeito às concessionárias e redes, sendo usado assim por operadores de serviços públicos (água e esgoto, energia elétrica, telefonia etc). Prevalecem escalas entre 1:1.000 e 1:10.000, a depender das características próprias de aplicação de cada rede. É um segmento que realiza significativos desenvolvimentos nas linguagens de programação do SIG adotado, uma vez que cada operador tem necessidades bastante diferentes dos outros. Dessa forma, o SIG para redes deve ter duas características marcantes: forte ligação com banco de dados relacionais e capacidade de personalização.

Lombardo & Machado (1996) atribuem ao SIG duas classes de aplicação na gestão municipal: a de planejamento urbano, e a vertente de controle do uso do solo para fins tributários. Ambas as vertentes se dividem em subclasses mais específicas de aplicação, cada uma com seu objetivo, seus dados necessários e o respectivo modelo adotado, sua escala de trabalho, e seus usuários finais. No quadro que segue, é possível verificar tais subclasses específicas para o planejamento urbano.

**Quadro 3** - Detalhamento das classes de aplicações do SIG na gestão municipal segundo Lombardo & Machado (1996).

<b>Planejamento Urbano</b>			
<b>Subclasse</b>	<b>Descrição</b>	<b>Escala Usual</b>	<b>Modelo de Dados</b>
Planejamento para gestão municipal	Sistemas de subsídio ao planejamento físico-territorial e econômico (ex.:planos diretores), e sistemas de auxílio à tomada de decisão	1:10.000 a 1:50.000	Raster e/ou vetor
Redes de infraestrutura	Planejamento, simulação e gerenciamento das redes de água, esgotos, gás, eletricidade, comunicações e transportes	1:500 a 1:50.000	Vetor
Meio ambiente	Controle da poluição ambiental. Sistemas para subsídio a relatórios de impacto ambiental e relatórios de impacto de vizinhança. Prevenção e controle de enchentes, deslizamentos, e outros desastres naturais. Controle e planejamento da destinação de resíduos sólidos.	1:20.000 a 1:50:000	Raster e/ou vetor
<b>Uso do Solo e fins tributários</b>			
Cadastro para controle do uso do solo e para fins de tributação imobiliária	Sistema de cadastros informatizados, de alta precisão, atualizados tanto nos atributos quanto na parte gráfica. Utilizados para controle de propriedades imobiliárias e cobrança dos impostos prediais e territoriais urbanos. Também se incluem no sistema dados de uso do solo.	1:500 a 1:2.000	Vetor

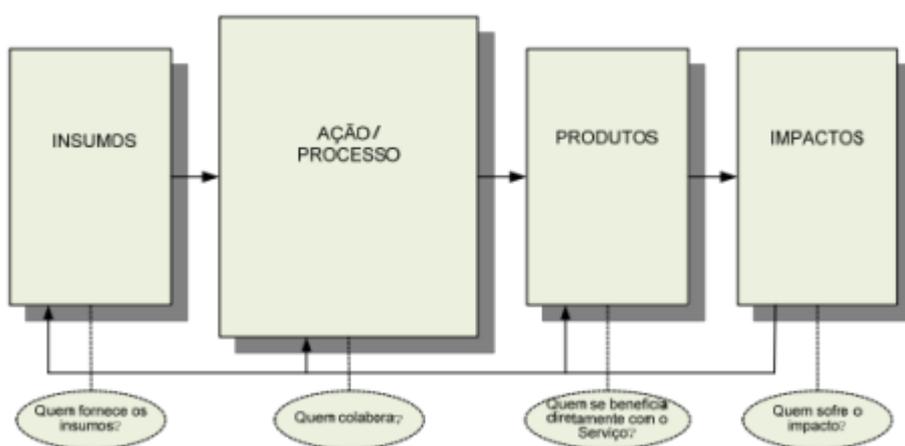
## 2.6. INDICADORES E SIG

Define-se indicadores como métricas que proporcionam informações sobre o desempenho de um objeto, seja uma política pública, um programa, ou uma organização, visando assim exercer controle, dar conhecimento e propiciar melhorias. Vale ressaltar que indicadores não são simplesmente números representativos de uma condição, e sim atribuições de valor baseadas em regras (Brasil, 2009). É a capacidade de síntese, de simplificar informações e assim facilitar a comunicação entre seus diversos usuários, que torna os indicadores tão úteis e necessários para os processos de gestão, planejamento e tomadas de decisões (Brasil, 2011). Já os índices constituem uma maneira de agrupar e resumir informações de múltiplos indicadores e variáveis, os quais isolados seriam de difícil interpretação. Para isso, contam com um processo sistemático de ponderação, escalas e agregações que conduzem a valores de base e de referência (OCDE, 2008).

Siche et al. (2007) também esclarece que indicadores e índices não devem ser

considerados sinônimos. Para os autores, indicador consiste de um parâmetro que reflete determinadas condições do sistema estudado de maneira isolada ou combinada. Enquanto isso, índice seria um nível superior de junção de indicadores e variáveis a fim de expressar a realidade de um sistema simples ou complexo, servindo assim de apoio à tomada de decisão.

A fim de se estabelecer indicadores coerentes, primeiramente é necessário saber qual nível organizacional será avaliado por eles. Será algo geral na instituição ou um estudo de algum projeto específico? Após isso, aprofunda-se o entendimento do objeto que será mensurado através do uso de cadeias de valor, cujos elementos (insumos, processos, produtos, impactos) e suas respectivas partes interessadas revelam ou sugerem os questionamentos que os indicadores responderão (Brasil, 2009). A figura a seguir mostra o diagrama de cadeia valor.



**Figura 9** - Diagrama de cadeia de valor (Brasil, 2009).

A avaliação de desempenho tem ainda duas dimensões, uma focada nos resultados (ou seja, nos produtos e impactos), e outra preocupada com os esforços (mais relacionada com processos e insumos). A primeira conta com indicadores de efetividade, eficácia e eficiência, avaliando impacto resultante, qualidade do produto/serviço entregue, e relação entre produtos e insumos utilizados. Já a segunda dimensão conta com indicadores de execução, excelência, e economicidade, que verificam a ocorrência dos processos conforme o planejado, a conformidade com padrões de qualidade de realização, e o ônus para obtenção e uso dos recursos necessários (Brasil, 2009).

Existem algumas características básicas de um indicador que visam garantir sua operacionalização. Eles precisam ser economicamente viáveis, de modo que se meça o suficiente para conseguir um benefício em relação aos ônus da própria medição. Indicadores também devem ser estáveis, estabelecendo um padrão e uma série histórica, e comparáveis,

de modo que haja referências externas e/ou internas. Eles devem ser simples, claros e fáceis de comunicar. Devem ainda ser representativos do aspecto que se quer medir, e sensíveis a fim de capturar efeitos de intervenções e mudanças. Por fim, é ideal que os indicadores estejam focados em aspectos estratégicos e importantes (Brasil, 2009).

Um indicador é constituído de 5 componentes básicos: medida, fórmula, valor, padrão e meta. Medida é a grandeza qualitativa ou quantitativa que permite classificar ou mensurar as características do sistema. O valor exprime um número ou qualidade relativo à medida do indicador. Já a fórmula expressa a regra de atribuição desse valor ao indicador. O padrão de comparação é um valor arbitrário para que se avalie desempenho. Por fim, a meta também se trata de um valor, dessa vez a ser alcançado dentro de determinado período (Brasil, 2009).

O uso de SIG nas prefeituras já foi avaliado de algumas maneiras anteriormente. Em seu artigo, Nedovic-Budic (1999) faz uma extensa revisão de metodologias usadas para avaliar, de maneira adaptada, os efeitos da geotecnologia SIG no planejamento de cidades. A autora conclui que os critérios mais proeminentes na avaliação dos efeitos do SIG no planejamento urbano envolvem o alcance de metas organizacionais, efetividade para tomada de decisão e políticas públicas, e os efeitos sociais e comunitários. Vale notar, entretanto, que se avalia os efeitos do SIG, e não o uso como pretende esse trabalho.

Outra possibilidade é avaliá-lo de modo geral como um sistema de informação, caso para o qual DeLone & McLean (1992) identificam seis (dimensões ou) categorias principais de análise, que seguem adiante.

- Qualidade da informação – avaliação da qualidade das informações produzidas pelo sistema de informação. Pode ser mensurada de maneira objetiva através de indicadores como acurácia, completude e atualidade;
- Qualidade do sistema – avaliação da composição física do sistema de informação (*hardware*) e de sua parte lógica (*software*), bem como da capacidade técnica dos operadores;
- Uso da informação – Representa o consumo de informação gerada pelo sistema de informação. Pode ser avaliado pela quantidade de áreas especializadas onde é aplicado, bem como as tarefas e funções que o SIG assumiu;
- Impacto organizacional – Efeito na produtividade da instituição. É normalmente avaliada na melhora da qualidade da informação produzida, de sua compilação, e no aumento das entregas;
- Impacto individual – Efeito da informação produzida na tomada de decisão do

usuário. Tem sua avaliação atrelada à confiança nas análises, diminuição do tempo de decisão, explicitude da informação, dentre outros aspectos;

- Satisfação do usuário – Resposta quanto ao uso de produtos gerados pelo sistema de informação. Usuários diretos (operadores) tendem a avaliar de maneira diferente do que usuários indiretos (administradores, tomadores de decisão etc.), mas de forma geral, acurácia, confiabilidade, atualidade, completude, dentre outras características, contribuem com a boa avaliação do sistema.

Essa última categoria foi adicionada por Nedovic-Budic (1999) quando adaptou tal modelo para avaliação específica de SIG's. Ainda assim, não se encaixa exatamente com a proposta deste trabalho, havendo categorias além do necessário para o que se pretende.

Outra possível maneira de avaliar o SIG é através de um Modelo de Maturidade Tecnológica (MMT), conceito trazido por Gama et al. (2012) para verificar os níveis de uso de TIC como solução para os domínios de interesse das “*smart cities*”, visto que a concretização das mesmas passa por integrar diferentes dispositivos de coleta de dados a fim de se alcançar um nível de eficiência ideal. Trata-se de uma adaptação do Modelo de Maturidade de Capacidades para programas computacionais (ou "Capability Maturity Model for Software", no original em inglês), introduzido por Humphrey (1988), e que tinha o intuito de guiar organizações do ramo de software a identificar processos e estratégias de melhoria através de análises internas. Uma organização se torna madura ao conseguir institucionalizar processos através de procedimentos, padrões, normas, e estruturas organizacionais, de modo que os processos estejam explicitamente definidos, sejam gerenciáveis, mensuráveis, controlados e tenham resultados efetivos.



**Figura 10** - Progressão do MMT (Gama et al., 2012).

Segundo White (2021), o modelo evoluiu ao longo de suas iterações, deixando seu foco inicial em desenvolvimento de *software* para se tornar mais generalizado, abrangendo também aplicações em *hardware*, serviços, além de outras organizações.

Gama et al. (2012) atribuem ao MMT cinco níveis organizacionais: Primeiramente há um estágio natural, dito caótico, no qual a maioria das cidades começa. Nele, a governança não conta com TIC's para auxílio no gerenciamento. É possível até que existem registros de serviços básicos, mas estes não são utilizados.

Já na fase inicial, ocorre um planejamento e modelagem dos sistemas de informação que prestarão auxílio aos seus respectivos domínios. Esse nível pode apresentar alguma iniciativa preliminar na captura automática de dados.

Passando ao segundo nível, onde o TIC agora é dito gerenciado, ou seja, já existem dados coletados e acessíveis à governança. Como exemplo nesse nível, um SIG serviria para visualizar dados por região, ou para gerar informações de alto valor agregado. É possível ainda haver um sistema de alerta de enchente via mensagens de telefone celular disparado por sensores no leito dos rios.

Já no nível integrado há um modelo de computação em nuvem disponibilizando informações para usuários da governança, civis ou terceiros. Os cidadãos fornecem dados ativamente via celulares, e a governança procurar agir como facilitador de uma cidade inteligente e um fomentador de um ecossistema urbano de serviços.

O nível otimizado constitui o último estágio de maturidade de um TIC na organização da administração pública, com a governança empreendendo inovações e sendo pioneira em soluções que envolvem TIC. Há um amplo apoio à tomada de decisões estratégicas pelos dados capturados pelo sistema. Essas informações auxiliam tanto a população quanto governantes.

Para a avaliação do uso de SIG, Bradbard, Fuller & Townsend (2016) adotaram em alguns municípios e distritos dos estados da Carolina do Norte e do Sul no Estados Unidos ferramentas como um questionário escrito contendo perguntas sobre as características dos sistemas de informação geográfica utilizados, e sobre a própria localidade e seus dados demográficos. Valeram-se ainda de uma entrevista estruturada e gravada com os respondentes dos questionários escritos, na qual buscou-se saber o uso de SIG para tarefas operacionais cotidianas ou de tomada de decisão, o impacto e sucesso dessas aplicações, a forma de implementação do SIG na administração, e sobre a privacidade dos dados.

Bradbard, Fuller & Townsend (2016) também verificaram os sites das localidades pesquisadas, suas funções ou características de sistemas de informação geográfica, analisando quais informações estão disponíveis no sítio virtual da localidade, se é possível "baixar" tais dados ou mapas, se há alguma cobrança para obtê-los, e se há algum aviso sobre a privacidade dos dados disponibilizados.

É possível também realizar a avaliação do SIG na gestão municipal de acordo com seus quatro elementos. São eles os equipamentos computacionais (*hardware*), os programas de computador (*software*), os dados de interesse (*dataware*), e seus técnicos e operadores (*peopleware*). Os primeiros se constituem dos computadores e periféricos utilizados para entrada, armazenamento, processamento e saída de informação. Já os programas contam com uma variedade de opções e funcionalidades, mas basicamente se diferenciam pela forma com que armazenam e processam dados de atributos e dados geográficos (Maguire, 1991).

Os dados são o terceiro elemento constituinte de um SIG. Sua aquisição/captura é normalmente muito onerosa, uma vez que resultados significativos necessitam de uma ampla quantidade de dados de entrada. Nesse aspecto, a qualidade dos mesmos também é fundamental, uma vez que dados com erros de captura ou não condizentes com a análise requerida invariavelmente produzirão resultados pouco confiáveis. O último elemento seria a equipe responsável por implementar e aplicar o SIG na organização. Sem um pessoal treinado, comprometido e consciente das capacidades do sistema, a eficiência será baixa. Infelizmente, é comum que o foco no aspecto tecnológico esconda a importância da equipe envolvida (Maguire, 1991).

Essa visão do sistema de informação geográfica já oferece algumas possibilidades de indicadores para o método de análise, uma vez que propõe elementos simples, importantes, de fácil entendimento, representativos, e suscetíveis a análises objetivas.

Por sua vez, o trabalho de Machado & Camboim (2016) segue um método de diagnóstico no qual se aplica a usuários institucionais questionários sobre dificuldades e potenciais na implantação de infraestruturas de dados espaciais em nível subnacional, mais especificamente na região metropolitana de Curitiba. Com isso, buscou-se identificar quais os tipos de dados geoespaciais mais utilizados, formas mais frequentes de acesso e principais impeditivos, tipos de dados produzidos e disponibilizados, além do próprio grau de compreensão sobre implantação e utilidades de uma IDE. Através de 30 perguntas aplicadas a 30 instituições atuantes na região metropolitana de Curitiba, dentre prefeituras, governo do estado e ONG's, avaliaram-se aspectos da informação geográfica como utilização, acesso, produção, disponibilização, e conhecimentos acerca das IDE's junto ao corpo técnico dos órgãos participantes. Os resultados apontaram a importância de se trazer a visão do usuário para a fase preliminar de implantação, esclarecendo tipos de dados espaciais preferenciais e carentes, graus de acessibilidade a esses dados, formas de compartilhamento entre instituições, dentre outras características importantes para uma IDE.

### 3. ASPECTOS METODOLÓGICOS

As etapas metodológicas dessa pesquisa começam com uma revisão bibliográfica sobre conceitos de geoprocessamento e as aplicações das geotecnologias no contexto urbano, visando assim detectar possíveis indicadores e parâmetros que guiem o diagnóstico das condições de uso da informação geográfica no meio institucional do município, avaliação denominada neste trabalho de Teste de GeoPerformance Municipal (TGPM).

Com os indicadores estabelecidos a partir da literatura, partiu-se para a elaboração dos questionários a serem utilizados como instrumento de coleta de dados junto às prefeituras e aos especialistas da área de geoprocessamento, realizando-se ainda, em paralelo, a prospecção de municípios e professores participantes. Foi desenvolvida também uma ficha de verificação a fim de coletar dados do geoportal das eventuais prefeituras participantes.

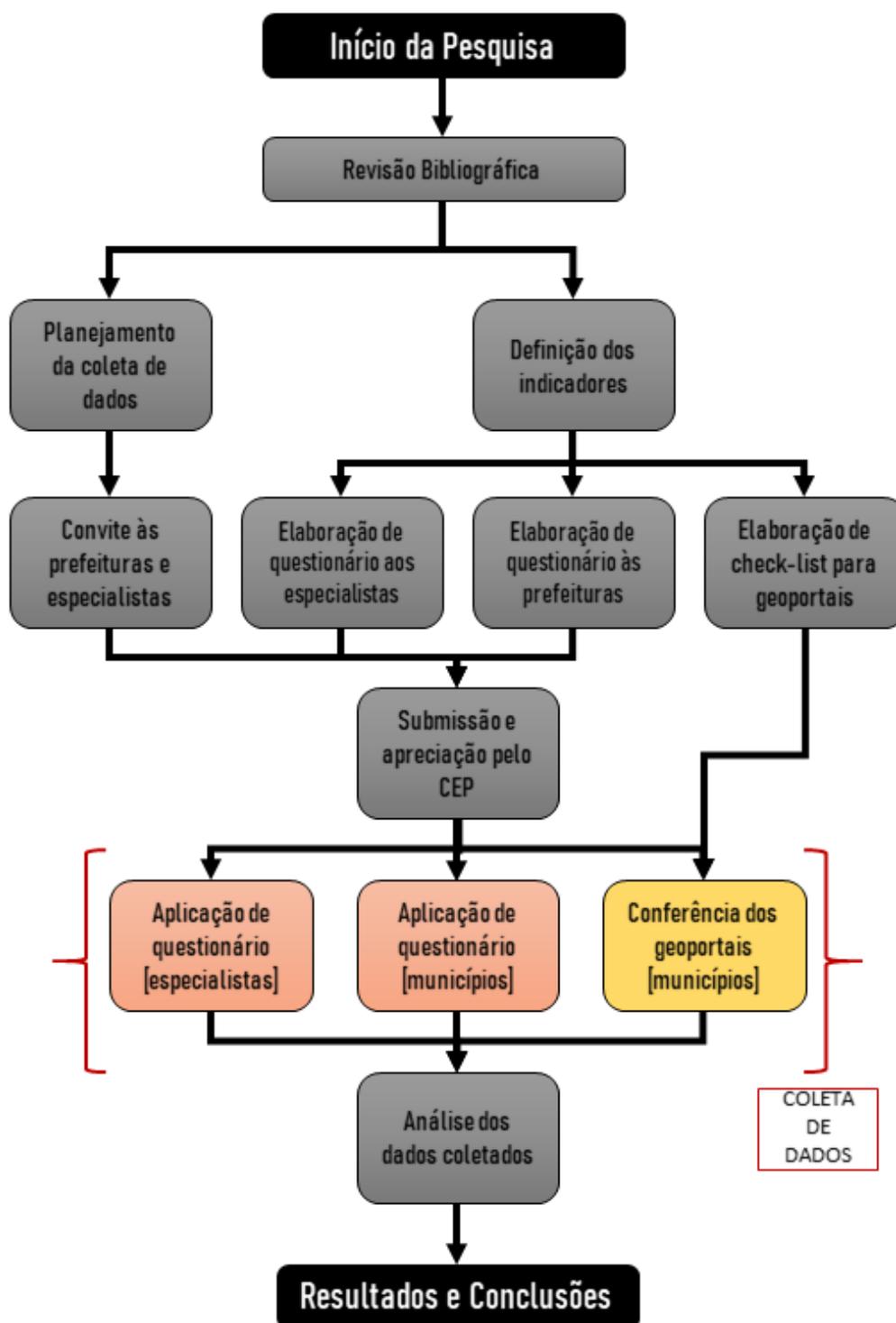
Com os questionários prontos e convites aceitos, requisitou-se ao Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) responsável a permissão para aplicação desses questionários. Isso acontece pois, conforme Resolução CNS nº466/12, qualquer pesquisa que necessite da interação com seres humanos requer cadastramento e aprovação pelos comitês de ética das respectivas universidades. Somente após o parecer favorável do órgão é possível iniciar a coleta de dados junto aos voluntários.

Emitida a aprovação pelo CEP, partiu-se para fase de envio e acompanhamento da resolução dos questionários pelos participantes. As prefeituras, representadas pelos seus respectivos setores de geoprocessamento, responderam a um formulário em formato digital.

Os especialistas voluntários participaram de rodadas de perguntas também através de um formulário digital, seguindo o método Delphi, de modo que seja possível reavaliar respostas nas rodadas subsequentes de acordo com o resultado geral exposto. Concomitantemente a essa coleta de dados diretamente com pessoas, foi realizada a verificação das características dos geoportais das respectivas prefeituras participantes.

Terminada essa coleta de dados, procedeu-se com a análise dos mesmos, calculando-se os escores dos indicadores e parâmetros pela combinação dos pesos atribuídos pelos especialistas, e as pontuações obtidas pelas prefeituras. A performance dos municípios é então exposta em gráficos a fim de auxiliar o entendimento. São discutidas também as mudanças nos pesos dos indicadores e parâmetros ao longo das rodadas do método Delphi, bem como os comentários e sugestões enviados pelos professores participantes.

Na figura 11 é possível verificar o fluxo aqui descrito das atividades dessa pesquisa.



**Figura 11** - Fluxograma de atividades da pesquisa (autoria própria).

Após essa apresentação dos resultados e das discussões, partiu-se para as considerações finais do trabalho, resumindo pontos importantes e tecendo recomendações de aperfeiçoamentos e pesquisas futuras.

É preciso salientar que as etapas de coleta de dados da prefeitura e de análise desses

dados constituem o próprio TGPM, ou seja, trata-se da análise da performance dos municípios participantes nos seus pontos fortes e fracos referentes ao uso de informação geográfica. Em outras palavras, a aplicação do Teste de GeoPerformance Municipal representa um recorte do processo metodológico dessa pesquisa, cujas as etapas complementares servem para construção e calibração desse método avaliativo. O diagrama exposto na figura 12 mostra exatamente as entradas e saídas do processo, buscando assim simplificar o entendimento.



**Figura 12** - Fluxo de entrada e saída de dados para o TGPM (autoria própria).

Quanto às configurações e calibrações do teste de geoperformance, vale chamar a atenção para características passíveis de ajuste em trabalhos futuros. A primeira dessas características seria o conjunto de indicadores e parâmetros, que pode ser modificado a fim de incluir ou remover características da avaliação.

A segunda característica passível de ajuste é o peso de cada indicador e parâmetro, diretamente ligado à importância de cada um no resultado de performance do município. Diferentes grupos de especialistas podem atribuir outros pesos ao mesmo conjunto de indicadores e parâmetros, alterando assim o resultado final do teste. O fato de passar por uma validação junto a profissionais da área confere um verniz de legitimidade ao teste, diminuindo seu viés de arbitrariedade e subjetividade.

A terceira característica modificável seria o conjunto de perguntas e respostas pré-determinadas usado na coleta de dados, ou seja, o formulário das prefeituras. Tais perguntas podem sofrer ajustes de acordo com o público alvo (uma ou mais pessoas na secretaria), ou

serem substituídas por outro aspecto de interesse. É preciso notar ainda que uma mudança nos parâmetros forçosamente altera as perguntas relacionadas, enquanto mudanças nas perguntas somente devem ter o cuidado de não fugirem do contexto de seu parâmetro guia.

Por fim, a última característica passível de ajuste em trabalhos que apliquem o TGPM seria a pontuação atribuída às respostas (detalhada na seção de coleta de dados). Tal pontuação não passou pelo crivo de especialistas da área de geoprocessamento, sendo portanto, um critério arbitrário da configuração adotada para o teste nessa pesquisa.

### 3.1. SUBMISSÃO AO CEP

A apresentação da pesquisa ao CEP exigiu certos cuidados extras a fim de mitigar riscos aos seres humanos envolvidos. Um exemplo dessa necessidade é a não identificação das cidades nos resultados trazidos no trabalho, uma vez que a exposição do desempenho dos municípios poderia, de alguma forma, acarretar em prejuízos aos servidores envolvidos por exporem dados municipais, mesmo havendo consentimento expresso na carta de autorização emitida pela prefeitura.

Foi preciso estabelecer os riscos e benefícios envolvidos aos participantes. Quanto aos riscos na execução dessa pesquisa, eles são basicamente provenientes da aplicação de questionários digitais para coleta de informações entre especialistas e servidores municipais atuantes nas áreas de geoprocessamento e cartografia.

Primeiramente, pode-se admitir a presença de riscos físicos associados ao cansaço pela postura e exposição a telas de computador por períodos prolongados. A fim de dirimir tais efeitos negativos, já na leitura do termo de consentimento livre e esclarecido (TCLE) se solicita uma pausa prévia ao eventual participante, bem como procura-se explicar somente conceitos essenciais de forma sucinta, além de se utilizar uma quantidade restrita de perguntas, sendo ainda os questionários predominantemente objetivos.

Outro risco inerente é a possibilidade de vazamento de dados, permitindo assim a identificação de participantes, podendo ocasionar relações profissionais, principalmente no caso do questionário direcionado às prefeituras. Em ambos os casos, o risco de identificação é mitigado ao se evitar a requisição de informações que identifiquem diretamente o participante, como nome completo, ou números de registro. É solicitado aos participantes que cadastrem apelidos ao preencherem os questionários, possibilitando um pedido posterior de remoção dos dados fornecidos. Além disso, para o caso específico das prefeituras, as discussões e resultados obtidos não identificarão as respectivas cidades participantes. Por fim,

o acesso para tratamento e manuseio dos dados também fica restrito ao pesquisador e orientador somente, de modo a limitar a possibilidade de desvios e descuidos.

Ressalta-se ainda que há também a comunicação prévia sobre a possibilidade de o participante requerer sua remoção da pesquisa através dos contatos dos pesquisadores envolvidos, expostos nos TCLE.

Por fim, é possível associar a aplicações de questionários riscos de cunho psicológico, como acessos de ansiedade por questões de tempo gasto no preenchimento, por conscientização de domínio insuficiente sobre o assunto, não entendimento, ou ainda medo de exposição. Para dirimir tais efeitos, o texto introdutório do TCLE salienta que o participante é livre para interromper e desistir do preenchimento do questionário sem necessidade de explicação ou justificativa, havendo ainda textos auxiliares ao longo do questionário expondo conceitos relevantes. Quanto à exposição, mais uma vez a restrição de acesso aos dados coletados, e a possibilidade expressamente comunicada no TCLE de retirada da participação mesmo após envio das respostas amenizam seus eventuais efeitos.

Quanto aos benefícios, a contribuição com a pesquisa pode levar especialistas acadêmicos a adotarem ou aprofundarem pesquisas similares, avançando com a produção científica do tema. Já os servidores especializados podem se motivar para análises sobre o tema dentro dos próprios departamentos. Além disso, pode-se dizer que há um incentivo para a incorporação da uso e melhoria da informação geográfica na cultura organizacional das instituições participantes. Há ainda o compromisso por parte dos pesquisadores responsáveis em publicizar os resultados obtidos de maneira ética e clara, preservando o anonimato dos participantes. Tal divulgação possibilita a livre consulta por parte da sociedade interessada, contribuindo assim para o avanço da conhecimento científico de modo geral.

O CEP também exige que se estipule critérios para suspensão da coleta de dados com seres humanos. Como critério de suspensão da dinâmica de coleta de dados pelo questionário aos especialistas, a condição é que se comprometa a confidencialidade dos comentários e respostas fornecidos por membros do grupo de participantes, expondo e identificando as opiniões de algum deles.

Já para o questionário das prefeituras, a coleta de dados se encerra com após a confirmação por email do pesquisador responsável junto ao respondente se o mesmo finalizou sem necessidade de revisão o preenchimento do questionário. Outra forma de encerramento se dá com a finalização do tempo disponibilizado ao servidor para preenchimento (comunicado no envio do *'link'* ao mesmo). A suspensão da coleta de dados ocorre no evento de o servidor respondente recusar ou desistir do preenchimento. Nesse caso

o pesquisador responsável solicitará à secretaria do município outro servidor para a tarefa.

Outros detalhamentos exigidos pelo CEP, como descrição do perfil dos participantes e procedimentos de coleta, estão descritos ao longo dessa metodologia. Já os termos de consentimento livre e esclarecido empregados durante coleta estão disponíveis no apêndice 7.3 desse trabalho.

### 3.2. CONSTRUÇÃO DE INDICADORES

A definição dos indicadores baseou-se majoritariamente nos componentes básicos de um sistema de informação. Dos seis componentes citados na literatura de O'Brien (2004) – *Hardware*, *Software*, Procedimentos, Pessoas, Rede, e Banco de dados – alguns foram mesclados por conveniência e afinidade, outros foram descartados a fim de se manter o TGPM o mais simples possível, caso de '*hardware*' por exemplo.

Foi estabelecido um indicador para avaliar as características dos dados e dos programas (*softwares*) utilizados. Outro indicador ficou à cargo de verificar os procedimentos e normas inerentes ao manuseio institucional de informações geográficas. Estabeleceu-se ainda um indicador sobre os servidores envolvidos na gestão dessa informação, ou seja, as pessoas envolvidas no processo.

Já o indicador de 'uso externo' remete à interação do sistema com o cidadão comum através da oferta de ferramentas e serviços envolvendo informação geográfica do município. Normalmente ocorrem através de geoportais e aplicativos que viabilizam ao usuário externo acessar geodados de seu interesse, funcionando assim como um autoatendimento que contribui para a eficiência da gestão pública, além de proporcionar uma participação popular mais contundente na gestão urbana. Trata-se de um indicador pautado no contexto interativo das '*smart cities*' proporcionando eficiência aos serviços públicos.

Um geoportal constitui um componente de uma infraestrutura de dados espaciais, que é outra forma de entender a gestão de informação geográfica. Conforme exposto na revisão de literatura, Wernest (2015) determina cinco componentes para uma IDE – Dados, Pessoas, Tecnologias, Estrutura institucional, e Normatização. Nota-se que são componentes muito similares àqueles adotados para modelos de sistemas de informação em geral (Redes, Procedimentos, *Software*, *Hardware*, Pessoas, Dados), mas conta com especificidades importantes por se tratar de um serviço prestado por uma organização pública. Dessa forma, entende-se que analisar a instituição e suas normas constitui uma parte importante para o caso dessa pesquisa.

De maneira complementar, a análise do uso interno também se faz importante na medida em que evidencia a absorção, a assimilação do uso de geodados no trabalho da instituição. Nesse quesito, procurou-se avaliar três características dessa utilização interna: a variedade de usos, a frequência, e a finalidade desse uso.

A seguir, tem-se a descrição desses indicadores.

- Formas de uso: tal indicador procura entender algumas características da aplicação já existente de informação geográfica, como frequência de necessidade, ou a finalidade desse uso. Procura ainda verificar a variedade de aplicações de dados espaciais nas diversas áreas da administração municipal.
- Dados & Software: indicador que avalia exatamente o dado espacial que há disponível para uso na administração municipal, conferindo suas ferramentas de acesso e manipulação, a atualidade dos dados disponíveis, seus tipos e origens.
- Operadores: busca desvendar a relação dos servidores municipais com a informação geográfica, verificando a ocorrência de treinamentos, a presença de especialistas em análise espacial, e o tamanho da equipe envolvida.
- Normas: procura verificar a existência e qualidade do embasamento institucional existente na forma de órgãos, leis, decretos, portarias, e padrões adotados para gerenciamento da informação geográfica a nível municipal.
- Uso Externo: remete a funções e serviços envolvendo dados espaciais do município que ficam disponíveis na internet para acesso aos cidadãos interessados. Uma vez que nem todos são familiares com ferramentas de geoprocessamento, normalmente há instruções de uso, visualizações e funções simplificadas, bem como se disponibiliza informações sobre os dados espaciais (metadados). Usos mais avançados permitem conexão remota da base de dados municipal com programas de geoprocessamento.

Já os parâmetros são desdobramentos dos indicadores, servindo para facilitar análises que, de outra forma, seriam muito amplas.

É importante salientar que os indicadores e parâmetros estabelecidos aqui estão submetidos ao crivo dos especialistas através de dinâmica de análise pelo método Delphi (descrita mais adiante nessa metodologia), quando os participantes podem manifestar concordância ou sugerir outros indicadores.

No quadro a seguir, tem-se a descrição dos parâmetros.

**Quadro 4** - Base de parâmetros do questionário digital (autoria própria).

Indicadores	Parâmetros	Descrição
<b>(A) Formas de uso</b>	A1 - Frequência	Busca caracterizar se o uso de informação geográfica é esporádico (semestral), ocasional (mensal), frequente (semanal), ou cotidiano. Quanto mais reiterado é o uso, maior é a pontuação.
	A2 - Finalidade	Parâmetro relativo ao nível de sofisticação da atividade consumidora da informação geográfica. Tais atividades podem ter cunho estratégico, operacional, cadastral, ou algum outro tipo específico. O primeiro diz respeito ao uso para planejamento de políticas públicas e gestão do território. O uso operacional refere-se ao suporte a atividades e serviços, enquanto o uso cadastral trata da documentação e registro do território. Quanto mais complexo é o uso, maior é a pontuação.
	A3 - Variedade	Parâmetro referente à diversidade do uso de dados geoespaciais nos variados setores da administração pública. Quanto mais setores contarem com aplicação de informação geográfica em suas atividades relacionadas, maior é a pontuação.
<b>(B) Dados &amp; Software</b>	B1 - Ferramenta	Avalia as ferramentas usadas para interagir com dados geoespaciais. Podem ser desde mapas físicos e planilhas até aplicativos como ‘ <i>google maps</i> ’ e programas específicos, como ARCGIS.
	B2 - Tipo	Visa descobrir se são dados diretos, como rasters e vetores, ou dados indiretos, como endereços, CEP ou qualquer outro código que não carregue imediatamente as coordenadas geográficas consigo
	B3 - Atualidade	Parâmetro que avalia quão recente é a geração dos dados geoespaciais utilizados.
	B4 - Autoria	Parâmetro que busca saber se os dados espaciais utilizados foram gerados pelo município, em outras esferas de governo, de maneira conjunta e voluntária, adquiridos no mercado, ou são dados privados de livre acesso (como ‘ <i>google maps</i> ’).
<b>(C) Usuários/ Colaboradores/ Operadores</b>	C1 - Treinamento	Visa detectar a ocorrência de instruções sobre o tema, indicando formação de uma cultura organizacional geográfica
	C2 - Especialização	Procura identificar quantidade e nível de capacitação dos profissionais envolvidos no tratamento de dados geoespaciais
	C3 - Equipe	Parâmetro relativo à presença de um grupo de servidores dedicados ao gerenciamento da informação geográfica.
<b>(D) Normas</b>	D1 - Orientação técnica	Parâmetro que avalia a presença de instruções sobre informação geográfica, seus formatos, resoluções, e padrões de captura, armazenamento e produção.
	D2 - Responsáveis	Parâmetro relativo à existência e formato de órgão de controle dedicado a informações geográficas.
	D3 - Base legal	Parâmetro para verificação da presença de lei ou decreto municipal instruindo as políticas públicas referentes à informação geográfica.
<b>(E) Uso externo</b>	E1 – Dados & Metadados	Parâmetro que avalia a disponibilidade de dados espaciais e seus metadados na plataforma.
	E2 – Mapa Interativo	Parâmetro relativo à existência de mapa navegável e editável com recursos de ativação de camadas temáticas e detalhamentos do município.
	E3 – Tutoriais	Referente à presença de documentos e orientações sobre as utilidades oferecidas pelo geoportais.
	E4 – Geosserviços	Observa a disponibilização de acesso remoto à base de dados espaciais via wfs/wms e api’s, e a oferta de serviços que utilizem dados espaciais, como requisição de documentos relativos a lotes e zoneamento.

### 3.3. COLETA DE DADOS

A estratégia de coleta de dados passa pela identificação dos dados de interesse e de suas respectivas fontes. Basicamente essa pesquisa lidou com 3 dados distintos:

- Características do uso interno de SIG nas prefeituras;
- Opinião de especialistas sobre a importância dos indicadores e parâmetros;
- Características e ferramentas oferecidas pelos geoportais dos municípios.

Sendo o objetivo deste trabalho desenvolver e testar um procedimento de avaliação para o uso de dados espaciais na gestão municipal, inevitavelmente foi necessário interagir com servidores de prefeituras voluntárias, uma vez que os dados necessários não estão disponíveis em publicações institucionais. Somente a verificação dos geoportais para o indicador ‘uso externo’ possibilitou essa coleta independente de dados. Já a calibração prévia do procedimento também exigiu contato com professores da área de geociências, de modo que tudo isso tornou necessário ao projeto passar pelo crivo do Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) com seres humanos, conforme já discutido.

Uma vez que seria necessário interagir de maneira remota com as fontes humanas de dados dessa pesquisa, foi adotada a ferramenta do ‘google forms’ para ambas as interações (com servidores municipais e com os professores especialistas). Quanto ao uso de formulários ‘online’, Faleiros et al. (2016) concluem que questionários disponibilizados pela internet oferecem uma maior praticidade e comodidade aos participantes, facilitando assim que se consiga mais e melhores respostas. Tal estudo aponta ainda para o barateamento e rapidez na obtenção da informação desejada, além da capacidade de se trabalhar variadas localidades além do próprio centro de pesquisa.

A submissão do projeto ao CEP fez com que fosse preciso solicitar às prefeituras uma carta prévia de autorização. Desse modo, se realizou contato telefônico com as prefeituras, usualmente nas secretarias de governo ou secretarias de planejamento urbano, seguido por email contendo modelo da carta de autorização em anexo (fornecido no próprio site do CEP-UFSCar). Inicialmente, a ideia do trabalho era contar com a participação de cidades médias (entre 50 mil e 500 mil habitantes) de todas as regiões brasileiras, mas a adesão foi baixa e resultou em três cidades voluntárias, uma na região Norte, outra na região Sudeste, e mais uma cidade na região Sul. Uma segunda prospecção foi realizada, agora buscando municípios pertencentes a uma mesma aglomeração urbana. Novamente houve baixa adesão, porém uma região metropolitana da região Nordeste aderiu com três participantes. Na tabela a seguir constam informações básicas sobre as cidades participantes.

**Quadro 5** - Dados socioeconômicos dos municípios participantes.

Município	ALFA	BETA	GAMA	DELTA
População (hab) <sup>1</sup>	Entre 50 e 100mil	Entre 100 e 500mil	>1milhão	<50mil
Área (Km <sup>2</sup> ) <sup>2</sup>	Cerca de 250 Km <sup>2</sup>	Cerca de 950 Km <sup>2</sup>	Cerca de 700 Km <sup>2</sup>	Cerca de 600 Km <sup>2</sup>
Povoamento (Hab/Km <sup>2</sup> ) <sup>1</sup>	287,4	347,8	3487,0	70,3
PIB (R\$) <sup>3</sup>	Cerca de 5milhões	Cerca de 25milhões	Cerca de 60milhões	Cerca de 1milhão
Renda (R\$/hab) <sup>3</sup>	Entre 50 e 60mil	Entre 60 e 70mil	Cerca de 20mil	Entre 20 e 25mil
IDH <sup>4</sup>	Médio	Alto	Alto	Médio
1 – IBGE (2022); 2 – IBGE (2023); 3 - IBGE (2020); 4 – IBGE (2010).				

Das 6 cidades voluntárias, somente quatro efetivamente participaram da pesquisa após comunicado de aprovação no Comitê de Ética. Três delas pertencentes à região metropolitana nordestina, somadas à cidade na região Sul do Brasil. O procedimento de coleta dos dados relativos às prefeituras aconteceu de acordo com os passos a seguir:

- Informação à prefeitura da aprovação no CEP para execução da coleta de dados;
- Requisição de servidor do setor de geoprocessamento e cartografia para responder ao questionário;
- Envio por correio eletrônico ao servidor designado do “*link*” de acesso ao questionário no “*google forms*”;
- Disponibilização de 30 dias corridos para finalização do preenchimento;
- Confirmação por email da conclusão do preenchimento;
- Análise dos dados coletados e elaboração de relatórios.

O instrumento de coleta desses dados é um questionário digital composto de 15 perguntas, sendo 13 delas objetivas e valendo pontuação, 1 questão subjetiva aberta e opcional para análise qualitativa e complementar, e 1 questões informativas sobre o servidor respondente e seu respectivo setor de cartografia/ geoprocessamento. Dentre as questões objetivas, são 4 perguntas de múltipla escolha, passíveis de uma só resposta; 9 perguntas de marcação livre, onde as opções de respostas disponíveis podem ser marcadas livremente conforme necessidade. A versão utilizada desse questionário já com as respostas dos municípios encontra-se no apêndice 7.1.

Um detalhe importante dessa coleta de dados refere-se ao fato de que cada prefeitura contou com um representante somente. Dessa forma, identificar o município levaria a uma

identificação do participante, o que, pelo controle de riscos apresentado ao CEP, fica vedado. Sendo assim, os resultados dos municípios participantes não foram atribuídos nominalmente aos mesmos, o que, por sua vez, dificultou o uso de dados socioeconômicos dos municípios na análise de desempenho.

Já a prospecção de professores para avaliarem a coleção de indicadores e parâmetros considerou acadêmicos, professores de universidades federais com formação em geografia, engenharia civil ou de agrimensura, além de formação em arquitetura e urbanismo. Os convites aconteceram por email coletado junto às instituições de ensino superior aos quais estão filiados, normalmente encontrados nos departamentos de geociências e de urbanismo. Novamente a intenção foi diversificar as regiões de atuação desses profissionais, e assim ter uma amostra proveniente de vários estados brasileiros. A expectativa era reunir pelo menos 19 professores, conforme exposto no relatório ao CEP. Devido ao cronograma da pesquisa, no entanto, deu-se início à dinâmica pelo método Delphi com 17 voluntários.

Segundo Munareto et al. (2013), o Método Delphi possibilita alcançar uma visão confiável de determinado grupo de especialistas sobre um fenômeno ou questão. Dalkey & Helmer (1963) complementam que se trata de um procedimento sistemático composto por uma série de questionários intensivos, intercalados por comentários de retorno sobre as opiniões fornecidas. No esquema que segue, é possível observar vantagens e desvantagens do Método, segundo Oliveira et al. (2008).

**Quadro 6** - Esquema de prós e contras de uso do método Delphi.

<b>Características</b>	<b>Vantagens</b>	<b>Desvantagens</b>
Anonimato	Igualdade na expressão de ideias. O anonimato faz com que a interatividade aconteça com mais espontaneidade, e que assuntos críticos ou polêmicos possam ser melhor discutidos e apresentados pelos participantes	Ao responder um questionário sozinho, o respondente pode não lembrar de tudo que pensa sobre o assunto, ou pode não se ater a pontos sobre os quais ainda não refletiu
<i>Feedback</i>	Redução de ruídos. Evita desvios no objetivo do estudo. Fixação no grupo das metas propostas. Possibilidade de revisão de opiniões pelos participantes.	Pode determinar o sucesso ou o insucesso do método. Risco de excluir da análise pontos de discordância.
Flexibilidade	No decorrer das discussões, os participantes recebem opiniões, comentários, argumentações de outros especialistas, podendo, assim, rever suas posições diante do assunto	Dependendo de como serão apresentados os resultados e comentários, é possível que se criem consensos fictícios ou artificiais, onde o respondentes

	pesquisado. As barreiras de comunicação são superadas.	podem acatar, de forma passiva, a opinião alheia, passando a defendê-la.
Uso de especialistas	São formados conceitos, julgamentos, apreciações e opiniões confiáveis a respeito do assunto.	Possibilidade de obter consenso muito rapidamente.
Consenso	Sinergia de opinião entre os especialistas. Identificação do motivo da divergências nas opiniões.	Risco de se atingir um consenso artificial.
Interatividade	A interatividade foge de uma conjuntura hierárquica, pois formata as respostas e, faz com eles sejam compartilhadas. Adequação das respostas, pois tende a excluir excentricidades que estejam fora do contexto solicitado. Aprendizado recíproco.	Rodadas interativas realizadas em rede são apontadas como desvantagem, uma vez que podem levar ao fornecimento de respostas menos elaboradas.

O processo de coleta das opiniões especializadas se inicia com o encaminhamento do ‘link’ para acesso ao questionário no ‘*google forms*’ diretamente aos participantes, que dispõem de 14 dias para respondê-lo. O procedimento segue da seguinte maneira:

- Participantes respondem ao questionário dentro do período de 14 dias;
- Pesquisador responsável pela mediação compila os resultados, calcula médias e desvios, e processa comentários relevantes;
- Após 2 dias, o pesquisador envia aos participantes os resultados encontrados e principais comentários feitos, de forma anônima. É dada uma nova chance de avaliação aos participantes ao se disponibilizar o mesmo questionário para preenchimento;
- O ciclo se repete até a quarta iteração, ou até alguma condição de encerramento for atendida.

O fim do processo de análises aconteceria caso se atingisse alguma dessas duas condições: 80% dos participantes manterem as suas respostas de indicador e parâmetro sem alterações, ou o quociente entre desvio padrão e média de cada indicador e parâmetro ficar igual ou abaixo de 0,15. Uma vez que não se alcançou tais condições, a quarta iteração foi a última.

Esse questionário destinado aos professores conta com três blocos. O primeiro bloco é de caráter informativo e traz a descrição dos indicadores e parâmetros utilizados na análise. Nele também está contido o TCLE, documento obrigatório devido ao processo do Conselho de Ética em Pesquisa. O segundo bloco apresenta uma tabela com os indicadores descritos,

onde o respondente deve distribuir os pesos de acordo com a importância que sua consciência atribui a cada um. O somatório dos pesos deve ser igual a 100. Nesse bloco há ainda um espaço de comentários sobre os indicadores no qual o participante pode expor impressões e sugestões.

O terceiro bloco do questionário A também apresenta tabela e espaço para comentários, porém agora aborda os parâmetros já descritos. A cada parâmetro deve se atribuir pesos proporcionais à importância percebida, novamente para um somatório igual a 100 dentro de seus respectivos indicadores. Por fim, há um bloco adicional que surge a partir da segunda fase de respostas, posicionado logo após o primeiro bloco. Ele traz as médias e comentários da fase anterior para apreciação dos participantes.

Já a coleta de dados nos geoportais das respectivas prefeituras participantes se deu através de uma lista de verificação orientada pelos parâmetros do indicador “Uso externo”. A versão usada já com o desempenho dos municípios participantes encontra-se no apêndice 7.3 desse trabalho. O passo a passo da coleta acontece da seguinte maneira:

- Visita ao sítio eletrônico das prefeituras voluntárias;
- Busca por funcionalidades ou notícias relativas a geoprocessamento e cartografia;
- Análise dos resultados encontrados seguindo os parâmetros estabelecidos.

### 3.4. TRATAMENTO DE DADOS

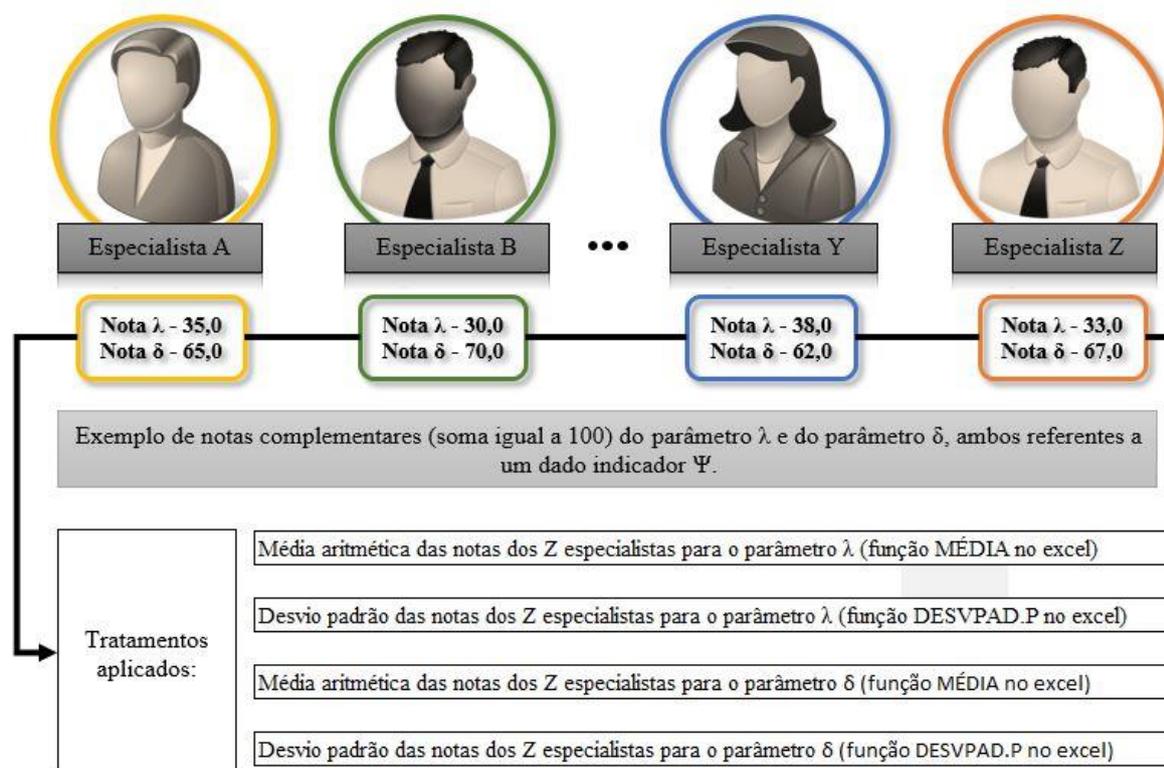
Cada uma das três formas de coleta de dados existentes nesse trabalho passam por um determinado tratamento a fim de serem utilizados no Teste de GeoPerformance Municipal. No quadro que se segue, fica evidenciado cada um desses tratamentos preliminares.

**Quadro 7** - Tratamentos empregados de acordo com os dados coletados na pesquisa (autoria própria).

FASE	DADOS	TIPO	TRATAMENTO
Coleta dos especialistas	Notas dos indicadores e parâmetros	numérico	Análise estatística
	Opiniões	textual	Interpretação e resumo
Coleta das prefeituras	Respostas do questionário	textual	Conversão numérica
	Depoimentos	textual	Interpretação e resumo
Coleta dos geoportais	Constatações da lista de verificação	textual	Conversão numérica

Os dados provenientes do questionário direcionado aos especialistas passaram por

análise estatística e por interpretação subjetiva. A análise estatística consiste no cálculo de médias e desvios padrão dos pesos atribuídos aos indicadores e parâmetros, enquanto a interpretação subjetiva recai sobre os eventuais comentários e sugestões enviadas pelos respondentes, que são então condensados e resumidos para reapresentação. Essa coleção de análises utilizou basicamente os programas *Microsoft Word* e *Excel* para sua execução. Na figura que segue, é possível ver como exemplo um esquema de avaliações dos especialistas para um dado conjunto de parâmetros.



**Figura 13** - Exemplo do tratamento estatístico aplicado a cada conjunto de indicadores e parâmetros (autoria própria).

Os resultados parciais obtidos em cada rodada foram incorporados num bloco do questionário original disponibilizado pelo 'google forms', ficando assim disponíveis aos participantes nas rodadas subsequentes, conforme processo do método Delphi. A seção de resultados desse trabalho traz as médias e os desvios de cada fase, bem como os comentários deixados pelos especialistas.

É importante salientar que a distribuição de peso dos indicadores sofreu uma modificação ao longo do processo, tanto por conta de uma sugestão pontual de participantes, quanto por uma melhor interpretação do diagnóstico. Dessa forma, o indicador 'formas de uso' acabou sendo separado dos demais a partir da segunda rodada, tendo seu peso redistribuído entre os quatro parâmetros restantes proporcionalmente ao respectivo peso de

cada um.

Já os dados obtidos a partir das prefeituras foram tratados de maneira que cada pergunta estava associada a um dos parâmetros pertencentes aos indicadores ‘formas de uso’, ‘dados & software’, ‘operadores’, ‘normas’, e ‘uso externo’. Às suas respostas foi atribuída uma pontuação na medida que revelam um melhor aproveitamento das informações geográficas, realizando assim a conversão de uma resposta conceitual em texto para um valor numérico. Nos tópicos a seguir, encontram-se listadas as treze perguntas objetivas utilizadas, com seu enunciado, as opções disponibilizadas como resposta, e também a pontuação atribuída para essas diferentes respostas, variando entre zero e cinco pontos.

#### PERGUNTA 1 - (Formas de Uso, Frequência)

**Enunciado** – *Com que frequência outros setores de sua prefeitura requisitam dados espaciais com que você trabalha?*

**Respostas** – Múltipla escolha: a) diariamente; b) semanalmente; c) mensalmente; d) semestralmente; e) anualmente ou sem período definido; f) não sei/ não uso.

**Pontuação** – [a] 5 pontos, [b] 4 pontos, [c] 3 pontos, [d] 2 pontos, [e] 1 ponto, [f] 0 pontos.

#### PERGUNTA 2 - (Formas de Uso, Finalidade)

**Enunciado** – *Quais das opções abaixo descrevem as finalidades de aplicação dos dados geoespaciais na sua cidade? - Pode marcar mais de uma opção.?*

**Respostas** – Caixa de marcação: a) finalidade estratégica – planejamento de políticas públicas e do território; b) finalidade operacional – auxílio a atividade e oferta de serviços; c) finalidade cadastral – documentação e registro do território; d) outra finalidade (quais?); e) não sei/ não uso.

**Pontuação** – Qualquer trinca ou quadra do subconjunto [abcd] contendo [a] – 5 pontos; qualquer dupla do subconjunto [abcd] contendo [a] – 4 pontos; qualquer subconjunto [bcd] contendo [b] ou [c] – 3 pontos; [b] ou [c] isolados – 2 pontos; [d] somente – 1 pontos; [e] – 0 pontos.

#### PERGUNTA 3 - (Formas de Uso, Variedade)

**Enunciado** – *O uso de dados geoespaciais na prefeitura tem ligação com quais das temáticas listadas abaixo?*

**Respostas** – Caixa de marcação: a) abastecimento de água; b) drenagem pluvial; c) rede

de esgoto; d) segurança pública; e) transporte público e mobilidade; f) resíduos sólidos; g) geomorfologia; h) saúde pública; i) zoneamento e uso do solo; j) finanças e impostos; k) outro (qual?); l) não sei/ não uso.

**Pontuação** – (5 pontos para 7 ou mais temáticas, 4 pontos até 6 temáticas, 3 pontos até 4 temáticas, 2 pontos até 2 temáticas, 1 ponto para 1 temática somente; 0 pontos para não sei/nenhuma temática).

PERGUNTA 4 - (Dados & Software, Ferramentas de acesso)

**Enunciado** – *A interação com dados espaciais ocorre através de quais ferramentas? - Pode marcar mais de uma opção.*

**Respostas** – Caixa de marcação: a) programa específico; b) google maps e similares; c) mapas físicos; d) dados em planilha; e) não sei/ não interajo.

**Pontuação** – Qualquer subconjunto [abcd] contendo [a] – 5 pontos; [bcd] – 4 pontos; [bc] ou [bd] – 3 pontos; [c] ou [cd] – 2 pontos; [d] somente – 1 pontos; [e] somente – 0 pontos.

PERGUNTA 5 - (Dados & Software, Tipo)

**Enunciado** – *Quais os tipos de dados espaciais manipulados na prefeitura? Marque abaixo os tipos de dados com os quais tem contato.*

**Respostas** – Caixa de marcação: a) ortofotos/ imagens aéreas; b) dados vetoriais; c) cartas e mapas físicos; d) CEP e/ou endereço; e) outro (qual?); f) não sei/ não uso.

**Pontuação** – [abcd] – 5 pontos; [abd] – 4 pontos; [abc] – 3 pontos; qualquer subconjunto [cd] – 2 pontos; [e] somente – 1 pontos; [f] somente – 0 pontos.

PERGUNTA 6 - (Dados & Software, Atualidade)

**Enunciado** – *Sabe informar quando esses dados foram capturados ou produzidos? - Pode marcar mais de uma opção.*

**Respostas** – Caixa de marcação: [a] menos de 2 anos, [b] entre 2 e 5 anos, [c] entre 5 e 10 anos, [d] mais de 10 anos, [e] não sei/ não uso.

**Pontuação** – Qualquer subconjunto [abc] contendo [a] – 5 pontos; qualquer subconjunto contendo [a] e [d] – 4 pontos; [b], [c], ou [bc] – 3 pontos; qualquer subconjunto [bc] adicionado de [d] – 2 pontos; [d] somente – 1 pontos; [e] – 0 pontos.

PERGUNTA 7 - (Dados & Software, Autoria)

**Enunciado** – *Seu setor usa dados espaciais de outros autores? - Pode marcar mais de uma opção.*

**Respostas** – Caixa de marcação: a) dados da secretaria, b) dados da prefeitura, c) dados estaduais/federais, d) dados voluntários colaborativos, e) dados privados de livre acesso, f) não sei/ não uso).

**Pontuação** – Subconjunto [abc] – 5 pontos; qualquer outro subconjunto [abcde] que contenha [a] – 4 pontos; qualquer subconjunto [bcde] que contenha [b] – 3 pontos; qualquer subconjunto [cde] que contenha [c] – 2 pontos; qualquer subconjunto [de] – 1 pontos; [f] – 0 pontos.

#### PERGUNTA 8 - (Usuários, Treinamentos)

**Enunciado** – *Na prefeitura já ocorreu algum treinamento sobre dados espaciais e geoprocessamento? - Pode marcar mais de uma opção.?*

**Respostas** – Caixas de marcação: a) curso prático, b) curso teórico, c) palestras, d) vídeos e informes, e) não sei/ não uso.

**Pontuação** – Subconjunto [abc] – 5 pontos; qualquer outro subconjunto [abcd] que contenha [a] – 4 pontos; [bcd]– 3 pontos; [cd] ou [c] – 2 pontos; somente [d] – 1 pontos; [e] – 0 pontos.

#### PERGUNTA 9 - (Usuários, Equipe)

**Enunciado** – *Há quantos profissionais com formação ou treinamento sobre dados espaciais atuam no seu órgão/secretaria? (Sejam eles terceirizados ou servidores de carreira) - Pode marcar mais de uma opção.*

**Respostas** – Múltipla escolha: a) 5 ou mais; b) 4 funcionários; c) 3 funcionários; d) 2 funcionários e) somente 1; f) não sei/ nenhum.

**Pontuação** – [a] 5 pontos, [b] 4 pontos, [c] 3 pontos, [d] 2 pontos, [e] 1 ponto, [f] 0 pontos.

#### PERGUNTA 10 - (Usuários, Especialização)

**Enunciado** – *Qual é a formação desses profissionais na área?*

**Resposta** – Caixa de marcação: a) doutorado; b) mestrado; c) graduação na área; d) graduação relacionada; e) curso técnico, f) treinamento interno; g) não sei/ nenhum.

**Pontuação** – Subconjunto [abc] – 5 pontos; qualquer outro subconjunto [abcde] que contenha [a] – 4 pontos; qualquer subconjunto [bcdef] que contenha [b] – 3 pontos; qualquer subconjunto [cdef] – 2 pontos; [f] somente – 1 pontos; [g] somente – 0 pontos.

#### PERGUNTA 11 - (Normas, Orientação técnica)

**Enunciado** – *Existem normas técnicas ou instruções municipais sobre dados espaciais? Algum documento que oriente sobre padrões de captura, resolução espacial, armazenamento e outros processos do gerenciamento desse tipo de dado? - Pode marcar mais de uma opção.*

**Resposta** – Caixa de marcação: a) possui normas locais; b) segue normas estaduais/federais; c) segue normas internacionais; d) não sei/ não usa nem adota.

**Pontuação** – Subconjunto [abc] – 5 pontos; subconjunto [ab] – 4 pontos; subconjunto [bc] – 3 pontos; somente [b] – 2 pontos; [a] ou [c] isolados– 1 ponto; [d] – 0 pontos.

#### PERGUNTA 12 - (Normas, Responsáveis)

**Enunciado** – *Há responsáveis pelo gerenciamento das informações geográficas na administração municipal?*

**Resposta** – Múltipla escolha: a) há órgão específico; b) há uma comissão de secretarias; c) há um grupo de trabalho; d) diferentes pessoas isoladas; e) há uma pessoa gerenciando informação geográfica; f) não sei/ não há.

**Pontuação** – [a] 5 pontos, [b] 4 pontos, [c] 3 pontos, [d] 2 pontos, [e] 1 ponto, [f] 0 pontos

#### PERGUNTA 13 - (Normas, Base legal)

**Enunciado** – *O município já formalizou legalmente as estruturas, objetivos e procedimentos acerca de dados espaciais?*

**Resposta** – Múltipla escolha: a) vigência madura; b) vigência recente; c) em implementação; d) em tramitação; e) em estudo preliminar/ em desenvolvimento; f) não sei/ não formalizou.

**Pontuação** – [a] 5 pontos, [b] 4 pontos, [c] 3 pontos, [d] 2 pontos, [e] 1 ponto, [f] 0 pontos

Por fim, os dados provenientes da lista de verificação dos geoportais também foram convertidos em pontuação a fim de contribuir para a avaliação de aproveitamento da informação geográfica. Sua verificação segue uma estrutura parecida com as perguntas do questionário, contanto com um objetivo (em vez de enunciado), uma verificação com as opções disponíveis, e as pontuações associadas à performance. Os quatro itens avaliados para o indicador “uso externo” estão descritos nos tópicos que seguem.

### VERIFICAÇÃO 15 - (Uso Externo, Dados & Metadados)

**Objetivo** – *Verificar a presença de dados espaciais e seus respectivos metadados no geoportal das prefeituras.*

**Verificação** – Caixa de marcação: a) Há ortofotos e imagens áreas disponíveis; b) Há grande disponibilidade de dados vetoriais (+de10 camadas); c) Há razoável disponibilidade de dados vetoriais (+de5 camadas); d) Há pouca disponibilidade de dados vetoriais (-de5 camadas); e) Não há dados espaciais disponíveis; f) Respectiveos metadados estão disponíveis e completos; g) Respectiveos metadados estão parcialmente disponíveis, porém completos; h) Respectiveos metadados estão disponíveis, mas são deficientes, incompletos; i) Metadados estão parcialmente disponíveis, e ainda são deficientes; j) Não há metadados disponíveis.

**Pontuação** – [abf] 5 pontos, [acf] 4 pontos; Qualquer subconjunto [abc] combinado com [g] 3 pontos; Qualquer subconjunto [abcd] combinado com [h] 2 pontos; Qualquer subconjunto [abcd] combinado com [i]1 ponto, [ej] 0 pontos

### VERIFICAÇÃO 16 - (Uso Externo, Mapa Interativo)

**Objetivo** – *Analisar as variadas funções de eventuais mapas interativos*

**Verificação** – Caixa de marcação: a) lista de camadas; b) mudança de basemap; c) ferramentas de impressão e medição; d) escalas e coordenadas; e) informação sobre feições; f) operações simples com vetores (buffer etc); g) suporte a solicitações de serviços; h) auxiliares de navegação; i) possibilidades de download; j) outros.

**Pontuação** – (5 pontos para 9 ou mais funções, 4 pontos para mais de 7 funções, 3 pontos mais de 5 funções, 2 pontos mais de 3 funções, 1 ponto para 1 ou 2 funções; 0 pontos para nenhuma função)

### VERIFICAÇÃO 17 - (Uso Externo, Tutoriais)

**Objetivo** – *Identificar formas de instrução oferecidas aos usuários para que se opere de maneira mais eficiente com os dados espaciais e funções disponibilizadas.*

**Verificação** – Múltipla escolha: a) Oferece cursos, tutoriais em vídeos e arquivos em PDF para aprendizado sobre o sistema; b) Oferece pelo menos um dos recursos citados; c) Oferece alguns recursos de maneira limitada, focados em certas funções; d) Oferece pelo menos um recurso limitado a um assunto específico; e) Apresenta caixa de diálogo na página com pequenas instruções; f) não oferece tutorial.

**Pontuação** – [a] 5 pontos, [b] 4 pontos, [c] 3 pontos, [d] 2 pontos, [e] 1 ponto, [f] 0

pontos

#### VERIFICAÇÃO 18 - (Uso Externo, Geosserviços)

**Objetivo** – *Identificar os serviços disponibilizados aos usuários no geoportal.*

**Verificação** – Caixa de marcação: a) Consulta a operações urbanas; b) wfs & wms; c) serviços cartográficos auxiliares; d) serviços internos institucionais; e) outros serviços; f) não oferece geosserviços no portal.

**Pontuação** – [abcde] 5 pontos, [abcd] 4 pontos, qualquer trinca [abcde] 3 pontos, qualquer dupla [abcde] 2 pontos, pelo menos um serviço listado 1 ponto, [f] 0 pontos

Com as respostas dos servidores municipais e da verificação dos geoportais convertidos agora nos valores numéricos de pontuação, é possível então se obter um escore representativo do aproveitamento da informação geográfica na prefeitura. Para isso, tal pontuação é combinada com os pesos atribuídos aos indicadores e parâmetros pelos especialistas, de modo que o desempenho em quesitos mais importantes reflita na performance geral do município. Tal análise é inspirada no trabalho de Freitas Filho (2010) com seu conjunto de indicadores e parâmetros para verificação da degradação em rios urbanos.

Esse tratamento final utilizou somente operações matemáticas básicas, e foi complementado com análises subjetivas tanto dos depoimentos fornecidos pelos servidores. Para melhor ilustrar o desempenho das prefeituras de acordo com os indicadores estabelecidos, foi utilizado ainda gráficos como recurso visual para transmitir de maneira mais eficiente as condições de cada participante quanto ao uso de informação geográfica nas respectivas gestões. Da mesma forma que as análises anteriores, foram usados os programas *Word* e *Excel* na manipulação dos dados.

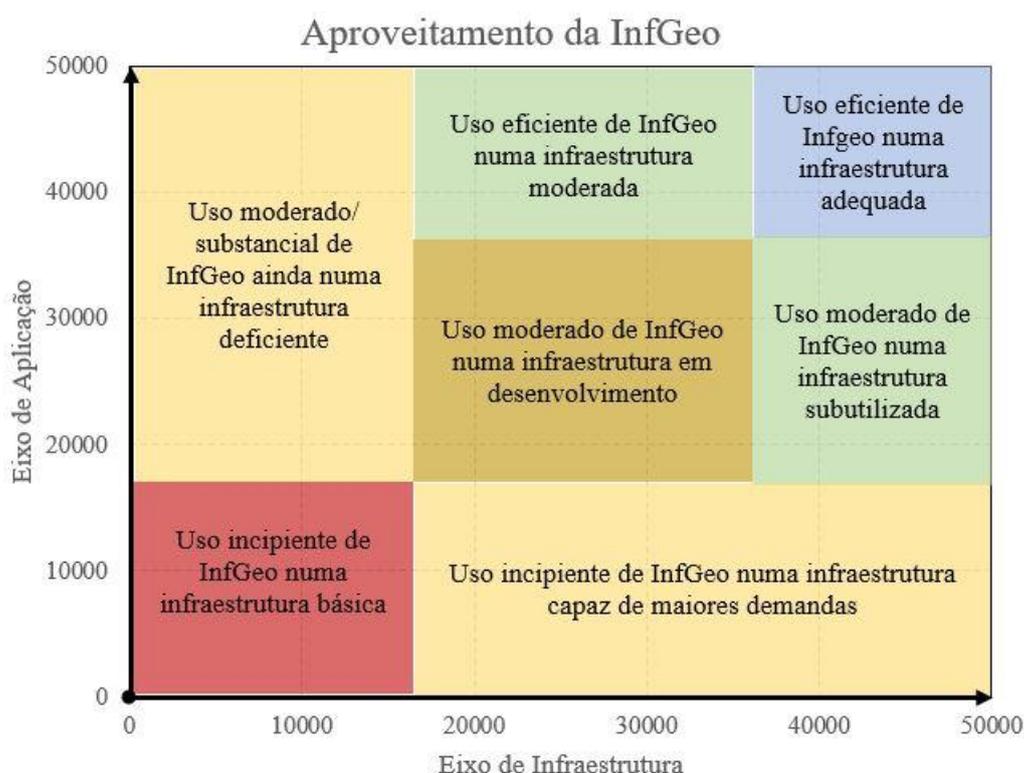
Os indicadores e seus respectivos parâmetros foram agrupados em 2 eixos cartesianos a fim de gerar uma visualização mais expressiva do desempenho das cidades participantes. Esse agrupamento cria um eixo de indicadores que representam partes do sistema de gerenciamento da informação geográfica, e outro relativo a aplicações correntes da informação geográfica (InfGeo).

- Eixo de infraestrutura de dados espaciais (IDE): Composto pelos indicadores Dados & Software, Operadores, Normas, Uso Externo;
- Eixo de aplicação dos dados espaciais (ADE): Composto pelo indicador Formas

de uso.

Calcula-se então um escore para cada eixo, de modo que se obtém então um par ordenado de escores (Ex,Ey), onde 'Ex' está ligado à infraestrutura de dados espaciais, e 'Ey' está ligado à aplicação de dados espaciais. Além disso, esse plano pode ser entendido em diferentes regiões, onde os pontos mais próximos da origem tem um baixo aproveitamento da informação geográfica, com deficiências crônicas nos componentes de seu sistema e na aplicação e processos que já envolvam informação geográfica.

Por outro lado, à medida que os pontos se aproximam dos limites máximos de escore (50 mil pontos), constata-se que aquela prefeitura tem um uso dos dados espaciais mais desenvolvido. Na figura a seguir, é possível ver o gráfico discutido com suas regiões de performance.



**Figura 14** - Gráfico para análise de desempenho em InfGeo de acordo com eixos de aplicação e infraestrutura (autoria própria).

A divisão em eixos está em sintonia com alguns comentários enviados durante o processo de consulta aos especialistas, pois foi sugerido por participantes que o indicador "Formas de uso" fosse tratado separadamente devido a uma natureza diferente dos demais.

As fórmulas de cálculo dos escores de cada eixo estão representadas na figura a seguir.

$$E_x = \sum_{i=1}^4 \left[ \begin{array}{c} \text{Pontuação} \\ x \\ \text{Peso (a)} \end{array} + \begin{array}{c} \text{Pontuação} \\ x \\ \text{Peso (b)} \end{array} + \begin{array}{c} \text{Pontuação} \\ x \\ \text{Peso (c)} \end{array} + \begin{array}{c} \text{Pontuação} \\ x \\ \text{Peso (d)} \end{array} \right] \times \begin{array}{c} \text{Peso do} \\ \text{indicador} \\ \text{"i"} \end{array}$$

Refere-se aos 4 indicadores do eixo IDE

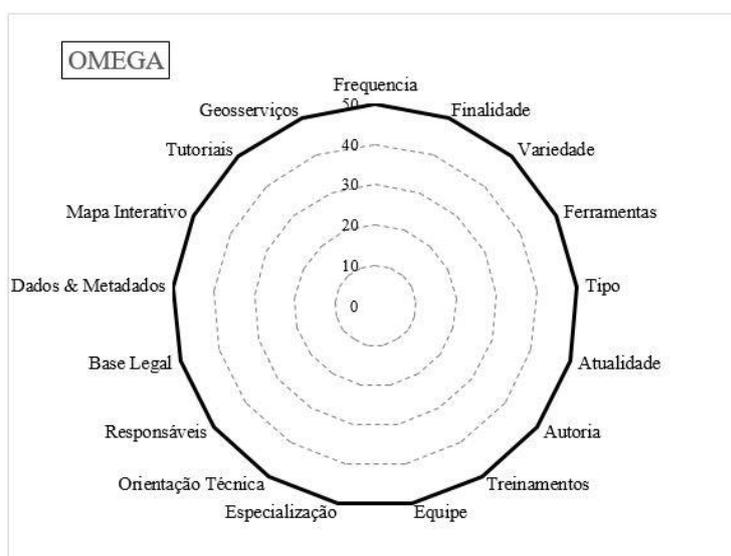
$$E_y = \text{Fator de escala} \times \left[ \begin{array}{c} \text{Pontuação} \\ x \\ \text{Peso (e)} \end{array} + \begin{array}{c} \text{Pontuação} \\ x \\ \text{Peso (f)} \end{array} + \begin{array}{c} \text{Pontuação} \\ x \\ \text{Peso (g)} \end{array} \right]$$

Parâmetros do indicador  
"Formas de Uso"

**Figura 15** - Cálculo de escores do eixo IDE (autoria própria).

A fim de equiparar os escores máximos de cada eixo, usa-se o fator de escala FE visto na figura 15. Esse fator substitui o somatório dos pesos dos indicadores do eixo IDE, sendo, portanto, igual a 100. Para visualizar tal igualdade, basta considerar uma pontuação perfeita em todos os parâmetros, o que permite colocar 5 em evidência para a soma dos pesos dos parâmetros, que resulta em 100. Dessa forma, todos os conjuntos de parâmetros produzirão o resultado de 500 a ser multiplicado pelos seus respectivos indicadores. Mais uma vez colocando em evidência a parcela 500 para o somatório dos indicadores do eixo, que também resulta em 100, sendo esse o valor do fator de escala. Tal ajuste permite que ambos os eixos tenham a mesma ordem de grandeza.

Já para uma análise de um só município em específico, escolheu-se utilizar um gráfico de radar trazendo a pontuação de todos os parâmetros analisados. Na figura a seguir, vê-se um exemplo considerando uma cidade 'Omega' de pontuação máxima em cada quesito.



**Figura 16** - Gráfico em radar dos parâmetros do município 'Omega'

Esse gráfico é construído através da simples majoração em dez vezes na pontuação obtida em cada parâmetro. Ele não considera a diferença de importância entre os parâmetros, e por isso exclui os pesos do cálculo a fim de evitar distorções. É uma maneira simples de detectar rapidamente pontos fortes e fracos na gestão municipal da informação geográfica.

## 4. RESULTADOS & DISCUSSÕES

### 4.1. OPINIÃO DOS ESPECIALISTAS

O questionário chegou aos 17 especialistas no dia 05/12/2022, ficando à disposição dos mesmos até o dia 13/01/2023, uma vez que se tratava de um período de festividades. Foram obtidas 11 respostas, das quais 1 veio em formato inadequado e precisou ser descartada da análise. Os pesos atribuídos aos indicadores e parâmetros na primeira fase pelos professores estão expostos no quadro 08.

**Quadro 8** - Médias dos pesos atribuídos pelos especialistas na fase 01 do método Delphi (autoria própria).

<b>FASE 01</b>				
<b>INDICADORES</b>	<b>PARÂMETROS</b>			
<b>FORMAS DE USO</b>	<b>Frequência</b>	<b>Finalidade</b>	<b>Variedade</b>	-
22,0 ± 5,1	33,3 ± 8,5	37,2 ± 7,1	28,3 ± 5,3	-
<b>DADOS &amp; SOFTWARE</b>	<b>Ferramenta</b>	<b>Tipo</b>	<b>Atualidade</b>	<b>Origem/Autoria</b>
22,0 ± 3,3	25,6 ± 10,4	23,3 ± 7,8	28,9 ± 7,0	22,2 ± 9,5
<b>OPERADORES</b>	<b>Treinamentos</b>	<b>Equipe</b>	<b>Especialização</b>	-
24,0 ± 3,7	38,8 ± 6,6	27,6 ± 8,7	33,7 ± 8,4	-
<b>NORMAS</b>	<b>Orientação técnica</b>	<b>Responsáveis</b>	<b>Base Legal</b>	-
17,0 ± 6,0	37,4 ± 7,3	27,9 ± 9,4	34,7 ± 8,8	-
<b>USO EXTERNO</b>	<b>Dados &amp; Metadados</b>	<b>Mapa Interativo</b>	<b>Tutoriais</b>	<b>Geosserviços</b>
15,0 ± 6,3	30,6 ± 11,9	24,4 ± 9,3	20,3 ± 6,2	24,7 ± 10,4

Analisando o resultado dos indicadores, principalmente no que se refere aos desvios-padrão encontrados, percebe-se uma divergência significativa entre os participantes. Ao se considerar a faixa criada pelos desvios, os indicadores acabam num empate técnico. Entretanto, as médias encontradas revelam que o quesito ‘operadores’ tem uma pequena vantagem como o mais importante do grupo. Ele, de fato, aparece sempre bem avaliado entre

os participantes, daí seu desvio padrão relativamente baixo. Os indicadores ‘formas de uso’ e ‘dados & software’ trouxeram praticamente os mesmos resultados, com o primeiro apresentando um desvio maior. Isso serviu para demonstrar um maior grau de consenso quanto à importância dos dados e sistemas utilizados para o aproveitamento da informação geográfica. No caso do indicador ‘formas de uso’, ele foi por vezes considerado o mais importante, e em outras figurou entre os mais irrelevantes.

Da mesma forma se comportaram os indicadores ‘normas’ e ‘uso externo’, ora entre os mais importantes, ora entre os mais discretos. A média de ambos, no entanto, mostra que há um alinhamento geral de que os mesmos não contribuem tanto para demonstrar o uso de informação geográfica pela gestão pública. Trata-se de uma percepção curiosa, visto que o indicador ‘normas’ basicamente estabelece as diretrizes para o bom gerenciamento de uma infraestrutura de dados espaciais. ‘Normas’ não foi considerado o mais importante por nenhum respondente, e frequentemente apareceu como o menos importante.

Quanto aos parâmetros, de maneira geral todos apresentaram desvios acentuados, demonstrando assim o pouco consenso dos participantes diante da importância de cada um. Para o indicador ‘Formas de uso’, obteve-se o parâmetro ‘finalidade’ como o de maior média, seguido por ‘frequência’ e ‘variedade’. Sendo assim, o entendimento mais comum entre os especialistas foi de que o propósito de uso da informação geográfica é mais importante que a recorrência de seu uso. E que a variedade de áreas utilizando informação geográfica é o menos relevante para caracterizar um bom aproveitamento da mesma. O desvio padrão relativamente baixo do quesito ‘variedade’ mostra que houve certa convergência de opiniões entre os participantes no seu grau de importância.

Dos parâmetros relacionados com “Dados & Software”, o mais valorizado foi a ‘atualidade’ dos dados, seguido pelo parâmetro ‘ferramenta’, depois ‘tipo’, e ‘autoria’ como menos importante. Dessa forma, fica indicado que um bom aproveitamento dos dados espaciais para uma gestão passa prioritariamente pela utilização de dados atuais, e uso de programas adequados para seu processamento. O formato do dado espacial ou o seu órgão gerador, nesse caso, teriam menos relevância.

Já tratando dos parâmetros ‘treinamentos’, ‘equipe’, e ‘especialização’, componentes do indicador “Operadores”, a maior média pertenceu ao primeiro. ‘Especialização’ veio em segundo, e ‘equipes’ ficou como o menos importante. Importante observar novamente que o parâmetro ‘treinamentos’ teve um desvio relativamente baixo, indicando assim que os especialistas de fato lhe atribuíram altas notas frequentemente. Já o parâmetro ‘especialização’ ora figurou como o mais importante, e ora foi considerado o menos

importante, ficando assim na posição intermediária entre os três. O quesito ‘equipes’ foi visto recorrentemente como o menos relevante, muito embora alguns ainda lhe favorecessem no lugar de ‘especialização’. No entanto, ninguém o considerou como o mais importante na primeira rodada. Sendo assim, enquanto ‘treinamentos’ tem um certo destaque para o uso eficiente de informação geográfica numa gestão municipal, os participantes se alternaram entre ter muitos profissionais dedicados à gestão de informação geográfica, ou ter alguns profissionais altamente especializados, sendo que essa última opção tem uma certa vantagem nessa primeira rodada.

É interessante refletir que mesmo uma prefeitura tendo uma equipe dedicada a dados espaciais, composta por profissionais especializados em diversos graus, ainda assim um treinamento básico e geral sobre informação geográfica para o corpo de servidores pode fazer surgir aplicações inéditas na medida em que os funcionários refletem sobre como aplicar aquele conhecimento nas suas atividades.

Para o indicador “Normas”, o parâmetro mais importante foi ‘orientação técnica’, seguido por ‘base legal’, e por fim ‘responsáveis’. Vê-se, portanto, que os participantes prezaram mais a existência de instruções para gestão dos dados espaciais. A presença de políticas e planos aprovados ficou em segundo plano, enquanto a constituição de um órgão institucional responsável por tal gerenciamento pareceu aos participantes dessa pesquisa como o menos impactante para um aproveitamento eficiente dos dados espaciais.

Por fim, o indicador “Uso externo” trouxe ‘dados & metadados’ como algo fundamental para o uso de informação geográfica. A oferta de um ‘mapa interativo’ e de ‘geosserviços’ aparecem praticamente empatados, enquanto a presença de tutoriais foi julgada o parâmetro menos importante desse grupo. Ou seja, os participantes preferem ter as ferramentas e serviços oferecidos, mesmo que não tenham muita instrução de como usá-los.

Quanto os comentários referentes aos indicadores, a maioria dos participantes se absteve de tecer colocações. E enquanto alguns aproveitaram para demonstrar apoio ao conjunto de indicadores, outros foram mais propositivos e sugeriram modificações no arranjo de indicadores e parâmetros. Foi sugerida a inclusão da característica 'interoperabilidade' na avaliação, a fim de representar a capacidade de prover dados multi-plataforma aos seus usuários. Trata-se de uma característica muito importante, principalmente na esteira de integração tecnológica do SIG com a Internet das Coisas ou com o BIM. Entretanto, é possível conceber que o parâmetro “Normas” pode de alguma forma abranger o tema, visto que são as instruções técnicas que trarão as padronizações requeridas pelas partes interessadas num determinado município.

Outra recomendação foi separar o indicador 'formas de uso', ou até mesmo excluí-lo, visto que ele não é compatível com os outros. Segundo palavras do próprio participante, tal indicador estaria mais ligado à justificativa de uso do SIG por uma prefeitura, enquanto os outros estão ligados à efetividade de aplicação.

De fato, o indicador “Formas de uso” não constitui um componente de um sistema de informação geográfica tal qual os outros indicadores. Ele, por si só, já transmite uma ideia do grau de uso de informação geográfica numa instituição, sendo um quesito muito mais direto que os demais. Dessa forma, essa ideia de transformá-lo num indicador paralelo foi comunicada ao grupo de especialistas a partir da fase 2, deixando que os próprios professores demonstrassem adesão à ideia.

De toda forma, ao longo do processo de integração entre os dados das prefeituras e dos especialistas, verificou-se que a análise geral do uso de informação geográfica na administração de uma cidade seria expressa de maneira mais coerente ao se manter “Formas de uso” num eixo separado dos demais indicadores, conforme visto na seção de aspectos metodológicos dessa pesquisa, e conforme sugestão de um dos participantes. Sendo assim, a partir da segunda fase o peso de “Formas de uso” foi redistribuído entre os demais indicadores proporcionalmente. No quadro 09 tem-se o resultado da segunda rodada de avaliação, iniciada no dia 16/01/2023, e concluída no dia 31/01/2023.

**Quadro 9** - Médias dos pesos atribuídos pelos especialistas na fase 02 do método Delphi (autoria própria).

<b>FASE 02</b>				
<b>INDICADORES</b>	<b>PARÂMETROS</b>			
<b>FORMAS DE USO</b>	<b>Frequência</b>	<b>Finalidade</b>	<b>Variedade</b>	-
-	30,0 ± 6,3	41,0 ± 6,6	29,0 ± 3,7	-
<b>DADOS &amp; SOFTWARE</b>	<b>Ferramenta</b>	<b>Tipo</b>	<b>Atualidade</b>	<b>Origem/Autoria</b>
25,8 ± 4,3	27,0 ± 4,0	19,0 ± 4,9	30,0 ± 3,2	24,0 ± 5,8
<b>OPERADORES</b>	<b>Treinamentos</b>	<b>Equipe</b>	<b>Especialização</b>	-
28,3 ± 2,7	36,6 ± 4,3	32,6 ± 10,0	30,8 ± 7,8	-
<b>NORMAS</b>	<b>Orientação técnica</b>	<b>Responsáveis</b>	<b>Base Legal</b>	-
19,8 ± 4,5	40,0 ± 0,0	31,0 ± 3,7	29,0 ± 3,7	-
<b>USO EXTERNO</b>	<b>Dados &amp; Metadados</b>	<b>Mapa Interativo</b>	<b>Tutoriais</b>	<b>Geosserviços</b>
23,0 ± 5,6	30,0 ± 3,2	23,0 ± 8,7	23,0 ± 6,8	24,0 ± 3,7

Infelizmente a segunda fase trouxe uma queda acentuada de participação dos professores, por mais reiterada que fossem as cobranças por email lembrando do compromisso. O questionário foi encerrado com 5 participações cadastradas. Ainda assim, houve um comportamento similar no resultado das médias.

No quesito indicadores, “Operadores” continuou como o mais valorizado, “Dados & Software” vindo em segundo. Houve, no entanto, uma diferença quanto aos dois últimos indicadores, onde “Normas” assumiu o lugar de menos prestigiado pelo grupo de especialistas participantes dessa fase. Dessa maneira, “Uso externo” foi o terceiro mais valorizado.

Quanto aos parâmetros, ‘finalidade’, ‘frequência’ e ‘variedade’ do indicador “Formas de uso” continuam nessa ordem, e ‘finalidade’ ainda aparece isolado na liderança. Entretanto, os outros dois estão agora quase empatados nas respectivas médias, mostrando assim que houve um favorecimento na percepção de um uso mais diversificado de informação geográfica quando comparado a um uso frequente.

Dos parâmetros do indicador “Dados & Software”, a atualidade dos dados continuou sendo a característica prioritária para os especialistas, seguida pelo parâmetro ‘ferramentas’. Aqui, novamente uma inversão: o parâmetro ‘tipo’ de dado espacial agora é o menos valorizado, enquanto ‘autoria’ sobe para terceira posição. Isso implica na ideia de que é mais interessante para o funcionamento do sistema de informação geográfica que os dados sejam de fontes locais, e tratem precisamente de questões locais, do que estejam necessariamente em formatos específicos para processamento.

Já no indicador “Operadores”, ‘treinamentos’ continua como o parâmetro mais importante de maneira isolada. E novamente houve uma inversão nos últimos parâmetros. ‘Equipe’ agora figura como segundo mais importante, 2 pontos à frente de ‘Especialização’. Ou seja, nessa segunda rodada contar com um número maior de servidores dedicados ao gerenciamento das informações geográficas se mostrou mais efetivo do que ter profissionais altamente especializados.

Dentre os parâmetros referentes a “Normas”, ‘orientações técnicas’ continuou como o mais importante para os participantes. ‘Responsáveis’ ocupou agora o segundo lugar, com ‘Base legal’ bem próximo em terceiro. Dessa forma, percebe-se mais uma vez que os especialistas veem uma pequena contribuição do regramento legal para o uso efetivo de dados espaciais.

Já no que se refere aos parâmetros do indicador “Uso externo”, ‘Dados & Metadados’ continua liderando de maneira isolada, enquanto os outros três parâmetros, ‘Mapa interativo’,

‘Tutoriais’, e ‘Geosserviços’ estão praticamente empatados. No entanto, é importante notar o crescimento no valor dado à presença de tutoriais, que acabam sendo parte fundamental na familiarização de um usuário iniciante com a dinâmica das ferramentas e dados geográficos.

Nessa fase, não houveram comentários de destaque sobre os parâmetros. Quanto aos indicadores, foi apontado que o indicador 'Uso externo' também poderia ser separado e compor junto a 'Formas de uso' um eixo separado de avaliação. Comentou-se que o mesmo pode não influir muito no desempenho interno do gerenciamento de dados espaciais, muito embora também se tenha notado que o mesmo pode servir de interface para demandas civis, como regularização de imóveis e áreas comerciais, ou até de troca de dados internos entre departamentos. Outra possibilidade levantada para discussão entre os respondentes foi a de uma adequação na nomenclatura adotada, substituindo "Uso externo" por algum nome mais adequado.

Com relação à proposta feita na conclusão da fase 1, onde o indicador ‘Formas de uso’ seria separado dos demais, houve adesão de somente 1 professor à ideia. Como também ocorreu uma queda acentuada na participação, a própria avaliação dessa ideia ficou comprometida. Sendo assim, essa possibilidade foi encaminhada novamente para a fase 3. Tal fase teve início no dia 07/02/2023 e se prolongou até o dia 27/02/2023, contando com 6 participantes. No quadro a seguir, tem-se as médias e os desvios-padrão referentes à terceira rodada de perguntas entre especialistas.

**Quadro 10** - Médias dos pesos atribuídos pelos especialistas na fase 03 do método Delphi (autoria própria).

<b>FASE 03</b>				
<b>INDICADORES</b>	<b>PARÂMETROS</b>			
<b>FORMAS DE USO</b>	<b>Frequência</b>	<b>Finalidade</b>	<b>Variedade</b>	-
-	31,2 ± 3,3	33,5 ± 6,7	35,2 ± 6,9	-
<b>DADOS &amp; SOFTWARE</b>	<b>Ferramenta</b>	<b>Tipo</b>	<b>Atualidade</b>	<b>Origem/Autoria</b>
24,1 ± 6,0	25,8 ± 1,9	24,6 ± 7,4	30,0 ± 5,0	19,6 ± 5,5
<b>OPERADORES</b>	<b>Treinamentos</b>	<b>Equipe</b>	<b>Especialização</b>	-
31,8 ± 9,8	32,7 ± 2,0	37,0 ± 6,5	28,5 ± 4,6	-
<b>NORMAS</b>	<b>Orientação técnica</b>	<b>Responsáveis</b>	<b>Base Legal</b>	-
22,1 ± 7,3	34,3 ± 4,2	35,2 ± 8,0	30,3 ± 5,0	-
<b>USO EXTERNO</b>	<b>Dados &amp; Metadados</b>	<b>Mapa Interativo</b>	<b>Tutoriais</b>	<b>Geosserviços</b>
19,7 ± 5,8	31,7 ± 6,2	24,2 ± 7,9	22,5 ± 2,5	21,7 ± 5,5

Os resultados obtidos na terceira fase trazem mais uma vez o indicador “Operadores” na liderança, considerado o mais influente para um bom aproveitamento dos dados espaciais. “Dados & Software” continua em segundo, seguido por “Normas”, que chega a terceira posição. “Uso externo” ocupa a quarta posição, como último colocado.

Vale lembrar que “Uso externo” também foi cotado por participantes para ser remanejado junto com “Formas de uso”, entretanto, diferente deste último, “uso externo” representa um componente da infraestrutura de dados espaciais, estando associado aos geoportais.

Quanto aos parâmetros, ocorreram algumas mudanças. Dentro do grupo relativo a “Formas de uso”, o quesito mais valorizado dessa vez foi ‘variedade’, com ‘finalidade’ de uso da informação geográfica agora em segundo lugar, e ‘frequência’ de novo em terceiro lugar. Trata-se de uma nova leitura, onde a aplicação de dados espaciais em áreas diversificadas seria preferencial frente a usos avançados para tomada de decisão. De fato, parece um caminho mais natural, com um espalhamento de usos básicos de SIG pelos departamentos, até uma evolução gradual para aplicações de maior impacto. É válido notar também que os parâmetros mencionados ficaram muito próximos de um equilíbrio entre si, inclusive abrangendo as respectivas margens de desvio padrão.

Já com relação aos parâmetros do indicador “Dados & Software”, persiste como mais relevante o quesito da ‘atualidade’ dos dados, seguido pelas ‘ferramentas’ usadas no manuseio dos dados espaciais. O ‘tipo’ de dados espaciais aparece num terceiro lugar próximo, sendo interessante notar seu alto desvio padrão, que revela a grande variação de importância que experimenta esse parâmetro. O quesito de ‘autoria’ aparece novamente na última posição desse indicador, carregando assim a ideia de que o uso de dados alheios e de diferentes instituições tem menor influência no desempenho do uso de informação geográfica numa prefeitura.

Dentre os parâmetros ‘treinamentos’, ‘equipes’ e ‘especialização’, relativos ao indicador “Operadores”, novas mudanças aconteceram. ‘Equipes’ agora tem a liderança, com o antigo líder ‘treinamentos’ em segundo, e ‘especialização’ em terceiro. Assim, fica sugerido que grupos robustos dedicados ao manuseio de informação geográfica, acompanhados por treinamentos aos servidores constitui um bom caminho para um aproveitamento efetivo dos dados espaciais na gestão municipal.

O indicador “Normas” também trouxe novidades em seus parâmetros, tendo agora ‘responsáveis’ na liderança, seguido pelo antigo líder ‘orientação técnica’. ‘Base legal’ permanece considerado o parâmetro menos influente na boa aplicação de informação

geográfica de um município. É preciso, no entanto, chamar a atenção para o alto desvio padrão do primeiro parâmetro, fruto da variação no julgamento dos participantes, sendo para alguns o mais importante, e para outros o menos importante.

Por fim, o indicador “Uso externo” traz seus parâmetros novamente com mudança de posições, muito embora o quesito ‘Dados & metadados’ continue em destaque como o mais importante. ‘Mapa interativo’ figura agora na segunda posição, seguido por ‘tutoriais’, e, por fim, ‘geosserviços’, que havia sido segundo colocado na fase anterior. Parece ser consenso entre os especialistas que os metadados são fundamentais para qualquer aplicação sistematizada de informação geográfica. Os outros três parâmetros têm flutuado em graus de importância, ocupando uma faixa entre 20 e 25 pontos. É interessante notar que, enquanto ‘geosserviços’ e ‘mapa interativo’ apresentam altos desvios causados por grandes variações nas suas notas, ‘tutoriais’ parece estável na sua posição com um baixo desvio padrão. Ou seja, ferramentas mais rebuscadas contam com seus entusiastas, enquanto ferramentas básicas ficam em segundo plano.

Já a fase 04 aconteceu entre os dias 02/março e 14/março/2023. Apesar do grupo de respondentes continuar pequeno, e constituído praticamente dos mesmos respondentes das fases anteriores, essa fase trouxe algumas mudanças no panorama encontrado até então. Mais uma vez foi facultado aos participantes expressar se concordavam em separar o indicador “Formas de uso”, porém não houve adesão.

Quanto ao conjunto de indicadores relativo ao eixo de infraestrutura de dados espaciais, ocorreu uma inusitada inversão dos dois primeiros lugares, onde “Dados & Software” ultrapassa o indicador “Operadores” e se torna o mais importante para um bom desempenho no uso de informação geográfica, muito embora ambos permaneçam com valores bem próximos.

Parte dos respondentes resolveram depreciar levemente o quesito “Operadores” em favor de outros indicadores, tendo o efeito geral de comprometer a liderança obtida até aqui. Já o indicador “Normas” permaneceu estável em terceiro, enquanto “Uso externo” também permaneceu estável em último lugar.

Com relação aos parâmetros do indicador “Formas de uso”, ‘Finalidade’ voltou à liderança que havia perdido na rodada anterior, quando ‘Variedade’ tinha saído da terceira para a primeira posição. ‘Frequência’ mais uma vez ficou com a última posição do indicador. Nota-se, portanto, a preferência por parte dos especialistas pela aplicação de informação geográfica em atividades complexas em vez de um uso frequente e básico.

No quadro 11, consta as médias encontradas na última fase de consulta aos

especialistas.

**Quadro 11** - Médias dos pesos atribuídos pelos especialistas na fase 04 do método Delphi (autoria própria).

<b>FASE 04</b>				
<b>INDICADORES</b>	<b>PARÂMETROS</b>			
<b>FORMAS DE USO</b>	<b>Frequência</b>	<b>Finalidade</b>	<b>Variedade</b>	-
-	29,6 ± 2,6	37,8 ± 2,7	32,6 ± 2,2	-
<b>DADOS &amp; SOFTWARE</b>	<b>Ferramenta</b>	<b>Tipo</b>	<b>Atualidade</b>	<b>Autoria</b>
29,8 ± 4,2	22,0 ± 2,4	27,0 ± 2,4	32,0 ± 5,1	19,0 ± 4,9
<b>OPERADORES</b>	<b>Treinamentos</b>	<b>Equipe</b>	<b>Especialização</b>	-
28,4 ± 3,2	37,6 ± 7,0	32,6 ± 5,0	29,8 ± 2,9	-
<b>NORMAS</b>	<b>Orientação técnica</b>	<b>Responsáveis</b>	<b>Base Legal</b>	-
21,8 ± 4,4	32,6 ± 2,2	30,6 ± 5,6	36,8 ± 7,6	-
<b>USO EXTERNO</b>	<b>Dados &amp; Metadados</b>	<b>Mapa Interativo</b>	<b>Tutoriais</b>	<b>Geosserviços</b>
20,1 ± 3,6	31,0 ± 5,8	23,0 ± 7,5	22,0 ± 5,1	24,0 ± 3,7

Referente aos parâmetros do indicador “Dados & Software”, a atualidade dos dados espaciais utilizados continuou como quesito mais importante para os avaliadores. Entretanto, o segundo lugar agora pertence ao ‘tipo’ de dado espacial disponível na administração pública, enquanto as ‘ferramentas’ para análise desses dados figuram agora em terceiro lugar. A autoria dos dados espaciais aparece novamente em último lugar. A partir desses resultados, frisa-se mais uma vez a importância para os especialistas de se utilizar informação geográfica atual nas análises municipais.

Esse é de fato um ponto muito sensível devido à velocidade com que acontecem os processos de transformação urbana, sejam eles planejados ou improvisados. Por outro lado, sabe-se que seria bastante difícil e custoso manter os dados espaciais completamente atualizados, principalmente no que tange imagens aéreas frutos de sensoriamento remoto. Nesse aspecto, portanto, alguma tolerância deve ser observada, muito embora tecnologias mais recentes, como o imageamento por drones, possam contribuir com o barateamento e facilitação na coleta de dados.

Outro aspecto interessante julgado pelos especialistas aparece quando se observa que o tipo de dado espacial utilizado numa prefeitura teria mais influência no aproveitamento da InfGeo quando comparado com a autoria desses dados. É importante lembrar que dados espaciais já adequados ao uso em SIG, quando gerados em nível estadual e federal muitas

vezes não terão escala e resolução espacial compatíveis para estudos urbanos, bem como podem não retratar fielmente atributos e características locais.

Dentre os parâmetros relacionados com o indicador “Operadores”, houve uma retomada da liderança por parte do quesito ‘treinamentos’, com ‘equipe’ voltando para o segundo lugar. O parâmetro ‘especialização’ aparece mais uma vez na terceira posição. É curioso que se considere a presença de profissionais capacitados na área de geotecnologias como algo de menor influência para o bom desempenho na aplicação da informação geográfica na administração municipal, ao passo que a literatura apresenta queixas sobre a falta desses profissionais para o desenvolvimento efetivo de análises espaciais sobre a cidade, como é o caso de Santos, Cruz & Santos (2022) em suas considerações finais.

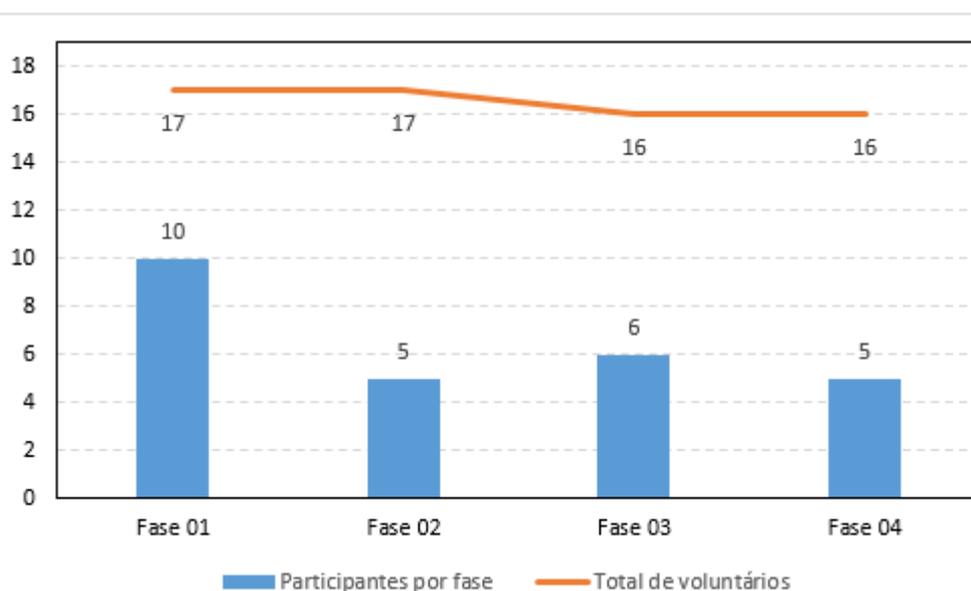
Quanto aos parâmetros relacionados a “Normas”, houve uma mudança significativa. ‘Base legal’, que vinha sendo o parâmetro julgado menos importante nas duas últimas rodadas, desponta agora em primeiro lugar, com alguns participantes lhe atribuindo até 50% do peso geral. A presença de um setor dedicado a geodados (‘responsáveis’) era o fator principal na rodada anterior, e agora aparece em último lugar. É preciso salientar, no entanto, que há um desvio padrão relativamente alto para tais parâmetros, o que demonstra uma considerável variabilidade de percepções entre os avaliadores. O consenso aparente desse conjunto de parâmetros parece estar no peso do quesito ‘instrução técnica’, com desvio de 2.2 pontos somente.

Muito embora uma prefeitura possa definir diretrizes e instruções técnicas sobre informação geográfica no âmbito da administração municipal, e também destacar um grupo de trabalho dedicado ao assunto, tudo isso sem ter uma política de gestão de geodados aprovada, é a presença desse arcabouço legal que de fato demonstra o investimento organizacional de uma prefeitura em adotar a informação geográfica como guia relevante e duradouro das políticas públicas. Essa mudança no paradigma organizacional tem o potencial de afetar diretamente os padrões de uso já citados, ou seja, a variedade, a finalidade, e a frequência de aplicação dos dados espaciais.

Por fim, o indicador “Uso externo” traz seus parâmetros com médias estáveis desde a rodada anterior, e ainda com desvios significativos. Conforme já discutido outras vezes, isso demonstra o baixo consenso dos avaliadores quanto a esses quesitos. É importante notar, entretanto, que ‘dados & metadados’ foi sempre considerado o parâmetro mais importante desse conjunto, mostrando assim o apreço dos avaliadores pela oferta de informação geográfica de maneira completa e com qualidade. Resta aos demais quesitos um empate técnico, ainda que com desvios acentuados. Nesse aspecto, os avaliadores parecem formar

um consenso bem mais claro ao redor do conceito de ‘geosserviços’ e sua importância para o aproveitamento efetivo dos dados espaciais no município do que em comparação ao parâmetro de ‘mapa interativo’.

De maneira geral, ao longo das quatro fases de avaliação foi possível notar uma intensa modificação na valoração dos parâmetros. Essa variação parece estar relacionada tanto à mudança de respondentes a cada rodada, quanto a própria mudança nas respostas por parte dos respondentes mais assíduos. No gráfico da figura 16 que segue, é possível verificar a continuidade dos respondentes.



**Figura 17** - Gráfico da participação dos especialistas por fase da dinâmica (autoria própria).

Nenhuma das quatro fases contou com a participação total dos voluntários, e o número se modificou a cada fase. Somente na última todos os participantes tinham respondido na fase anterior. É preciso registrar ainda que um dos voluntários solicitou durante o processo a retirada de sua participação por motivos pessoais, diminuindo o número total de voluntários.

Infelizmente, a dinâmica do Método Delphi foi comprometida por essa falta de participação mais ampla dos voluntários no fornecimento das respostas, o que levou a variações consideráveis entre uma fase e outra, além de comprometer a representatividade do resultado encontrado. De fato, havia uma sobrecarga de conceitos a serem entendidos e discutidos, o que pode ter atrapalhado na adesão dos participantes.

#### 4.2. INFORMAÇÃO DAS PREFEITURAS

Conforme explicado na descrição do processo de submissão ao Comitê de Ética em Pesquisa (CEP), a coleta de dados junto às prefeituras participantes ocorreu de maneira

anônima, de modo que os servidores não se identificaram ao responder o questionário. Dessa forma, a apresentação e discussão dos resultados feitas aqui tratam as cidades pelos codinomes Alfa, Beta, Gama, e Delta. Infelizmente, duas das seis cidades voluntárias a participar da pesquisa acabaram por não responder o questionário quando disponibilizado. A ficha de respostas de cada município consta no apêndice 7.1.

A primeira pergunta do questionário não estava ligada a nenhum parâmetro, servindo para situar o servidor respondente na estrutura institucional da prefeitura, procurando assim alguma similaridade ou curiosidade. E, de fato, três deles remeteram a secretarias de Planejamento ou Desenvolvimento Urbano. Somente uma cidade (Gama) teve seu servidor participante alocado na secretaria da Fazenda.

Sobre a frequência de uso, os participantes tinham de responder quanto à requisição de dados por outros departamentos. Enquanto o município Alfa declarou frequência mensal de requisição, todos os outros relataram requisições diárias de dados espaciais por outros setores da prefeitura.

Já para pergunta sobre finalidade, Alfa reportou intuito estratégico e cadastral para seu uso de informação geográfica, enquanto a cidade Beta incluiu ainda finalidade operacional de suporte a serviços públicos municipais. Gama também declarou as mesmas finalidades que Beta: estratégica, operacional e cadastral. Por fim, o município Delta reportou somente intuito operacional no seu uso de dados espaciais.

Quanto à variedade de aplicações, todas as cidades reportaram aplicação de dados espaciais na temática de zoneamento e uso do solo. Essa foi a única aplicação declarada pela cidade Alfa. Beta complementou com transporte público e mobilidade. Já o município Gama reportou aplicação de dados espaciais em transporte público, finanças e impostos, saúde pública, em educação, manutenção, na defesa civil, e também no zoneamento e uso do solo. O município Delta declarou usar dados espaciais em hidrografia, além do já mencionado zoneamento.

Partindo para perguntas relacionadas a "Dados & Software", os participantes primeiramente relataram sobre as ferramentas utilizadas para interagir com informação geográfica. Todos os municípios informaram usar *google maps* (ou similares) nesse aspecto. Além disso, o município Alfa informou usar também mapas físicos e dados em planilha. Curiosamente, não declarou usar programas específicos para tratamento de dados espaciais, como QGis por exemplo. Todos os outros municípios declararam inclusive utilizar ambos os programas específicos usuais (ArcGis e QGis). Beta também declarou recorrer ainda a mapas físicos. Chama a atenção que municípios usem ao mesmo tempo programas proprietários, de

licença paga, e programas livres e gratuitos para processamento de seus respectivos dados espaciais.

Na pergunta seguinte foi abordado o tipo de dado espacial manipulado pelas prefeituras, sendo ortofotos/imagens aéreas declaradas por todas elas. O município Alfa informou ainda usar cartas e mapas físicos nas suas análises. Beta também declarou recorrer a cartas e mapas, mas complementou com dados vetoriais e endereços e CEP. Já o município Gama declarou usar, além das ortofotos, dados vetoriais e endereço e CEP. Por fim, Delta reportou o uso de ortofotos e dados vetoriais. Causa estranheza que o município Alfa não tenha listado o uso de dados vetoriais, uma vez que esse é um formato usual para lidar com o zoneamento urbano.

Quanto ao parâmetro 'atualidade', Beta e Gama declararam usar dados de todas as idades previstas, desde dados com menos de 2 anos de geração, até dados com mais de 10 anos. Enquanto isso Alfa declarou somente usar dados com mais de dez anos de geração, correndo assim o risco de não corresponderem mais à realidade urbana do município. Delta, por sua vez, declarou contar com dados espaciais de idade entre 5 a 10 anos. Novamente há o risco de incompatibilidade com a real urbanização do local. É importante lembrar, no entanto, que os dados espaciais são muitas vezes onerosos demais para pequenas municipalidades, de modo que se torna fundamental o planejamento e regramento acerca do assunto.

Com relação à autoria dos dados espaciais utilizados pelas prefeituras, Beta e Gama declararam utilizar todas as opções fornecidas, usando dados das próprias secretarias, dados federais/estaduais, dados privados de livre acesso, e dados voluntários colaborativos. Enquanto isso, Alfa informou utilizar dados estaduais/federais somente. Delta, por sua vez, informou usar dados das próprias secretarias, e também dados estaduais e federais. O uso de dados próprios, de dados locais, é muito importante para que as políticas elaboradas sejam assertivas. Assim, quanto mais fontes locais de dados espaciais são incorporadas na gestão municipal, melhor. Vale ressaltar ainda que uma vez que todas as prefeituras participantes informaram usar da ferramenta '*google maps*', todas elas acabam utilizando dados privados de acesso público, algo não reportado aqui, seja por desatenção ou por incompreensão da natureza desses dados.

Já sobre o indicador "Operadores", os servidores responderam primeiramente quanto à ocorrência de treinamentos sobre informação geográfica nas suas prefeituras. O servidor do município alfa declarou não ter conhecimento sobre qualquer instrução do tipo. Beta e Gama sinalizaram a ocorrência de cursos práticos, teóricos e de palestras sobre o assunto. Já o servidor do município Delta declarou a ocorrência de um curso prático.

Quanto ao tamanho da equipe dedicada ao uso de dados espaciais, Alfa informou contar com 3 funcionários para a tarefa, mesmo número declarado por Beta. Município Gama declarou 5 ou mais funcionários dedicados a lidar com informação geográfica, enquanto Delta informou o menor número das 4 cidades participantes, contando com 2 funcionários somente.

Já no quesito especialização, nenhuma cidade declarou ter servidores em nível de pós-graduação. Todos contam com profissionais com graduação completa ou em andamento, seja em área relacionada (caso de Delta), ou na área de geociências (caso de Beta), ou ainda em ambas (caso de Alfa e Gama). Alfa e Beta ainda declararam contar com servidores em nível técnico.

Chegando ao último indicador avaliado através do questionário, "Normas" traz inicialmente o parâmetro de 'orientações técnicas' a serem seguidas no gerenciamento da informação geográfica municipal. O município Alfa alegou não seguir qualquer norma sobre o assunto. Já Beta e Delta declararam seguir instruções estaduais e federais. Enquanto isso, Gama declarou seguir normas locais e também normas estaduais/federais.

Quanto à existência de uma organização interna responsável pelo gerenciamento de dados espaciais, Alfa declarou que essa é uma tarefa desempenhada por servidores espalhados nos departamentos municipais. Já Beta declarou haver um órgão específico para lidar com dados espaciais. Gama, por sua vez, informou haver uma comissão de secretarias, enquanto Delta também reportou essa tarefa para funcionários isolados.

Por fim, quanto à existência de uma legislação acerca de procedimentos, objetivos e estrutura para informação geográfica, os respondentes de Alfa e Beta informaram que seus municípios estão em estágio de desenvolvimento/estudo preliminar dessa base legal. Já os municípios Gama e Delta declararam não saber ou ausência de base legal.

Através dos comentários deixados pelos participantes, é possível perceber que os servidores envolvidos sentem a necessidade por organização e ampliação do gerenciamento de dados espaciais nos seus municípios.

Sem haver um setor específico dedicado ao tema, capaz de produzir os dados requisitados por outros departamentos, parece restar o esforço individual de técnicos e especialistas para lidar com as demandas por informação geográfica na administração municipal.

Além disso, outros órgãos e secretarias parecem lidar isoladamente com suas informações, prejudicando a compatibilidade de base de dados, e o surgimento de políticas públicas abrangentes e multidisciplinares.

### 4.3. VERIFICAÇÃO DOS GEOPORTAIS

A análise dos geoportais das prefeituras voluntárias, associada ao indicador “Uso externo”, revelou grave deficiência em três dos quatro municípios nesse aspecto de uma infraestrutura de dados espaciais. Não foi encontrado para Alfa e Delta qualquer repositório de mapas institucionais que pudesse ser acessado, muito menos mapas interativos e geosserviços. Beta conta com um simples mapa interativo com a sua divisão de bairros, desdobrando-se em informações socioeconômicas sobre os bairros selecionados.

Entretanto não há nada além disso. Sem tutoriais, sem metadados, sem geosserviços, e o próprio mapa carece de detalhes básicos, como escala e pontos cardeais. Por fim, Gama foi o único município a apresentar um geoportal com características típicas, como mapa interativo, disponibilização de dados para ‘download’ e para acesso via wfs/wms, instruções sobre utilidades e dados espaciais, além de metadados devidamente organizados. As fichas de verificação com as avaliações de cada município se encontram no apêndice 7.2.

### 4.4. GEOPERFORMANCE DAS PREFEITURAS

A partir das respostas declaradas pelos servidores, e utilizando os pesos definidos na consulta especializada aos professores, foi possível aplicar as fórmulas já apresentadas para calcular a performance de cada uma das prefeituras participantes no uso de informação geográfica para gestão municipal.

Esses valores de performance foram expostos de duas formas diferentes. Uma consiste de um gráfico cartesiano relacionando o eixo de aplicação de dados espaciais e de infraestrutura de dados espaciais, conforme foi visto na figura 14. Essa representação é interessante para comparar municípios no seu desempenho, e ajuda a identificar as condições gerais da administração pública no aproveitamento de informação geográfica. A segunda forma de exposição dos valores de performance foi um gráfico radar individual por município. Nessa visualização, vista nas figuras 18 e 19, é possível constatar os indicadores de bom e mau desempenho para um determinado município, servindo assim de guia para procedimentos de melhoria.

Além disso, o processamento dos dados está evidenciado nos quadros 12, 13, 14, e 15; onde o primeiro exhibe o cálculo do peso final a partir da média dos pesos atribuídos pelos especialistas, enquanto o segundo quadro exhibe o escore final das cidades em cada parâmetro considerado. Dentre os indicadores relacionados ao eixo de infraestrutura de dados espaciais,

o que mais chamou atenção foi a baixa performance em geral no quesito de "Uso externo". Dentre os quatro municípios avaliados, dois sequer contavam com o recurso de geoportal. Por sua vez, Beta possui uma versão rudimentar, com poucos recursos, restando somente Gama com um Geoportal estruturado. Esse resultado geral demonstra a dificuldade das prefeituras em oferecer ou transformar certos serviços e demandas públicas em processos automatizados e georreferenciados, perdendo assim eficiência na administração em geral.

A seguir, o quadro 12 com o peso final de cada parâmetro calculado:

**Quadro 12** - Cálculo do peso final a partir das notas dos especialistas (autoria própria).

INDICADORES		PARÂMETROS		PESO FINAL
ITEM	PESO	ITEM	PESO	
Dados & Software	29.8	Ferramentas	22.0	654.9
		Tipo	27.0	803.8
		Atualidade	32.0	952.6
		Autoria	19.0	565.6
Operadores	28.4	Treinamentos	37.6	1067.1
		Equipe	32.6	925.2
		Especialização	29.8	845.8
Normas	21.8	Orientação Técnica	32.6	710.6
		Responsáveis	30.6	667.0
		Base Legal	36.8	802.2
Uso Externo	20.1	Dados & Metadados	31.0	621.6
		Mapa Interativo	23.0	461.2
		Tutoriais	22.0	441.1
		Geosserviços	24.0	481.2

Outra forma interessante de analisar os dados numéricos é fazer uma comparação percentual com o escore máximo. Analisando a porcentagem de escore das cidades, nota-se que Normas tem um baixo desempenho geral. Nenhuma cidade ultrapassa 55% do escore máximo possível.

Quando se analisa detalhadamente os parâmetros relacionados, constata-se um baixo desempenho em base legal como uma deficiência crônica dos municípios. Orientação técnica também conta com um desempenho mediano, tendo a prefeitura de Alfa inclusive zerado o quesito. Somente o parâmetro relativo aos órgãos responsáveis pelos dados espaciais teve um escore satisfatório.

Já com relação ao indicador "Operadores", houve uma performance consistentemente superior, onde a média das quatro cidades chegou à 59,4% do escore perfeito. Essa melhora com relação a "Normas" se deve muito ao fato de todos os municípios terem escore no

questo mais valorizado pelos especialistas, o parâmetro 'equipes'. Todas as prefeituras apresentaram notas modestas no quesito 'especialização', o que parece apontar para a presença de uma deficiência geral nos municípios quanto ao quadro capacitado em análise espacial, algo já apontado na literatura.

No quadro a seguir, mostra-se os escores e a nota final dos indicadores e do eixo referente à infraestrutura de dados espaciais.

**Quadro 13** - Cálculo por município dos escores de parâmetros, indicadores e do eixo IDE (autoria própria).

PARÂMETROS	ALFA		BETA		GAMA		DELTA	
	PONTOS	ESCORE	PONTOS	ESCORE	PONTOS	ESCORE	PONTOS	ESCORE
Ferramentas	4	2619.7	5	3274.7	5	3274.7	5	3274.7
Tipo	5	4018.9	5	4018.9	5	4018.9	5	4018.9
Atualidade	1	952.6	4	3810.5	4	3810.5	3	2857.9
Autoria	2	1131.3	3	1696.9	3	1696.9	3	1696.9
Nota do indicador	TOTAL	8722.6	TOTAL	12801.0	TOTAL	12801.0	TOTAL	11848.4
% do escore máx.	%	58.60%	%	86.0%	%	86.00%	%	79.60%
Treinamentos	0	0.0	5	5335.6	5	5335.6	4	4268.5
Equipe	3	2775.7	3	2775.7	5	4626.1	2	1850.4
Especialização	2	1691.5	2	1691.5	2	1691.5	2	1691.5
Nota do indicador	TOTAL	4467.2	TOTAL	9802.8	TOTAL	11653.2	TOTAL	7810.4
% do escore máx.	%	31.48%	%	69.08%	%	82.12%	%	55.04%
Orientação Técnica	0	0.0	2	1421.2	4	2842.4	2	1421.2
Responsáveis	2	1334.0	5	3335.0	4	2668.0	2	1334.0
Base Legal	1	802.2	1	802.2	0	0.0	0	0.0
Nota do indicador	TOTAL	2136.2	TOTAL	5558.4	TOTAL	5510.4	TOTAL	2755.2
% do escore máx.	%	19.60%	%	51.00%	%	50.56%	%	25.28%
Dados & Metadados	0	0.0	0	0.0	5	3108.0	0	0.0
Mapa Interativo	0	0.0	1	461.2	4	1844.7	0	0.0
Tutoriais	0	0.0	0	0.0	3	1323.4	0	0.0
Geosserviços	0	0.0	0	0.0	1	481.2	0	0.0
Nota do indicador	TOTAL	0.0	TOTAL	461.2	TOTAL	6757.4	TOTAL	0.0
% do escore máx.	%	0.00%	%	4.60%	%	67.40%	%	0.00%
<b>Nota do Eixo IDE</b>	<b>ALFA</b>	<b>15325.9</b>	<b>BETA</b>	<b>28623.4</b>	<b>GAMA</b>	<b>36722.1</b>	<b>DELTA</b>	<b>22414.1</b>

Por outro lado, se talvez as prefeituras tenham dificuldade em atrair ou abrir espaço para tal mão de obra capacitada, elas parecem não estar alheias à disseminação do uso de informação geográfica, pois três delas reportaram níveis satisfatórios de treinamento. Seria importante, no entanto, saber a extensão desses treinamentos dentro da instituição, algo que está além da metodologia dessa pesquisa.

Por fim, "Dados & Software" foi o indicador relacionado à infraestrutura de dados que demonstrou o maior escore geral, reforçando a ideia de que os municípios estão alertas para o

impacto e a necessidade do uso de dados espaciais. Seus parâmetros de 'ferramentas' e 'tipo' de dados espaciais geraram pontuações praticamente perfeitas. Entretanto, a 'atualidade' desses dados mostrou certa deficiência na cidade Alfa. Por sua vez, 'autoria' também entregou valores medianos, muito devido à aparente situação onde as secretarias respondentes não contribuem com nenhum tipo de dado próprio para a base dos municípios.

No quadro a seguir, já se vê o cálculo do peso final para o indicador “Formas de uso” referente ao eixo de aplicação de dados espaciais.

**Quadro 14** - Cálculo do peso final para os parâmetros do indicador "Formas de uso" (autoria própria).

INDICADOR	PARÂMETROS		FATOR DE ESCALA	PESO FINAL
	ITEM	PESO		
Formas de uso	Frequência	29.6	100.0	2960.0
	Finalidade	37.8		3780.0
	Variedade	32.6		3260.0

Analisando por sua vez o indicador “Formas de uso” para o eixo de aplicação de dados espaciais, é possível perceber que há uma boa performance geral nos parâmetros associados (frequência, finalidade e variedade). Os municípios Alfa e Delta são os que apresentam mais dificuldade, principalmente quanto ao uso variado dos dados espaciais. No quesito frequência, somente Alfa não apresenta um escore perfeito. E quanto à finalidade de uso da informação geográfica, Delta apresenta uma baixa performance ao reportar um simples uso operacional dos dados. No quadro 15, vê-se o cálculo do escore total de cada município para o eixo de aplicação.

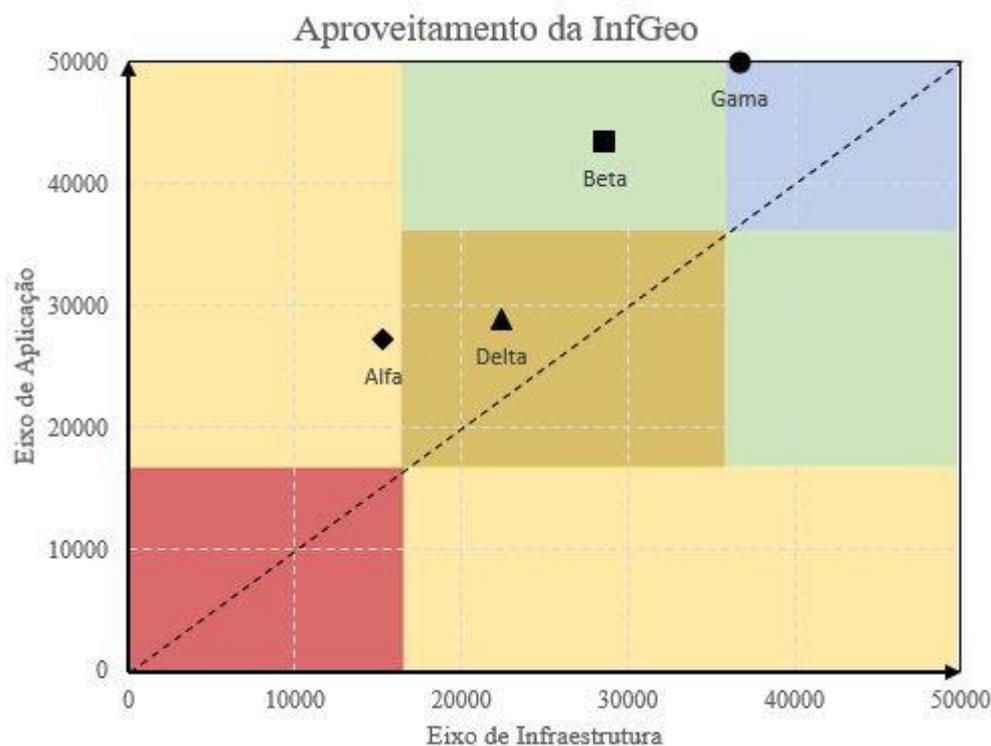
**Quadro 15** - Cálculo por município do escore para o eixo de aplicação de dados espaciais (autoria própria).

PARÂMETROS	ALFA		BETA		GAMA		DELTA	
	PONTOS	ESCORE	PONTOS	ESCORE	PONTOS	ESCORE	PONTOS	ESCORE
Frequência	3	<b>8880.0</b>	5	<b>14800.0</b>	5	<b>14800.0</b>	5	<b>14800.0</b>
Finalidade	4	<b>15120.0</b>	5	<b>18900.0</b>	5	<b>18900.0</b>	2	<b>7560.0</b>
Variedade	1	<b>3260.0</b>	3	<b>9780.0</b>	5	<b>16300.0</b>	2	<b>6520.0</b>
Nota do indicador	TOTAL	<b>27260.0</b>	TOTAL	<b>43480.0</b>	TOTAL	<b>50000.0</b>	TOTAL	<b>28880.0</b>
% do escore máx.	%	<b>54.52%</b>	%	<b>86.96%</b>	%	<b>100.00%</b>	%	<b>57.76%</b>

Através desse escore corrigido para o eixo de aplicação de dados espaciais, é possível montar um gráfico como o da figura 18, formado pelos pares ordenados representativos do desempenho das cidades em cada um dos eixos de análise, aplicação e infraestrutura de dados espaciais.

De maneira geral, ao se observar o gráfico, é possível perceber que os municípios

estão todos acima da linha imaginária de 45 graus. Isso parece sugerir que há um nível de uso de dados espaciais maior do que a infraestrutura estaria preparada para suportar, podendo assim acarretar em perda de qualidade dos produtos e análises geradas. De fato, pelo menos três municípios tiveram desempenhos modestos no quesito “Uso externo” do eixo de infraestrutura, levando assim a esse ‘desequilíbrio’ entre os eixos.



**Figura 18** - Gráfico cartesiano do comparativo entre os municípios quanto ao aproveitamento da informação geográfica na administração municipal (autoria própria).

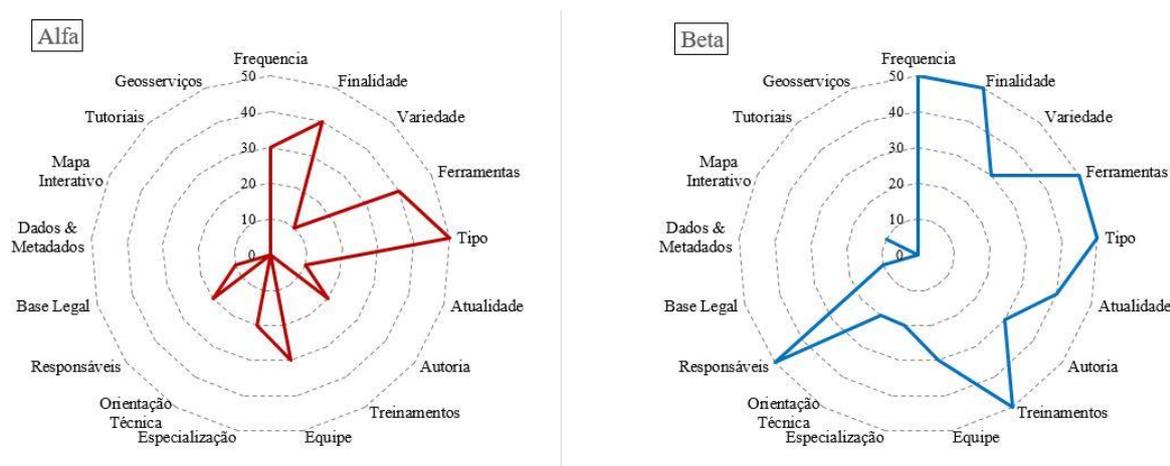
Entretanto, é importante notar que o eixo de aplicação conta com 3 parâmetros somente para a constituição de seu escore, enquanto o eixo de infraestrutura usa 14 parâmetros. Dessa forma, esse último eixo torna-se muito mais sensível em sua verificação, dificultando assim que se alcance escores altos. Sendo assim, aumentar a sensibilidade dos parâmetros de aplicação, ou agregar mais parâmetros ao eixo Y, podem possivelmente contribuir para um gráfico mais assertivo no que se refere ao aproveitamento de InfGeo nos municípios.

Já o município Delta figura numa zona de equilíbrio, de desenvolvimento moderado de sua infraestrutura de dados espaciais, e uso também equilibrado. Suas performances ficam entre comeditas e boas na maioria dos parâmetros, sendo seu maior limitador o escore nulo no parâmetro referente ao geoportal. Por outro lado, Beta também apresenta um desempenho pífio no quesito “Uso externo”, e mesmo assim o município aparece numa posição privilegiada. Isso se deve a uma aplicação mais robusta, outro ponto fraco de Delta, e também

a uma infraestrutura mais madura, principalmente nos quesitos de atualidade de dados, equipe, responsáveis, e base legal.

Por fim, tem-se o município Gama, com o escore perfeito no eixo aplicação. Suas deficiências estão exatamente na sua IDE, mais especificamente nos quesitos de autoria dos dados espaciais, grau de especialização da equipe, aprovação de base legal, e no aspecto de “Uso externo” como um todo, que se encontra num nível intermediário. Mesmo assim, tais falhas não impediram o município Gama de figurar na zona de excelência quanto à aplicação de dados espaciais.

A fim de ter uma visualização mais precisa dos pontos fortes e fracos de cada município, é possível também adotar uma visualização de gráfico em radar para seus parâmetros. Dessa forma, identifica-se precisamente a deficiência do município, enquanto o gráfico cartesiano é mais generalista.



**Figura 19** - Gráfico radar com o desempenho dos parâmetros para as cidades Alfa e Beta (autoria própria).

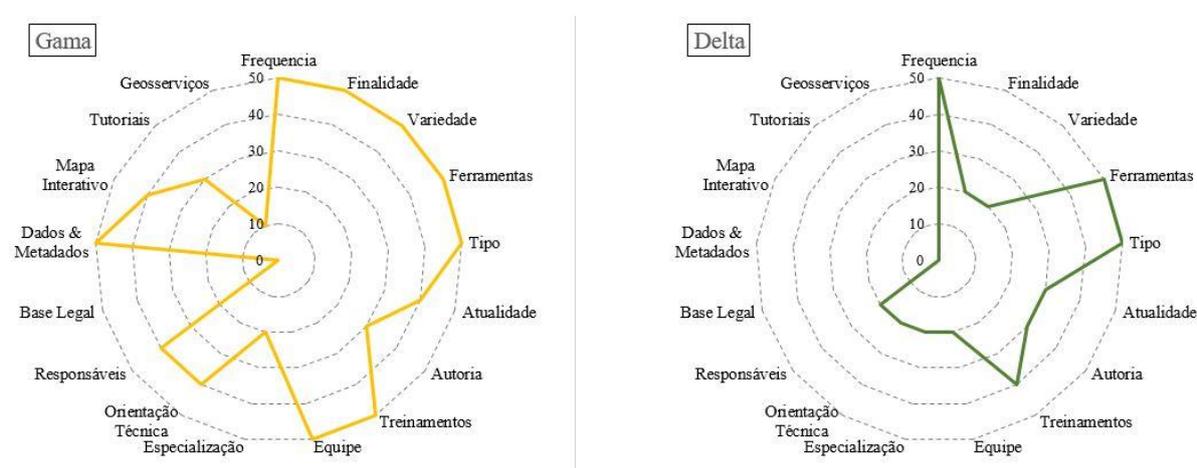
Observando os gráficos referentes aos municípios Alfa e Beta, já fica evidente que ambas as cidades têm um desempenho irrisório nos parâmetros do indicador "Uso externo". Nota-se também que Beta tem bom desempenho nos parâmetros relativos a "Formas de Uso" e "Dados & Software". Percebe-se também que há um ponto fraco na infraestrutura de dados espaciais de Beta no quesito Normas, mais especificamente no parâmetro de responsáveis. Ao mesmo tempo, o gráfico de Alfa demonstra as diversas fragilidades do gerenciamento da informação geográfica no município, principalmente no que diz respeito a variedade, atualidade dos dados, treinamentos e especialização da equipe, além de deficiências na orientação técnica e na base legal.

Já a análise do gráfico relativo ao município Gama, visto na figura 20, revela um forte desempenho nos parâmetros de frequência, finalidade e variedade, deficiência na

especialização da sua equipe envolvida com dados espaciais e também no desenvolvimento da base legal desses dados. Detecta-se ainda um ponto forte em metadados, porém havendo um baixo desempenho em tutoriais e geosserviços.

Quando à Delta percebe-se um modesto desempenho geral, com destaque para sua frequência de uso de dados espaciais, e para o treinamento de sua equipe. Vê-se também que conta com uma boa performance quanto às ferramentas e tipos de dados espaciais utilizados, porém sua estrutura de geoportal se revela inexistente.

Dessa maneira, é possível fazer um rápido diagnóstico da realidade dos dados espaciais numa gestão municipal, levando a encaminhamentos e processos de melhoria mais rápidos e assertivos.



**Figura 20** - Gráfico radar com o desempenho dos parâmetros para as cidades Gama e Delta (autoria própria).

## 5. CONCLUSÕES & RECOMENDAÇÕES

De acordo com as leituras sobre o tema, a metodologia empregada, e as informações coletadas, é possível encaminhar alguns entendimentos sobre o uso de informação geográfica na administração municipal, e também sobre o próprio método empregado.

Primeiramente, foi interessante constatar que especialistas e prefeituras parecem ter relegado para segundo plano a base legal municipal relativa à infraestrutura e aplicação de informação geográfica. Os especialistas participantes só vieram considerar tal parâmetro como mais importante na última rodada, e os municípios, por sua vez, não reportaram grandes desenvolvimentos na questão. A base legal e as orientações técnicas representam um passo essencial para uma gestão eficaz dos dados geográficos numa instituição, saindo de uma condição não padronizada para uma gestão profissional e devidamente estruturada.

Outro detalhe interessante quanto à percepção dos indicadores ao longo do processo, foi o grande destaque em torno dos “Operadores” como um dos fatores mais preponderantes para o bom aproveitamento da informação geográfica na gestão municipal. De fato, a literatura chama a atenção para essa interação entre ‘*software*’, ‘*hardware*’ e ‘*peopleware*’ nos sistemas de informação geográfica. Como atualmente os dois primeiros já se encontram em condições relativamente acessíveis, sendo possível realizar análises geográficas significativas em computadores pessoais de fácil acesso, fica evidente que o componente relativo às pessoas se torna um dos pontos chave para o bom desempenho do sistema ao liderar três das quatro rodadas na percepção dos especialistas.

A partir dos resultados obtidos, foi possível caracterizar uma dificuldade crônica na oferta de geosserviços e geodados a usuários externos. A falta ou deficiência nos geoportais prejudica a fiscalização das políticas públicas municipais, compromete o direito de acesso à informação, burocratiza o acesso a serviços municipais que poderiam estar automatizados, e interfere no planejamento público e privado, na medida que ambos os setores se beneficiariam de acessar rapidamente informações geográficas de interesse. Seria preciso um estudo mais aprofundado sobre os municípios e suas características a fim de detectar os principais impedimentos quanto a essa oferta digital de geosserviços, mas é provável que apoio estadual ou federal seja necessário para disseminação de tais ferramentas.

Os dados obtidos das prefeituras também ofereceram vestígios da pouca especialização nas equipes dedicadas à gestão do geoprocessamento municipal. Muito embora esse parâmetro específico não tenha sido o mais valorizado de seu grupo, o seu respectivo indicador terminou a pesquisa como o segundo mais importante, de forma que isso implica de certa maneira numa perda de qualidade para gestão dos dados espaciais do município. Assim, fica caracterizada a necessidade de políticas públicas voltadas para capacitação dos servidores sobre o tema.

Os representantes municipais também comentaram sobre as variadas dificuldades que encontram no que diz respeito ao gerenciamento de dados espaciais, desde carências tecnológicas até falta de profissionalização no gerenciamento da informação geográfica, passando ainda por dificuldades de implantação. Essa variedade de problemas mostra a importância de se montar um método avaliativo abrangente, capaz de identificar as dificuldades de cada prefeitura.

Nesse aspecto, o método proposto ainda precisa de alguns aperfeiçoamentos. Um deles seria abordar questões de integração interna entre secretarias e departamentos. Tal dificuldade foi mencionada também pelos servidores participantes, e não está contemplada de maneira

direta entre os parâmetros. Talvez uma participação de mais servidores de uma mesma prefeitura poderia já amenizar essa falta, e ainda aumentar a confiabilidade e representatividade das respostas.

Quanto ao método de desenvolvimento dessa pesquisa, foi constatado que o processo Delphi não gerou o engajamento esperado com os especialistas da área de geotecnologias, o que certamente impactou na coleta de dados e acabou comprometendo a consistência dos resultados. De fato, o período de coleta dos dados junto aos especialistas, ocorrido no período de fim de ano, não contribuiu para a participação dos mesmos, visto que se trata normalmente de um momento de recesso para os atuantes da área acadêmica. Por outro lado, a participação remota de profissionais de diversos estados do país contribuiu para uma maior representatividade do resultado.

Quanto à coleta de dados junto às prefeituras, houve um engajamento satisfatório e as respostas foram fornecidas de maneira rápida. Isso indica que os questionários mais diretos, com respostas pré-determinadas para escolha dos participantes leva a uma maior interação quando comparado a questionários mais subjetivos, e com intensa apresentação de conceitos, como foi o caso do questionário aplicado aos especialistas. Fica sugerido, portanto, uma recalibração dos pesos utilizados no modelo usando o método Delphi em outro período do ano, ou através de outra dinâmica, como um grupo focal ou uma pesquisa de opinião em eventos de congresso. Considerando a avaliação como um todo, adotar cidades de referência, seja de maneira geral ou para cada indicador estabelecido, talvez auxilie numa calibração mais precisa.

Quanto aos resultados e representações adotadas, eles conseguiram caracterizar o grau de aproveitamento da informação geográfica de maneira preliminar, oferecendo pistas para uma análise mais aprofundada. Conseguiu também transmitir o uso de informação geográfica de maneira comparativa entre municípios, de modo a possibilitar uma caracterização regional ou por aglomeração urbana. Essa é uma possibilidade interessante, pois permite que cidades menores tenham um panorama integrado de suas necessidades e, assim, possam cogitar investimentos conjuntos para suas infraestruturas de dados espaciais.

Sendo assim, conclui-se que há pontos a se aperfeiçoar no método avaliativo proposto, mas sua estrutura básica atual já permite a obtenção de um ponto de partida no diagnóstico da gestão de dados espaciais num município.

## 6. REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 13133:2021 **Execução de Levantamento Topográfico - Procedimento**. Rio de Janeiro – RJ, 2021. 57p.

\_\_\_\_\_. NBR 17047:2022 **Levantamento Cadastral Territorial para registro público - Procedimento**. Rio de Janeiro – RJ, 2022a. 12p.

\_\_\_\_\_. NBR 15777:2009 **Convenções topográficas para cartas e plantas cadastrais – Escalas 1:10.000, 1:5.000, 1:2.000 e 1:1.000 - procedimento**. Rio de Janeiro, 2009.

\_\_\_\_\_. NBR 14645-1:2001 **Elaboração do “como construído” (as built) para edificações. Parte 1: Levantamento planialtimétrico e cadastral de imóvel urbanizado com área até 25 000 m<sup>2</sup>, para fins de estudos, projetos e edificação – Procedimento**. Rio de Janeiro, 2001. 9 p.

\_\_\_\_\_. NBR 14166:2022. **Rede de Referência Cadastral Municipal – Requisitos e Procedimento**. Rio de Janeiro, 2022b. 23p.

\_\_\_\_\_. NBR 17058:2022. **Locação topográfica e controle dimensional de edificação - Procedimento**. Rio de Janeiro, 2022c. 12p.

ANSELIN, L. **What is special about spatial data? Alternative perspectives on spatial data analysis**. Technical Report 89-4 (Santa Barbara, CA: National Center for Geographic Information and Analysis). 1989.

AL-FUQAHA, A.; GUIZANI, M.; MOHAMMADI, M.; ALEDHARI, M.; AYYASH, M. Internet of things: A survey on enabling technologies, protocols, and applications. **IEEE communications surveys & tutorials**, 17(4), 2347-2376. 2015.

ALTAWHEEL, M. **Mapping school performance and inequality with GIS**. 2019. Disponível em: <<https://www.gislounge.com/mapping-school-performance-and-inequality-with-gis/>>. Acesso em: 03 fev. 2021.

ALTER, S. Defining information systems as work systems: implications for the IS field. **European Journal of Information Systems**, 17(5), 448-469. 2008.

ALVES, L. L. F. **A Criação de um SIG para a Prefeitura Municipal de Sete Lagoas**. Monografia do Curso de Especialização em Geoprocessamento da Universidade Federal de Minas Gerais, UFMG, Belo Horizonte/MG. 2000.

ARAÚJO, L. G.; FROTA, M. H. P. Monitoramento Eletrônico como Medida de Proteção às Mulheres Vítimas de Violência. **Conhecer: debate entre o público e o privado**, 8(20), 138-153. 2018.

ARAÚJO, L. P. de; PETTA, R. A.; DUARTE, C. R. Sistema de informações geográficas aplicado à análise das relações da qualidade da água e risco em saúde pública no município de Natal (RN). **Geociências**, 24(1), 55-65. 2005.

ARONOFF, S. **Geographic information systems: a management perspective**. Ottawa: WDL Publications, 1989. 295p.

- AVISON, D. E.; MYERS, M. D. Information systems and anthropology: and anthropological perspective on IT and organizational culture. **Information Technology & People**. 1995.
- BARROS, O. N. F.; BARROS, M. V. F.; CAVIGLIONE, J. H. Uma proposta para implantação do SIG na cidade de Londrina. **GEOGRAFIA** (Londrina), 10(2), 211-224. 2001.
- BAZARGANI, J. S.; SADEGUI-NIARAKI, A.; CHOI, S. M. A survey of GIS and IoT integration: Applications and architecture. **Applied Sciences**, 11(21), 10365. 2021.
- BEDI, P; MAHAVIR. GIS for Smart Urbanisation. In: Vinodkumar, T. M. (Ed.). **Geographic information system for smart cities**. Copal Publishing Group. 2016.
- BIAS, E. de S.; BRITES, R.S.; ROSA, A.N de. C.S. **Imagem de Alta Resolução Espacial**. Cap.15, 2014 In: MENESES, P.R. ALMEIDA, T.de. Introdução ao Processamento de Imagens de Sensoriamento Remoto. Brasília: CNPq, 2012, p.249-267.
- BITTI, M. T. Geoprocessamento aplicado na gestão pública municipal: estudo de caso: Aracruz-ES. **Revista IFES Ciência**. v.5, N.1, 2021.
- BERNHARDESEN, T. **Geographic information systems: an introduction**. John Wiley & Sons, 2002.
- BOLSTAD, P. **GIS fundamentals: A first text on geographic information systems**. Eider (PressMinnesota). (2016).
- BOROTTO, G. **Uso de drone de baixo custo para o cadastramento urbano na cidade de Caturai-Go**. Tese de Graduação. Uni Anhanguera. Goiás. 2019.
- BRADBARD, D. A.; FULLER, B. K.; TOWNSEND, B. B.; HEINRICH, K.; HUBER, C.; RINNER, C.; ALBRECHT, J. Geographic information systems in selected cities and counties in the Southeast United States. **URISA Journal**, 27(2). 2017.
- BRASIL. Lei 5.172, 25 out. 1966. **Código Tributário Nacional**. Dispõe sobre o Sistema Tributário Nacional e institui normas gerais de direito tributário aplicáveis à União, Estados e Municípios. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, 27 out. 1966. Disponível em <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/Leis/L5172.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/L5172.htm)>. Acesso em: 15 abr. 2022.
- \_\_\_\_\_. Constituição (1988). **Constituição da República Federativa do Brasil**. Brasília, DF: Senado Federal: Centro Gráfico, 1988.
- \_\_\_\_\_. Lei Federal nº 10.257, de 10 de julho de 2001. **Estatuto das Cidades**. Regulamenta os arts. 182 e 183 da Constituição Federal, estabelece diretrizes gerais da política urbana e dá outras providências. Disponível em <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/leis\\_2001/l10257.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/leis_2001/l10257.htm)>. Acessado em: 21 jan. 2022.
- \_\_\_\_\_. Ministério das Cidades. **Caderno 1: Política nacional de desenvolvimento urbano**. Cadernos do Ministério das Cidades. Brasília: MCidades/Governo Federal, 2004.
- \_\_\_\_\_. **Decreto 6.666 de 27 de novembro de 2008**. Institui, no âmbito do Poder Executivo federal, a Infra-Estrutura Nacional de Dados Espaciais - INDE, e dá outras providências. Disponível em <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_Ato](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato) 2007-

2010/2008/Decreto/D6666.htm>. Acessado em: 25 abr. 2022.

\_\_\_\_\_. Ministério do Planejamento, Desenvolvimento e Gestão (MP). **Produto 4: Guia referencial para medição de desempenho e manual para construção de indicadores.** Brasília, 2009. Disponível em: <<http://bibliotecadigital.economia.gov.br/handle/777/613>>. Acessado em: 03 abr. 2022.

\_\_\_\_\_. Ministério da Saúde. **Saúde Ambiental: Guia básico para construção de indicadores.** Brasília-DF, 124p., 2011.

BRITO, P. L. **Sensoriamento remoto na identificação de elementos e tipologias urbanas relacionados à ocorrência da leptospirose no subúrbio ferroviário de Salvador, Bahia.** Tese de Doutorado. Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. São Paulo – SP, p. 268. 2010.

BURROUGH, P.A. **Principles of geographical information systems for land resources assessment.** Oxford: Oxford University Press, 1986. 194p.

BURROUGH, P. A.; MCDONNELL, R.A. **Principles of geographical information systems.** Oxford, Oxford University Press, 1998.

CÂMARA, G. **Desenvolvimento de sistemas de informação geográfica no Brasil: desafios e oportunidades.** Palestra proferida na Semana de Geoprocessamento do Rio de Janeiro. 1996. Disponível em: <<http://www.dpi.inpe.br/gilberto/present/segeo.html>>. Acesso em: 20 jul. 2022.

CÂMARA, G.; DAVIS.C.; MONTEIRO, A.M.; D'ALGE, J.C. **Introdução à Ciência da Geoinformação.** São José dos Campos, INPE, 2001.

CAMPBELL, J., SHIN, M. **Geographic information system basics.** 2012 Book Archive. 2012.

CARRILHO, A. N.; CANDIDO, H. G.; SOUZA, A. D. Geoprocessamento aplicado na seleção de áreas para a implantação de aterro sanitário no município de Conceição das Alagoas (MG). **Eng Sanit Ambient**, v.23, n.1, 201-206, 2018.

CECCATO, V.A. **Proposta metodológica para avaliação da qualidade de vida urbana a partir de dados convencionais e de sensoriamento remoto, Sistema de Informações Geográficas e Banco de Dados Relacional.** 1994. 137 f. Dissertação (Mestrado em Sensoriamento Remoto) - INPE, São José dos Campos, 1994.

CHAN, T. O.; WILLIAMSON, I. P. **Definition of GIS: the manager's perspective.** In Unpublished paper presented at the International Workshop on Dynamic and Multi-Dimensional GIS (Vol. 25). 1997.

CHARREIRE, H.; COMBIER, E. Poor prenatal care in an urban area: A geographic analysis. **Health & Place**, 15(2), 412–419. doi:10.1016/j.healthplace.2008.07.005 . 2009.

COELHO, A. L. N. SIG aplicado em inundações urbanas: Estudo de caso no município de Vitória - ES (Brasil). **Ciência Geográfica**, V.20, n.1, 2016.

CONCAR – Comissão Nacional de Cartografia. **Perfil de Metadados Geoespaciais do**

**Brasil – Perfil MGB.** Brasília: Ministério do Planejamento, 2009. 194p.

CORDOVEZ, J.C.G. **Mapeando cidades.** Anais–II Simpósio Regional de Geoprocessamento e Sensoriamento Remoto. Aracajú/SE. 2004. Disponível em: <<http://www.cpatc.embrapa.br/labgeo/srgsr2/pdfs/palestra9.pdf>>. Acesso em: 02 mar. 2022.

CORTESE, T. T. P.; COUTINHO, S. V.; VASCONCELLOS, M. D. P.; BUCKERIDGE, M. S. Tecnologias e sustentabilidade nas cidades. **Estudos Avançados**, 33, 137-150. 2019.

COSTA, S.M.F. **Metodologia alternativa para o estudo do espaço metropolitano, integrando as tecnologias de SIG e sensoriamento remoto: aplicação à área metropolitana de Belo Horizonte.** 1996. 177 f. Tese (Doutorado em Engenharia de Transportes) - Universidade de São Paulo, São Paulo, 1996.

CROMMELICK, S., BENNETT, R., GERKE, M., YANG, M. Y., VOSSelman, G. Contour detection for UAV-based cadastral mapping. **Remote sensing**, v9(2), p.171. 2017.

CUNHA, Maria A. et al. **Smart cities: transformação digital de cidades.** São Paulo: Programa Gestão Pública e Cidadania, 2016.

CYRIL, A.; MULANGI, R. H.; GEORGE, V. Development of a GIS-based composite public transport accessibility index. **Journal of Urban & Environmental Engineering**, 13(2). 2019.

DALKEY, N; HELMER, O. An experimental application of the Delphi method to the use of experts. **Management Science**, v.9, n. 3, p. 458-467, 1963.

DANNA, L. F. F. **Proposta de aplicação do geoprocessamento na segurança pública: Mapeamento geocriminal em Arapongas - Paraná.** 61fls. Trabalho de Conclusão de Curso de Bacharelado em Geografia, UEL, Londrina-PR, 2011.

DAVIS, G. B. Information systems conceptual foundations: looking backward and forward. In **Organizational and social perspectives on information technology** (pp. 61-82). Springer, Boston, MA. 2000.

DAVIS JÚNIOR, C. A.; ALVES, L. L. Infra-estrutura de dados espaciais: potencial para uso local. **Revista Informática Pública.** Belo Horizonte, 8(1), 65-80, 2006.

DAVIS JÚNIOR, C. A.; FONSECA, F. T.; CÂMARA, G. **Infraestruturas de dados espaciais na integração entre ciência e comunidades para promover a sustentabilidade ambiental.** In Workshop de Computação Aplicada à Gestão do Meio Ambiente e Recursos Naturais. 2009.

DeLONE, W. H.; McLEAN, E. R. Information systems success: The quest for the dependent variable. **Information Systems Research** v.3, n.1, p.60-95, 1992.

DEMING, W.E. **Qualidade: a revolução da administração.** Saraiva: Rio de Janeiro, 1990.

DIBIASE, D. **Nature of Geographic Information: An Open Geospatial Textbook.** 2014. Disponível em: <<https://opentextbc.ca/natureofgeographicinformation/chapter/1-overview/>>. Acesso em 25 abr. 2022.

ESRI. **GIS for law enforcement**. An ESRI White paper. California, 2012. Disponível em: <<https://www.esri.com/content/dam/esrisites/sitecore-archive/Files/Pdfs/library/whitepapers/pdfs/gis-for-law-enforcement.pdf>>. Acessado em: 15 fev. 2022.

FALEIROS, F.; KÄPLER, C.; PONTES, F. A. R.; SILVA, S. S. D. C.; GOES, F. D. S. N. D.; CUCICK, C. D. Uso de questionário online e divulgação virtual como estratégia de coleta de dados em estudos científicos. **Texto & Contexto-Enfermagem**, 25. 2016.

FORTALEZA. Prefeitura Municipal de Fortaleza. **Plano Diretor de Geoprocessamento da Prefeitura Municipal de Fortaleza**, 2007.

FRANK, T.; SILVA JÚNIOR, C. A. da; FERREIRA, R. M. P., KUX, H. J. H.; MENEGUETTE, A. A. C. **Gerenciamento de áreas contaminadas por postos de combustível por meio de geoprocessamento em Presidente Prudente (SP)**. In. XVI Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto - SBSR, Foz do Iguaçu, PR, INPE. 2013.

FREITAS FILHO, M. D. **Indicadores de degradação de cursos d'água em áreas urbanas**. 2010. 125 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Sanitária e Ambiental) UFSC, Florianópolis, 2011.

FURTADO, R. D. A. **Estudo da situação das áreas verdes na macrozona urbana da cidade de Milagres-CE**. Trabalho de Conclusão de Curso. UFERSA. 2019.

GAMA, K.; ALVARO A.; PEIXOTO, E. "**Em direção a um modelo de maturidade tecnológica para cidades inteligentes**." In Anais do VIII Simpósio Brasileiro de Sistemas de Informação, pp. 513-518. SBC, 2012.

GASSMAN, O., BOHM, J., PALMIÉ, M. (2019). **Smart cities: Introducing digital innovation to cities**. Emerald Group Publishing.

GARCIAS, C. M.; BERNARDI, J. L. As funções sociais da cidade. **Revista Direitos Fundamentais & Democracia**, v4. 2008.

GIFFINGER, R., GUDRUN, H. (2010). Smart cities ranking: an effective instrument for the positioning of the cities? **ACE: architecture, city and environment**, 4(12), 7-26.

GONÇALVES, L. S. **Sistema de Informação**. Apostila digital. 2012 Disponível em: <<http://www2.videolivrraria.com.br/pdfs/6519.pdf>>. Acesso em: 13 mar. 2022.

GOODCHILD, M.F. Geographical information science. **International journal of geographical information systems**, 6(1), pp.31-45. 1992.

\_\_\_\_\_. Citizens as voluntary sensors: spatial data infrastructure in the world of Web 2.0. **International journal of spatial data infrastructures research**, 2(2), 24-32. 2007.

GOODCHILD, M. F., YUAN, M., COVA, T. J. (2007). Towards a general theory of geographic representation in GIS. **International journal of geographical information science**, 21(3), 239-260.

GUINDON, B.; ZHANG, Y.; DILLABAUGH, C. Landsat urban mapping based on a combined spectral-spatial methodology. **Remote Sensing of Environment**, v.92, n.2, p218-

232, 15 aug 2004.

HAHMANN, S.; BURGHARDT, D.; WEBER, B. “80% of All Information is Geospatially Referenced”??? Towards a Research Framework: Using the Semantic Web for (In) Validating this Famous Geo Assertion. In Proceedings of the 14th AGILE Conference on Geographic Information Science. 2011.

HALEGOUA, G. R. (2020). **The digital city. In The Digital City.** New York University Press.

HAMADA, E.; GONÇALVES, R. R. do V. Sistema de Informações Geográficas. In: \_\_\_\_\_ **Introdução ao geoprocessamento: princípios básicos e aplicação.** Embrapa 2017. p 10-18  
Disponível em: <[http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/CNPMA/7489/1/documentos\\_67.pdf](http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/CNPMA/7489/1/documentos_67.pdf)>. Acesso em: 29 jan. 2022.

HINO, P.; VILLA, T.C.S.; SASSALI, C.M.; NOGUEIRA, J.A.; SANTOS, C.B. Geoprocessing in health area. **Rev Latino-am Enfermagem**, v.14, n.6, p.939-943, 2006.

HUISMAN, O; de BY, R. A. Principles of geographic information systems. ITC Educational Textbook Series, 1, 2009.

HUMPHREY, W. S. "Characterizing the software process: a maturity framework". **IEEE Software**. 5 (2): 73–79. (1988).

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censo Demográfico 2010. Primeiros Resultados.** Rio de Janeiro: IBGE, 2010. Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/estatisticas/sociais/populacao/9662-censo-demografico-2010.html?edicao=9666&t=sobre>>. Acesso em 05 mar. 2022.

\_\_\_\_\_. **Censo Demográfico 2022. Resultados de população - Tabela 2.1 - População residente, Área territorial e Densidade demográfica - 2022.** Rio de Janeiro: IBGE, 2022. Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/estatisticas/sociais/populacao/22827-censo-demografico-2022.html?edicao=37225&t=resultados>>. Acessado em 05 jun. 2023.

\_\_\_\_\_. **Produto interno bruto dos municípios 2020 / IBGE, Coordenação de Contas Nacionais.** Rio de Janeiro: IBGE, 2022. Disponível em: <<https://biblioteca.ibge.gov.br/index.php/biblioteca-catalogo?view=detalhes&id=2101990>>. Acesso em: 02 mar. 2023.

\_\_\_\_\_. **Área territorial brasileira 2022.** Rio de Janeiro: IBGE, 2023.

\_\_\_\_\_. **Especificações e Normas para Levantamentos Geodésicos Associados ao Sistema Geodésico Brasileiro.** 2017. Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/geociencias/metodos-e-outros-documentos-de-referencia/normas/16463-especificacao-e-normas-gerais-para-levantamentos-geodesicos-em-territorio-brasileiro.html>>. Acesso em: 15 maio 2023.

\_\_\_\_\_. 1983. Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/geociencias/metodos-e-outros-documentos-de-referencia/normas/16463-especificacao-e-normas-gerais-para-levantamentos-geodesicos-em-territorio-brasileiro.html>>. Acesso em: 15 maio 2023.

JATOBÁ, S. U. S. Urbanização, meio ambiente e vulnerabilidade social. **Boletim Regional, Urbano e Ambiental**, nº5, p.141-148. Brasília: IPEA, 2011. Disponível em: <[https://ipea.gov.br/portal/images/stories/PDFs/boletim\\_regional/111125\\_boletimregional5.pdf](https://ipea.gov.br/portal/images/stories/PDFs/boletim_regional/111125_boletimregional5.pdf)> Acesso em: 29 abr. 2022.

KAYLOR, C.H. The Next Wave of E-Government: The Challenges of Data Architecture. **Bulletin of the American Society for Information Science and Technology** 31(2): 18–22. 2005.

KEINERT, T. M. M.; KEINERT, R. C.; FEFFERMANN, M. In: VITTE, C. C. S.; KEINERT, T. M. M. **Qualidade de vida, planejamento e gestão urbana**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, p. 227-264, 2009.

KERSTEN, D. S.; MARION, F. A.; MELLO FILHO, J. A. Zoneamento ambiental por geoprocessamento das áreas propícias ao uso e ocupação do solo no município de Faxinal do Soturno – RS. **Geografia Ensino & Pesquisa**, v. 18, n.1, p.119-134, 2014.

KLOSTERMAN, R. E. Microcomputers in urban and regional planning: lessons from the past, directions for the future. *Computers, Environment and Urban Systems*, 14(3), 177-185. 1990.

KRITZINGER, W.; KARNER, M.; TRAAR, G.; HENJES, J.; SIHN, W. Digital Twin in manufacturing: A categorical literature review and classification. **Ifac-PapersOnline**, 51(11), 1016-1022. 2018.

KROL, K. Evolution of online mapping: from Web 1.0 to Web 6.0. **Geomatics, Land Management and Landscape**, (1), 33-51. 2020.

LACERDA, M. G. **Análise de uso de SIG no sistema de coleta de resíduos sólidos domiciliares em uma cidade de pequeno porte**. Tese de Mestrado, UNESP, Ilha Solteira, SP, 2003.

LAUDON, K.; LAUDON, J. **Sistemas de Informação Gerenciais**. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2010.

LAYA, A.; BRATU, V. I.; MARKENDAHL, J. **Who is investing in machine-to-machine communications?**, Proc. 24th Eur. Reg. ITS Conf., pp. 20-23, 2013.

LAZO, M. V. L. **As políticas públicas de urbanização e regularização fundiária no processo de inclusão social: o PROAP Rio de Janeiro**. Tese de Mestrado. FGV-RJ. 145p. 2005.

LEE, J. G.; HEANEY, J. P.; Estimation of Urban Imperviousness and its Impacts on Storm Water Systems. **Journal of Water Resources Planning and Management**, 129(5), 419–426. doi:10.1061/(asce)0733-9496(2003)129:5(419). 2003.

LI, D.; SHAN, J.; SHAO, Z.; ZHOU, X.; YAO, Y.; Geomatics for smart cities-concept, key techniques, and applications. **Geo-spatial Information Science**, 16(1), 13-24. 2013.

LIEW, A., 2007. Understanding data, information, knowledge and their inter-relationships. **Journal of knowledge management practice**, 8(2), pp.1-16. Disponível em <<http://www.tlinc.com/artic1134.htm>>. Acesso em 29 abr. 2022.

LOMBARDO, M. A.; MACHADO, R. P. P. Aplicação das técnicas de Sensoriamento Remoto e Sistemas de Informações geográficas nos estudos Urbanos. **Revista do Departamento de Geografia**, 10, 5-11. 1996.

LONGLEY, P. A.; GOODCHILD, M. F.; MAGUIRE, D. J.; RHIND, D. W. **Geographic information science and systems**. John Wiley & Sons. 2015.

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**, 68(8), 1633-1651. 2016.

MAGUIRE, D.J. An overview and definition of GIS. **Geographical information systems: Principles and applications**, 1(1), pp.9-20. 1991.

MCLAUGHLIN, J.; ANDERSON, R. **Access to land-related information: report of a working group**. In Proceedings of Commission 3 of the XX Congress of FIG, (Melbourne, Australia: FIG) pp. TS 301.4/1-10. 1994.

MEIRELLES, H. L. **Direito Municipal Brasileiro**. 14<sup>a</sup>. ed. São Paulo: Malheiros, 2006.

MELO, F. C. C.; LIMA, A. K. C.; FERREIRA, J. S. C. Decisão de localização de escolas com uso de sistema de informação geográfica e análise de agrupamentos. **Holos**, v.4, 2018.

MELO, S. N. D.; ANDRESEN, M. A.; MATIAS, L. F. (2017). Geography of crime in a Brazilian context: An application of social disorganization theory. **Urban geography**, 38(10), 1550-1572.

MELO, S. N. D.; ANDRESEN, M. A.; MATIAS, L. F. (2015). Crime concentrations and similarities in spatial crime patterns in a Brazilian context. **Applied Geography**, 62, 314-324.

MUNARETTO, L. F.; CORRÊA, H. L.; Cunha, J. A. C. da. Um estudo sobre as características do método Delphi e de grupo focal, como técnicas na obtenção de dados em pesquisas exploratórias. **Revista de Administração da Universidade Federal de Santa Maria**, 6(1), 9-24. 2013.

NASCIMENTO, L. D. **O uso do geoprocessamento na regularização fundiária e urbanística: uma proposta de apoio à decisão aplicada ao município de Taboão da Serra-SP**. Tese de Mestrado, USP, São Paulo, SP, 2008.

NAHAS, M. I. P.; ESTEVES, O. de A. Metodologia do índice de qualidade de vida urbana e suas aplicações. In: NAHAS, Maria Inês Pedrosa. **Qualidade de vida urbana: abordagens, indicadores e experiências internacionais**. Belo Horizonte: C/Arte, 2015.

NAHAS, M.I.P.; PEREIRA, M.A.M.; ESTEVES, O.A.; GONÇALVES, E. **Metodologia de construção do índice de qualidade de vida urbana das cidades brasileiros (IQVU – BR)**, p. 2- 18, 2006.

NEDOVIC-BUDIC, Z. Evaluating the effects of GIS technology: review of methods. **Journal of Planning Literature**, v.13, n.3, p.284-295, 1999.

NOVO, E. M. L. M.; PONZONI, F. J. **Introdução ao Sensoriamento Remoto**. INPE. São

José dos Campos, 2001.

O'BRIEN, J. A. **Sistemas de informação e as decisões gerenciais na era da internet**. 2ªed São Paulo:Saraiva, 2004.

OCDE. Organização para Cooperação e Desenvolvimento Econômico. **Handbook on Constructing Composite Indicators: Methodology and User Guide**. 2008. Disponível em: < <https://www.oecd.org/sdd/42495745.pdf> >. Acesso em: 25 mar. 2022.

OGASSAWARA, J. F.; OLIVEIRA, L. J. C. Geomática aplicada a drenagem urbana. **R. bras. Geom.**, Curitiba, v. 7, n. 1, p. 042-060, jan/mar. 2019. Disponível em: <<https://periodicos.utfpr.edu.br/rbgeo>>. Acesso em: 26 jan 2021.

OLIVEIRA, J. S. P.; COSTA, M. M.; WILLE, M. F.C. **Introdução ao Método Delphi**. Cartilha UFPR. Ed. Mundo Material. Curitiba. 18p. 2008.

OLIVEIRA, C. V. H. M.; GONÇALVES, P. A. M. B.; MAGALHÃES, D. M. Geologia aplicada à gestão e planejamento urbano - análise de multicritério da porção sul da mancha urbana de Nova Lima e Honório Bicalho. **Geonomos**, v.27, n.1, p.11-21, 2019.

OLIVEIRA, R. C. P. **Geoprocessamento para saneamento - AcquaGIS - Estudo realizado na Casal - Companhia de abastecimento d'água e saneamento de Estado de Alagoas**. Anais XIV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, Natal, Brasil, 25-30, INPE, p. 4125-4132, 2009.

PASCOAL JÚNIOR, A.; OLIVEIRA FILHO, P. C. Análise de rotas de coleta de resíduos sólidos domiciliares com uso de geoprocessamento. **Rev. Acad., Ciênc. Agrár. Ambient.**, Curitiba, v. 8, n. 2, p. 131-144, abr./jun. 2010.

PEREIRA, C. M. **Estruturação de dados cadastrais em ambiente SIG para gestão territorial de Feira de Santana-BA**. 160 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Planejamento Territorial)- Universidade Estadual de Feira de Santana, Feira de Santana-BA, 2016.

PNUD; IPEA; FJP. **Atlas do Desenvolvimento Humano no Brasil**. IDHM, Municipal, 2000 e 2010. Brasília: PNUD Brasil, 2013. Disponível em: <<http://www.atlasbrasil.org.br/2013/pt/consulta/>>. Acesso em: 15 fev. 2023.

RAMOS, T. M.; SILVA, M. R. D. **Sistema de informações geográficas voluntárias: um estudo de caso para plataforma iOS da Apple**. Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade Federal de Brasília (UNB). 72p. 2016.

RAVI, V. R.; HEMA, M.; SREEPRASHANTHINI, S.; SRUTHI, V. Smart bins for garbage monitoring in smart cities using IoT system. In IOP Conference Series: **Materials Science and Engineering** (Vol. 1055, No. 1, p. 012078). IOP Publishing. 2021.

REICHENTAL, J. (2020). **Smart cities for dummies**. John Wiley & Sons.

REZENDE, L. N. de; BORGES, K. A. de V. **Infraestrutura de Dados Espaciais Municipal da Prefeitura de Belo Horizonte/MG: o uso de geotecnologias como referência para construção de uma IDE Ambiental**. Anais 7º Simpósio de Geotecnologias no Pantanal, Jardim, MS. Embrapa Informática Agropecuária/INPE, p. 750-759. 2018.

RIBEIRO, V. O.; PARANHOS FILHO, A. C.; FOGAÇA, F. M. Aplicação de geotecnologias livres e/ou gratuitas no combate à perda de água em sistemas de abastecimento de água. **GEOGRAFIA**, Rio Claro, v.42, n.3, Especial - GeoPantanal 6, p. 87-97, 2017.

ROMERO, C. W. da S., SILVA, H. R., MARQUES, A. P., de MACEDO, F. L., FARIA, G. A., ALVES, M. C. Relação entre as ilhas de calor e uso e ocupação do solo em centros urbanos de pequeno porte utilizando o sensoriamento remoto. **Geociências**, 39(1), 253-268. 2020.

ROSSETTI, S., TIBONI, M., VETTURI, D., ZAZZI, M. and CASELLI, B. Measuring pedestrian accessibility to public transport in urban areas: A GIS-based discretisation approach. **Eur. Transp. Trasp. Eur**, 76(2), 2020.

RUGGINI, N. **Mapgeocity: uma proposta de sistema para auxiliar na gestão pública municipal**. Trabalho de Conclusão de Curso. 76p. UFSM. 2013.

REBOLLEDO, E,A, S.; CHIAVARALLOTI NETO, F.; GIATTI, L.L. Experiencias, beneficios y desafíos del uso de geoprocésamiento para el desarrollo de la atención primaria de salud. **Rev Panam Salud Publica**, V.42, 2018.

SANTOS, M. **A urbanização brasileira**. 5ª. São Paulo: EDUSP. 2009.

SANTOS, P. H. N.; CRUZ, M. G. D.; SANTOS, W. F. D. S. (2022). Ciência da cidade e planejamento urbano: geoprocessamento enquanto instrumento do planejamento estratégico municipal. **Geopauta**, 6.

SANTOS, S. M.; PINA, M. F.; CARVALHO, M. S. **Conceitos básicos de sistema de informação geográfica e cartografia aplicados à saúde**. Brasília: Organização Pan-americana de Saúde / Ministério da Saúde, 122p, 2000.

SICHE, R.; AGOSTINHO, F.; ORTEGA, E.; ROMEIRO, A. Índices versus indicadores: precisões conceituais na discussão da sustentabilidade de países. **Ambiente & sociedade**, 10, 137-148. 2007.

SIEBER R. E. Rewiring for a GIS/2. **Cartographica: The International Journal for Geographic Information and Geovisualization**. 39 (1) pp. 25-39. 2004.

da SILVA, M. R.; RAMOS T. M.; de HOLANDA, M. T. **Geographic information system with public participat on IoS system**. 2017 12th Iberian Conference on Information Systems and Technologies (CISTI). 2017.

SKUPIN, A. Discrete and continuous conceptualizations of science: Implications for knowledge domain visualization. **Journal of Informetrics**, 3(3), 233-245. 2009.

SOUZA, E. M. F. R.; CRUZ, C. B. M. RICHTER, M. O uso de geotecnologias em sistemas de transporte e organização urbana no Brasil. **Mercator**, Fortaleza, v. 13, n. 1, p. 143-152, 2014.

TAO, W. Interdisciplinary urban GIS for smart cities: advancements and opportunities. **Geo-spatial Information Science**, 16(1), 25-34. 2013.

TOM-JACK, Q. T.; BERNSTEIN, J. M.; LOYOLA, L. C. The role of geoprocessing in mapping crime using hot streets. **ISPRS International Journal of Geo-Information**, 8(12), 540. 2019.

WARNEST, M. **A collaboration model for national spatial data infrastructure in federated countries**. Dissertation (Ph.D. in Geomatics) Department of Geomatics. University of Melbourne, Australia, 279 p., 2005.

WEISS, M. C. **Cidades inteligentes como nova prática para o gerenciamento dos serviços e infraestruturas urbanos: estudo de caso da cidade de Porto Alegre**. 2013. 165 f. Dissertação (Mestrado em Administração) -- Centro Universitário FEI, São Paulo, 2013.

WHITE, S. K. "**What is CMMI? A model for optimizing development processes**". CIO. 2021. Disponível em: < <https://www.cio.com/article/274530/process-improvement-capability-maturity-model-integration-cmmi-definition-and-solutions.html>>. Acesso em 16abr2022.

XU. LI, W.; Shu, M.; Li, H.; Huang, P.; Wu, M. Performance Evaluation of Vehicle-Based Mobile Sensor Networks for Traffic Monitoring. **IEEE Transactions on Vehicular Technology**, vol. 58, no. 4, pp. 1647-1653, 2009.

ZANELLA, A.; BUI, N.; CASTELLANI, A.; VANGELISTA, L.; ZORZI, M. Internet of Things for Smart Cities. **IEEE Internet of Things Journal**, vol. 1, no. 1, pp. 22-32, Feb. 2014.

ZMITROWICZ, W.; BISCARO, C.; MARINS, K. R. C. C. **A organização administrativa do município e o orçamento municipal**. São Paulo: EPUSP, 28. 2013.

ZUPPO, C. A.; DAVIS JÚNIOR.; MEIRELLES, A. A. C. **Geoprocessamento no sistema de transporte e trânsito de Belo Horizonte**. In: ANAIS DO GIS BRASIL, 1996, Curitiba. Anais...Curitiba: [s.n.], 1996, p.376-387.

## 7. APENDICES

## 7.1. APENDICE 01 – QUESTIONÁRIO COM RESPOSTAS DAS PREFEITURAS

<b>MUNICÍPIO</b> <b>ALFA</b>	Carimbo de data/hora Declaração de Concordância	13/01/2023 11:46:06 Declaro que li o TCLE e concordo em participar da pesquisa.	
<b>PARÂMETROS</b>	<b>PERGUNTAS</b>	<b>PONTOS</b>	<b>RESPOSTAS</b>
Aberta (informativa)	Qual a secretaria e setor em que está alocado?		Secretaria de Planejamento e Desenvolvimento Urbano
Frequência	Com que frequência outros setores de sua prefeitura requisitam dados espaciais com que você trabalha?	3	Mensalmente
Finalidade	Quais das opções abaixo descrevem as finalidades de aplicação dos dados geoespaciais na sua cidade? - Pode marcar mais de uma opção.	4	finalidade estratégica – planejamento de políticas públicas e do território, finalidade cadastral – documentação e registro do território
Variedade	O uso de dados geoespaciais na prefeitura tem ligação com quais das temáticas listadas abaixo? - Pode marcar mais de uma opção.	1	zoneamento e uso do solo
Ferramentas	A interação com dados espaciais ocorre através de quais ferramentas? - Pode marcar mais de uma opção.	4	google maps e similares, mapas físicos, dados em planilha
Tipo	Quais os tipos de dados espaciais manipulados na prefeitura? - Pode marcar mais de uma opção.	5	ortofotos/ imagens aéreas, cartas e mapas físicos
Atualidade	Sabe informar quando esses dados foram capturados ou produzidos? - Pode marcar mais de uma opção.	1	Há dados com mais de 10 anos de captura
Autoria	Seu setor usa dados espaciais de outros autores? - Pode marcar mais de uma opção.	2	usa dados estaduais/federais
Treinamento	Na prefeitura já ocorreu algum treinamento sobre dados espaciais e geoprocessamento? - Pode marcar mais de uma opção.	0	não sei informar/ nunca aconteceu
Equipe	Há quantos profissionais com formação ou treinamento sobre dados espaciais atuam no seu órgão/secretaria? (sejam eles terceirizados ou servidores de carreira) - Pode marcar mais de uma opção.	3	3 funcionários
Especialização	Qual é a formação desses profissionais na área? - Pode marcar mais de uma opção.	2	graduação na área - Geografia/ Geociências (em andamento ou completo), curso técnico (em andamento ou completo), Urbanismo
Instrução	Existem normas técnicas ou instruções municipais sobre dados espaciais? Algum documento que oriente sobre padrões de captura, resolução espacial, armazenamento e outros processos do gerenciamento desse tipo de dado? - Pode marcar mais de uma opção.	0	não sei responder/ não se adota ou se segue formalmente nenhuma norma
Responsáveis	Há responsáveis pelo gerenciamento dos dados espaciais na administração municipal?	2	diferentes pessoas isoladas

Base Legal	O município já formalizou legalmente as estruturas, objetivos e procedimentos acerca de dados espaciais?	1	em estudo preliminar/ em desenvolvimento
Aberta (subjativa)	Há alguma consideração que deseje fazer sobre os usos de dados espaciais na sua prefeitura? Fique à vontade para comentar.		A Prefeitura carece de infraestrutura tecnológica para produzir dados geoespaciais consistentes e em grande volume que atenda todas as demandas da instituição.

<b>MUNICÍPIO BETA</b>	Carimbo de data/hora Declaração de Concordância	13/01/2023 12:01:12 Declaro que li o TCLE e concordo em participar da pesquisa.	
<b>PARÂMETROS</b>	<b>PERGUNTAS</b>	<b>PONTOS</b>	<b>RESPOSTAS</b>
Aberta (informativa)	Qual a secretaria e setor em que está alocado?		Secretaria de Urbanismo - Departamento de Planejamento Territorial e Urbano
Frequência	Com que frequência outros setores de sua prefeitura requisitam dados espaciais com que você trabalha?	5	Diariamente
Finalidade	Quais das opções abaixo descrevem as finalidades de aplicação dos dados geoespaciais na sua cidade? - Pode marcar mais de uma opção.	5	finalidade estratégica – planejamento de políticas públicas e do território, finalidade operacional – auxílio, execução e oferta de serviços, finalidade cadastral – documentação e registro do território
Variedade	O uso de dados geoespaciais na prefeitura tem ligação com quais das temáticas listadas abaixo? - Pode marcar mais de uma opção.	3	transporte público e mobilidade, zoneamento e uso do solo
Ferramentas	A interação com dados espaciais ocorre através de quais ferramentas? - Pode marcar mais de uma opção.	5	programa específico (ArcGIS), programa específico (QGIS), google maps e similares, mapas físicos
Tipo	Quais os tipos de dados espaciais manipulados na prefeitura? - Pode marcar mais de uma opção.	5	ortofotos/ imagens aéreas, dados vetoriais, endereços e CEP, cartas e mapas físicos
Atualidade	Sabe informar quando esses dados foram capturados ou produzidos? - Pode marcar mais de uma opção.	4	Há dados dos últimos 2 anos, Há dados com 2 a 5 anos de captura, Há dados com 5 a 10 anos de captura, Há dados com mais de 10 anos de captura
Autoria	Seu setor usa dados espaciais de outros autores? - Pode marcar mais de uma opção.	3	usa dados de variadas secretarias da prefeitura, usa dados estaduais/federais, usa dados voluntários colaborativos, usa dados privados de livre acesso
Treinamento	Na prefeitura já ocorreu algum treinamento sobre dados espaciais e geoprocessamento? - Pode marcar mais de uma opção.	5	curso prático, curso teórico, palestras

Equipe	Há quantos profissionais com formação ou treinamento sobre dados espaciais atuam no seu órgão/secretaria? (sejam eles terceirizados ou servidores de carreira) - Pode marcar mais de uma opção.	3	3 funcionários
Especialização	Qual é a formação desses profissionais na área? - Pode marcar mais de uma opção.	2	graduação na área - Geografia/ Geociências (em andamento ou completo), curso técnico (em andamento ou completo)
Orientação Técnica	Existem normas técnicas ou instruções municipais sobre dados espaciais? Algum documento que oriente sobre padrões de captura, resolução espacial, armazenamento e outros processos do gerenciamento desse tipo de dado? - Pode marcar mais de uma opção.	2	são usadas normas e instruções estaduais/federais
Responsáveis	Há responsáveis pelo gerenciamento dos dados espaciais na administração municipal?	5	há órgão específico
Base Legal	O município já formalizou legalmente as estruturas, objetivos e procedimentos acerca de dados espaciais?	1	em estudo preliminar/ em desenvolvimento
Aberta (subjativa)	Há alguma consideração que deseje fazer sobre os usos de dados espaciais na sua prefeitura? Fique à vontade para comentar.		não

<b>MUNICÍPIO GAMA</b>	Carimbo de data/hora Declaração de Concordância	13/01/2023 15:41:29 Declaro que li o TCLE e concordo em participar da pesquisa.	
<b>PARÂMETROS</b>	<b>PERGUNTAS</b>	<b>PONTOS</b>	<b>RESPOSTAS</b>
Aberta (informativa)	Qual a secretaria e setor em que está alocado?		SECRETARIA DA FAZENDA/GEODADOS
Frequência	Com que frequência outros setores de sua prefeitura requisitam dados espaciais com que você trabalha?	5	Diariamente
Finalidade	Quais das opções abaixo descrevem as finalidades de aplicação dos dados geoespaciais na sua cidade? - Pode marcar mais de uma opção.	5	finalidade estratégica – planejamento de políticas públicas e do território, finalidade operacional – auxílio, execução e oferta de serviços, finalidade cadastral – documentação e registro do território
Variedade	O uso de dados geoespaciais na prefeitura tem ligação com quais das temáticas listadas abaixo? - Pode marcar mais de uma opção.	5	transporte público e mobilidade, saúde pública, zoneamento e uso do solo, finanças e impostos, DEFESA CIVIL, MANUTENÇÃO, EDUCAÇÃO
Ferramentas	A interação com dados espaciais ocorre através de quais ferramentas? - Pode marcar mais de uma opção.	5	programa específico (ArcGIS), programa específico (QGIS), google maps e similares
Tipo	Quais os tipos de dados espaciais manipulados na prefeitura? - Pode marcar mais de uma opção.	5	ortofotos/ imagens aéreas, dados vetoriais, endereços e CEP
Atualidade	Sabe informar quando esses dados foram capturados ou produzidos? - Pode marcar mais de uma opção.	4	Há dados dos últimos 2 anos, Há dados com 2 a 5 anos de captura, Há dados com 5 a 10 anos de captura, Há dados

			com mais de 10 anos de captura
Autoria	Seu setor usa dados espaciais de outros autores? - Pode marcar mais de uma opção.	3	usa dados de variadas secretarias da prefeitura, usa dados estaduais/federais
Treinamento	Na prefeitura já ocorreu algum treinamento sobre dados espaciais e geoprocessamento? - Pode marcar mais de uma opção.	5	curso prático, curso teórico, palestras
Equipe	Há quantos profissionais com formação ou treinamento sobre dados espaciais atuam no seu órgão/secretaria? (sejam eles terceirizados ou servidores de carreira) - Pode marcar mais de uma opção.	5	5 ou mais
Especialização	Qual é a formação desses profissionais na área? - Pode marcar mais de uma opção.	2	graduação na área - Geografia/ Geociências (em andamento ou completo), graduação relacionada - Engenharias/ Arquitetura (em andamento ou completo)
Orientação Técnica	Existem normas técnicas ou instruções municipais sobre dados espaciais? Algum documento que oriente sobre padrões de captura, resolução espacial, armazenamento e outros processos do gerenciamento desse tipo de dado? - Pode marcar mais de uma opção.	4	sim, existem normas locais, são usadas normas e instruções estaduais/federais
Responsáveis	Há responsáveis pelo gerenciamento dos dados espaciais na administração municipal?	4	há uma comissão de secretarias
Base Legal	O município já formalizou legalmente as estruturas, objetivos e procedimentos acerca de dados espaciais?	0	não sei/ não formalizou
Aberta (subjetiva)	Há alguma consideração que deseje fazer sobre os usos de dados espaciais na sua prefeitura? Fique à vontade para comentar.		Carecemos de profissionalizar mais o uso do geoprocessamento na PMS. A SEFAZ faz um esforço grande para atingir isso, apesar de não ser, regimentalmente, o órgão responsável por cartografia e geoprocessamento. Mas, como atuou e atua nas contratações e renovações contratuais dos software, acaba liderando as ações, sempre compartilhando com a Fundação Mário Leal Ferreira. As relação com os demais órgãos depende, sempre, de muito esforço de atração e convencimento.

<b>MUNICÍPIO DELTA</b>	Carimbo de data/hora Declaração de Concordância	20/01/2023 14:46:29 Declaro que li o TCLE e concordo em participar da pesquisa.
<b>PARÂMETROS</b>	<b>PERGUNTAS</b>	<b>PONTOS</b>
Aberta (informativa)	Qual a secretaria e setor em que está alocado?	Secretaria de Desenvolvimento Urbano e Meio Ambiente
Frequência	Com que frequência outros setores de sua prefeitura requisitam dados espaciais com que você trabalha?	5 Diariamente
Finalidade	Quais das opções abaixo descrevem as finalidades de aplicação dos dados geoespaciais na sua cidade? - Pode marcar mais de uma opção.	2 finalidade operacional – auxílio, execução e oferta de serviços

Variedade	O uso de dados geoespaciais na prefeitura tem ligação com quais das temáticas listadas abaixo? - Pode marcar mais de uma opção.	2	zoneamento e uso do solo, Hidrografia
Ferramentas	A interação com dados espaciais ocorre através de quais ferramentas? - Pode marcar mais de uma opção.	5	programa específico (ArcGIS), programa específico (QGIS), google maps e similares
Tipo	Quais os tipos de dados espaciais manipulados na prefeitura? - Pode marcar mais de uma opção.	5	ortofotos/ imagens aéreas, dados vetoriais
Atualidade	Sabe informar quando esses dados foram capturados ou produzidos? - Pode marcar mais de uma opção.	3	Há dados com 5 a 10 anos de captura
Autoria	Seu setor usa dados espaciais de outros autores? - Pode marcar mais de uma opção.	3	usa dados de variadas secretarias da prefeitura, usa dados estaduais/federais
Treinamento	Na prefeitura já ocorreu algum treinamento sobre dados espaciais e geoprocessamento? - Pode marcar mais de uma opção.	4	curso prático
Equipe	Há quantos profissionais com formação ou treinamento sobre dados espaciais atuam no seu órgão/secretaria? (sejam eles terceirizados ou servidores de carreira) - Pode marcar mais de uma opção.	2	2 funcionários
Especialização	Qual é a formação desses profissionais na área? - Pode marcar mais de uma opção.	2	graduação relacionada - Engenharias/ Arquitetura (em andamento ou completo)
Orientação Técnica	Existem normas técnicas ou instruções municipais sobre dados espaciais? Algum documento que oriente sobre padrões de captura, resolução espacial, armazenamento e outros processos do gerenciamento desse tipo de dado? - Pode marcar mais de uma opção.	2	são usadas normas e instruções estaduais/federais
Responsáveis	Há responsáveis pelo gerenciamento dos dados espaciais na administração municipal?	2	diferentes pessoas isoladas
Base Legal	O município já formalizou legalmente as estruturas, objetivos e procedimentos acerca de dados espaciais?	0	não sei/ não formalizou
Aberta (subjativa)	Há alguma consideração que deseje fazer sobre os usos de dados espaciais na sua prefeitura? Fique à vontade para comentar.		A prefeitura reconhece a necessidade de um setor específico para geoprocessamento, mas ainda não conseguiu estabelecer um setor para tal.

## 7.2. APENDICE 02 – FICHAS DE VERIFICAÇÃO DOS GEOPORTAIS

LISTA DE VERIFICAÇÃO DO MUNICÍPIO alfa						
Parâmetro	Desempenho	Opção	Descrição	Desempenho	Opção	Descrição
Dados & Metadados		A	Há ortofotos e imagens aéreas disponíveis		F	Respectivos metadados estão disponíveis e completos
		B	Há grande disponibilidade de dados vetoriais (+de10 camadas)		G	Respectivos metadados estão parcialmente disponíveis, porém completos
		C	Há disponibilidade razoável de dados vetoriais (+de5 camadas)		H	Respectivos metadados estão disponíveis, mas trazem pouca info complementar
		D	Há disponibilidade baixa de dados vetoriais (-de5 camadas)		I	Respectivos metadados estão parcialmente disponíveis, e incompletos
0 Pontos	x	E	Não há dados espaciais disponíveis	x	J	Não há metadados disponíveis
Parâmetro	Desempenho	Opção	Descrição	Desempenho	Opção	Descrição
Mapa Interativo		A	Lista de Camadas		H	Acesso aos metadados
		B	Mudança de BaseMap		I	Auxiliares de navegação
		C	Ferramentas de impressão e medição		J	Adicionar arquivo SHP
		D	Escala e coordenadas		K	Operações simples com vetores (buffer etc)
		E	Caminho para baixar arquivos		L	Suporte a solicitações de serviços
		F	Informação sobre feições		M	Outros
0 Pontos		G	Acesso ao tutorial			
Parâmetro	Desempenho	Opção	Descrição	Desempenho	Opção	Descrição
Tutoriais		A	Oferece cursos, tutoriais em vídeos e arquivos em PDF para aprendizado sobre o sistema		D	Oferece uma opção restrita a um assunto específico, como operação do webmap
		B	Oferece pelo menos um dos recursos citados		E	Apresenta caixa de diálogo na página com pequenas instruções
0 Pontos		C	Oferece algumas opções, mas restritas a partes específicas do geoportal	x	F	Não oferece tutorial
Parâmetro	Desempenho	Opção	Descrição	Desempenho	Opção	Descrição
Geo serviços		A	Consulta a operações urbanas		D	serviços internos institucionais

		B	wfs e wms		E	Outros serviços
0 Pontos		C	serviços cartográficos auxiliares	x	F	Não oferece geosserviços no geoportal

LISTA DE VERIFICAÇÃO DO MUNICÍPIO beta						
Parâmetro	Desempenho	Opção	Descrição	Desempenho	Opção	Descrição
Dados & Metadados		A	Há ortofotos e imagens aéreas disponíveis		F	Respectivos metadados estão disponíveis e completos
		B	Há grande disponibilidade de dados vetoriais (+de10 camadas)		G	Respectivos metadados estão parcialmente disponíveis, porém completos
		C	Há disponibilidade razoável de dados vetoriais (+de5 camadas)		H	Respectivos metadados estão disponíveis, mas trazem pouca info complementar
		D	Há disponibilidade baixa de dados vetoriais (-de5 camadas)		I	Respectivos metadados estão parcialmente disponíveis, e incompletos
0 Pontos	x	E	Não há dados espaciais disponíveis	x	J	Não há metadados disponíveis
Parâmetro	Desempenho	Opção	Descrição	Desempenho	Opção	Descrição
Mapa Interativo		A	Lista de Camadas		H	Acesso aos metadados
		B	Mudança de BaseMap	X	I	Auxiliares de navegação
		C	Ferramentas de impressão e medição		J	Adicionar arquivo SHP
		D	Escala e coordenadas		K	Operações simples com vetores (buffer etc)
		E	Caminho para baixar arquivos		L	Suporte a solicitações de serviços
	X	F	Informação sobre feições		M	Outros
1 Ponto		G	Acesso ao tutorial			
Parâmetro	Desempenho	Opção	Descrição	Desempenho	Opção	Descrição
Tutoriais		A	Oferece cursos, tutoriais em vídeos e arquivos em PDF para aprendizado sobre o sistema		D	Oferece uma opção restrita a um assunto específico, como operação do webmap
		B	Oferece pelo menos um dos recursos citados		E	Apresenta caixa de diálogo na página com pequenas instruções
0 Pontos		C	Oferece algumas opções, mas restritas a partes específicas do geoportal	x	F	Não oferece tutorial
Parâmetro	Desempenho	Opção	Descrição	Desempenho	Opção	Descrição

Geo serviços		A	Consulta a operações urbanas		D	serviços internos institucionais
		B	wfs e wms		E	Outros serviços
0 Pontos		C	serviços cartográficos auxiliares	x	F	Não oferece geosserviços no geoportal

LISTA DE VERIFICAÇÃO DO MUNICÍPIO gama						
Parâmetro	Desempenho	Opção	Descrição	Desempenho	Opção	Descrição
Dados & Metadados	X	A	Há ortofotos e imagens aéreas disponíveis	X	F	Respectivos metadados estão disponíveis e completos
	X	B	Há grande disponibilidade de dados vetoriais (+de10 camadas)		G	Respectivos metadados estão parcialmente disponíveis, porém completos
		C	Há disponibilidade razoável de dados vetoriais (+de5 camadas)		H	Respectivos metadados estão disponíveis, mas trazem pouca info complementar
		D	Há disponibilidade baixa de dados vetoriais (-de5 camadas)		I	Respectivos metadados estão parcialmente disponíveis, e incompletos
5 Pontos		E	Não há dados espaciais disponíveis		J	Não há metadados disponíveis
Parâmetro	Desempenho	Opção	Descrição	Desempenho	Opção	Descrição
Mapa Interativo	X	A	Lista de Camadas		H	Acesso aos metadados
	X	B	Mudança de BaseMap	X	I	Auxiliares de navegação
	X	C	Ferramentas de impressão e medição	X	J	Adicionar arquivo SHP
	X	D	Escala e coordenadas		K	Operações simples com vetores (buffer etc)
	X	E	Caminho para baixar arquivos		L	Suporte a solicitações de serviços
	X	F	Informação sobre feições	X	M	Outros
4 Pontos		G	Acesso ao tutorial			
Parâmetro	Desempenho	Opção	Descrição	Desempenho	Opção	Descrição
Tutoriais		A	Oferece cursos, tutoriais em vídeos e arquivos em PDF para aprendizado sobre o sistema		D	Oferece uma opção restrita a um assunto específico, como operação do webmap
		B	Oferece pelo menos um dos recursos citados		E	Apresenta caixa de diálogo na página com pequenas instruções

3 Pontos	X	C	Oferece algumas opções, mas restritas a partes específicas do geoportal		F	Não oferece tutorial
<b>Parâmetro</b>	<b>Desempenho</b>	<b>Opção</b>	<b>Descrição</b>	<b>Desempenho</b>	<b>Opção</b>	<b>Descrição</b>
Geo serviços		A	Consulta a operações urbanas		D	serviços internos institucionais
	X	B	wfs e wms		E	Outros serviços
1 Pontos		C	serviços cartográficos auxiliares		F	Não oferece geosserviços no geoportal

LISTA DE VERIFICAÇÃO DO MUNICÍPIO delta						
Parâmetro	Desempenho	Opção	Descrição	Desempenho	Opção	Descrição
Dados & Metadados		A	Há ortofotos e imagens aéreas disponíveis		F	Respectivos metadados estão disponíveis e completos
		B	Há grande disponibilidade de dados vetoriais (+de10 camadas)		G	Respectivos metadados estão parcialmente disponíveis, porém completos
		C	Há disponibilidade razoável de dados vetoriais (+de5 camadas)		H	Respectivos metadados estão disponíveis, mas trazem pouca info complementar
		D	Há disponibilidade baixa de dados vetoriais (-de5 camadas)		I	Respectivos metadados estão parcialmente disponíveis, e incompletos
0 Pontos	x	E	Não há dados espaciais disponíveis	x	J	Não há metadados disponíveis
Parâmetro	Desempenho	Opção	Descrição	Desempenho	Opção	Descrição
Mapa Interativo		A	Lista de Camadas		H	Acesso aos metadados
		B	Mudança de BaseMap		I	Auxiliares de navegação
		C	Ferramentas de impressão e medição		J	Adicionar arquivo SHP
		D	Escala e coordenadas		K	Operações simples com vetores (buffer etc)
		E	Caminho para baixar arquivos		L	Suporte a solicitações de serviços
		F	Informação sobre feições		M	Outros
0 Pontos		G	Acesso ao tutorial			
Parâmetro	Desempenho	Opção	Descrição	Desempenho	Opção	Descrição
Tutoriais		A	Oferece cursos, tutoriais em vídeos e arquivos em PDF para aprendizado sobre o sistema		D	Oferece uma opção restrita a um assunto específico, como operação do webmap
		B	Oferece pelo menos um dos recursos citados		E	Apresenta caixa de diálogo na página

						com pequenas instruções
0 Pontos		C	Oferece algumas opções, mas restritas a partes específicas do geoportal	x	F	Não oferece tutorial
Parâmetro	Desempenho	Opção	Descrição	Desempenho	Opção	Descrição
Geo serviços		A	Consulta a operações urbanas		D	serviços internos institucionais
		B	wfs e wms		E	Outros serviços
0 Pontos		C	serviços cartográficos auxiliares	x	F	Não oferece geosserviços no geoportal

### 7.3. TERMOS DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

#### 7.3.1 TCLE aplicado ao questionário das prefeituras

Saudações, Prezado (a) Participante

Venho através desse Termo convidá-lo (la) a participar voluntariamente da pesquisa intitulada - Construção de metodologia para avaliação do uso de informação geográfica na gestão pública municipal – cujo o objetivo principal é desenvolver um procedimento a fim de caracterizar qualitativa e quantitativamente o uso da informação geográfica na gestão municipal.

O procedimento metodológico seguido por essa pesquisa faz uso de questionários por meio eletrônico para validação de critérios e coleta de informação, de modo que sua participação consiste de responder as perguntas que vem após este Termo. Qualquer dúvida pode ser esclarecida com o responsável pela pesquisa, cujo os contatos constam em destaque no fim desse texto.

Sua colaboração neste estudo é muito importante para que se possa entender melhor os potenciais e as dificuldades no aproveitamento de informação geográfica por parte das prefeituras brasileiras, no entanto a decisão em participar é sua. Não haverá nenhum custo ou vantagem financeira advinda de sua participação.

É preciso salientar ainda a possibilidade de haver eventuais desconfortos durante o preenchimento do questionário digital ligados ao uso prolongado de computador (desconforto ergonômico e visual), por isso peço que se certifique de começar a responder após uma pausa longe da máquina. O tempo total para preenchimento fica em torno de 25 minutos. Desconfortos psicológicos também podem advir por conta do tempo gasto no preenchimento, por falta de entendimento de conceitos, ou por receio de retaliação profissional ao informar situações e condições da sua instituição. Lembro que as respostas são confidenciais, e o tratamento e divulgação dos dados coletados é feita sem a identificação de seus emissores. As instituições participantes também serão preservadas pelo anonimato nas discussões do trabalho. Além disso, ao longo do questionário encontram-se exposições de conceitos pertinentes a fim de facilitar o entendimento do respondente. E caso os textos auxiliares presentes no questionário não sejam claros, os contatos dos pesquisadores envolvidos estão à disposição para retirada de dúvidas.

Diante de eventuais danos decorrentes da pesquisa, identificados e comprovados, o Sr.(a) tem assegurado o direito à indenização. Lembro que sua participação é voluntária e a recusa em participar não acarretará qualquer penalidade ou modificação na forma em que o Sr.(a) é atendido(a) pelo pesquisador. Os resultados da pesquisa estarão à disposição pública quando finalizada. O(A) Sr.(a) não será identificado(a) em nenhuma publicação que possa resultar desse trabalho.

Caso não concorde em participar ou queira desistir em qualquer momento, isso não lhe causará prejuízo algum, bastando fechar essa aba do navegador. Se o Sr.(a) concordar em participar, basta assinalar positivamente esse termo no espaço designado abaixo e seguir para as próximas seções desse questionário.

Esta pesquisa foi aprovada pelo Comitê de Ética em Pesquisa em Seres Humanos (CEP) da UFSCar, que, vinculado à Comissão Nacional de Ética em Pesquisa (CONEP), tem a responsabilidade de garantir e fiscalizar que todas as pesquisas científicas com seres humanos obedeçam às normas éticas do País, e que os participantes de pesquisa tenham todos os seus direitos respeitados.

O CEP-UFSCar funciona na Pró-Reitoria de Pesquisa da Universidade Federal de São Carlos, localizado no prédio da reitoria (área sul do campus São Carlos). Endereço: Rodovia Washington Luís, km 235 - CEP: 13.565-905 - São Carlos-SP.

E-mail: [cephumanos@ufscar.br](mailto:cephumanos@ufscar.br).

Telefone (16) 3351-9685.

Horário de atendimento: das 08:30 às 11:30.

Nome do Pesquisador Responsável: Vitor Laytynher Santos de Almeida

Orientação do Professor Doutor Fábio Noel Stanganini

Endereço: Rodovia Washington Luis, km 235 - São Carlos/SP - Campus Universitário

Telefone: (71) 9 9243-6766

Email: vlaytynher@gmail.com e vitorlsa@estudante.ufscar.br

Este termo de consentimento fica à sua disposição em formato eletrônico no 'link' abaixo, sendo que uma cópia será arquivada pelo pesquisador responsável, no Programa de Pós-Graduação em Engenharia Urbana da UFSCar.

Link -

[<https://drive.google.com/file/d/1zYA7RAh3ah4WckBzBCwyNCFBPP6NgrmV/view?usp=sharing>]

Os dados e instrumentos utilizados na pesquisa ficarão arquivados com o pesquisador responsável por um período de 5 anos após o término da pesquisa. Depois desse tempo, os mesmos serão destruídos. Os pesquisadores tratarão a sua identidade com padrões profissionais de sigilo e confidencialidade, atendendo à legislação brasileira, em especial, à Resolução 466/2012 do Conselho Nacional de Saúde, e utilizarão as informações somente para fins acadêmicos e científicos.

Desde já eu agradeço a atenção concedida e fico à disposição em caso de dúvidas e esclarecimentos.

Atenciosamente,

Vitor Laytynher Santos de Almeida

Mestrando no Curso de Pós-Graduação em Engenharia Urbana da Universidade Federal de São Carlos (UFSCar)

Endereço do Currículo Lattes: <http://lattes.cnpq.br/1850479504728279>

### **7.3.2 TCLE aplicado ao questionário dos professores**

Saudações, Prezado (a) Participante

Venho através desse Termo convidá-lo (la) a participar voluntariamente da pesquisa intitulada - Construção de metodologia para avaliação do uso de informação geográfica na gestão pública municipal – cujo o objetivo principal é desenvolver um procedimento capaz de caracterizar qualitativa e quantitativamente o uso da informação geográfica na gestão municipal.

O procedimento metodológico seguido por essa pesquisa faz uso de questionários por meio eletrônico para validação de critérios e coleta de informação, de modo que sua participação consiste de responder as perguntas que vem após este Termo. Qualquer dúvida pode ser esclarecida com o responsável pela pesquisa, cujo os contatos constam em destaque no fim desse texto.

Sua colaboração neste estudo é muito importante para que se possa entender melhor os potenciais e as dificuldades no aproveitamento de informação geográfica por parte das prefeituras brasileiras, no entanto a decisão em participar é sua. Não haverá nenhum custo ou vantagem financeira advinda de sua participação.

É preciso salientar ainda a possibilidade de haver eventuais desconfortos durante o preenchimento do questionário digital ligados ao uso prolongado de computador (desconforto ergonômico e visual), por isso peço que se certifique de começar a responder após uma pausa longe da máquina. O tempo total para preenchimento fica em torno de 25 minutos. Desconfortos psicológicos também podem advir por conta do tempo gasto no preenchimento, exposição de opiniões ou não entendimento de conceitos. Lembro que as respostas são confidenciais, e o tratamento e divulgação dos dados coletados é feita sem a identificação de seus emissores. E caso os textos auxiliares presentes no questionário não sejam claros, os contatos dos pesquisadores envolvidos estão à

disposição para retirada de dúvidas.

Diante de eventuais danos decorrentes da pesquisa, identificados e comprovados, o Sr.(a) tem assegurado o direito à indenização. Lembro que sua participação é voluntária e a recusa em participar não acarretará qualquer penalidade ou modificação na forma em que o Sr.(a) é atendido(a) pelo pesquisador. Os resultados da pesquisa estarão à disposição pública quando finalizada. O(A) Sr.(a) não será identificado(a) em nenhuma publicação que possa resultar desse trabalho.

Caso não concorde em participar ou queira desistir em qualquer momento, isso não lhe causará prejuízo algum, bastando fechar essa aba do navegador. Se o Sr.(a) concordar em participar, basta assinalar positivamente esse termo no espaço designado abaixo e seguir para as próximas seções desse questionário.

Esta pesquisa foi aprovada pelo Comitê de Ética em Pesquisa em Seres Humanos (CEP) da UFSCar, que, vinculado à Comissão Nacional de Ética em Pesquisa (CONEP), tem a responsabilidade de garantir e fiscalizar que todas as pesquisas científicas com seres humanos obedeçam às normas éticas do País, e que os participantes de pesquisa tenham todos os seus direitos respeitados.

O CEP-UFSCar funciona na Pró-Reitoria de Pesquisa da Universidade Federal de São Carlos, localizado no prédio da reitoria (área sul do campus São Carlos). Endereço: Rodovia Washington Luís, km 235 - CEP: 13.565-905 - São Carlos-SP.

E-mail: cephumanos@ufscar.br.

Telefone (16) 3351-9685.

Horário de atendimento: das 08:30 às 11:30.

Nome do Pesquisador Responsável: Vitor Laytynher Santos de Almeida

Orientação do Professor Doutor Fábio Noel Stanganini

Endereço: Rodovia Washington Luis, km 235 - São Carlos/SP - Campus Universitário

Telefone: (71) 9 9243-6766

Email: vlaytynher@gmail.com e vitorlsa@estudante.ufscar.br

Este termo de consentimento fica à sua disposição em formato eletrônico no 'link' abaixo, sendo que uma cópia será arquivada pelo pesquisador responsável, no Programa de Pós-Graduação em Engenharia Urbana da UFSCar.

Link - [<https://drive.google.com/file/d/1zQ6sK9YIVu65D7rEkBtRyXqx-VIwZ4rL/view?usp=sharing>]

Os dados e instrumentos utilizados na pesquisa ficarão arquivados com o pesquisador responsável por um período de 5 anos após o término da pesquisa. Depois desse tempo, os mesmos serão destruídos. Os pesquisadores tratarão a sua identidade com padrões profissionais de sigilo e confidencialidade, atendendo à legislação brasileira, em especial, à Resolução 466/2012 do Conselho Nacional de Saúde, e utilizarão as informações somente para fins acadêmicos e científicos.

Desde já eu agradeço a atenção concedida e fico à disposição em caso de dúvidas e esclarecimentos.

Atenciosamente,

Vitor Laytynher Santos de Almeida

Mestrando no Curso de Pós-Graduação em Engenharia Urbana da Universidade Federal de São Carlos (UFSCar)

Endereço do Currículo Lattes: <http://lattes.cnpq.br/185047950472827>

**8. ANEXOS****8.1. PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP**



## PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

### DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

**Título da Pesquisa:** CONSTRUÇÃO DE METODOLOGIA PARA AVALIAÇÃO DO USO DE INFORMAÇÃO GEOGRÁFICA NA GESTÃO PÚBLICA MUNICIPAL

**Pesquisador:** VITOR LAYTYNHER SANTOS DE ALMEIDA

**Área Temática:**

**Versão:** 1

**CAAE:** 65067022.5.0000.5504

**Instituição Proponente:** Centro de Ciências Exatas e de Tecnologia

**Patrocinador Principal:** FUND COORD DE APERFEICOAMENTO DE PESSOAL DE NIVEL SUP

### DADOS DO PARECER

**Número do Parecer:** 5.763.876

#### **Apresentação do Projeto:**

Apresentação: As informações elencadas nos campos "Apresentação do Projeto", "Objetivo da Pesquisa" e "Avaliação dos Riscos e Benefícios" foram extraídas do arquivo Informações Básicas da Pesquisa PB\_INFORMAÇÕES\_BÁSICAS\_DO\_PROJETO\_2049075.pdf, de 10/11/2022 e do Projeto Detalhado Relatório CEP\_PPGEU\_VitorLaytynherSantosdeAlmeida.pdf, de 10/10/2022): RESUMO, HIPÓTESE, METODOLOGIA, CRITÉRIOS DE INCLUSÃO E EXCLUSÃO.

No Brasil, embora haja regulamentações institucionais incentivando o gerenciamento eficiente das informações geográficas, a nível municipal ainda se percebe certa dificuldade em lidar com esse tipo de dado. O objetivo desse trabalho é exatamente propor um método que consiga estimar o aproveitamento de prefeituras quanto ao uso de informações geográficas nos seus processos e tomadas de decisão. Para isso, planeja-se estabelecer um conjunto de indicadores e parâmetros com base na literatura do tema, e avaliá-los através de consulta pelo método Delphi a especialistas da área.

Após isso, pretende-se aplicar junto aos setores de geoprocessamento de prefeituras voluntárias um questionário relacionado aos indicadores e parâmetros já estabelecidos, bem como verificar geosserviços oferecidos aos cidadãos, de modo a testar a ferramenta de análise em desenvolvimento. Com isso, espera-se obter um panorama básico de como se dá o uso de

**Endereço:** WASHINGTON LUIZ KM 235

**Bairro:** JARDIM GUANABARA

**UF:** SP

**Município:** SAO CARLOS

**CEP:** 13.565-905

**Telefone:** (16)3351-9685

**E-mail:** cephumanos@ufscar.br



Continuação do Parecer: 5.763.876

informação geográfica na gestão municipal.

Esse pedido de avaliação no CEP versa sobre os questionários a serem enviados aos participantes da pesquisa.

#### **Objetivo da Pesquisa:**

Essa pesquisa tem por objetivo desenvolver um procedimento a fim de caracterizar quantitativamente e qualitativamente o aproveitamento da informação geográfica na gestão pública municipal. Compõem o objetivo geral as seguintes metas específicas:

- 1) Caracterizar a utilização interna de informação geográfica numa administração municipal, identificando tendências, normas existentes, qualidade e variabilidade de aplicações;
- 2) Avaliar a oferta de geosserviços disponibilizados aos cidadãos através de geoportal pertencente à governança municipal, analisando características como presença de metadados, de mapa interativo e tutoriais.

#### **Avaliação dos Riscos e Benefícios:**

Os riscos envolvidos na execução dessa pesquisa são provenientes: (1) postura durante o questionamentos, (2) vazamentos de dados digitais e (2) situações que podem gerar algum tipo de ansiedade por conta do tempo gastos. Todos os riscos são tratados no TCLE. Além disso, o participante pode solicitar a retirada da sua participação a qualquer hora.

Entre os benefícios esperados estão: avanços na produção científica do tema, incorporação do uso e melhoria da informação geográfica na cultura organizacional das instituições participantes e divulgação científica.

#### **Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:**

Trata-se de uma pesquisa que deve seguir os preceitos éticos estabelecidos pela Resolução CNS nº 466/2012 suas complementares.

#### **Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:**

O TCLE para ambos questionários estão apresentados, assim como os objetivos, os riscos/benefícios, as folhas de rostos assinadas. Além disso, os autores incluíram no pedido cartas de autorização das empresas/prefeituras que irão participar do projeto.

**Endereço:** WASHINGTON LUIZ KM 235

**Bairro:** JARDIM GUANABARA

**CEP:** 13.565-905

**UF:** SP

**Município:** SAO CARLOS

**Telefone:** (16)3351-9685

**E-mail:** cephumanos@ufscar.br



Continuação do Parecer: 5.763.876

### Recomendações:

Recomendo a aprovação da solicitação uma vez que esta atende as normas deste CEP incluindo ações que mitiguem os riscos e as ações necessárias para a realização de uma entrevista realizada de forma remota (uso dos dados, riscos com relação aos dados, etc.). O TCLE está descrito de forma clara e assertiva e as questões são técnicas e não causam constrangimento maior ao participante.

### Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

Não há pendência.

### Considerações Finais a critério do CEP:

Diante do exposto, o Comitê de ética em pesquisa - CEP, de acordo com as atribuições definidas na Resolução CNS nº 466 de 2012 e 510 de 2016, manifesta-se por considerar "Aprovado" o projeto. A responsabilidade do pesquisador é indelegável e indeclinável e compreende os aspectos éticos e legais, cabendo-lhe, após aprovação deste Comitê de Ética em Pesquisa: II - conduzir o processo de Consentimento e de Assentimento Livre e Esclarecido; III - apresentar dados solicitados pelo CEP ou pela CONEP a qualquer momento; IV - manter os dados da pesquisa em arquivo, físico ou digital, sob sua guarda e responsabilidade, por um período mínimo de 5 (cinco) anos após o término da pesquisa; V - apresentar no relatório final que o projeto foi desenvolvido conforme delineado, justificando, quando ocorridas, a sua mudança ou interrupção. Este relatório final deverá ser protocolado via notificação na Plataforma Brasil. OBSERVAÇÃO: Nos documentos encaminhados por Notificação NÃO DEVE constar alteração no conteúdo do projeto. Caso o projeto tenha sofrido alterações, o pesquisador deverá submeter uma "EMENDA".

### Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_DO_PROJETO_2049075.pdf	10/11/2022 12:27:29		Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	Relatorio_CEP_PPGEU_VitorLaytynherSantosdeAlmeida.pdf	10/11/2022 12:24:06	VITOR LAYTYNHER SANTOS DE ALMEIDA	Aceito
Outros	CARTA_AUTORIZACAO_VarzeaPaulista.pdf	10/11/2022 11:28:08	VITOR LAYTYNHER SANTOS DE ALMEIDA	Aceito
Outros	CARTA_AUTORIZACAO_Palmas.pdf	10/11/2022 11:27:35	VITOR LAYTYNHER SANTOS DE ALMEIDA	Aceito

**Endereço:** WASHINGTON LUIZ KM 235

**Bairro:** JARDIM GUANABARA

**CEP:** 13.565-905

**UF:** SP

**Município:** SAO CARLOS

**Telefone:** (16)3351-9685

**E-mail:** cephumanos@ufscar.br



Continuação do Parecer: 5.763.876

Outros	CARTA_AUTORIZACAO_SaoJosedosP nhais.pdf	10/11/2022 11:27:00	VITOR LAYTYNHER SANTOS DE ALMEIDA	Aceito
Outros	CARTA_AUTORIZACAO_MatadeSaoJo ao.pdf	10/11/2022 11:26:27	VITOR LAYTYNHER SANTOS DE ALMEIDA	Aceito
Outros	CARTA_AUTORIZACAO_Candeias.pdf	10/11/2022 11:25:50	VITOR LAYTYNHER SANTOS DE ALMEIDA	Aceito
Outros	CARTA_AUTORIZACAO_Salvador.pdf	10/11/2022 11:25:13	VITOR LAYTYNHER SANTOS DE ALMEIDA	Aceito
Outros	questionario_B.pdf	10/11/2022 11:23:04	VITOR LAYTYNHER SANTOS DE ALMEIDA	Aceito
Outros	questionario_A.pdf	10/11/2022 11:22:45	VITOR LAYTYNHER SANTOS DE ALMEIDA	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TCLE_questB.pdf	10/11/2022 11:22:13	VITOR LAYTYNHER SANTOS DE ALMEIDA	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TCLE_questA.pdf	10/11/2022 11:21:52	VITOR LAYTYNHER SANTOS DE ALMEIDA	Aceito
Folha de Rosto	FolhadeRostoCEPassinada.pdf	10/11/2022 11:20:49	VITOR LAYTYNHER SANTOS DE ALMEIDA	Aceito

**Situação do Parecer:**

Aprovado

**Necessita Apreciação da CONEP:**

Não

SAO CARLOS, 18 de Novembro de 2022

---

**Assinado por:**  
**Adriana Sanches Garcia de Araújo**  
**(Coordenador(a))**

**Endereço:** WASHINGTON LUIZ KM 235

**Bairro:** JARDIM GUANABARA

**CEP:** 13.565-905

**UF:** SP

**Município:** SAO CARLOS

**Telefone:** (16)3351-9685

**E-mail:** cephumanos@ufscar.br