

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO OESTE DO PARANÁ -
UNIOESTE
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM TECNOLOGIAS,
GESTÃO E SUSTENTABILIDADE – PPGTGS (MESTRADO
PROFISSIONAL)

ANA CAROLINE FERREIRA

**MODELO DE AVALIAÇÃO DE BOAS PRÁTICAS DE DADOS GEOGRÁFICOS
APLICADO NO CENTRO INTERNACIONAL DE HIDROINFORMÁTICA**

DISSERTAÇÃO

FOZ DO IGUAÇU
2019

ANA CAROLINE FERREIRA

**MODELO DE AVALIAÇÃO DE BOAS PRÁTICAS DE DADOS GEOGRÁFICOS
APLICADO NO CENTRO INTERNACIONAL DE HIDROINFORMÁTICA**

Dissertação apresentada ao **Programa de Pós-Graduação em Tecnologias, Gestão e Sustentabilidade** da Universidade Estadual do Oeste do Paraná, como requisito parcial para a obtenção do título de **Mestre**.

Área de Concentração: Tecnologia e Gestão.

Orientador: Prof. Dra. Eliane Nascimento Pereira

Co-Orientador: Prof. Me. Willian Francisco Silva

FOZ DO IGUAÇU
2019

Ficha de identificação da obra elaborada através do Formulário de Geração Automática do Sistema de Bibliotecas da Unioeste.

Ferreira, Ana Caroline
MODELO DE AVALIAÇÃO DE BOAS PRÁTICAS DE DADOS
GEOGRÁFICOS APLICADO NO CENTRO INTERNACIONAL DE
HIDROINFORMÁTICA / Ana Caroline Ferreira; orientador(a),
Eliane Nascimento Pereira; coorientador(a), Willian
Francisco Pereira, 2019.
69 f.

Dissertação (mestrado profissional), Universidade
Estadual do Oeste do Paraná, Centro de Engenharias e
Ciências Exatas, Programa de Pós-Graduação em Tecnologias,
Gestão e Sustentabilidade, 2019.

1. Geografia. 2. Infraestrutura. 3. Tecnologia. 4. Boas
Práticas. I. Pereira, Eliane Nascimento. II. Pereira,
Willian Francisco. III. Título.



unioeste

Universidade Estadual do Oeste do Paraná

Campus de Foz do Iguaçu - CNPJ 78.680.337/0004-27
Av. Tarquínio Joslin dos Santos, 1300 - Fone: (45) 3576-8100 - Fax: (45) 3575-2733
Pólo Universitário - CEP 85870-650 - Foz do Iguaçu - Paraná

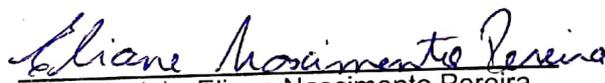


PARANÁ
GOVERNO DO ESTADO

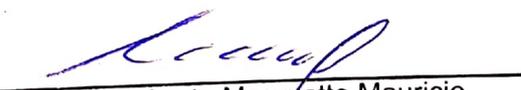
ANA CAROLINE FERREIRA

Modelo de avaliação de boas práticas de dados geográficos aplicados ao Centro Internacional de Hidroinformática

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Tecnologias, Gestão e Sustentabilidade em cumprimento parcial aos requisitos para obtenção do título de Mestra em Tecnologias, Gestão e Sustentabilidade, área de concentração Tecnologia e Gestão, linha de pesquisa Tecnologias e Sustentabilidade, APROVADO(A) pela seguinte banca examinadora:


Orientador(a) - Eliane Nascimento Pereira

Universidade Estadual do Oeste do Paraná - Campus de Foz do Iguaçu (UNIOESTE)


Claudio Roberto Marquetto Mauricio

Universidade Estadual do Oeste do Paraná - Campus de Foz do Iguaçu (UNIOESTE)


Marcelo Nóbilio Kapp

Universidade Federal da Integração Latino-Americana (Unila)

Foz do Iguaçu, 6 de agosto de 2019

AGRADECIMENTOS

Em decorrência de o fator motivacional ter sido o que mais influenciou esta pesquisa, este foi reforçado ao longo de todo o processo de desenvolvimento por pessoas com o mesmo interesse e, que sem o incentivo e colaboração destas, esta pesquisa não teria sido concluída, venho assim por meio desta seção prestar meus agradecimentos.

Este trabalho científico, não poderia ter sido realizado sem a colaboração dos meus empregadores ao disponibilizarem tempo para que fosse utilizado na realização desta pesquisa.

Agradeço ao Centro Internacional de Hidroinformática (CIH) por ter colaborado com este trabalho fornecendo o objeto de análise, verificando os resultados obtidos e apoiando-me ao longo do processo de pesquisa respondendo todos os questionamentos que surgiram.

Agradeço aos meus orientadores, a Dra. Eliane Nascimento Pereira e o Me. Willian Francisco Silva, por não desistirem de mim mesmo com todas as dificuldades quanto à definição do tema e escrita a respeito dele.

E um especial agradecimento à minha família que me incentivou a não desistir lembrando-me de que: mesmo se não der certo já valeu a experiência e que sempre vou tê-los a meu lado dando-me apoio e carinho.

Agradeço também aos meus amigos que me apoiaram durante este 1 ano e meio de pesquisa lembrando-me o porquê dos motivos que me levaram a iniciar este projeto e sua importância.

Um agradecimento especial a todos, principalmente minha mãe por me ajudar a revisar esta dissertação, àqueles que leram e me deram *feedback* sobre o mesmo e auxiliaram-me no processo de construção deste texto visto que foi de grande ajuda, em virtude da dificuldade que tenho em escrever artigos científicos.

A minha irmã Juliane Carla Ferreira, que foi quem me deu todo seu o apoio emocional durante todo o processo.

*"Um leitor vive mil vidas antes de morrer. O homem
que nunca lê vive apenas uma".*

George R.R.Martin

RESUMO

FERREIRA, A. C. (2019). *Modelo de Avaliação de Boas Práticas de Dados Espaciais na Web: Infraestrutura de Dados Espaciais Brasileiras*. Dissertação de Mestrado – Programa de Pós-Graduação em Tecnologias, Gestão e Sustentabilidade - PGTGS, Universidade Estadual do Oeste do Paraná – UNIOESTE, Foz do Iguaçu, Paraná, Brasil.

O Brasil é um país com um dos maiores territórios do mundo, e ser capaz de mapeá-lo com eficiência é fundamental. Para tornar isso possível, é necessário organizar o processo de coleta e distribuição de dados geográficos. As empresas *World Wide Web Consortium* (W3C) e *Open Geospatial Consortium* (OGC) definiram em conjunto uma lista de melhores práticas de dados espaciais com o objetivo de prover infraestruturas reutilizáveis, que possam ser facilmente encontradas por engenharias de busca. No âmbito nacional foi especificada pelo Decreto Presidencial 6.666 a Infraestrutura Nacional de Dados Espaciais (INDE). Para ajudar o processo de organização é sugerido nesta pesquisa, um Modelo de Avaliação para Infraestruturas de Dados Espaciais. Este modelo combina algumas das especificações da Infraestrutura Nacional de Dados Espaciais (INDE) do Brasil e das Melhores Práticas para dados espaciais na web da W3C e OGC. O modelo proposto foi aplicado em 21 Sistemas de Informação Geográfica (SIG), ou a sigla em inglês (GIS), pertencente à Infraestrutura de Dados Espaciais Locais do Centro Internacional de Hidroinformática (CIH). Os resultados mostraram que é possível avaliar usando o modelo proposto. Como resultado gerou-se a indicação de 2 pontos em que são necessárias mudanças dentro de uma Infraestrutura de Dados Espaciais, inglês (SDI), que consistem em centralização de serviços e organização dos SIG para centralização, com intuito de promover uma melhor distribuição e utilização dos mesmos por outros pesquisadores.

Palavras-chave: Geográfico. Informação. Infraestrutura de dados espaciais. Web.

ABSTRACT

FERREIRA, A. C. (2019). *An Evaluation Model For Spatial Data Best Practices: Brazilian Spatial Data Infrastructures*. Master's Dissertation - Postgraduate Program in Technologies, Management and Sustainability - PGTGS, State University of Western Paraná - UNIOESTE, Foz do Iguaçu, Paraná, Brazil.

Brazil is a country with one of the largest territories in the world, and is able to produce map it, with efficiency is critical. To make this possible, it is necessary to organize the process of collecting and distributing geographic data. The World Wide Web Consortium (W3C) and Open Geospatial Consortium (OGC) companies jointly defined a list of spatial data best practices to provide reusable infrastructures that can be easily used by search engines. No national scope was specified by presidential decree 6,666 to the National Spatial Data Infrastructure (INDE). To help the organization process is suggested in this research in the Spatial Data Infrastructure Assessment Model, this model combines some of the specifications of Brazil's National Spatial Data Infrastructure (INDE) and the W3C and OGC Web Spatial Data Best Practices. . The adopted model was applied to 21 Geographic Information Systems (GIS), belonging to the Local Spatial Data Infrastructure of the International Center for Hydroinformatics (CIH). The displayed results, which can be used using the controlled model as a result, generate a 2-point indication that they change within an English Spatial Data Infrastructure (SDI), which consists of centralizing services and organizing the data. GIS for centralization, in order to promote better distribution and use them by other researchers

Key-words: Geographic. Information. Spatial Data Infrastructure. Web.

SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO.....	i
2.	REFERÊNCIAL TEÓRICO.....	iv
2.1.	TERMINOLOGIAS UTILIZADAS NO TRABALHO.....	iv
2.2.	<i>SPATIAL DATA INFRASTRUCTURE</i>	v
2.3.	SERVIDORES DE MAPAS	vi
2.4.	INFRAESTRUTURAS DE DADOS ESPACIAIS NACIONAL (INDE).....	ix
2.5.	GUIA DE BOAS PRÁTICAS DE DADOS ESPACIAIS NA WEB.....	xiii
2.6.	SISTEMA DE INFORMAÇÃO GEOGRÁFICA (SIG).....	xx
3.	ELABORAÇÃO DO MODELO	xxii
3.1	O CENTRO INTERNACIONAL DE HIDROINFORMÁTICA.....	xxiii.
4.	DEFINIÇÃO E APLICAÇÃO DO MODELO	xxvii
5.	RESULTADOS DA APLICAÇÃO DO MODELO.....	xxxiv
6.	CONCLUSÃO.....	xxxvii
	REFERÊNCIAS	xl
	ANEXO.....	xlii

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Representação Simplificada de uma SDI.....	vi
Figura 2 - Serviços GeoServer.....	vii
Figura 3 - SDIs que compõe a INDE.....	xi
Figura 4 - SIG Atlas de Energia Solar.....	xxiv
Figura 5 - Fluxo de Tomada de Decisão na Aplicação do Modelo.....	xxvi
Figura 6 - Modelo de Avaliação Proposto.....	xxxI
Figura 7 - Respostas por Tipo de Ação GIS.....	xxxv

LISTA DE SIGLAS E SÍMBOLOS

ANA – Agência Nacional de Águas

CIH – Centro Internacional de Hidroinformática

CSV – Comma Separated Values

CRS – Coordinate Reference System

ER – Entity Relationship

GeoJSON – Geographic JavaScript Object Notation

GIS – Geographic Information System

GIGO – Garbage In, Garbage Out

GODI – Global Open Data Index

NSDI – National Spatial Data Infrastructure

SAD – South American Datum

SDI – Spatial Data Infrastructure

SIG – Sistema de Informações Geográficas

SIRGAS – Sistema de Referência Geocêntrico para as Américas

KML – Keyhole Markup Language

INDA – Infraestrutura Nacional de Dados Abertos

INDE – Infraestrutura Nacional de Dados Espaciais

OMT – Object Modeling Technique

OGC – Open Geospatial Consortium

OPP – Open Planning Project

UML – Unified Modeling Language

W3C – World Wide Web Consortium WCS – Web Coverage Service

WFS – Web Feature Services

WPS – Web Processing Service

WMS – Web Map Service

WKT – Well Known Text

1 INTRODUÇÃO

Dados abertos são aqueles que podem ser acessados, reutilizados e redistribuídos por qualquer pessoa, com a exigência apenas de referência à fonte, e pode ter ou não um custo para o seu uso (OPEN DATA HANDBOOK, 2019).

O Brasil vem disponibilizando dados governamentais na web, muito antes da iniciativa de adotar dados abertos em 2009, porém a partir deste ano, foi iniciado um processo de padronização de publicação sendo trabalhado nas políticas de disseminação de dados e informações governamentais de livre uso social.

O interesse internacional motivou o movimento por dados abertos, que defende a criação e a participação da sociedade no desenvolvimento de um estado mais eficiente possibilitado por meio do acesso a dados, porque segundo o paradigma estabelecido, dados abertamente compartilhados têm valor e uso potencializados. (SECRETARIA DE TECNOLOGIA DA INFORMAÇÃO, MINISTÉRIO DO PLANEJAMENTO, DESENVOLVIMENTO E GESTÃO, 2019).

A Infraestrutura Nacional de Dados Abertos (INDA) consiste em um conjunto de padrões e procedimentos, para compartilhamento de dados de todos os órgãos do governo com instituições públicas, privadas e governamentais.

Além de possuir uma infraestrutura para dados abertos, o Brasil tornou-se em 2011 colíder da *Open Government Partnership* (OGP), fundada por 8 nações: Estados Unidos, Reino Unido, África do Sul, Filipinas, México, Indonésia, Noruega e Brasil. E neste mesmo ano foi sancionada a lei de Acesso à Informação (12.527/2011).

O uso de dados abertos promove a interoperabilidade entre sistemas e organizações, que é dependente da capacidade de separação de infraestruturas e a capacidade de conectá-las quando necessário às infraestruturas de dados espaciais no ambiente web. Os componentes que formam uma SDI correspondem aos elementos que podem prover esta capacidade para a elaboração de mapas, sendo que este tipo de habilidade tem se mostrado necessária ao gerenciamento e planejamento estratégico de atividades que envolvem várias áreas do conhecimento, como por exemplo: saúde, *marketing*, segurança nacional, entre outras.

O *Global Open Data Index* (GODI, 2017) é um índice global sobre dados abertos, que em sua mais recente atualização 2016/2017, avalia a situação temporal de dados abertos em 94 países incluindo o Brasil. Nele são coletadas informações sobre: despesas governamentais, estatísticas nacionais, aquisição, leis nacionais, fronteiras administrativas, projeto legislativo,

qualidade do ar, mapas nacionais, previsão do tempo, registro de empresas, resultados de eleições, localizações, qualidade da água, despesas governamentais e propriedade de terra.

Em cada um destes itens é verificado se os dados são licenciados abertamente, se estão em um formato aberto e legível por máquina; transferível de uma só vez; atualizado e publicamente e disponível gratuitamente.

Quanto aos dados abertos considerando os itens avaliados pela GODI, este coloca o Brasil com pontuação de 0.68 e na oitava posição do *ranking*. Mostrando que o Brasil tem força nesta área (GODI, 2017).

Com a acessibilidade dos dados espaciais nacionais e confiabilidade da fonte, muitos destes dados espaciais são reutilizados em *Spatial Data Infrastructures* (SDI), por instituições públicas ou particulares, não relacionadas à Infraestrutura Nacional de Dados Espaciais (INDE), as quais não têm obrigação de seguir as regras e padrões da mesma.

Um dos componentes de entrada ou saída de dados espaciais ou geográficos de uma SDI são os Sistemas de Informações Geográficas (SIG), que são sistemas/softwarewares que contêm informações geográficas com recursos computacionais que venham a facilitar o acesso e a análise desse tipo de informação.

Quando os padrões dos dados espaciais são diferentes na forma de publicação e consumo, torna-se mais complexa a reutilização de dados espaciais. As SDIs não conectadas diretamente a INDE podem possuir dados espaciais abertos, dados estes que podem complementar os dados que a INDE possui, por exemplo: uma SDI com dados espaciais sobre propriedade de terra, tópico avaliado pelo GODI, no qual o Brasil não alcançou nenhuma pontuação.

Para padronizar dados espaciais no ambiente web foi publicado em 2017 o Guia de Boas Práticas, um guia criado a partir da observação de pontos positivos e negativos de práticas exercidas sobre SDIs existentes, catalogando um conjunto de boas práticas que podem ser replicadas em outras SDIs.

Ao longo de todo o processo de desenvolvimento desta pesquisa, o fator para a condução das atividades foi sem dúvida, a necessidade percebida durante meus anos de experiência trabalhando com dados espaciais, procurando identificar de que maneira garantir a interoperabilidade dos dados espaciais e agregar valor aos mesmos, para que estes pudessem ser compartilhados assim como os dados abertos da INDA.

Porém existe uma diferença significativa entre INDA e INDE, por questões de complexidade na manipulação de dados espaciais, a INDE não se configura como uma infraestrutura de dados espaciais abertos, visto que o Guia de Boas Práticas somente teve seu

primeiro esboço disponibilizado no ano de 2016 e o Brasil não desenvolveu nenhuma diretriz em suas normas e especificações sobre padrões necessários à infraestrutura de dados espaciais visando à abertura de dados espaciais.

E esta foi à principal motivação para o desenvolvimento do modelo proposto nesta pesquisa na tentativa de investigar, como um modelo de avaliação da aplicação de boas práticas para dados espaciais, pode auxiliar na identificação de problemas relacionados à interoperabilidade de infraestrutura de dados espaciais.

O objetivo geral desta pesquisa é o desenvolvimento de um modelo para avaliação do uso de boas práticas para infraestruturas de dados espaciais na web, servindo de meio ágil para identificar se as boas práticas estão ou não sendo aplicadas.

Em busca de alcançar o resultado desejado foram estabelecidos os seguintes objetivos específicos:

- Estudar o Guia de Boas Práticas da W3C e OGC.
- Estudar as normas e especificações da INDE.
- Buscar outros modelos de avaliação desenvolvidos.
- Visualizar as SDIs públicas governamentais do Brasil exemplo a SDI da Agência Nacional de Águas (ANA), com o intuito de auxiliar na definição dos itens de avaliação do modelo.
- Aplicar e avaliar o modelo proposto.
- Publicar / difundir os resultados.

A seguir é apresentado o referencial teórico seguido da elaboração do modelo, sua aplicação, os resultados obtidos e finalmente a conclusão.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

Este projeto de pesquisa utilizou-se de embasamento teórico para ser desenvolvido, sendo assim, o objetivo deste capítulo é apresentá-lo para que o leitor possa melhor compreender o contexto da pesquisa.

2.1 TERMINOLOGIAS UTILIZADAS NO TRABALHO

Dados espaciais são dados utilizados para descrever ou caracterizar coisas posicionadas no planeta Terra ou outro local de referência, com informações como, extensão geográfica, tamanho, forma ou posição (W3C, 2017).

Um exemplo de dado espacial relativo ao planeta Terra é posicionar geograficamente dados sobre uso de agrotóxicos em determinada lavoura. Outro exemplo é posicionar geograficamente células de amostra de tecido do corpo.

Spatial things é o termo utilizado para descrever qualquer coisa com extensão espacial e sua combinação com o mundo real e suas abstrações, ou seja, qualquer coisa que possa ser representada em um lugar em determinado tempo e espaço, estas abstrações são chamadas de *features* (W3C, 2017).

QUADRO 1 - PRINCIPAIS DEFINIÇÕES DO VOCABULÁRIO UTILIZADO

Conceitos básicos			
Dados abertos	Dado espacial	Feature	Spatial thing
Livres	Tipo de geometria	Dado espacial	Conjunto de features
Sem restrição de direitos autorais e patentes	Coordenadas	Características	

FONTE: O autor (2019).

O Quadro 1 apresenta uma breve definição sobre: dados abertos, dados espaciais, features e *spatial things*.

Utilizando os exemplos anteriores apresentados para dados espaciais, *spatial thing* seria a combinação entre a localização e, por exemplo, a quantidade de agrotóxicos utilizados no local, e, no segundo exemplo, refere-se à localização de uma célula e sua identificação quanto a ser ou não cancerígena.

Utilizando os exemplos anteriores apresentados para dados espaciais, *spatial thing* um mapa de potencial solarimétrico do Paraná, onde *features* seriam os valores de potencial energético e os dados espaciais os polígonos com coordenadas geográficas dos municípios.

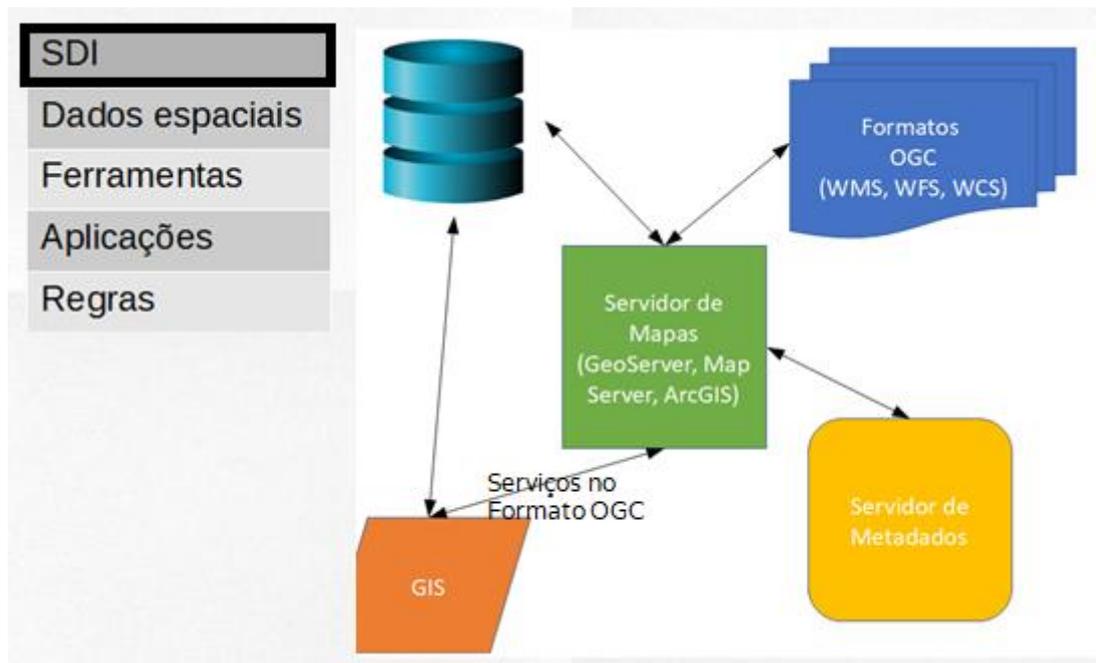
2.2 SPATIAL DATA INFRASTRUCTURE

Spatial Data Infrastructure (SDI), ou infraestrutura de dados espaciais é um ambiente composto por dados espaciais, ferramentas, aplicações e regras que juntos fornecem o conjunto de elementos necessários para armazenamento e compartilhamento de dados espaciais entre outras SDIs ou sistemas de informação geográficos.

Este termo é utilizado para descrever um ecossistema para armazenamento e manipulação de *spatial things*, dados espaciais, ferramentas, aplicações, regras e processos necessários para promover o acesso, manutenção e preservação de dados espaciais (W3C, 2017).

Neste trabalho quando se faz referência a SDI, é considerada apenas a parte tecnológica, as regras e as normas que as regem em relação a dados espaciais. A Figura 1, a seguir, apresenta em um quadro uma relação de elementos que compõem uma SDI e uma representação gráfica de como ferramentas que compõe a SDI podem comunicar-se.

FIGURA 1 - REPRESENTAÇÃO SIMPLIFICADA DE UMA SDI



FONTE: O autor (2019).

A FIGURA 1 exibe um sistema SIG que pode conectar-se tanto a base de dados espaciais, quanto ao servidor de mapas, sendo a conexão com o servidor de mapas realizado por meio de serviços fornecidos nos formatos regulamentados pela OGC. Também é possível visualizar a conexão entre servidor de mapas e servidor de metadados, já que metadados são dados que descrevem a origem dos dados espaciais geralmente publicados em servidores de mapas.

2.3 SERVIDORES DE MAPAS

Os servidores de mapa são ferramentas que permitem disponibilizar *spatial things* agrupadas por assunto, que são chamados de mapas, os mais conhecidos e utilizados são o GeoServer, ArcGIS e MapServer.

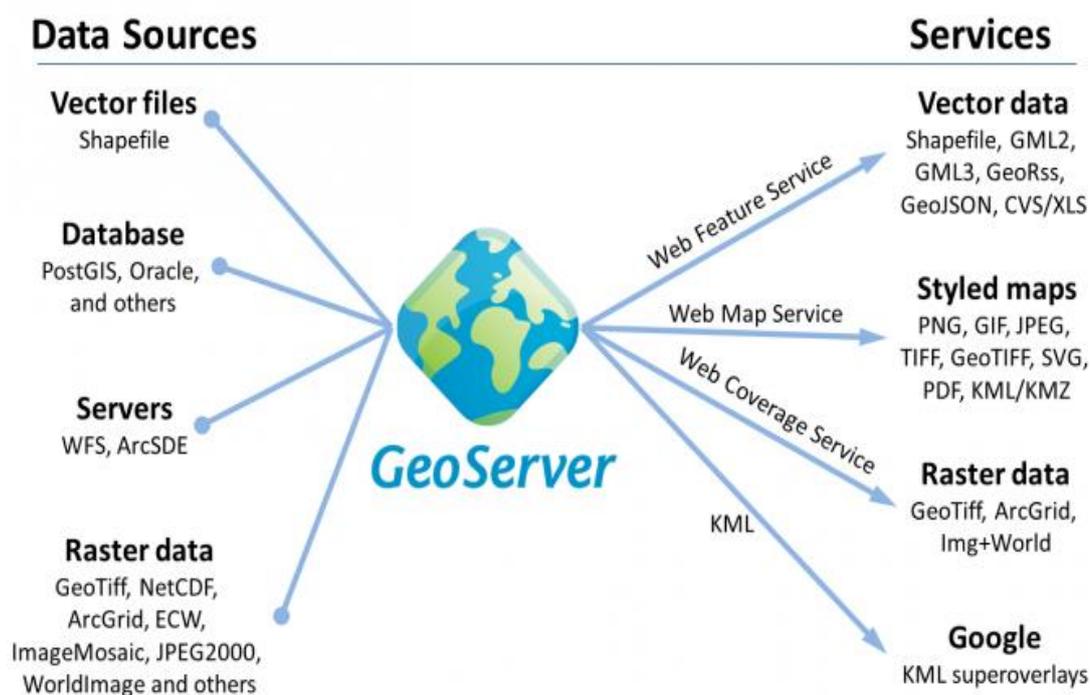
Os servidores de mapas renderizam mapas no ambiente *web*, geralmente também oferecem serviços para cadastro, atualização e consumo de dados espaciais em diversos formatos como:

- *Comma Separated Values (CSV).*
- *Web Feature Services (WFS).*
- *Web Map Service (WMS).*
- *Web Coverage Service (WCS).*

- *Web Processing Service (WPS).*
- *Well Know Text (WKT).*
- *Geographic JavaScript Object Notation (GeoJSON).*

São serviços com estes formatos que agregam informações aos Sistemas de Informação Geográficas (SIG), ou sigla em inglês (GIS), cada um destes formatos deve possuir coordenadas e se estas forem relativas ao planeta Terra elas devem pertencer a um *Coordinate Reference System (CRS)*. O CRS é um agrupamento lógico que defini uma posição de origem, escala e orientação das coordenadas (LACOVELLA, 2014).

FIGURA 2 - SERVIÇOS GEOSERVER



FONTE: Eatlas (2019).

A FIGURA 2 - mostra a relação do GeoServer com os serviços apontados anteriormente de forma mais didática e organizada, nela é possível identificar os diferentes serviços e fontes de dados suportados que por sua vez são em sua maioria parte do padrão OGC.

O GeoServer mantido pelo *Open Planning Project (OPP)*, é um *software* livre desenvolvido em Java, que serve para renderização de mapas o qual faz ação de integrador de diversos repositórios de dados espaciais, desde repositórios em arquivos no formato WMS

como em base de dados geográfica como PostgreSQL com extensão para suporte a dados geográficos, PostGIS e publica os dados em formatos padrão, como: WMS, WFS e WCS (GEOSERVER, 2019).

Assim como outros servidores de mapas, o GeoServer trabalha com dados espaciais vetoriais e rasterizados (vide FIGURA 2 -). No qual os dados vetoriais são a fonte principal de informações espaciais para construção de mapas, pois dados vetoriais contêm *features*, como por exemplo, WFS. Já os dados rasterizados, são considerados os principais requisitos para infraestrutura de dados espaciais, uma vez que são geralmente mais leves de serem renderizados por se tratar de imagens sem *features*, e, além disso, não podem ser processados previamente (LACOVELLA, 2014).

O Map Server, assim como o GeoServer, é um software livre, porém possui linguagem própria para publicação de mapas e disponibiliza poucas funcionalidades, Quadro 2, sendo voltado mais para processamento de imagem, não sendo considerado um GIS completo (MAP SERVER, 2019).

QUADRO 2 - COMPARATIVO ENTRE SERVIDORES DE MAPAS

Category	MapServer	GeoServer	ArcServer
Website	http://www.mapserver.org/	http://geoserver.org/	http://www.esri.com
Supported Operating Systems	Windows, Linux, Mac OSX, Solaris, etc.	Windows, Linux, Mac OSX	Windows, Linux
License Type	Open Source	Open Source	Proprietary
Software Interface	Command line or separately installed graphical user interface	Graphical user interface	Graphical user interface
Supported Input File Formats	<ul style="list-style-type: none"> • Vector: shapefile, TIGER, etc. • Raster: TIFF, GeoTIFF, JPEG, GIF, PNG, etc. • Databases: Microsoft SQL, Oracle, PostGIS/PostgreSQL, etc. 	<ul style="list-style-type: none"> • Vector: shapefile, TIGER, etc. • Raster: TIFF, GeoTIFF, JPEG, GIF, PNG, etc. • Databases: Microsoft SQL, Oracle, PostGIS/PostgreSQL, etc. 	<ul style="list-style-type: none"> • Vector: shapefile, TIGER, etc. • Raster: TIFF, GeoTIFF, JPEG, GIF, PNG, etc. • Databases: Microsoft SQL, Oracle, PostGIS/PostgreSQL
Supported output OGC web services	<ul style="list-style-type: none"> • WMS • WFS • WCS 	<ul style="list-style-type: none"> • WMS • WFS • WCS • Etc. 	<ul style="list-style-type: none"> • WMS • WFS • WCS • Etc.

FONTE: Bauer (2012).

O ArcGIS é um servidor de mapas que oferece, além do serviço de renderização de mapas, serviços mais complexos para análise, como por exemplo análise de feições utilizando cálculo distribuído.

Qualquer um desses servidores de mapas pode ser considerado vinculável, porque eles fornecem dados espaciais de forma semântica. Se todos os componentes GIS do SDI fazem uso de algum tipo de servidor de mapa para executar dados espaciais IN e OUT (Entrada e Saída), significa que todos eles estão usando a mesma semântica tornando-se detectáveis entre si e mais fáceis de serem referenciados a metadados espaciais.

Também para publicar dados em um servidor de mapa torna-se obrigatório o uso de dados georreferenciados, e quase todos eles têm como funcionalidades básicas de dados espaciais, caixa delimitadora, compressão, colocação, *chunking*, amostragem de topologia, *streaming*, extensão temporal e a possibilidade de uso de múltiplos sistemas de coordenada de referência, ou *coordinate reference system* (CRS), por re-projeção.

Os únicos requisitos que esses servidores de mapa não têm por padrão são a qualidade por amostra, API *Lightweight*, suporte 3D e a capacidade de evitar transformações de coordenadas automaticamente. Porque esses requisitos exigem funcionalidades que ainda não são amplamente utilizadas e podem ser adicionadas ao servidor de mapas como uma extensão ou são completamente dependentes do processo de coleta e não podem ser totalmente controladas pelo SDI.

2.4 INFRAESTRUTURAS DE DADOS ESPACIAIS NACIONAL (INDE)

A INDE é a infraestrutura de dados espaciais nacional, composta por várias regras e especificações definidas pelo exército nacional. O órgão responsável por tal infraestrutura, também é composto por várias ferramentas e aplicações que são alimentadas com dados espaciais por vários órgãos do governo, estes dados espaciais são de acesso público e podem ser consultados por meio do acesso ao site: <https://www.inde.gov.br>.

Na FIGURA 3 estão representadas as SDIs que compõe a INDE, dentre elas é possível visualizar vários Ministérios, Institutos de Pesquisa, Prefeituras e Universidades. A INDE ainda disponibiliza em seu site um roteiro que explica como participar da INDE.

Ao navegar pela INDE é possível identificar o uso de ferramentas tais como, GeoNetwork, GeoServer, OpenStreetMap (OSM), ArcGIS, entre outras. Cada órgão ou agência possui sua própria infraestrutura de dados espaciais que é indexada pela INDE, por

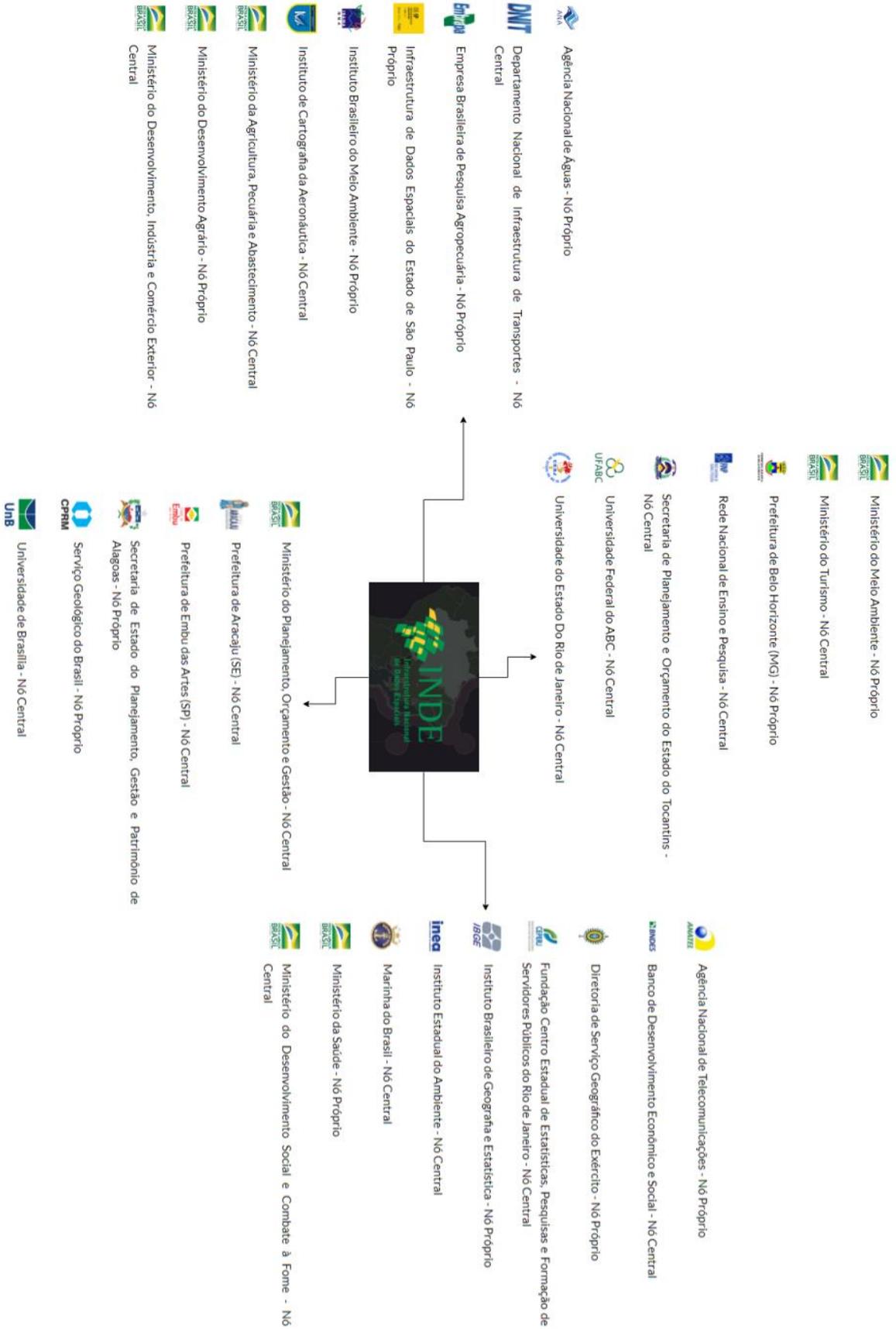
este motivo é possível visualizar a utilização de diferentes ferramentas para o mesmo fim, como é o caso dos servidores de mapa GeoServer e ArcGIS.

Conforme descrito anteriormente, o modelo proposto é um modelo específico para as Infraestruturas de Dados Espaciais (SDI) do Brasil, portanto faz-se necessário entender o que é o SDI e por consequência o que é a INDE e de que maneira suas normas e especificações podem afetar o modelo sugerido.

O SDI é um ambiente para dados espaciais, metadados, aplicativos e outras ferramentas necessárias para a aquisição, processamento, distribuição, uso e manutenção de dados espaciais (W3C SPATIAL DATA ON THE WEB BEST PRACTICES, 2017).

De acordo com Diretoria de Serviço Geográfico (2016), a INDE foi estabelecida pelo Decreto Presidencial 6.666 de novembro de 2008. Este decreto estabelece a INDE como um conjunto de tecnologias, políticas e padrões para o acesso e disseminação de dados espaciais produzidos pelos órgãos públicos de serviço (BRASIL, 2008).

FIGURA 3 - SDIS QUE COMPÕE A INDE



FONTE: O autor (2019).

De acordo com Musinguzi (2011), existem vários modelos de SDI, entre eles os modelos *Umbrella e Building Block Views*, sendo estes exemplos de abordagens ascendentes e descendentes de desenvolvimento hierárquico.

Porém estas abordagens foram criadas para ambientes de países desenvolvidos e conseqüentemente, países em desenvolvimento, como é o caso do Brasil, enfrentam o desafio de usar modelos de países desenvolvidos que têm ambientes operacionais significativamente diferentes.

Com relação a este tópico, o autor Musinguzi (2011) escreveu o artigo “*A Tree Model for Diffusion of Spatial Data Infrastructures in Developing Countries*” propondo um modelo de árvore para países em desenvolvimento, que leva em conta fatores como número limitado de coleções de dados, recursos humanos limitados, falta de metadados e políticas institucionais já cobertas pelas SDIs de cada país, e acrescenta a esta lista de fatores: prioridades de financiamento, setor privado/governo, estruturas administrativas e infraestrutura tecnológica.

Este modelo de árvore consiste em uma macro SDI no nível nacional (NSDI), seguida por componentes filho SDI especializados em um tema específico, tais como: componente rodoviária, energias, entre outros, muito parecido com o modelo da INDE.

No modelo de árvore, a INDE representaria o topo da árvore e a NSDI, a SDI serve um padrão ou modelo que será usado pelas SDI filhas, que no caso da INDE são as Infraestruturas das instituições que compõem o Comitê de Estrutura de Metadados Geoespaciais (CEMG), exemplo FIGURA 3.

Como mencionado anteriormente, a principal proposta de uma INDE é fornecer as regras e especificações técnicas necessárias para organizar a publicação de dados espaciais na própria INDE, mas as SDIs que não estão relacionadas à INDE não são obrigadas a seguir estas mesmas regras.

Por este motivo o modelo proposto não visa à verificação se as especificações e regras da INDE estão de fato sendo aplicadas, mas sim se a SDI está preparada para comportar dados que seguem estas normas.

Os servidores de mapa ArcGIS e GeoServer, por exemplo, possuem a possibilidade de exportação de dados em vários formatos, dimensões e sistemas de coordenadas possibilitando a publicação de dados geográficos no formato INDE.

Já o Perfil MGB é um perfil de metadados com base nos perfis de metadados de Portugal, Espanha, EUA/Canadá, América Latina e Peru, todos baseados na ISO 19115 (CEMG, 2011), que faz parte das especificações da INDE. Embora o Guia de Boas Práticas

também aborde metadados, estes não foram levados para o modelo proposto, porque não seria possível avaliar sua viabilidade na infraestrutura utilizada para verificação do modelo, assim como representaria uma demanda maior de tempo de execução da pesquisa.

O perfil de Metadados Geoespaciais do Brasil (MGB) é estruturado de forma a identificar quem produziu determinado conteúdo e sua responsabilidade técnica, a padronizar a terminologia utilizada, a garantir o compartilhamento e a transferência de dados em busca da integridade e confiabilidade das informações e ao controle de qualidade, para isso, os requisitos mínimos de divulgação são estabelecidos neste perfil (CEMG, 2011).

Um servidor de mapas deve permitir conectar perfis de referências as *spatial things* e permitir a integração com dados de fontes externas por meio de links, que consiste em uma das funções básicas dos servidores mapas ArcGIS e GeoServer. Portanto, no modelo de avaliação proposto, se o servidor de mapas utilizado for qualquer um deles será considerado que a SDI está preparada para atender as normas e especificações brasileiras para metadados.

No entanto, o modelo proposto não está preparado para avaliar se a estrutura de dados espaciais obrigatória do perfil MGB está de fato sendo utilizada, porque o modelo proposto foi construído voltado à interação: servidor de mapas e aplicações de visualização e coleta de dados que compõe a SDI e suas funcionalidades.

Duas ferramentas de pesquisa online, o Google e o duckduckgo, serviram de busca sobre infraestrutura de dados espaciais no Paraguai e Argentina, e, não foram encontradas infraestruturas acessíveis que se assemelhem a INDE para comparação.

2.5 GUIA DE BOAS PRÁTICAS DE DADOS ESPACIAIS NA WEB

Esta subseção introduz o referencial teórico sobre melhores práticas de dados espaciais na web, utilizado por esta pesquisa.

Basicamente como referencial teórico para melhores práticas de dados espaciais na web foi utilizado o *Spatial Data on the Web Best Practices* da *World Wide Web* (W3C) e a *Open Geospatial Consortium* (OGC), pois estas empresas são mais importantes quando o assunto são padrões web e padrões de dados espaciais respectivamente.

Este é um guia destinado a todos os profissionais de dados espaciais desde desenvolvedores da web a especialistas em dados espaciais e foi desenvolvido com base em evidências de aplicação no mundo real (W3C; OGC, 2017).

QUADRO 3 - BOAS PRÁTICAS

1	Usar URIs HTTP persistentes exclusivos globais para coisas espaciais
2	Torne seus dados espaciais indexáveis pelos mecanismos de pesquisa
3	Vincular recursos juntos para criar a Web de dados
4	Use codificações de dados espaciais que correspondem ao seu público-alvo
5	Forneça geometrias na Web de maneira utilizável
6	Forneça geometrias no nível certo de precisão e tamanho
7	Escolha sistemas de referência de coordenadas para atender as aplicações do usuário
8	Informar como valores de coordenadas são codificados
9	Descrever o posicionamento relativo
10	Use os tipos de relação apropriados para vincular as <i>spatial things</i>
11	Fornecer informações sobre a natureza mutável das coisas espaciais
12	Expor dados espaciais por meio de ‘APIs de conveniência’
13	Incluir metadados espaciais nos metadados do conjunto de dados
14	Descrever a precisão posicional de dados espaciais

ADAPTADO DE FONTE: (W3C; OGC, 2017).

A versão utilizada como referência neste trabalho é W3C *Working Group Note 28* de setembro de 2017, nesta versão existem 14 melhores práticas que são mostradas nos quadros 3 e 4.

QUADRO 4 - REFERÊNCIA CRUZADA DE REQUISITOS COM RELAÇÃO A BOAS PRÁTICAS

Requisitos	Boas práticas de dados espaciais	Boas práticas de dados gerais
Linkability	Usar URIs HTTP persistentes exclusivos globais para coisas espaciais Torne seus dados espaciais indexáveis pelos mecanismos de pesquisa Vincular recursos juntos para criar a web de dados Use codificações de dados espaciais que correspondem ao seu público-alvo Use os tipos de relação apropriados para vincular as <i>spatial things</i>	Uso de URI persistentes como identificadores Uso de URI persistentes como identificadores com datasets Assinalar URIs para versão de dataset e séries
GeoreferencedData	Usar URIs HTTP persistentes exclusivos	

Requisitos	Boas práticas de dados espaciais	Boas práticas de dados gerais
	<p>globais para coisas espaciais</p> <p>Use codificações de dados espaciais que correspondem ao seu público-alvo</p> <p>Informar como valores de coordenadas são codificados</p>	
IndependenceOnReferenceSystems	<p>Usar URIs HTTP persistentes exclusivos</p> <p>globais para coisas espaciais</p> <p>Forneça geometrias na web de maneira utilizável</p>	Uso de local-neutral para representação de dados
BoundingBoxCentroid	<p>Torne seus dados espaciais indexáveis pelos mecanismos de pesquisa</p> <p>Forneça geometrias na web de maneira utilizável</p> <p>Forneça geometrias no nível certo de precisão e tamanho</p> <p>Incluir metadados espaciais nos metadados do conjunto de dados</p>	
Crawlability	<p>Torne seus dados espaciais indexáveis pelos mecanismos de pesquisa</p> <p>Incluir metadados espaciais nos metadados do conjunto de dados</p>	<p>Providenciar metadados</p> <p>Providenciar metadados descritivos</p> <p>Providenciar estrutura de metadados</p> <p>Tornar disponível por meio de API</p>
Discoverability	<p>Torne seus dados espaciais indexáveis pelos mecanismos de pesquisa</p> <p>Use codificações de dados espaciais que correspondem ao seu público-alvo</p> <p>Incluir metadados espaciais nos metadados do conjunto de dados</p>	<p>Providenciar metadados</p> <p>Providenciar metadados descritivos</p> <p>Providenciar estrutura de metadados</p> <p>Tornar disponível por meio de API</p>

Requisitos	Boas práticas de dados espaciais	Boas práticas de dados gerais
MachineToMachine	<p>Torne seus dados espaciais indexáveis pelos mecanismos de pesquisa</p> <p>Vincular recursos juntos para criar a web de dados</p> <p>Use codificações de dados espaciais que correspondem ao seu público-alvo</p> <p>Forneça geometrias na web de maneira utilizável</p> <p>Descreve relative positioning</p> <p>Use os tipos de relação apropriados para vincular as <i>spatial things</i></p> <p>Fornecer informações sobre a natureza mutável das coisas espaciais</p> <p>Descreve the positional accuracy of spatial data</p>	<p>Providenciar metadados</p> <p>Providenciar metadados descritivos</p> <p>Providenciar estrutura de metadados</p> <p>Tornar disponível por meio de API</p>
DeterminableCRS	<p>Use codificações de dados espaciais que correspondem ao seu público-alvo</p> <p>Informar como valores de coordenadas são codificados</p>	<p>Vocabulário reutilizável de preferência padrão</p>
SpatialRelationships	<p>Use codificações de dados espaciais que correspondem ao seu público-alvo</p> <p>Use os tipos de relação apropriados para vincular as <i>spatial things</i></p>	
MultipleCRS	<p>Forneça geometrias na web de maneira utilizável</p>	
Compressible	<p>Forneça geometrias na web de maneira utilizável</p> <p>Forneça geometrias no nível certo de precisão e tamanho</p>	<p>Providenciar forma de download em massa</p> <p>Providenciar subconjuntos para grandes datasets</p>
CRSDefinition	<p>Forneça geometrias na web de maneira utilizável</p> <p>Informar como valores de coordenadas são codificados</p>	
EncodingForVectorGeometry	<p>Forneça geometrias na web de maneira utilizável</p>	<p>Usar formato de máquina padrão</p>

Requisitos	Boas práticas de dados espaciais	Boas práticas de dados gerais
SpatialMetadata	<p>Forneça geometrias na web de maneira utilizável</p> <p>Incluir metadados espaciais nos metadados do conjunto de dados</p>	<p>Providenciar metadados</p> <p>Providenciar metadados descritivos</p>
3DSupport	<p>Forneça geometrias na web de maneira utilizável</p>	<p>Escolher o certo nível de formalização</p>
TimeDependentCRS	<p>Forneça geometrias na web de maneira utilizável</p>	<p>Cite a publicação original</p>
TilingSupport	<p>Forneça geometrias na web de maneira utilizável</p>	
Compatibility	<p>Forneça geometrias no nível certo de precisão e tamanho</p> <p>Expor dados espaciais por meio de ‘APIs de conveniência’</p>	<p>Reutilizar vocabulários padrão</p>
CoordinatePrecision	<p>Forneça geometrias no nível certo de precisão e tamanho</p> <p>Escolha sistemas de referência de coordenadas para atender as aplicações do usuário</p>	<p>Providenciar informação da qualidade do dado</p>
AvoidCoordinateTransformations	<p>Escolha sistemas de referência de coordenadas para atender as aplicações do usuário</p>	<p>Reutilizar vocabulários padrão</p>
LinkingCRS	<p>Informar como valores de coordenadas são codificados</p>	
SamplingTopology	<p>Descreve relative positioning</p>	
SpatialOperators	<p>Use os tipos de relação apropriados para vincular as <i>spatial things</i></p> <p>Expor dados espaciais por meio de ‘APIs de conveniência’</p>	
MovingFeatures	<p>Fornecer informações sobre a natureza mutável das coisas espaciais</p>	
Streamable	<p>Fornecer informações sobre a natureza mutável das coisas espaciais</p>	<p>Atribuir URIs para versões e séries de conjuntos de dados</p> <p>Forneça acesso em tempo real</p>

Requisitos	Boas práticas de dados espaciais	Boas práticas de dados gerais
		Forneça dados atualizados
CoverageTemporalExtent	Fornecer informações sobre a natureza mutável das coisas espaciais	
LightweightAPI	Expor dados espaciais por meio de ‘APIs de conveniência’	
ReferenceDataChunks	Expor dados espaciais por meio de ‘APIs de conveniência’	
Provenance	Incluir metadados espaciais nos metadados do conjunto de dados	Fornecer informações de proveniência de dados
QualityPerSample	Descreve o assertividade posicional do dado espacial	
MultilingualSupport		Forneça metadados Forneça metadados descritivos
SubjectEquality		Forneça dados em vários formatos Use a negociação de conteúdo para veicular dados disponíveis em vários formatos

ADAPTADO DE FONTE: (W3C; OGC, 2017).

Estas melhores práticas mostradas no Quadro3 foram definidas com o objetivo de trazer benefícios como reutilização, acessibilidade, processabilidade, interoperabilidade, *linkability*, descoberta, compreensão e confiança.

Para atingir esse objetivo, existem alguns requisitos que devem ser cumpridos, como mostrado no Quadro 4, cada prática recomendada tem uma lista de requisitos explicados a seguir.

Área de Rastreabilidade, Descoberta e Máquina para Máquina relacionada ao conceito de Otimização do Mecanismo de Busca (SEO, sigla em inglês), que significa adotar algum padrão para tornar-se um site melhor para os mecanismos de pesquisa usar a capacidade de rastreamento para localizá-lo e torná-lo detectável.

O navegador Chrome tem em ferramentas de desenvolvimento, uma ferramenta chamada Audits, esta ferramenta é capaz de avaliar se alguma página é otimizada para o mecanismo de busca (GOOGLE, 2019).

Conectividade ou *linkability* é a habilidade de correlação, que significa que uma SDI tem relações explícitas entre dados espaciais conectáveis entre si, isso requer o uso de algum tipo de sistema de referência, que pode alterar como e onde os dados espaciais serão exibidos e por vezes também o seu significado. Para poder realmente estabelecer ligações entre dados espaciais de diferentes fontes sem perder significado, é necessário à independência dos dados espaciais em relação ao sistema de referência.

O uso generalizado de melhores práticas pode ser uma maneira de facilitar a interoperabilidade entre as SDIs locais de diferentes países, o que é muito valioso para as SDIs brasileiras devido ao fato de o Brasil compartilhar fronteiras com outros 10 países e relacionar dados espaciais de todos os vizinhos, a exemplo do que acontece em casos como o controle de doenças, o que pode ser muito útil.

Também poderia encorajar a realização ou a continuidade de outras linhas de pesquisas científicas acerca de dados espaciais, a exemplo do artigo Reconstrução espaço-temporal mensal de chuva via rede neural artificial - estudo de caso: sul do Brasil. (LUCIO, et al., 2007), que trata de dados temporais espaciais de chuva, estudo que possui várias limitações relacionadas à infraestrutura de dados espaciais e que talvez a aplicação do modelo proposto pudesse auxiliar a identificar pontos a melhorar na SDI para possibilitar, por exemplo, confrontar com dados em tempo real para ser possível avaliar o que mudou ao longo dos anos.

O mesmo poderia ser dito sobre pesquisas científicas como, "*Comparison results for the CFSv2 hindcasts and statistical Discussions downscaling over the northeast of Brazil*" (SILVA; MENDES, 2013); "*Synoptic environment associated with heavy rainfall events on the coastland of Northeast Brazil*". (OLIVEIRA, et al., 2013) e de "*Using the Firefly optimization method to weight an ensemble of Discussions rainfall forecasts from the Brazilian developments on the Regional Atmospheric Modeling System (BRAMS)*". (SANTOS, et al., 2013).

O Guia de Boas Práticas é o principal elemento apresentado na fundamentação teórica que contribuiu para este trabalho, porque o conteúdo das especificações e normas de dados

espaciais brasileiros já engloba as especificações internacionais da OGC, também levadas em consideração pelo Guia de Boas Práticas.

O estudo de caso de artigos científicos sobre dados espaciais temporais de chuva dos autores (OLIVEIRA, et al. 2013) e (SANTOS, et al., 2013), por exemplo, auxiliaram na consolidação do problema visto que é possível identificar a importância das infraestruturas de dados espaciais no desenvolvimento de outras pesquisas.

2.6 SISTEMA DE INFORMAÇÃO GEOGRÁFICA (SIG)

Do inglês, *Geographic Information System* (GIS), termo utilizado internacionalmente para SIG, são sistemas independentes de ambiente, ou seja, pode ser um sistema *desktop*, por exemplo QGIS, ou um sistema web como OpenStreetMap.

Sistemas que possuem conjuntos de funcionalidades distintas, com foco distinto que podem ser enquadrados em uma mesma categoria por ambos trabalharem com dados geográficos.

No caso de SIGs com funcionalidades como as do OpenStreetMap, que são basicamente funções voltadas para o mapeamento, no qual o usuário tem a possibilidade de demarcar um local ou área e adicionar uma informação ao mesmo, assim como visualizar em mapa interativo as informações cadastradas previamente, em um ambiente acessível de qualquer lugar com acesso a Internet, são os tipos considerados no modelo proposto ao longo deste trabalho.

Este tipo de SIG permite a coleta compartilhada de *spatial things*, bem como, o mapeamento de casos confirmados de dengue em determinado bairro, traçar estratégias para prever a localização de possíveis focos de criadouro do mosquito e planejar ações para resolver o problema.

Assim como o exemplo apresentado acima quanto à aplicação de um SIG na saúde, existem aplicações em outras áreas como agricultura de precisão, locomoção, exemplo: Waze, de energia, exemplo: Atlas Solarimétrico, biodiversidade, entre outros.

Uma SDI bem organizada permite que diferentes SIGs possam ser analisadas em conjunto para fazer correlações como a população de sapos, o uso de agrotóxicos e focos de criadouro de dengue, permitindo a investigação científica da relação entre agrotóxicos e a diminuição da população de sapos e no aumento de quantidade de mosquitos.

Para isso, faz-se necessário que a organização da SDI esteja refletida em seus componentes SIG, pois a má utilização da SDI em um SIG pode isolá-lo dos demais.

Existem várias formas as quais os dados geográficos são armazenados, existem modelos orientados a objetos, como: ER (*Entity Relationship*), OMT (*Object Modeling Technique*), UML (*Unified Modeling Language*), que apesar de muito difundidos e utilizados apresentam limitações para a aplicação em dados geográficos, já que não possuem representação específica para este tipo de dados (CASANOVA, et al., 2005).

E foi esta lacuna que fez o modelo OMT-G surgir, este é por sua vez, uma técnica de modelagem de objetos geográficos, baseados em três principais conceitos: classes, relacionamentos e restrições de integridade espaciais (CASANOVA, et al., 2005).

É respeitando a integridade dos dados espaciais que é possível representá-los e planejá-los por meio de uma abstração mais assertiva para que possam ser armazenados da melhor forma, para o fim aos quais as informações espaciais foram coletadas, a exemplo do que ocorre com os dados cujo objetivo é representação visual de um local em uma determinada faixa de tempo, quase sempre são armazenados no formato raster, ou seja, imagens com descrição dos pixels que a compõe em oposição aos gráficos vectoriais armazenam a informação que só poderá ser transmitida de forma visual, visto que não contêm descrições adicionais.

Porém não adianta possuir uma base de dados geográfica bem organizada na lógica de um SIG, se a entrada de dados for desorganizada não respeitando as limitações e regras da SDI que a sustenta. A esse tipo de situação usa-se uma expressão comum da área da tecnológica Garbage In, Garbage Out (GIGO).

Foi pensando em evitar o GIGO que este trabalho propõe um modelo de avaliação para SDIs utilizando os SIGs como principal elemento de avaliação, pois são por eles que os dados espaciais são coletados.

3 ELABORAÇÃO DO MODELO

Para atingir o objetivo geral proposto, foi necessário estudar as especificações da INDE e o Guia de Boas Práticas da W3C/OGC, assim como investigar SDIs Brasileiras existentes. Esta investigação foi possível por meio da consulta ao site da INDE visto que a INDE é uma SDI composta por várias SDIs menores.

Ao consultar o site da INDE foi possível verificar na área de visualização de *spatial things* do site, que dos 90% dos órgãos e instituições que fornecem dados a INDE, 80% das SDIs que a compõem utilizam o GeoServer como servidor de mapas e 20% fazem uso de outro tipo de servidor de mapas como o ArcGIS, utilizado pela Agência Nacional de Águas (ANA). E 100% das SDIs que fazem parte da INDE, utilizam servidores de mapas, para chegar a esta informação foi considerado se existe relação entre servidor de mapas e boas práticas, conforme Gráfico 1.

GRÁFICO 1 - RESULTADOS DE ANÁLISE SOBRE SDIS DA INDE



FONTE: O autor (2019).

A INDE, assim como as outras SDIs, possui seu conjunto de regras, porém como o padrão INDE de SDI é baseado em exemplos internacionais, para o modelo proposto não se fez necessário acrescentar nenhum tópico específico.

Este modelo proposto é uma inovação no processo de administração e gerenciamento de dados espaciais em Infraestrutura de dados espaciais, cujo objetivo é auxiliar na

identificação e controle por meio da avaliação da aplicação de boas práticas na integração entre Servidor de Mapas e GIS, visto que muitos dos itens de boas práticas podem ser alcançados com o uso de Servidores de Mapas a exemplo do GeoServer e ArqGIS, que já possuem uma série de funcionalidades que suprem os itens de boas práticas e as comunicações GIS com o Servidor de Mapas influenciam na usabilidade destas funcionalidades.

Para ajudar e facilitar a avaliação do uso de especificações e melhores práticas, o modelo de avaliação sugerido leva em consideração as especificações da INDE com as melhores práticas de dados espaciais na web em uma pequena coleção de perguntas visando auxiliar a coleta de informações sobre os servidores de mapas de uma SDI e Conexão GIS. Tal modelo tem o objetivo de servir de ferramenta para avaliar a aplicação de melhores práticas dentro da SDI.

Levando em consideração que uma SDI é composta, primordialmente, por pelo menos um servidor de mapas e um visualizador, visto que organizações como o Instituto Nacional de Pesquisa Espacial (INPE), a Agência Nacional de Águas (ANA), o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), o Ministério do Meio Ambiente (MMA), o Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária (INCRA), a Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL) e a própria INDE fazem uso desta composição em suas respectivas SDIs, o modelo aqui demonstrado permite checar as interações entre servidor de mapas e visualizadores/coletores de dados espaciais ou GIS.

Este modelo foi inspirado no trabalho de Michael Dangermond (2017) em '*Intelligent Maps Checklist: Serviços de Imagem Temática*' e o trabalho de Diana Lavery (2017) em '*Intelligent Maps Checklist: Mapas da web*'. Ambos sugerem o uso de uma lista de verificação para identificar itens dentro de um servidor de mapas.

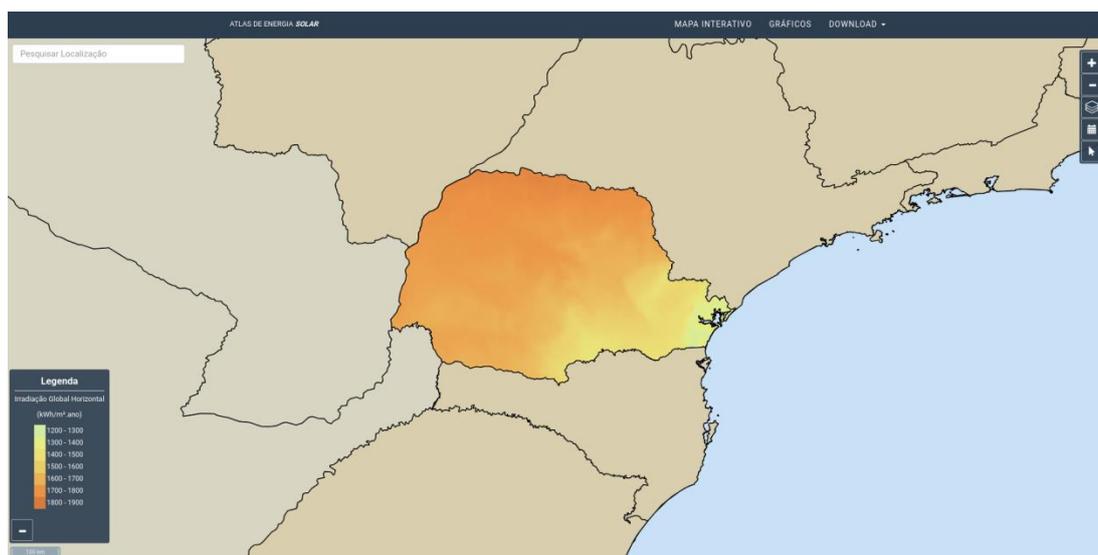
Com intuito de testar a viabilidade do modelo proposto, este foi aplicado em 21 interações Sistemas de Informações Geográficas (SIG) e Servidor de Mapas que compõem a Infraestrutura de Dados Espaciais, pertencente ao CIH.

3.1 O CENTRO INTERNACIONAL DE HIDROINFORMÁTICA

O CIH conhecido internacionalmente como um dos centros categoria 2 do Programa Hidrológico Internacional (PHI) da UNESCO, resultado de uma parceria entre a ITAIPU Binacional e o Parque Tecnológico ITAIPU, forneceu acesso a sua infraestrutura de dados espaciais para a realização desta pesquisa.

Para esta investigação foi utilizado um dos servidores de mapas do Centro Internacional de Hidroinformática (CIH), que possui uma destas SDIs não ligadas diretamente a INDE. Nela são publicados dados espaciais como, por exemplo, dados sobre plantio direto, com dados de potencial de energia solar no Paraná, FIGURA .

FIGURA 4 - SIG ATLAS DE ENERGIA SOLAR



FONTE: O autor (2019).

Porém estes dados não são interoperáveis, visto que o fluxo de operações dentro da SDI não é centralizado. A coleta de dados é realizada por meio dos Sistemas de Informação Geográficas (SIG ou sigla em inglês GIS), que salvam seus dados em uma base de dados espaciais relacional, a qual posteriormente é consultada por um servidor de mapas, para gerar mapas específicos.

Com a padronização da forma de publicação e consumo de dados espaciais nas SDIs, situações como a que ocorre no CIH, poderiam ser evitadas e a interoperabilidade poderia facilitar a produção de estudos que relacionam plantio direto, dados espaciais do CIH e qualidade da água, dados da Agência Nacional de Água (ANA) que fazem parte da INDE, de forma mais limpa e clara, em que os dados espaciais da ANA e do CIH seriam apenas consultados por outras SDIs e comparados conforme a necessidade.

O Guia de Boas Práticas como mencionado anteriormente nesta dissertação, foi desenvolvido a partir de lições aprendidas de práticas associadas a casos de uso da realidade mundial demonstrando seu potencial de usabilidade e confiabilidade do qual a SDIs como a do CIH podem vir a se beneficiar.

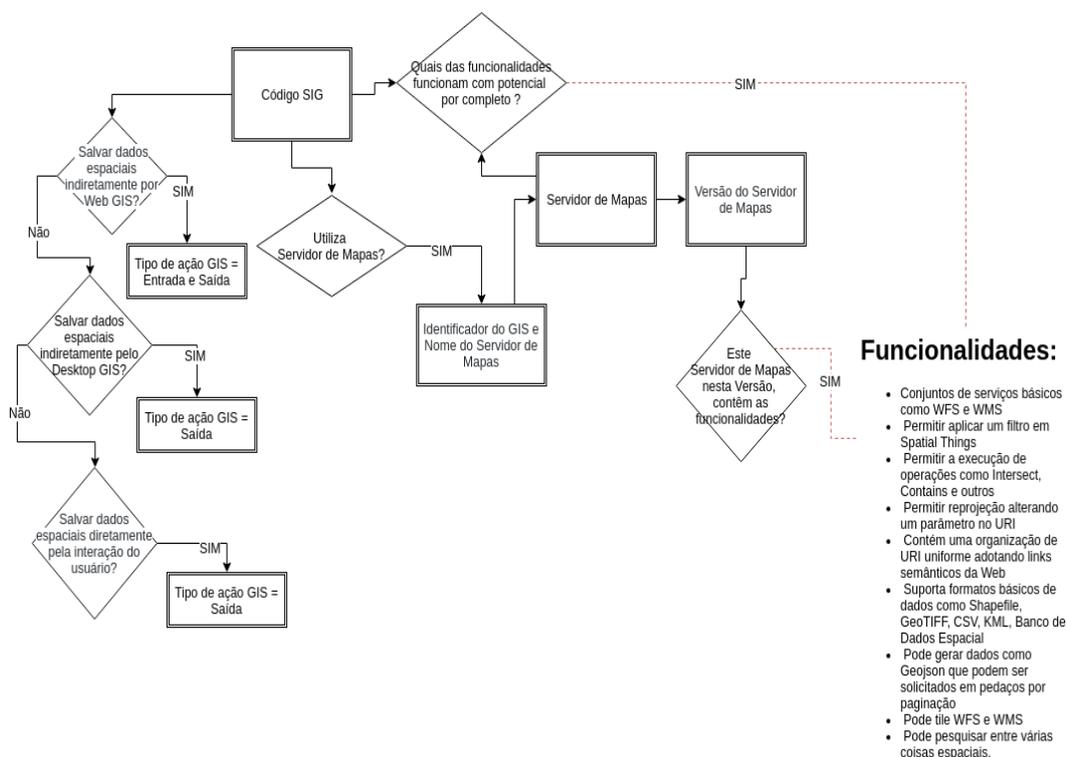
O tipo de servidor de mapas mais usado pelo CIH é o GeoServer na versão 2.8.2. Para ilustrar o potencial do GeoServer foi realizado um Audits em um GeoServer na mesma versão utilizada pelo CIH e o resultado para *Search Engine Optimization* (SEO). No Audits resultou em pontuação 67 de 100, ou seja, têm muito a melhorar para com relação ao também testado *ArcGIS Server*, por exemplo, mostra SEO de 80 de 100, o que é um pouco melhor que o GeoServer.

Como mencionado anteriormente, foram utilizados como base para o desenvolvimento deste modelo, as especificações da INDE para dados espaciais e o Guia de Boas Práticas para Dados Espaciais na web da W3C/OGC. Ao avaliar os documentos e especificações brasileiros foi possível verificar que muitas das práticas especificadas foram baseadas em práticas internacionais e recomendações da OGC, sem considerar práticas para a web, visto que o Guia de Boas Práticas W3C/OGC é mais novo que a INDE, conseqüentemente para a criação de um modelo brasileiro seria possível generalizar para as práticas já contidas dentro do Guia de Boas Práticas W3C/OGC, Quadro 3.

Também foi levado em consideração que, assim como informado no próprio guia W3C/OGC entre as 14 práticas recomendadas, foram identificadas 7 lacunas que ainda não possuem resolução ou recomendações, porque podem ser muito específicas para cada ambiente. São elas:

- Requisitar diferentes representações de geometrias.
- Vocabulário de dados espaciais.
- Descrever a estrutura dos *datasets*.
- Comportamento dos serviços.
- Publicar dados dinâmicos em grandes *datasets* na web.
- Ajudar softwares a entender unidades de medida.
- Definir que 2 lugares são o mesmo.
- Descobrir o que se refere à *spatial things*.

FIGURA 5 - FLUXO DE TOMADA DE DECISÃO NA APLICAÇÃO DO MODELO



FONTE: O autor (2019).

Resumindo, para a criação do modelo foi levado em consideração a hipótese de que o servidor de mapas é o principal meio pelo qual é possível aplicar as boas práticas, também é considerada a seguinte hipótese: o servidor de mapas deve ser o elemento central da SDI para funcionar de maneira completa e com base em artigos de Michael Dangermond (2017) e Diana Lavery (2017), o *checklist* seria o melhor formato para o modelo.

A FIGURA 5, apresenta a tomada de decisão quanto ao preenchimento do modelo, em que são estabelecidas questões que retornam informações para identificação do tipo de ação do GIS. Nas primeiras questões do modelo é também verificada a existência de servidor de mapas e sua versão, as funcionalidades disponíveis na versão encontrada e quais das funcionalidades são executadas de forma completa na relação GIS e servidor de mapas.

4 DEFINIÇÃO E APLICAÇÃO DO MODELO

No modelo proposto, considerou-se o uso integrado entre servidores de mapa e GIS como um método para identificar a aplicabilidade ou não das melhores práticas de dados espaciais.

O segundo passo foi formatar esses requisitos de maneira que ajude a organizar o processo de avaliação. Para iniciar este processo é necessário estabelecer uma infraestrutura de dados espaciais, a qual pode ser composta de muitos GIS que possuem formas de entrada e saída de dados espaciais.

Assim, a área de GIS é muito importante para definir como os dados espaciais coletados são organizados e consumidos dentro da SDI. Outro ponto importante é avaliar se as funcionalidades do servidor de mapas estão sendo utilizadas adequadamente e saber como os dados são coletados, armazenados e acessados pelo GIS.

Para isso foi necessário avaliar cada item de verificação em 21 GIS, cada um contendo aproximadamente 12000 linhas de código voltadas apenas para controle de funcionalidades para informação geográfica.

Todos os sistemas avaliados têm por objetivo principal coletar informações sobre o território brasileiro, em partes ou como um todo, possuindo em viés ambiental promovendo análises desde o controle de coleta seletivas à produção de energia renovável. Desta maneira, nesta dissertação não são abordados com maior detalhamento informações sobre os sistemas, já que não fazem parte do escopo desta pesquisa.

Os itens desta lista de verificação foram estabelecidos para checar informações como existência de servidor de mapas, nome do servidor utilizado, tipo de utilização, se utilizado para somente entrada de dados, somente saída ou ambos e quais funcionalidades do servidor de mapas estão disponíveis e se estas podem ser utilizadas satisfatoriamente em relação ao tipo de utilização.

Nas questões sobre as funcionalidades são utilizados itens que verificam a existência de funcionalidades como: manipulação de dados por WMS, WFS, filtros, consultas em dados espaciais com operações como *Intersect*, reprojeção pela URL, *Uniform Resource Locator* (URL) semântica, exportação de dados nos tipos básicos como Geojson, *Keyhole Markup Language* (KML) e CSV, paginação de resultados, cortes de imagem consultada e pesquisa múltipla.

QUADRO 5 - ITENS MODELO X BOAS PRÁTICAS

Item do modelo	Boa prática
1 - Identificador do GIS	1, 2, 5, 10 e 12
2 - Tipo de ação GIS	1, 2, 5, 10 e 12
3 - Nome do Servidor de Mapas	1, 2, 5, 10 e 12
4 - Versão do Servidor de Mapas	1, 2, 5, 10 e 12
5 - Salvar dados espaciais indiretamente por Web GIS	1, 2, 5, 10 e 12
6 - Salvar dados espaciais indiretamente pelo Desktop GIS	1, 2, 5, 10 e 12
7 - Salvar dados espaciais diretamente pela interação do usuário	1, 2, 5, 10 e 12
8 - Conjuntos de serviços básicos como WFS e WMS	5 e 6
9 - Permitir aplicar um filtro em Spatial Things	3
10 - Permitir a execução de operações como Intersect, Contains e outros	3, 9 e 14
11 - Permitir reprojeção alterando um parâmetro no URI	7, 8 e 4
12 - Contém uma organização de URI uniforme adotando links semânticos da web	1 e 2
13 - Suporta formatos básicos de dados como Shapefile, GeoTIFF, CSV, KML, Banco de Dados Espacial	3
14 - Pode gerar dados como Geojson que podem ser solicitados em pedaços por paginação	5 e 6
15 - Pode tile WFS e WMS	5
16 - Pode pesquisar entre várias coisas espaciais	3 e 12

FONTE: O autor (2019).

Em 1 - Identificador do GIS: [ID], 2 - Tipo de ação GIS: - [IN ou OUT], 3 - Nome do Servidor de Mapas: [Nome do servidor utilizado], 4 - Versão do Servidor de Mapas: [Versão do servidor], 5 - Salvar dados espaciais indiretamente por Web GIS, 6 - Salvar dados

espaciais indiretamente pelo *Desktop GIS* e 7 - Salvar dados espaciais diretamente pela interação do usuário; se relacionam ao Guia de Boas Práticas conforme descrito a seguir.

Os itens desta lista de verificação foram estabelecidos para checar informações como existência de servidor de mapas, nome do servidor utilizado, tipo de utilização, se utilizado para somente entrada de dados, somente saída ou ambos e quais funcionalidades do servidor de mapas estão disponíveis e se estas podem ser utilizadas de forma satisfatória em relação ao tipo de utilização.

Nas questões sobre as funcionalidades são utilizados itens que verificam a existência de funcionalidades como: manipulação de dados por WMS, WFS, filtros, consultas em dados espaciais com operações como *Intersect*, reprojeção pela URL, *Uniform Resource Locator (URL)* semântica, exportação de dados nos tipos básicos como Geojson, *Keyhole Markup Language (KML)* e CSV, paginação de resultados, cortes de imagem consultada e pesquisa múltipla.

FIGURA 6, se relaciona ao Guia de Boas Práticas que é da W3C também da OGC, sendo esta a empresa responsável pelo padrão internacional para dados espaciais, padrões aos quais a INDE se baseia e, portanto o modelo proposto também abrange as normas e especificações da INDE.

Os itens: Identificador do GIS: [ID], Tipo de ação GIS: - [IN ou OUT], Nome do Servidor de Mapas: [Nome do servidor utilizado], Versão do Servidor de Mapas: [Versão do servidor], Salvar dados espaciais indiretamente por Web GIS, Salvar dados espaciais indiretamente pelo *Desktop GIS* e Salvar dados espaciais diretamente pela interação do usuário; se relacionam ao Guia de Boas Práticas conforme descrito a seguir.

Se for um servidor de mapas como GeoServer e ArqGIS em qualquer versão, utilizados como entrada e saída pelo GIS, realizarão as seguintes boas práticas:

- *Best Practice 1: Use globally unique persistent HTTP URIs for Spatial Things.*
- *Best Practice 2: Make your spatial data indexable by search engines.*
- *Best Practice 5: Provide geometries on the web in a usable way.*
- *Best Practice 10: Use appropriate relation types to link Spatial Things.*
- *Boa Prática 12: Expor dados espaciais por meio de 'APIs de conveniência'*

Porque estes servidores de mapa podem servir como centralizadores das entradas e saídas de dados espaciais, são desenvolvidos para providenciar URIs unicamente persistentes, são indexáveis, providenciam geometrias de um jeito usável que são obrigatoriamente representadas na base de armazenamento, seja, ela banco de dados ou arquivo *ShapeFile* como tipo espacial, exemplo: *Point, Geometry, Line, Polygon*.

8 - Conjuntos de serviços básicos como WFS e WMS, se relaciona às boas práticas 5 e 11, porque os tipos WMS e WFS são formatos que permitem que a representação geométrica

contenha dados adicionais, transformando-a uma *spatial thing*, em que é possível aplicar filtros e conectar dados, possibilitando a utilização das geometrias por dar-lhes significado sobre a mudança de natureza da *spatial thing*.

9 - Permitir aplicar um filtro em *Spatial Things* é relativo à boa prática de número 3, porque estes servidores de mapa podem servir como centralizadores das entradas e saídas de dados espaciais, são desenvolvidos para providenciar URIs unicamente persistentes, são indexáveis, providenciam geometrias de um jeito usável que são obrigatoriamente representadas na base de armazenamento, seja, ela banco de dados ou arquivo *ShapeFile* como tipo espacial, exemplo: *Point, Geometry, Line, Polygon*.

10 - Permitir a execução de operações como *Intersect, Contains* e outros, é referente às boas práticas de número 3, 9 e 14, porque permite efetuar operações de busca diretamente sobre os dados espaciais, tem o mesmo valor de quando se é possível aplicar filtros, mas para que seja possível executar estes filtros faz-se necessário que os dados espaciais tenha uma descrição posicional dos dados espaciais para que seja possível correlacioná-los geometricamente.

11 - Permitir reprojeção alterando um parâmetro no URI é relativo às boas práticas 7, 8 e 4, porque quando a habilidade de reprojeção permite escolher o sistema de referências que melhor se enquadra às aplicações dos usuários e para que isso seja possível, é necessário que uma organização que armazene o estado inicial das coordenadas: ordem dos eixos latitude e longitude unidades, a fim de que seja possível identificar o estado inicial da coordenada do qual será reprojetoado.

12 - Contém uma organização de URI uniforme adotando links semânticos da web, está relacionado às boas práticas 1 e 2, porque contém uma organização uniforme das URIs permite a criação de URI únicas persistentes de uso global para as *spatial things* e indexáveis.

13 - Suporta formatos básicos de dados como *Shapefile, GeoTIFF, CSV, KML, Banco de Dados Espacial*, está diretamente ligado à boa prática de número 3, porque fornecer os tipos mais comuns de exportação de dados possibilita a conexão de recursos, de uma forma não tão eficiente, porém mais acessível que WMS e WFS sozinhos.

14 - Pode gerar dados como *Geojson* que podem ser solicitados em pedaços por paginação, se relaciona às boas práticas 5 e 6, pois permitir paginação e requisição de dados espaciais no formato *Geojson* em pedaços melhora o desempenho e usabilidade dos dados espaciais e também permite uma melhora de desempenho possibilitando que os dados espaciais possam ser publicados e consumidos com o nível de tamanho e precisão, com relação ao mundo real e precisão com relação à reprodução dos dados espaciais.

15 - Pode *tile* WFS e WMS, está conectado à boa prática 5, porque a funcionalidade *tile* possibilita salvar um mapa em partes em *cache*, melhorando o desempenho de consumo das informações tornando-as mais utilizáveis na web.

E finalmente 16 - Pode pesquisar entre várias coisas espaciais, está conectado às boas práticas 3 e 12, porque Permitir pesquisa entre múltiplas *spatial things*, fator que torna ainda mais fácil a conexão de recursos para criar uma web de dados. E também permitir o acesso a que estruturas de dados complexas por meio de *query* simples incluindo pesquisa espacial.

FIGURA 6 - MODELO DE AVALIAÇÃO PROPOSTO

Modelo

Identificador do GIS: [ID]	Tipo de ação GIS: - [IN ou OUT]
Nome do Servidor de Mapas: [Nome do servidor utilizado]	Versão do Servidor de Mapas: [Versão do servidor]

Servidor usado para:

- Salvar dados espaciais indiretamente por Web GIS
- Salvar dados espaciais indiretamente pelo Desktop GIS
- Salvar dados espaciais diretamente pela interação do usuário

Funcionalidades do servidor:

- Conjuntos de serviços básicos como WFS e WMS
- Permitir aplicar um filtro em Spatial Things
- Permitir a execução de operações como Intersect, Contains e outros
- Permitir reprojeção alterando um parâmetro no URI
- Contém uma organização de URI uniforme adotando links semânticos da Web
- Suporta formatos básicos de dados como Shapefile, GeoTIFF, CSV, KML, Banco de Dados Espacial
- Pode gerar dados como Geojson que podem ser solicitados em pedaços por paginação
- Pode tile WFS e WMS
- Pode pesquisar entre várias coisas espaciais

FONTE: O autor (2019).

Para cada GIS da SDI, um identificador numérico ou textual é criado para permitir a identificação do GIS que está sendo avaliado, assim como o tipo de ação, que pode ser de entrada, saída ou ambos, como nos primeiros itens do modelo exibidos no início da Figura 6.

FIGURA 6

Também é interessante conhecer o nome do servidor utilizado e sua versão, pois cada versão pode ter diferentes funcionalidades, e o objetivo é identificar qual é o fluxo de trabalho principal entre os componentes da SDI para permitir entrada e saída de dados.

FIGURA 6 depois de 'Servidor usado para' e 'Funcionalidades do servidor', somente devem ser assinaladas aquelas funcionalidades disponíveis no servidor de mapas que podem ser utilizadas com capacidade completa, sem que o fluxo de entrada [IN] e saída [OUT] de dados no servidor de mapas a comprometa.

As respostas podem trazer à tona alguns aspectos importantes sobre o uso ou não de melhores práticas, por exemplo: se o servidor for usado para: "Salvar dados espaciais indiretamente por Web GIS" significa que o GIS consome serviços do Servidor para publicar dados e ao fazer isso já está sendo beneficiado pela capacidade de reutilização e descoberta.

Isso pode significar a aplicação dessa prática: "Usar URIs HTTP persistentes exclusivos globais para objetos espaciais" e é um passo rumo a uso das seguintes boas práticas: "Vincular recursos juntos para criar a web de dados" e "Tornar seus dados espaciais indexáveis pelos motores de pesquisa".

Para que seja possível assinalar o item "Permite executar operações como: *Intersect*, *Contains* e outras" e "Pode pesquisar entre múltiplas *spatial things*", no modelo, a relação servidor/GIS deve possuir ação do tipo Entrada e Saída e "Salvar dados espaciais indiretamente por Web GIS", pois isso garante que os dados sejam publicados de forma padronizada e que as operações que o servidor de mapas serão úteis, visto que com dados não padronizados este tipo de funcionalidade pode vir a ser comprometida.

Ao permitir a reprojeção alterando um parâmetro no URI dentro de um servidor consumido por um ou mais Web GIS, a capacidade de reprojeção pode ser necessária para permitir que os dados espaciais de publicação estejam utilizando as boas práticas "8 - Estado como os valores de coordenadas são codificados" por padrão e reprojetar somente quando necessário para "7 - Escolha de sistemas de referência de coordenadas para atender às aplicações do seu usuário".

Ao conter uma URI uniforme e organizada com links semânticos da web, o servidor pode fornecer "rastreadabilidade" do GIS, o que significa que os mecanismos de busca podem encontrar o GIS da web e indexá-lo como "detectável" e "vinculável" "máquina para máquina" ambiente, garantindo os dados espaciais "proveniência". E fornecendo "*crawlability*", "*discoverability*", "*machine to machine*" e "*provenience*" significa a realização de uma lista em um passo para as melhores práticas apresentadas, na Quadro 3.

Além disso, quando o servidor exporta dados espaciais em pedaços no Geojson ou WFS e WMS, esses dados podem ser consumidos em partes e é possível "12- Expor dados espaciais por meio de 'APIs de conveniência'" e "6 - Fornecer geometrias no nível certo de exatidão, precisão e tamanho", em SDIs do Brasil também significa que os dados espaciais podem possibilitar a aplicação das especificações de dados espaciais dos brasileiros em relação à precisão dos dados espaciais.

E quando é respondido o item: "Permitir reprojeção por meio da alteração de um parâmetro em URI", é possível verificar se a especificação de produtos de coleta espacial

brasileira, sobre o sistema de referência de implementação, pode ser aplicada de maneira independente. Permitindo, por exemplo, uma relação entre alguns dados espaciais brasileiros antigos que usam por padrão *South American Datum (SAD) 69* com dados espaciais novos que utilizam a projeção do Sistema de Referência Geocêntrico para as Américas (SIRGAS) 2000 e por URI podem ser reprojitados, conforme a necessidade, sem alterar o sistema de referência original e aplicando a especificação brasileira de coleta de dados espaciais de 2016, que é o mais recente até agora.

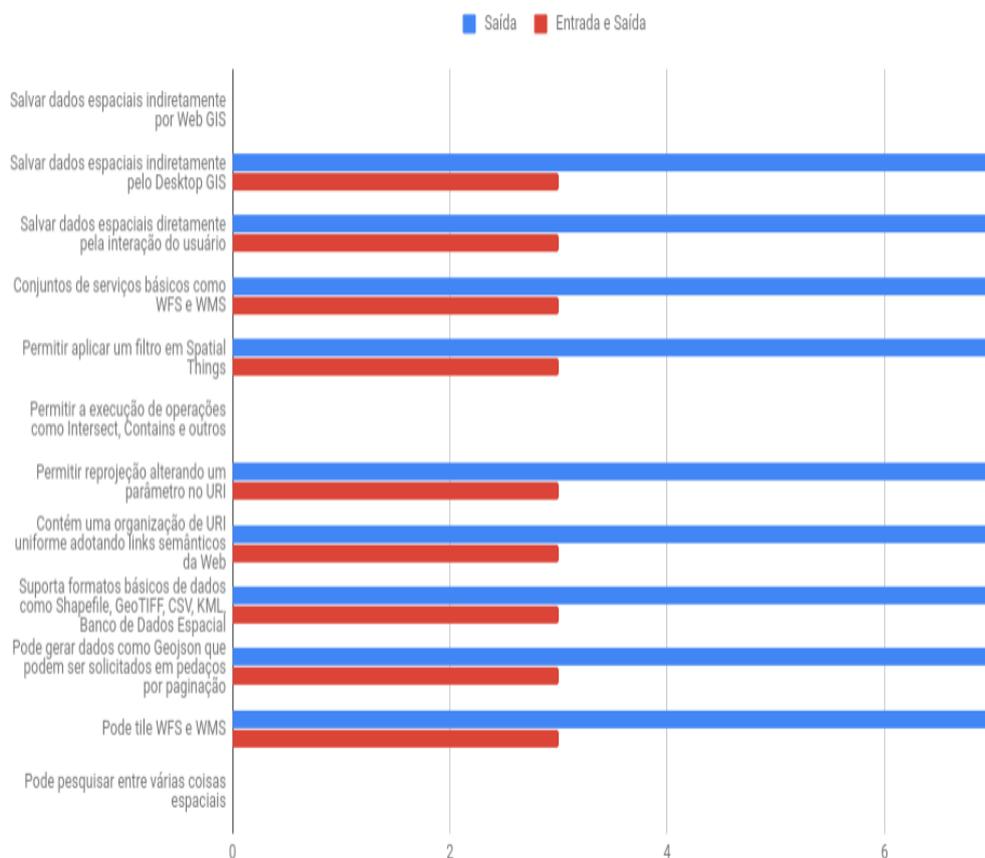
Outro aspecto é o uso de URIs HTTP persistentes globalmente exclusivos para *Spatial Things*, a prática recomendada 1 facilita a vinculação de itens espaciais a serem referenciados em servidores de metadados, o que torna útil o uso do Perfil MGB, cuja realização é avaliada quando "Contém uma organização URI uniforme adotando links semânticos da web" é verificada ou não.

5 RESULTADOS DA APLICAÇÃO DO MODELO

Nesta seção são apresentados os resultados obtidos na aplicação do modelo proposto. O modelo explicado anteriormente foi aplicado em 21 aplicações Web GIS desenvolvidos pelo CIH, que pertencem à sua SDI local e isso significa que a SDI local do CIH também está analisando as mudanças organizacionais e tecnológicas, sendo que esse processo permite localizar formas de melhorar a SDI por meio da avaliação da infraestrutura existente.

O CIH forneceu acesso aos seus projetos GIS de código legado para serem avaliados com o modelo criado. O objetivo é fornecer informações sobre o comportamento da SDI identificando as melhores práticas aplicadas até o momento em conjunto com as especificações nacionais de dados para auxiliar o CIH a planejar a evolução da SDI.

FIGURA 7 - RESPOSTAS POR TIPO DE AÇÃO GIS



FONTE: O autor (2019).

Então, basicamente, os resultados descritos na Tabela 1 mostram que dos 21 GIS avaliados, 10 são utilizados para salvar dados espaciais indiretamente por banco de dados e por interação direta do usuário e 10 dos servidores têm por padrão funcionalidades, como: oferecer serviços básicos como WFS e WMS, permitir aplicar um filtro em *spatial things*, reprojeção por parâmetro em URI, organizar URI uniforme adotando links semânticos da web, suporte a formatos de dados básicos como Shapefile, GeoTIFF, CSV, KML, acesso ao banco de dados espaciais, geração dados como Geojson, que pode ser solicitado em pedaços por paginação e pode consumir WFS e WMS por tiles.

Portanto, dos 21 GIS avaliados, 11 não utilizam um servidor de mapas e operam apenas com serviços de seu próprio GIS. E destes 11, 9 fazem operações de dados espaciais ENTRADA e SAÍDA, 2 fazem somente operações de SAÍDA como demonstrado nas tabelas TABELA 1 e TABELA 2 e na FIGURA 7 é possível observar a diferença entre as respostas ENTRADA/SAÍDA e somente SAÍDA GIS.

TABELA 1 - RESULTADOS DO MODELO NO SDI DO CIH

Opção	Marcado
Entrada	0
Saída	9
Entrada e Saída	12
Salvar dados espaciais indiretamente por Web GIS	0
Salvar dados espaciais indiretamente pelo Desktop GIS	10
Salvar dados espaciais diretamente por interação do usuário	10
Conjuntos de serviços básicos como WFS e WMS	10
Permitir aplicar um filtro em Spatial Things	10
Permitir a execução de operações como Intersect, Contains e outros	0
Permitir reprojeção alterando um parâmetro em URI	10
Contém uma organização de URI uniforme adotando links semânticos da web	10
Suporta formatos de dados básicos como Shapefile, GeoTIFF, CSV, KML, Banco de Dados Espacial	10
Pode gerar dados como Geojson que podem ser solicitados em pedaços por página	10
Pode lado a lado WFS e WMS	10
Pode pesquisar entre várias coisas espaciais	0

FONTE: O autor (2019).

Os dados exibidos nessas tabelas mostraram que, neste SDI em particular, nenhum Web GIS foi desenvolvido para coletar apenas dados espaciais, existem alguns que são apenas visualizadores, mas a maioria é coletor e visualizador.

Os poucos Web GIS que possuem apenas operações de dados espaciais SAÍDA são mais utilizados em conjunto com servidores de mapas do que aqueles que fazem ambos, o que significa que há uma preferência para consumir e salvar *spatial things* diretamente de um banco de dados.

TABELA 2 – RESULTADOS

Comportamento	Quantidade
Ter um relacionamento de um servidor de mapas com o GIS e fazer apenas dados espaciais de SAÍDA	7
Ter um relacionamento de um servidor de mapas com o GIS e fazer apenas dados espaciais de ENTRADA	0
Ter um relacionamento de um servidor de mapas com o GIS e fazer dados espaciais de ENTRADA e SAÍDA	3
Não tem um relacionamento com servidor de mapas e GIS e só faz dados espaciais de SAÍDA	2
Não tem um relacionamento com servidor de mapas e GIS e só faz dados espaciais de ENTRADA	0
Não tem um relacionamento com servidor de mapas e GIS e faz dados espaciais de ENTRADA e SAÍDA	9

FONTE: O autor (2019).

Quando não existe um servidor intermediário entre o banco de dados espacial e o GIS para recriar o mesmo mapa, por exemplo, é necessário refazer cada passo, o que significa que não reúne os benefícios de reusabilidade, processabilidade, interoperabilidade, descoberta, linkabilidade, compreensão, confiança e acesso.

Também foi possível identificar que dos servidores de mapas não são utilizados WPS, bem como não utiliza as funções padrão CQL *Filter* e OGC *Filter* disponíveis. Portanto, não são marcados os itens: "Permitir a execução de operações como Intersect, Contains e outros" e "Pode pesquisar entre várias *spatial things*".

6 CONCLUSÃO

Existem obstáculos envolvidos na criação ou no desenvolvimento de algo inovador, como por exemplo, a dificuldade de encontrar um comparativo ou referencial significativo, porém dar início a algo novo abre oportunidades para a realização de novas pesquisas e evolução tecnológica. Na pesquisa e desenvolvimento, assim como no ambiente de negócios, é possível observar que a inovação continua sendo pouco compreendida. Autores como Foster (1986), Utterback (1994), Christensen (1997), Hamel (2000) e Negri (2018), vêm relatando ao longo do tempo esta dificuldade.

No desenvolvimento desta pesquisa existiram dificuldades na aquisição de referencial teórico de outros modelos que servissem para a mesma função a qual o modelo proposto se enquadra. Nas pesquisas para levantamento bibliográfico conduzidas no final de 2017, pode-se observar que durante as buscas utilizando o termo em português, Infraestrutura de Dados Espaciais e em inglês *Spatial Data Infrastructure*, no que refere a área de Geografia, as publicações são voltadas mais para análise de dados espaciais e na área da computação para desempenho de alguma tecnologia em específico.

Porém, neste trabalho de dissertação foi possível desenvolver um modelo para aprimorar o desenvolvimento sustentável de infraestrutura de dados espaciais que foi testado em uma infraestrutura de dados espaciais real na qual obteve resultados que representam a realidade da infraestrutura avaliada e comprova a utilidade do modelo proposto para o cenário avaliado.

Aplicando o modelo aqui explanado, foi possível conhecer melhor a SDI do CIH e identificar as principais melhorias possíveis no planejamento dos futuros componentes: web GIS da SDI, que é utilizar o serviço fornecido por um servidor de mapas para publicar os dados espaciais coletados e consumi-los, bem como identificar a falta de padronização nas comunicações entre servidor de mapas e aplicações GIS, pois os GIS avaliados estavam usando seus próprios métodos de publicação. Portanto, não fornecendo uma forma semântica única de acesso aos dados espaciais.

Este estudo foi elaborado com a colaboração do CIH e os resultados obtidos foram checados pela equipe de técnicos responsáveis pela área de geoprocessamento a fim de atestar sua veracidade, a qual também autorizou a publicação desta pesquisa.

A aplicação do modelo foi realizada em dados fornecidos pelo CIH, com duração de mais de 6 meses uma vez ter sido realizada manualmente, por meio do estudo do código fonte de 21 sistemas de informação geográfica o qual consistiu em um processo lento e trabalhoso, já que por este não ser um processo automatizado, porém comparada a avaliação de todos os elementos que uma SDI pode ter verificando cada item de boa prática para cada elemento ao invés de comparar alguns elementos chave como é o caso do modelo proposto, o qual por ser considerado um modelo mais ágil e fácil de se conduzir.

O modelo criado não aborda as melhores práticas relacionadas à publicação de metadados e qualidade de dados espaciais, mas foi útil e de fácil aplicação por sua simplicidade, generalização e funcionou como o esperado, diagnosticando as interações da SDI e identificando pontos de melhora. No caso avaliado, uma melhora sugerida refere-se à padronização das entradas e saídas de dados espaciais centralizadas nos servidores de mapas.

O objetivo geral foi atingido por meio do desenvolvimento de um modelo para avaliação do uso de boas práticas para infraestruturas de dados espaciais na web, e com ele foi possível identificar se as boas práticas estão ou não estão sendo aplicadas na infraestrutura na qual este foi aplicado.

Para que o objetivo geral fosse alcançado os seguintes objetivos específicos foram realizados : estudo do Guia de Boas Práticas da W3C e OGC, incluindo o estudo das normas e especificações da INDE, consultas de outros modelos desenvolvidos e publicados em revistas científicas, porém não foi encontrado nenhum, uma vez que o Guia de Boas Práticas é de 2017 o que o torna relativamente novo, a visualização das SDIs públicas governamentais do Brasil por meio da consulta eletrônica a INDE, permitindo identificar a importância dos servidores de mapas posteriormente utilizados como elo principal dos itens de avaliação do modelo criado. Finalmente o modelo proposto foi criado e aplicado à infraestrutura de dados espaciais do CIH, em que o modelo se mostrou útil na identificação de pontos de melhora, o qual no caso avaliado são referentes às entradas de dados não sendo por meio de servidores de mapas, gerando dados espaciais não padronizados que necessitam de um trabalho extra de padronização para a criação das *spatial things* para a posterior publicação em servidores de mapas.

Um ponto interessante a ser considerado é que o modelo proposto fosse utilizado por outras infraestruturas de dados espaciais como forma de controle da aplicação de boas práticas e que fosse realizado de forma periódica conforme o crescimento das mesmas para obter resultados que comprovem sua efetividade em mais de um ambiente.

Para trabalhos futuros, propõe-se a aplicação do modelo em outras SDIs e de diferentes localidades, pois os resultados obtidos nesta pesquisa são de apenas uma SDI e, portanto, não representam uma visão macro. Outra possibilidade a ser considerada, é a adição de questões para validade do fluxo de atividades em relação a servidores de mapas e servidores de metadados.

REFERÊNCIAS

ARCGIS. 2019. Disponível em: <[https://www.img.com.br/pt-br/arcgis/sobre-arcgis/visao-geral?utm_source=google&utm_medium=cpc&utm_campaign=clinks-arcgis&utm_content=search&keyword=arcgis&ad=354525517164"\)&gclid=CjwKCAjwmZbpBRAGEiwADrmVXkgNagwQMMDob9taEWf1Km6sN30rlHtmeBxLabtOPppD3YAbVY_q](https://www.img.com.br/pt-br/arcgis/sobre-arcgis/visao-geral?utm_source=google&utm_medium=cpc&utm_campaign=clinks-arcgis&utm_content=search&keyword=arcgis&ad=354525517164)>. Acesso em: 18 jun. 2019.

BAUER, J. Assessing the Robustness of Web Feature Services Necessary to Satisfy the Requirements of Coastal Management Applications. The College of Earth, Ocean, and Atmospheric Sciences, Oregon State University, 2012.

BRASIL. Decreto n° 6.666, de 27 de 2008. Diário Oficial da União - Seção 1 - 28/11/2008, pág.57.

CASANOVA, M. et al. Bancos de Dados Geográficos. Curitiba: Livraria Virtual da MundoGEO, 2005.

CEMG. Perfil de Metadados Geoespaciais do Brasil - Perfil MGB. [S.l.]: [s.n.], 2011.

CHRISTENSEN, C. The innovator's dilemma. Boston: Harvard Business School Press, 1997.

DIANA, L. Intelligent Maps Checklist: Web Maps, 2017. Disponível em: <<https://www.esri.com/arcgis-blog/products/arcgis-online/mapping/intelligent-maps-checklist-web-maps/?rmedium=redirect&rsource=/esri/arcgis/2017/06/23/intelligent-maps-checklist-web-maps&originref=https://resources.esri.ca/spatial-data-infrastructure/sdi-s>>. Acesso em: 18 jun. 2019.

DSG, D. D. S. G. Especificação Técnica para Controle de Qualidade de Dados Geoespaciais (ET-CQDG), p. 1-94, 2016. ISSN arXiv:1011.1669v3.

EATLAS. What is GeoServer Why to Use it. Disponível em: <<https://eatlas.org.au/node/300>>. Acesso em 18 jun. 2019.

FOSTER, R. Innovation: the attacker's advantage. New York: Summit Books, 1986.

GEOSERVER. GeoServer, 2019. Disponível em: <<http://GeoServer.org>>. Acesso em: 18 jun. 2019.

GLOBAL OPEN DATA INDEX, p. <https://index.okfn.org>, 2017. Disponível em: <<https://index.okfn.org>>. Acesso em: 18 jun. 2019.

GOOGLE. 2019. Disponível em: <<https://developers.google.com/web/tools/lighthouse/>>. Acesso em 18 jun. 2019.

HAMEL, G. Leading the revolution. Bostom: Harvad Business School Press, 2000.

LACOVELLA, S. GeoServer Cookbook. Mumbai: Packet publishing open source, 2014.

LUCIO, P. S. et al. **Spatiotemporal monthly rainfall reconstruction via artificial neural network - Case study**: South of Brazil. *Advances in Geoscience*, p. 67-76, 2007.

LUZ, E. F. **Using the firefly optimization method to weight an ensemble of rainfall forecast from brazilian developments on the regional atmospheric modeling system**. *Advances in Geoscience*, p. 123-136, 2013.

DANGERMOND, M. **Intelligent Maps Checklist**: Thematic Image Services, 2017. Disponível em: <<https://www.esri.com/arcgis-blog/products/arcgis-online/imagery/intelligent-maps-checklist-thematic-image-services/?rmedium=redirect&rsorce=/esri/arcgis/2017/06/19/intelligent-maps-checklist-thematic-image-services>>. Acesso em: 18 jun. 2019.

MUSINGUZI, M. **A Tree Model for Diffusion of Spatial Data Infrastructures in Developing Countries**. Second International Conference on Advances in Engineering and Technology. Uganda: [s.n.]. 2011.

MAP SERVER. 2019. **Map Server**, 2019. Disponível em: <<https://mapserver.org>>. Acesso em: 10 jul. 2019.

NEGRI, F. **Novos caminhos para a inovação no Brasil**. *Wilson Center*, p. 9-154, 2018.

OLIVEIRA, P. T.; LIMA, K. C.; SANTOS E SILVA, C. M. **Synoptic environment associated with heavy rainfall events on the coastland of Northeast Brazil**. *Advances in Geosciences*, p. 73-78, 2013.

Open Data Handbook. Disponível em: <<http://opendatahandbook.org>>. Acesso em: 18 jun. 2019.

SANTOS, A. F., FREITAS, S. R., DE MATOS, J. G., DE CAMPOS VELHO, H. F., GAN, M. A., DA LUZ, E. F. **Using the firefly optimization method to weight an ensemble of rainfall forecasts from the brazilian developments on the regional atmospheric modeling system (brams)**. *Advances in Geosciences*, 35, 123-136, 2

SECRETARIA DE TECNOLOGIA DA INFORMAÇÃO, MINISTÉRIO DO PLANEJAMENTO, DESENVOLVIMENTO E GESTÃO. **Cartilha Técnica para Publicação de Dados Abertos no Brasil**. *Portal Brasileiro de Dados Abertos*, 2019. Disponível em: <<http://dados.gov.br/pagina/cartilha-publica-dados-abertos>>. Acesso em: 15 mar. 2019.

SILVA, G. A.; MENDES, D. **Comparison results for the CFSv2 hindcasts and statistical downscaling over the northeast of Brazil**. *Advances in Geosciences*, p. 79-88, 2013.

W3C E OGC. **Spatial Data on the Web Best Practices**. *w3*, 2017. Disponível em: <<https://www.w3.org/TR/sdw-bp/>>. Acesso em: 18 jun. 2019.

ANEXO 1 – FORMULÁRIOS DO MODELO PROPOSTO APLICADOS NO CIH

Obs: Modelos no formato Markdown, para possibilitar adicionar ao repositório git de cada projeto SIG seu respectivo formulário.

Identificador do GIS: A1	Tipo de ação GIS: - OUT
Nome do Servidor de Mapas: Geoserver	Versão do Servidor de Mapas: Uninformed

Servidor usado para:

- Salvar dados espaciais indiretamente por Web GIS
- Salvar dados espaciais indiretamente pelo Desktop GIS
- Salvar dados espaciais diretamente pela interação do usuário

Funcionalidades do servidor:

- Conjuntos de serviços básicos como WFS e WMS
- Permitir aplicar um filtro em Spatial Things
- Permitir a execução de operações como Intersect, Contains e outros
- Permitir reprojeção alterando um parâmetro no URI
- Contém uma organização de URI uniforme adotando links semânticos da web
- Suporta formatos básicos de dados como Shapefile, GeoTIFF, CSV, KML, Banco de Dados Espacial
- Pode gerar dados como Geojson que podem ser solicitados em pedaços por paginação
- Pode tile WFS e WMS
- Pode tile WFS e WMS

Identificador do GIS: A2	Tipo de ação GIS: - OUT
Nome do Servidor de Mapas: Geoserver	Versão do Servidor de Mapas: Uninformed

Servidor usado para:

- Salvar dados espaciais indiretamente por Web GIS
- Salvar dados espaciais indiretamente pelo Desktop GIS
- Salvar dados espaciais diretamente pela interação do usuário

Funcionalidades do servidor:

- Conjuntos de serviços básicos como WFS e WMS
- Permitir aplicar um filtro em Spatial Things
- Permitir a execução de operações como Intersect, Contains e outros
- Permitir reprojeção alterando um parâmetro no URI
- Contém uma organização de URI uniforme adotando links semânticos da Web
- Suporta formatos básicos de dados como Shapefile, GeoTIFF, CSV, KML, Banco de Dados Espacial
- Pode gerar dados como Geojson que podem ser solicitados em pedaços por paginação
- Pode tile WFS e WMS
- Pode tile WFS e WMS

Identificador do GIS: A3	Tipo de ação GIS: - IN and OUT
-----	-----
Nome do Servidor de Mapas: NONE	Versão do Servidor de Mapas: NONE

Servidor usado para:

- Salvar dados espaciais indiretamente por Web GIS
- Salvar dados espaciais indiretamente pelo Desktop GIS
- Salvar dados espaciais diretamente pela interação do usuário

Funcionalidades do servidor:

- [] Conjuntos de serviços básicos como WFS e WMS
- [] Permitir aplicar um filtro em Spatial Things
- [] Permitir a execução de operações como Intersect, Contains e outros
- [] Permitir reprojeção alterando um parâmetro no URI
- [] Contém uma organização de URI uniforme adotando links semânticos da web
- [] Suporta formatos básicos de dados como Shapefile, GeoTIFF, CSV, KML, Banco de Dados Espacial
- [] Pode gerar dados como Geojson que podem ser solicitados em pedaços por paginação
- [] Pode tile WFS e WMS
- [] Pode tile WFS e WMS

Identificador do GIS: A4	Tipo de ação GIS: - IN and OUT	
-----	-----	
Nome do Servidor de Mapas :Geoserver	Versão do Servidor de Mapas: Uninformed	

Servidor usado para:

- [] Salvar dados espaciais indiretamente por Web GIS
- [x] Salvar dados espaciais indiretamente pelo Desktop GIS
- [x] Salvar dados espaciais diretamente pela interação do usuário

Funcionalidades do servidor:

- [x] Conjuntos de serviços básicos como WFS e WMS
- [x] Permitir aplicar um filtro em Spatial Things
- [] Permitir a execução de operações como Intersect, Contains e outros
- [x] Permitir reprojeção alterando um parâmetro no URI

- Contém uma organização de URI uniforme adotando links semânticos da web
- Suporta formatos básicos de dados como Shapefile, GeoTIFF, CSV, KML, Banco de Dados Espacial
- Pode gerar dados como Geojson que podem ser solicitados em pedaços por paginação
- Pode tile WFS e WMS
- Pode tile WFS e WMS

| Identificador do GIS: A5 | Tipo de ação GIS: - IN and OUT |

|-----|-----|

| Nome do Servidor de Mapas :NONE | Versão do Servidor de Mapas: NONE |

Servidor usado para:

- Salvar dados espaciais indiretamente por Web GIS
- Salvar dados espaciais indiretamente pelo Desktop GIS
- Salvar dados espaciais diretamente pela interação do usuário

Funcionalidades do servidor:

- Conjuntos de serviços básicos como WFS e WMS
- Permitir aplicar um filtro em Spatial Things
- Permitir a execução de operações como Intersect, Contains e outros
- Permitir reprojeção alterando um parâmetro no URI
- Contém uma organização de URI uniforme adotando links semânticos da web
- Suporta formatos básicos de dados como Shapefile, GeoTIFF, CSV, KML, Banco de Dados Espacial
- Pode gerar dados como Geojson que podem ser solicitados em pedaços por paginação
- Pode tile WFS e WMS
- Pode tile WFS e WMS

Identificador do GIS: A6	Tipo de ação GIS: - IN and OUT
Nome do Servidor de Mapas: Geoserver	Versão do Servidor de Mapas: [Uninformed]

Servidor usado para:

- Salvar dados espaciais indiretamente por Web GIS
- Salvar dados espaciais indiretamente pelo Desktop GIS
- Salvar dados espaciais diretamente pela interação do usuário

Funcionalidades do servidor:

- Conjuntos de serviços básicos como WFS e WMS
- Permitir aplicar um filtro em Spatial Things
- Permitir a execução de operações como Intersect, Contains e outros
- Permitir reprojeção alterando um parâmetro no URI
- Contém uma organização de URI uniforme adotando links semânticos da web
- Suporta formatos básicos de dados como Shapefile, GeoTIFF, CSV, KML, Banco de Dados Espacial
- Pode gerar dados como Geojson que podem ser solicitados em pedaços por paginação
- Pode tile WFS e WMS
- Pode tile WFS e WMS

Identificador do GIS: A7	Tipo de ação GIS: - OUT
Nome do Servidor de Mapas: NONE	Versão do Servidor de Mapas: NONE

Servidor usado para:

- [] Salvar dados espaciais indiretamente por Web GIS
- [] Salvar dados espaciais indiretamente pelo Desktop GIS
- [] Salvar dados espaciais diretamente pela interação do usuário

Funcionalidades do servidor:

- [] Conjuntos de serviços básicos como WFS e WMS
- [] Permitir aplicar um filtro em Spatial Things
- [] Permitir a execução de operações como Intersect, Contains e outros
- [] Permitir reprojeção alterando um parâmetro no URI
- [] Contém uma organização de URI uniforme adotando links semânticos da web
- [] Suporta formatos básicos de dados como Shapefile, GeoTIFF, CSV, KML, Banco de Dados Espacial
- [] Pode gerar dados como Geojson que podem ser solicitados em pedaços por paginação
- [] Pode tile WFS e WMS
- [] Pode tile WFS e WMS

Identificador do GIS: A8	Tipo de ação GIS: - IN and OUT
-----	-----
Nome do Servidor de Mapas: NONE	Versão do Servidor de Mapas: NONE

Servidor usado para:

- [] Salvar dados espaciais indiretamente por Web GIS
- [] Salvar dados espaciais indiretamente pelo Desktop GIS
- [] Salvar dados espaciais diretamente pela interação do usuário

Funcionalidades do servidor:

- [] Conjuntos de serviços básicos como WFS e WMS
- [] Permitir aplicar um filtro em Spatial Things
- [] Permitir a execução de operações como Intersect, Contains e outros
- [] Permitir reprojeção alterando um parâmetro no URI
- [] Contém uma organização de URI uniforme adotando links semânticos da web
- [] Suporta formatos básicos de dados como Shapefile, GeoTIFF, CSV, KML, Banco de Dados Espacial
- [] Pode gerar dados como Geojson que podem ser solicitados em pedaços por paginação
- [] Pode tile WFS e WMS
- [] Pode tile WFS e WMS

Identificador do GIS: A9	Tipo de ação GIS: - OUT
-----	-----
Nome do Servidor de Mapas: NONE	Versão do Servidor de Mapas: NONE

Servidor usado para:

- [] Salvar dados espaciais indiretamente por Web GIS
- [] Salvar dados espaciais indiretamente pelo Desktop GIS
- [] Salvar dados espaciais diretamente pela interação do usuário

Funcionalidades do servidor:

- [] Conjuntos de serviços básicos como WFS e WMS
- [] Permitir aplicar um filtro em Spatial Things
- [] Permitir a execução de operações como Intersect, Contains e outros
- [] Permitir reprojeção alterando um parâmetro no URI
- [] Contém uma organização de URI uniforme adotando links semânticos da web
- [] Suporta formatos básicos de dados como Shapefile, GeoTIFF, CSV, KML, Banco de Dados Espacial

- [] Pode gerar dados como Geojson que podem ser solicitados em pedaços por paginação
- [] Pode tile WFS e WMS
- [] Pode tile WFS e WMS

Identificador do GIS: A10	Tipo de ação GIS: - OUT
Nome do Servidor de Mapas: Geoserver	Versão do Servidor de Mapas:[Uninformed]

Servidor usado para:

- [] Salvar dados espaciais indiretamente por Web GIS
- [x] Salvar dados espaciais indiretamente pelo Desktop GIS
- [x] Salvar dados espaciais diretamente pela interação do usuário

Funcionalidades do servidor:

- [x] Conjuntos de serviços básicos como WFS e WMS
- [x] Permitir aplicar um filtro em Spatial Things
- [] Permitir a execução de operações como Intersect, Contains e outros
- [x] Permitir reprojeção alterando um parâmetro no URI
- [x] Contém uma organização de URI uniforme adotando links semânticos da web
- [x] Suporta formatos básicos de dados como Shapefile, GeoTIFF, CSV, KML, Banco de Dados Espacial
- [x] Pode gerar dados como Geojson que podem ser solicitados em pedaços por paginação
- [x] Pode tile WFS e WMS
- [] Pode tile WFS e WMS

Identificador do GIS: A11	Tipo de ação GIS: - OUT

| Nome do Servidor de Mapas: Geoserver | Versão do Servidor de Mapas: [Uninformed] |

Servidor usado para:

- [] Salvar dados espaciais indiretamente por Web GIS
- [x] Salvar dados espaciais indiretamente pelo Desktop GIS
- [x] Salvar dados espaciais diretamente pela interação do usuário

Funcionalidades do servidor:

- [x] Conjuntos de serviços básicos como WFS e WMS
- [x] Permitir aplicar um filtro em Spatial Things
- [] Permitir a execução de operações como Intersect, Contains e outros
- [x] Permitir reprojeção alterando um parâmetro no URI
- [x] Contém uma organização de URI uniforme adotando links semânticos da web
- [x] Suporta formatos básicos de dados como Shapefile, GeoTIFF, CSV, KML, Banco de Dados Espacial
- [x] Pode gerar dados como Geojson que podem ser solicitados em pedaços por paginação
- [x] Pode tile WFS e WMS
- [] Pode tile WFS e WMS

| Identificador do GIS: A12 | Tipo de ação GIS: - OUT |

|-----|-----|

| Nome do Servidor de Mapas: ArcGIS | Versão do Servidor de Mapas:[Uninformed] |

Servidor usado para:

- [] Salvar dados espaciais indiretamente por Web GIS

- Salvar dados espaciais indiretamente pelo Desktop GIS
- Salvar dados espaciais diretamente pela interação do usuário

Funcionalidades do servidor:

- Conjuntos de serviços básicos como WFS e WMS
- Permitir aplicar um filtro em Spatial Things
- Permitir a execução de operações como Intersect, Contains e outros
- Permitir reprojeção alterando um parâmetro no URI
- Contém uma organização de URI uniforme adotando links semânticos da web
- Suporta formatos básicos de dados como Shapefile, GeoTIFF, CSV, KML, Banco de Dados Espacial
- Pode gerar dados como Geojson que podem ser solicitados em pedaços por paginação
- Pode tile WFS e WMS
- Pode tile WFS e WMS

Identificador do GIS: A13	Tipo de ação GIS: - IN and OUT	
-----	-----	
Nome do Servidor de Mapas: NONE	Versão do Servidor de Mapas: NONE	

Servidor usado para:

- Salvar dados espaciais indiretamente por Web GIS
- Salvar dados espaciais indiretamente pelo Desktop GIS
- Salvar dados espaciais diretamente pela interação do usuário

Funcionalidades do servidor:

- Conjuntos de serviços básicos como WFS e WMS

- Permitir aplicar um filtro em Spatial Things
- Permitir a execução de operações como Intersect, Contains e outros
- Permitir reprojeção alterando um parâmetro no URI
- Contém uma organização de URI uniforme adotando links semânticos da web
- Suporta formatos básicos de dados como Shapefile, GeoTIFF, CSV, KML, Banco de Dados Espacial
- Pode gerar dados como Geojson que podem ser solicitados em pedaços por paginação
- Pode tile WFS e WMS
- Pode tile WFS e WMS

Identificador do GIS: A14	Tipo de ação GIS: - OUT
-----	-----
Nome do Servidor de Mapas: Geoserver Versão do Servidor de Mapas: [Uninformed]	

Servidor usado para:

- Salvar dados espaciais indiretamente por Web GIS
- Salvar dados espaciais indiretamente pelo Desktop GIS
- Salvar dados espaciais diretamente pela interação do usuário

Funcionalidades do servidor:

- Conjuntos de serviços básicos como WFS e WMS
- Permitir aplicar um filtro em Spatial Things
- Permitir a execução de operações como Intersect, Contains e outros
- Permitir reprojeção alterando um parâmetro no URI
- Contém uma organização de URI uniforme adotando links semânticos da web
- Suporta formatos básicos de dados como Shapefile, GeoTIFF, CSV, KML, Banco de Dados Espacial
- Pode gerar dados como Geojson que podem ser solicitados em pedaços por paginação

- Pode tile WFS e WMS
- Pode tile WFS e WMS

Identificador do GIS: A15	Tipo de ação GIS: - IN and OUT
-----	-----
Nome do Servidor de Mapas: NONE	Versão do Servidor de Mapas: NONE

Servidor usado para:

- Salvar dados espaciais indiretamente por Web GIS
- Salvar dados espaciais indiretamente pelo Desktop GIS
- Salvar dados espaciais diretamente pela interação do usuário

Funcionalidades do servidor:

- Conjuntos de serviços básicos como WFS e WMS
- Permitir aplicar um filtro em Spatial Things
- Permitir a execução de operações como Intersect, Contains e outros
- Permitir reprojeção alterando um parâmetro no URI
- Contém uma organização de URI uniforme adotando links semânticos da web
- Suporta formatos básicos de dados como Shapefile, GeoTIFF, CSV, KML, Banco de Dados Espacial
- Pode gerar dados como Geojson que podem ser solicitados em pedaços por paginação
- Pode tile WFS e WMS
- Pode tile WFS e WMS

Identificador do GIS: A16	Tipo de ação GIS: - IN and OUT
-----	-----

| Nome do Servidor de Mapas: NONE | Versão do Servidor de Mapas: NONE |

Servidor usado para:

- Salvar dados espaciais indiretamente por Web GIS
- Salvar dados espaciais indiretamente pelo Desktop GIS
- Salvar dados espaciais diretamente pela interação do usuário

Funcionalidades do servidor:

- Conjuntos de serviços básicos como WFS e WMS
- Permitir aplicar um filtro em Spatial Things
- Permitir a execução de operações como Intersect, Contains e outros
- Permitir reprojeção alterando um parâmetro no URI
- Contém uma organização de URI uniforme adotando links semânticos da web
- Suporta formatos básicos de dados como Shapefile, GeoTIFF, CSV, KML, Banco de Dados Espacial
- Pode gerar dados como Geojson que podem ser solicitados em pedaços por paginação
- Pode tile WFS e WMS
- Pode tile WFS e WMS

| Identificador do GIS: A17 | Tipo de ação GIS: - IN and OUT |

|-----|-----|

| Nome do Servidor de Mapas: NONE | Versão do Servidor de Mapas: NONE |

Servidor usado para:

- Salvar dados espaciais indiretamente por Web GIS
- Salvar dados espaciais indiretamente pelo Desktop GIS
- Salvar dados espaciais diretamente pela interação do usuário

Funcionalidades do servidor:

- [] Conjuntos de serviços básicos como WFS e WMS
- [] Permitir aplicar um filtro em Spatial Things
- [] Permitir a execução de operações como Intersect, Contains e outros
- [] Permitir reprojeção alterando um parâmetro no URI
- [] Contém uma organização de URI uniforme adotando links semânticos da web
- [] Suporta formatos básicos de dados como Shapefile, GeoTIFF, CSV, KML, Banco de Dados Espacial
- [] Pode gerar dados como Geojson que podem ser solicitados em pedaços por paginação
- [] Pode tile WFS e WMS
- [] Pode tile WFS e WMS

Identificador do GIS: A18	Tipo de ação GIS: - IN and OUT	
-----	-----	
Nome do Servidor de Mapas: NONE	Versão do Servidor de Mapas: NONE	

Servidor usado para:

- [] Salvar dados espaciais indiretamente por Web GIS
- [] Salvar dados espaciais indiretamente pelo Desktop GIS
- [] Salvar dados espaciais diretamente pela interação do usuário

Funcionalidades do servidor:

- [] Conjuntos de serviços básicos como WFS e WMS
- [] Permitir aplicar um filtro em Spatial Things
- [] Permitir a execução de operações como Intersect, Contains e outros
- [] Permitir reprojeção alterando um parâmetro no URI
- [] Contém uma organização de URI uniforme adotando links semânticos da web
- [] Suporta formatos básicos de dados como Shapefile, GeoTIFF, CSV, KML, Banco de Dados Espacial

- Pode gerar dados como Geojson que podem ser solicitados em pedaços por paginação
- Pode tile WFS e WMS
- Pode tile WFS e WMS

Identificador do GIS: A19	Tipo de ação GIS: - OUT
Nome do Servidor de Mapas: Geoserver	Versão do Servidor de Mapas: [Uninformed]

Servidor usado para:

- Salvar dados espaciais indiretamente por Web GIS
- Salvar dados espaciais indiretamente pelo Desktop GIS
- Salvar dados espaciais diretamente pela interação do usuário

Funcionalidades do servidor:

- Conjuntos de serviços básicos como WFS e WMS
- Permitir aplicar um filtro em Spatial Things
- Permitir a execução de operações como Intersect, Contains e outros
- Permitir reprojeção alterando um parâmetro no URI
- Contém uma organização de URI uniforme adotando links semânticos da web
- Suporta formatos básicos de dados como Shapefile, GeoTIFF, CSV, KML, Banco de Dados Espacial
- Pode gerar dados como Geojson que podem ser solicitados em pedaços por paginação
- Pode tile WFS e WMS
- Pode tile WFS e WMS

Identificador do GIS: A20	Tipo de ação GIS: - IN and OUT
Nome do Servidor de Mapas: NONE	Versão do Servidor de Mapas: NONE

Servidor usado para:

- Salvar dados espaciais indiretamente por Web GIS
- Salvar dados espaciais indiretamente pelo Desktop GIS
- Salvar dados espaciais diretamente pela interação do usuário

Funcionalidades do servidor:

- Conjuntos de serviços básicos como WFS e WMS
- Permitir aplicar um filtro em Spatial Things
- Permitir a execução de operações como Intersect, Contains e outros
- Permitir reprojeção alterando um parâmetro no URI
- Contém uma organização de URI uniforme adotando links semânticos da web
- Suporta formatos básicos de dados como Shapefile, GeoTIFF, CSV, KML, Banco de Dados Espacial
- Pode gerar dados como Geojson que podem ser solicitados em pedaços por paginação
- Pode tile WFS e WMS
- Pode tile WFS e WMS

| Identificador do GIS: A21 | Tipo de ação GIS: - IN and OUT |

|-----|-----|

| Nome do Servidor de Mapas: Geoserver | Versão do Servidor de Mapas:[Uninformed] |

Servidor usado para:

- Salvar dados espaciais indiretamente por Web GIS
- Salvar dados espaciais indiretamente pelo Desktop GIS
- Salvar dados espaciais diretamente pela interação do usuário

Funcionalidades do servidor:

- [x] Conjuntos de serviços básicos como WFS e WMS
- [x] Permitir aplicar um filtro em Spatial Things
- [] Permitir a execução de operações como Intersect, Contains e outros
- [x] Permitir reprojeção alterando um parâmetro no URI
- [x] Contém uma organização de URI uniforme adotando links semânticos da web
- [x] Suporta formatos básicos de dados como Shapefile, GeoTIFF, CSV, KML, Banco de Dados Espacial
- [x] Pode gerar dados como Geojson que podem ser solicitados em pedaços por paginação
- [x] Pode tile WFS e WMS
- [] Pode tile WFS e WMS