



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA  
CENTRO DE FILOSOFIA E CIÊNCIAS HUMANAS  
DEPARTAMENTO DE GEOCIÊNCIAS  
CURSO GEOGRAFIA

Vinicius Barbieri Andrade

**INFRAESTRUTURAS DE DADOS ESPACIAIS ACADÊMICAS**  
CAMINHOS PARA O DESENVOLVIMENTO DE UMA IDE PARA A UNIVERSIDADE  
FEDERAL DE SANTA CATARINA

Florianópolis  
2025

Vinicius Barbieri Andrade

**Infraestruturas de dados espaciais acadêmicas**

Caminhos para o desenvolvimento de uma IDE para a Universidade Federal de  
Santa Catarina

Trabalho de Conclusão de Curso submetido ao curso de Geografia do Centro de Filosofia e ciências humanas da Universidade Federal de Santa Catarina como requisito parcial para a obtenção do título de Bacharel em Geografia.

Orientador: Prof. Everton da Silva, Dr.

Florianópolis

2025

Andrade, Vinicius Barbieri

Infraestruturas de dados espaciais acadêmicas :  
Caminhos para o desenvolvimento de uma IDE para a  
Universidade Federal de Santa Catarina / Vinicius Barbieri  
Andrade ; orientador, Everton da Silva, 2025.

50 p.

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) -  
Universidade Federal de Santa Catarina, Centro de  
Filosofia e Ciências Humanas, Graduação em Geografia,  
Florianópolis, 2025.

Inclui referências.

1. Geografia. 2. Infraestrutura de Dados Espaciais. 3.  
Sistema de Informação Geográfica. 4. Dados Geoespaciais. 5.  
IDE. I. Silva, Everton da. II. Universidade Federal de  
Santa Catarina. Graduação em Geografia. III. Título.

Vinicius Barbieri Andrade

**Infraestruturas de Dados Espaciais Acadêmicas:** Caminhos para o desenvolvimento de uma IDE para a Universidade Federal de Santa Catarina

Este Trabalho de Conclusão de Curso foi julgado adequado para obtenção do título de bacharel e aprovado em sua forma final pelo Curso de Geografia.

Local Florianópolis, 11 de fevereiro de 2026.



Coordenação do Curso

**Banca examinadora**



Prof. Everton da Silva, Dr.

Orientador



Prof<sup>a</sup>.Michele Monguilhott Dra.

Universidade Federal de Santa Catarina



Everton Leandro Nubiato, M.e.

Universidade Federal do Paraná

Florianópolis, 2026.

Dedico esse trabalho à memória de meu pai Dari e de meus avós Diva e Devanir, que suas sabedorias se perpetuem por gerações.

"Só o fenômeno técnico na sua total abrangência permite alcançar a noção de espaço geográfico."  
(Santos, 2006, p. 21.)



## RESUMO

Este trabalho de conclusão de curso investiga as Infraestruturas de Dados Espaciais (IDE) como ferramentas essenciais para a governança de dados geográficos no ambiente universitário, com o objetivo principal de propor caminhos para a implantação de uma infraestrutura desta natureza na Universidade Federal de Santa Catarina. Para tanto, o método adotado foi uma revisão bibliográfica aprofundada sobre a evolução histórica do conceito de Infraestrutura de Dados Espaciais, desde sua primeira geração focada em produtos até a atual geração orientada a serviços. Além disso, essa pesquisa analisa experiências nacionais, internacionais e locais de infraestruturas de dados espaciais para identificar boas práticas e desafios comuns. A discussão central discorre sobre a dificuldade em se transformar os dados dispersos gerados nas pesquisas acadêmicas, em informações organizadas, acessíveis e utilizáveis pela comunidade acadêmica, evitando o retrabalho na coleta de dados primários. Foi proposto por fim, uma infraestrutura tecnológica, baseada em padrões de interoperabilidade com a Infraestrutura Nacional de Dados Espaciais (INDE). Conclui-se que a implementação de uma IDE na Universidade Federal de Santa Catarina é tecnicamente viável e estratégica, porém depende não apenas de infraestrutura tecnológica, mas fundamentalmente de articulação política e administrativa para estabelecer uma cultura de compartilhamento e documentação de metadados pela comunidade acadêmica.

**Palavras-chave:** Infraestrutura de Dados Espaciais; IDE; Dados Geoespaciais; Sistema de Informação Geográfica; Universidade Federal de Santa Catarina; Geografia.

## ABSTRACT

This final course project investigates Spatial Data Infrastructures (SDI) as essential tools for geographic data governance in the university environment, with the main objective of proposing ways to implement such an infrastructure at the Federal University of Santa Catarina. To this end, the method adopted was an in-depth literature review on the historical evolution of the concept of Spatial Data Infrastructure, from its first generation focused on products to the current service-oriented generation. In addition, this research analyzes national, international, and local experiences with spatial data infrastructures to identify best practices and common challenges. The central discussion addresses the difficulty of transforming the scattered data generated in academic research into organized, accessible, and usable information for the academic community, avoiding rework in the collection of primary data. Finally, a technological infrastructure based on interoperability standards with the National Spatial Data Infrastructure (INDE) was proposed. It was concluded that the implementation of a SDI at the Federal University of Santa Catarina is technically feasible and strategic, but depends not only on technological infrastructure, but fundamentally on political and administrative coordination to establish a culture of sharing and documenting metadata by the academic community.

**Keywords:** Spatial Data Infrastructure; SDI; Geospatial Data; Geographic Information System; Federal University of Santa Catarina; Geography

## LISTA DE FIGURAS

|   |    |
|---|----|
| Figura 1 – A primeira e a segunda geração de IDE's e seus modelos de desenvolvimento baseados em produtos e processos | 23 |
| Figura 2 – A evolução das IDE's   | 24 |
| Figura 3 – Hierarquia das IDE's e seus relacionamentos  | 25 |
| Figura 4 – Componentes da estrutura de uma IDE  | 26 |
| Figura 5 – Arquitetura de uma IDE   | 27 |
| Figura 6 – Diagrama Conceitual do DBDG  | 33 |
| Figura 7 – Diagrama de Caso de Uso  | 41 |
| Figura 8 – Arquitetura computacional sugerida para a IDE - UFSC   | 45 |

## LISTA DE QUADROS

|   |    |
|---|----|
| Quadro 1 – A primeira geração de IDE's                            | 22 |
| Quadro 2 – Perfil de Metadados Geoespaciais Brasileiro sumarizado | 31 |
| Quadro 3 – Configuração de softwares recomendada pela INDE        | 38 |

## SUMÁRIO

|  |           |
|--|-----------|
| <b>1 . INTRODUÇÃO.....</b>   | <b>16</b> |
| <b>1.1 OBJETIVO GERAL.....</b>   | <b>18</b> |
| <b>1.2 JUSTIFICATIVA.....</b>  | <b>18</b> |
| <b>2 . O CONCEITO DE IDE.....</b>  | <b>20</b> |
| <b>3. A INFRAESTRUTURA NACIONAL DE DADOS ESPACIAIS - INDE BRASIL....</b>   | <b>28</b> |
| <b>4. IDE'S ACADÊMICAS FORA DO BRASIL.....</b>   | <b>34</b> |
| <b>5. IDE'S ACADÊMICAS NO CENÁRIO BRASILEIRO.....</b>  | <b>36</b> |
| <b>6. ESTRUTURA TECNOLÓGICA NECESSÁRIA PARA A IDE ACADÊMICA DA<br/>UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA.....</b> | <b>42</b> |
| <b>7. CONCLUSÃO.....</b>   | <b>45</b> |

## 1. INTRODUÇÃO

O geógrafo Yves Lacoste (2005) teve sua produção acadêmica marcada por uma frase que ganhou destaque no título de sua obra “A geografia, isso serve, em primeiro lugar, para fazer a guerra”. Em síntese, sua provocação atesta que a ciência geográfica foi primordialmente destinada a atender às demandas militares, se referindo ao uso de produtos cartográficos e informações geográficas para tomadas de decisão nos campos de batalha. Entretanto, é notório que atualmente este está longe de ser o único uso dos dados espaciais.

Diante do contexto histórico da evolução técnico científica no qual a sociedade contemporânea se situa, podemos afirmar que os dados espaciais são ativos extremamente importantes para tomadas de decisões, sejam elas para implementações de políticas públicas por parte de órgãos estatais ou para o desenvolvimento de novas ferramentas, produtos e serviços pelos setores da iniciativa privada. (JANSSEN, 2011)

Com o advento de dispositivos tecnológicos que permitam gerar, armazenar e compartilhar dados georreferenciados em redes, o problema da escassez de dados para tomadas de decisões deu lugar a um exponencial aumento em escala da produção dessas informações, e com isso o desafio passou a ser justamente organizar e disponibilizar esse volume massivo de informações (KITCHIN, 2014).

As universidades públicas brasileiras são grandes produtoras e utilizadoras de dados científicos como um todo por conta de seus pilares baseados no ensino e em projetos de extensão e pesquisa. Neste cenário os dados espaciais não são exceção. Toda essa produção científica gera dados que muitas vezes podem se perder com o tempo e acabam esquecidos caso o trabalho de organização, arquivamento e publicização não seja adequado, dificultando a obtenção e a reutilização dessas informações obtidas e ocasionando esforços e gastos para uma outra captação de tais dados.

Os dados espaciais constituem informações associadas a uma localização específica na superfície de referência, apresentadas por meio de uma representação gráfica georreferenciada. Podem descrever elementos do território, como parcelas imobiliárias, vias e corpos hídricos, bem como fenômenos espaciais, a exemplo da incidência de doenças ou da delimitação de zonas climáticas. Incluem ainda produtos de sensoriamento remoto, como imagens de satélite e aerofotogramétricas,

entre outros.. As universidades em sua maioria dispõem de repositórios que catalogam sua produção acadêmica digitalmente e a disponibiliza na forma de artigos, revistas, teses e dissertações. Entretanto, o cenário é muito diferente quando se trata do armazenamento e catalogação dos dados espaciais utilizados e produzidos por tais pesquisas, pois poucas instituições possuem os meios materiais, recursos tecnológicos e conjuntos de políticas de gestão de dados que possibilitem o acesso às informações obtidas em pesquisas. Ainda há de se ressaltar que a publicização de relatórios, teses ou dissertações em formato digital de texto não possibilita que os dados espaciais coletados estejam acessíveis de forma aberta e com integridade, garantindo assim a qualidade dos dados e o acesso futuro da população (BRITO et al., 2014).

É diante de um cenário onde o avanço tecnológico passa a permitir o compartilhamento de dados espaciais para tomadas de decisões, que surge, o conceito de IDE, ou Infraestrutura de Dados Espaciais (SDI - Spatial Data Infrastructure), que em síntese pode ser resumido a um conjunto de ações que visam gerir uma plataforma de acesso, avaliação e utilização de dados espaciais de maneira a possibilitar a hospedagem destes dados, seus atributos e metadados (informações estruturadas que descrevem as características de um dado de forma padronizada), disponibilizando-os para consulta, avaliação e exploração, garantindo e respeitando os acordos governamentais e organizacionais (GSDI, 2004).

Para que possamos compreender as contribuições que as IDE's trouxeram para a governança de dados espaciais como um todo, busca-se neste trabalho elucidar o próprio conceito em si e seu desenvolvimento, bem como a evolução das IDE's em escalas, das nacionais às locais. Destaca-se ainda as iniciativas de desenvolvimento de IDE's acadêmicas, no Brasil e no mundo. E por fim, propõe-se aqui uma discussão sobre os potenciais benefícios que a implementação de uma IDE poderia propiciar ao cenário da produção científica e acadêmica da Universidade Federal de Santa Catarina.

## **1.1 OBJETIVO GERAL**

Investigar as chamadas “Infraestruturas de Dados Espaciais Acadêmicas” como ferramentas que proporcionam uma melhor governança de dados gerados em pesquisas com vistas a apresentar um ou mais caminhos para implantação de uma Infraestruturas de Dados Espaciais Acadêmicas na Universidade Federal de Santa Catarina.

### **1.1.1 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- A. Pesquisar o desenvolvimento histórico do conceito de Infraestrutura de Dados Espaciais;
- B. Analisar a atual situação do desenvolvimento de Infraestrutura de Dados Espaciais Acadêmicas no Brasil.
- C. Levantar informações específicas sobre Infraestrutura de Dados Espaciais Acadêmica que possam guiar uma proposta teórica de desenvolvimento de IDE acadêmica para Universidade Federal de Santa Catarina.

## **1.2 JUSTIFICATIVA**

O processo de coleta e obtenção de dados espaciais demanda trabalho, envolve recursos financeiros e tempo. Por conta disso, para que se evite desperdício de qualquer um desses fatores se faz essencial uma boa gestão dos dados obtidos de maneira que possa garantir o acesso a eles. (RAJABIFARD & WILLIAMSON, 2001).

Partindo dessa compreensão é possível afirmar que os benefícios do compartilhamento de informações geográficas são uma necessidade, seja para uma

boa gestão pública por parte dos setores governamentais, seja para o setor privado em suas tomadas de decisões (RAJABIFARD & WILIAMSON, 2005). Uma IDE busca reduzir o retrabalho na coleta de dados espaciais, garantindo que hajam instrumentos técnicos e políticos que assegurem o acesso e o uso das informações geográficas para os usuários, buscando solucionar questões de interoperabilidade, compartilhamento e padronização de dados (NAKAMURA, 2012).

As universidades públicas brasileiras em sua maioria dispõem de repositórios digitais que catalogam sua produção acadêmica e disponibilizam produtos como artigos, revistas, teses e dissertações, entretanto o cenário é muito diferente quando falamos do armazenamento e catalogação dos dados espaciais produzidos por tais pesquisas, pois poucas instituições possuem os meios materiais, recursos tecnológicos e conjuntos de políticas de gestão de dados que possibilitem o acesso às informações obtidas em pesquisas. Ainda há de se ressaltar que a publicização de relatórios, teses ou dissertações em formato digital não possibilita que os dados espaciais coletados estejam acessíveis de forma aberta e com integridade seguindo uma padronização que garanta assim a qualidade dos dados e o acesso futuro da população e da comunidade acadêmica aos mesmos (BRITO et al., 2014).

É para que se evite o retrabalho da coleta e o desperdício de recursos e tempo que se propõem o desenvolvimento de uma IDE acadêmica, voltada para armazenar tais dados espacializados de pesquisas e mantê-los disponíveis para futuros pesquisadores. Este trabalho busca reunir informações sobre o debate do desenvolvimento de IDE's acadêmicas e contribuir incitando essa discussão na Universidade Federal de Santa Catarina.

## 2. O CONCEITO DE IDE

O pensamento de Castells (1999) ganhou notoriedade ao consolidar um termo que ganharia popularidade. Em sua obra “A sociedade em rede”, Manuel Castells aponta para o fato de que a sociedade contemporânea estaria cada vez mais vivendo “A era da informação”. Este conceito descreve um mundo onde a sociedade compartilha informações e dados em rede através de dispositivos tecnológicos e utiliza estes dados para tomadas de decisões. As mudanças de paradigma que o avanço nas tecnologias da informação trouxeram impactaram em diversos âmbitos e a sociedade passaria então a lidar com um volume massivo de dados e informações sendo produzido e compartilhado cotidianamente. Diante disso, as informações e dados que podem ser especializados não são exceção.

A Rio 92, Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento, realizada no Rio de Janeiro em 1992, levantou questões para possibilitar a reversão dos impactos causados pela deterioração ambiental. A resolução proposta estabeleceu parâmetros para combater o desmatamento, poluição, esgotamento dos estoques de peixes e gestão de resíduos tóxicos, entre outros. Esse contexto expôs a importância das informações geográficas para sustentar e dar apoio a tomada de decisões em esferas nacionais, regionais e globais, tendo sido citada como fundamental na Rio 92 (GSDI, 2004).

Com a necessidade crescente de se obter e utilizar informações precisas que embasassem decisões sustentáveis, iniciativas governamentais passaram a desenvolver ferramentas capazes de oferecer alguma governança sobre os dados espaciais e assim a primeira geração de IDE's se desenvolveu. Em síntese, uma IDE pode ser descrita como uma plataforma que permite o compartilhamento de dados especializados, sendo baseada em um conceito dinâmico, hierárquico e multidisciplinar que abrange desde pessoas, dados, redes de acesso, políticas institucionais a até padrões técnicos normativos e outras dimensões de recursos humanos, com o propósito de prover e coordenar a troca e o compartilhamento de dados espaciais entre as partes interessadas. Uma IDE possui como diretriz de desenvolvimento garantir o acesso instantâneo às informações espaciais que deem suporte à tomada de decisões em diversas escalas e finalidades, tendo como base a

colaboração em níveis corporativos, locais, regionais, nacionais e globais. Provendo ao usuário uma economia de recursos, tempo e esforço para obtenção de dados, evitando despesas desnecessárias nesse processo. (RAJABIFARD et al., 2006).

A origem do termo “Infraestrutura de Dados Espaciais” (IDE) se dá em 1993, e o conceito foi utilizado pelo “*US National Research Council*”, órgão governamental estadunidense de pesquisa, para descrever uma padronização do acesso a informações geoespaciais. Ainda que o termo tenha sua origem documentada no ano de 1993, o desenvolvimento da primeira geração de IDEs se iniciou ainda em meados da década de 1980. Países como os Estados Unidos da América e a Austrália são exemplos de iniciativas vanguardistas no desenvolvimento de bases de dados espaciais nacionais, tendo como diretriz estabelecer uma relação de acesso aos dados.

Esta primeira geração de IDE’s, por seu pioneirismo, contava com conhecimentos e experiências limitadas no que tange ao desenvolvimento de plataformas assim. E foi justamente a documentação destas experiências no desenvolvimento dessa geração de IDE’s que contribuíram para o avanço e a evolução das próximas iniciativas de desenvolvimento, expondo as vantagens, desvantagens, acertos e erros que ocorreram neste processo. Outra característica que se destaca nessa primeira geração de IDE, é seu modelo focado em produtos cartográficos, como: cartas, cartogramas, mapas, ortofotos e ortoimagens, ou seja, disponibilizando os dados de forma digital em uma base de dados centralizada. Como não havia sido desenvolvido um modelo alternativo, este modelo passaria a ser uma tendência dominante nessa geração (MAGUIRE e LONGLEY, 2005; CROMPVOETS et al., 2004).

As primeiras IDE’s foram concebidas e gestadas por iniciativas de órgãos governamentais, de variadas escalas, nacionais e federais e objetivavam promover o desenvolvimento econômico, estimular melhores práticas de governança e fomentar a sustentabilidade ambiental (MASSER, 1999).

Essa geração também ficou marcada por experiências diversas, onde cada iniciativa desenvolveu sua IDE levando em consideração suas características, necessidades e prioridades nacionais ou regionais específicas. Ainda que existissem essas especificidades, é interessante salientar que essas iniciativas tinham em comum sua diretriz primária de promover o fomento de políticas de acesso a dados (RAJABIFARD et al., 2006).

As principais experiências da primeira geração de IDE's estão destacadas no Quadro 1.

Quadro 1 – A primeira geração de IDE's

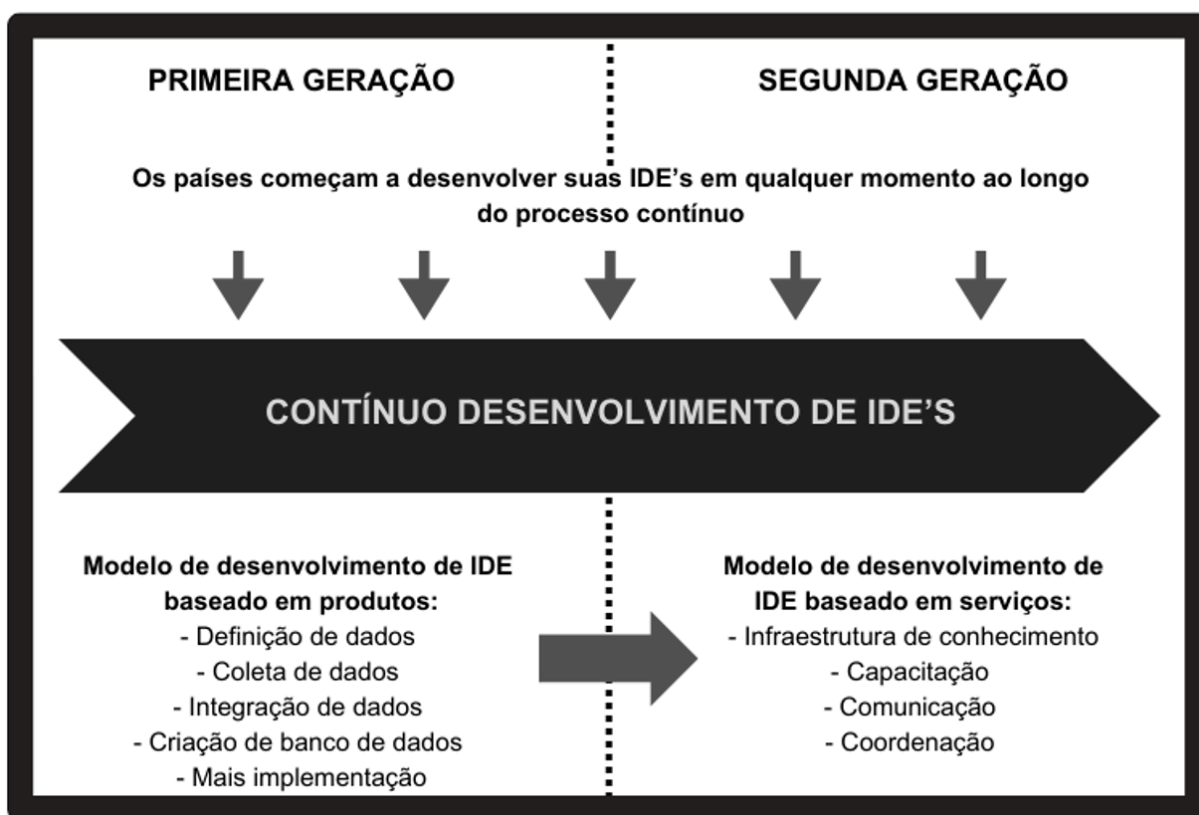
|                           |  |
|---------------------------|--|
| Austrália                 | Australian Spatial Data Infrastructure               |
| Canadá                    | Canadian Geospatial Data Infrastructure              |
| Indonésia                 | National Geographic Information Systems              |
| Japão                     | National Spatial Data Infrastructure                 |
| Coréia do Sul             | National Geographic Information System               |
| Malásia                   | National Infrastructure for Land Information Systems |
| Países Baixos             | National Geographical Information Infrastructure     |
| Portugal                  | National System for Geographic Information           |
| Qatar                     | National Geographic Information System               |
| Reino Unido               | National Geospatial Data Framework                   |
| Estados Unidos da América | National Spatial Data Infrastructure                 |

Fonte: adaptado de Masser (1999)

Além de propiciar uma base de conhecimento a partir da qual se poderia aprender e desenvolver novas iniciativas, o conhecimento gerado com as primeiras experiências acabou gerando determinado capital social para promover o desenvolvimento de IDE em outros países.

A segunda geração de IDE's começou a ser pensada então no início da década de 2000, quando países que guiavam as pesquisas sobre IDE's atualizaram o modelo conceitual que vinham desenvolvendo. O progresso tecnológico propiciado pelo avanço da internet abriu caminhos para a criação de um modelo de IDE, cuja abordagem se voltava mais à criação de uma infraestrutura para facilitar a gestão das informações e não mais baseada na vinculação a bancos de dados existentes e futuros. O modelo conceitual deixava de ser então baseado em produtos, como na primeira geração, migrando para um modelo mais baseado em processos, como ilustrado na Figura 1 (Masser, 2005, apud RAJABIFARD et al., 2006 p. 4.).

Figura 1 – A primeira e a segunda geração de IDE's e seus modelos de desenvolvimento baseados em produtos e processos



Fonte: Adaptada de Rajabifard et al. (2006).

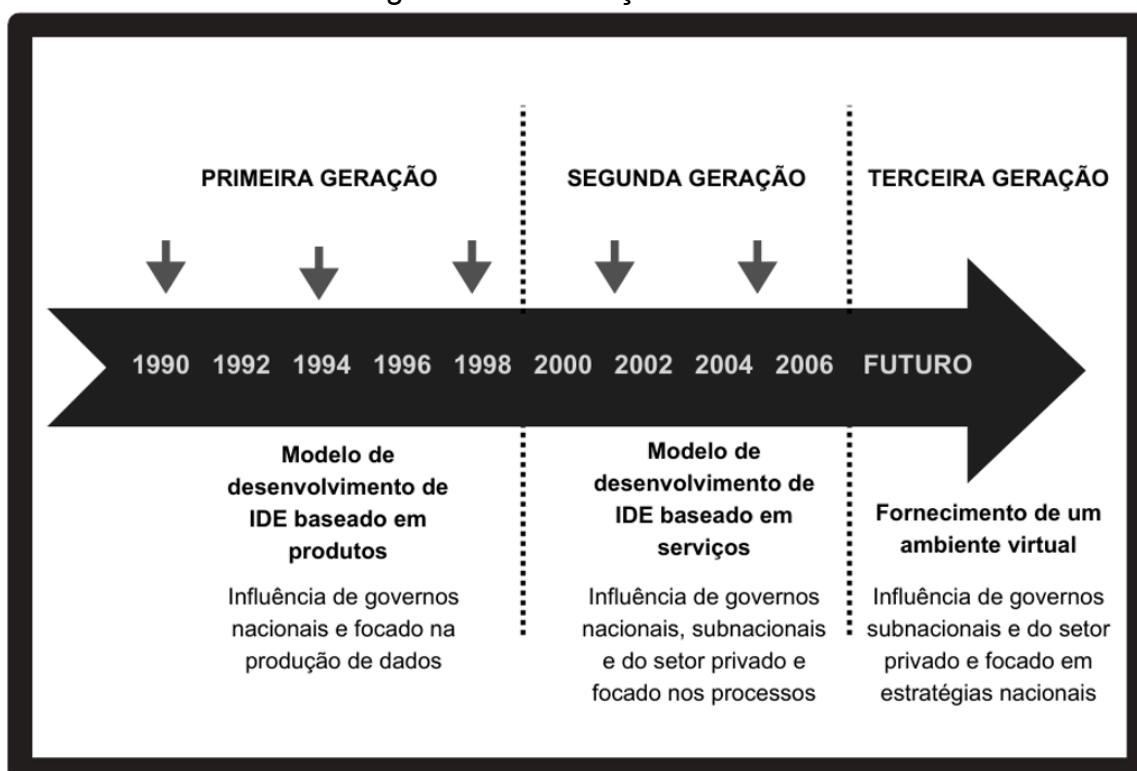
O modelo conceitual de IDE que era predominante na primeira geração, por ser baseado em produtos, era gestado pelas próprias agências nacionais de mapeamento, concentrando-se efetivamente na produção de informações, na criação e na centralização de bancos de dados. Por sua vez, o modelo conceitual que é baseado em processos seria mais direcionado ao compartilhamento e a reutilização dos dados coletados por uma variedade de agentes e para finalidades diversificadas, disponibilizando os dados para sua utilização pelo usuário (RAJABIFARD et al., 2003).

A transição para esta segunda geração foi gradual e podemos dividir as iniciativas nacionais de desenvolvimento neste momento em dois grupos, ao passo que existia um grupo de países que já havia desenvolvido suas IDE's durante a primeira geração e as mantinham em constante aprimoramento e evolução, transformando seus modelos baseados em produtos em modelos baseado em processos, e um outro grupo de países que passariam a desenvolver suas IDE's a

partir daquele momento e já adaptado ao modelo voltado para processos. (CROMPVOETS et al., 2004).

Rajabifard (2006) afirma que o processo de desenvolvimento de IDE's está em constante evolução, com um contínuo desenvolvimento em diversos países. Ele ainda ressalta que a terceira geração de IDE's deixará de ser predominantemente desenvolvida por agentes governamentais e cada vez mais aumentará o número de IDE's subnacionais desenvolvidas por agentes privados e que além disso ambientes virtuais de representação dos dados passarão a ser incluídos de maneira a auxiliar na tomada de decisões. Pode-se observar o processo de evolução dos modelos de IDE's de acordo com este autor na Figura 2.

Figura 2 – A evolução das IDE's

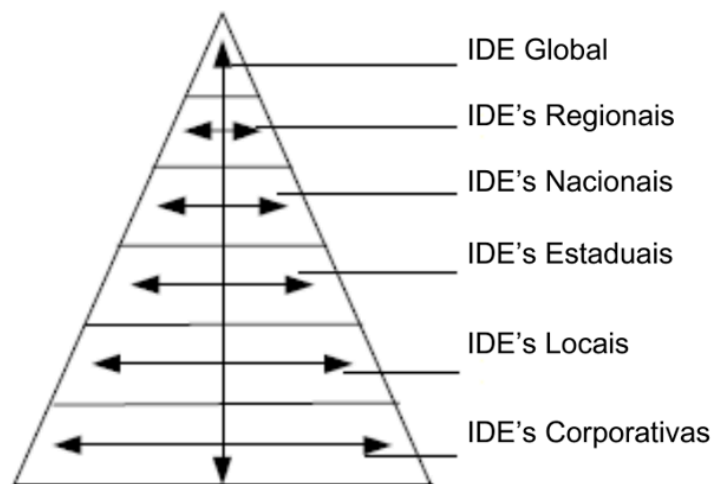


Fonte: Adaptada de Rajabifard et al. (2006).

Ainda sobre a terceira geração e atual geração, Budhathoki et al. (2008) destacam a importância da inclusão de informações geográficas voluntárias (VGI - "Volunteered Geographic Information") neste novo cenário tecnológico, onde os usuários de dados espaciais ganham um novo papel de fornecedores de informações especializadas nesta nova geração, uma vez que dispositivos portáteis facilitam esse compartilhamento.

Com o avanço no desenvolvimento de IDE's se disseminando pelo mundo e cada vez mais IDE's de diversos níveis políticos administrativos surgindo, ficou conceituado classificá-las em níveis hierárquicos de acordo com sua abrangência territorial, de maneira que iniciativas globais estejam no topo dessa hierarquia e as iniciativas de IDE's locais estejam na base desse modelo hierárquico. Cada IDE em seu nível hierárquico se relaciona diretamente com outras de mesmo nível horizontal e com IDE's de outros níveis verticalmente, como podemos observar na Figura 3.

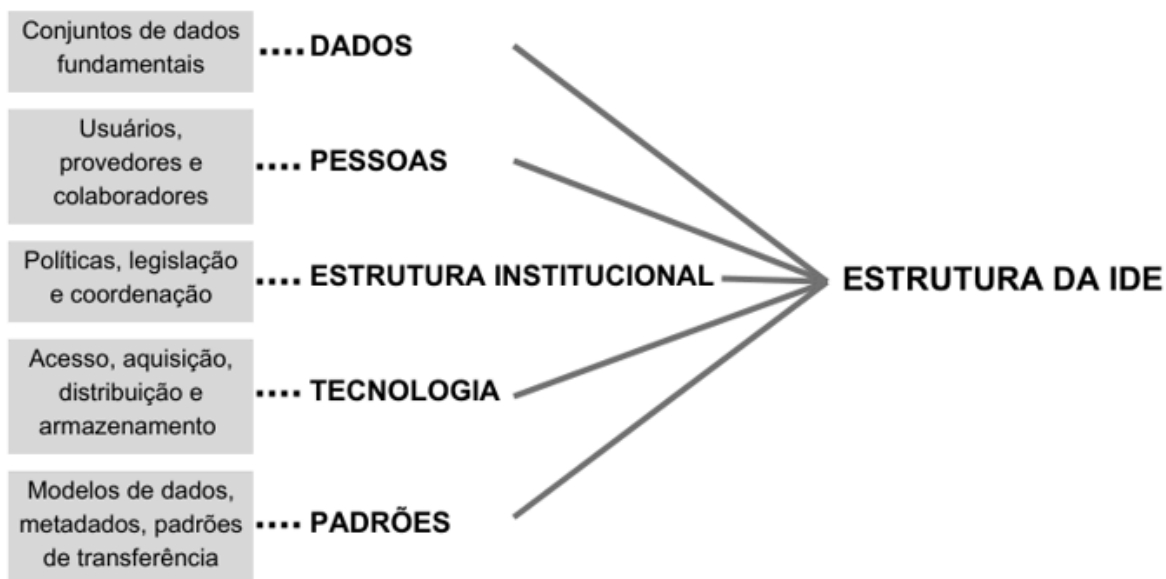
Figura 3 – Hierarquia das IDE's e seus relacionamentos



Fonte: Traduzido de RAJABIFARD et al., (2001)

Dentro dos modelos de IDE's desenvolvidos em ambas gerações, podemos observar componentes comuns: Dados, pessoas, estrutura institucional, tecnologia e padrões. Esses componentes estão intrinsecamente relacionados e comumente se sobrepõem. Ainda que estes sejam elementos comuns, é importante notar que estes não são os únicos fatores que influenciam o funcionamento de uma IDE, e não são necessariamente um modelo obrigatório. Estes componentes estão detalhados na Figura 4.

Figura 4 – Componentes da estrutura de uma IDE



Fonte: Adaptado de WARNEST (2005)

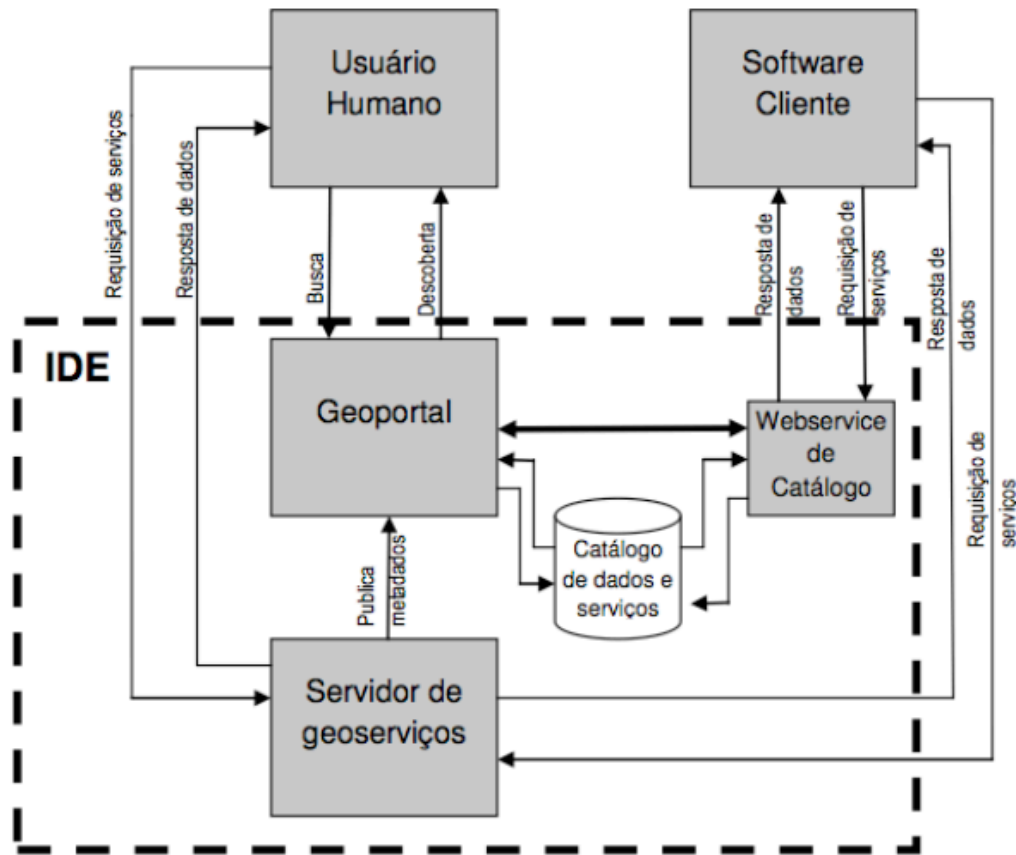
DAVIS JR *et al.* (2005) evidenciam outro conceito importante para compreender-se o funcionamento de uma IDE, que é o “Geoportal”, que de acordo com o autor, se trata de um website que tem como função ser a porta de entrada para acessar as informações geográficas disponíveis, ou seja, é parte importante de uma IDE. A grande diferenciação entre as gerações de IDE 's é justamente o uso de serviços Web como este para acessar diretamente as informações e dados dos repositórios disponíveis.

Os Geoportais, por sua vez, são grandes provedores de serviços web OGC (OWS - “*Open Geospatial Consortium Web Services*”), os padrões e protocolos desenvolvidos e disseminados pela organização internacional OGC (“*Open Geospatial Consortium*”) são padrões de interface que permitem que ferramentas, sistemas e servidores tenham interoperabilidade entre si com o objetivo de prover aos usuários mecanismos e operações de geoprocessamento que permitam manipulações destes dados, como por exemplo, converter arquivos de dados armazenados em servidores diferentes para um sistema de referência de coordenadas em comum. Um exemplo é o WMS ou Web Map Service, um Serviço de Mapas Web que permite a requisição e visualização de mapas e imagens a partir de dados geoespaciais armazenados em servidores remotos, garantindo aos usuários a visualização de mapas em seus navegadores ou em programas de Sistemas de Informação Geográfica. Os geoserviços são a base de uma IDE

orientada para serviços, utilizando por exemplo os protocolos XML (*“Extensible Markup Language”*, ou Linguagem de Marcação Extensível, é um formato padrão feito para estruturar e armazenar dados de forma organizada e compreensível para leitura humana e por programação) que são utilizados neste caso como uma requisição de serviços aos servidores (BRASIL, 2010).

O mecanismo de arquitetura de uma IDE pode ser compreendido como um coletivo de diversos provedores de informações geoespaciais que individualmente garantem o acesso aos dados e serviços geoespaciais por meio de servidores de geosserviços, publicando dados e metadados que são organizados em catálogos e disponibilizados através de serviços Web em um geoportal. O usuário atua selecionando quais dados e serviços geoespaciais irá requisitar por meio de um catálogo de metadados e serviços de busca neste geoportal, podendo ainda realizar essa busca através de um Web service de catálogo, seja diretamente por um software cliente ou pela interface do próprio geoportal. Nesse contexto, o geoportal não funciona apenas como interface de acesso, mas também como elemento integrador, intermediando a consulta aos catálogos, organizando os resultados e direcionando o usuário aos serviços publicados pelos provedores. A arquitetura do fluxo deste processo pode ser observada na Figura 5 a seguir.

Figura 5 – Arquitetura de uma IDE



Fonte: DAVIS JR et al (2005) adaptada por MACHADO (2016).

O modelo apresentado na Figura 5 demonstra o exemplo de uma IDE baseada na arquitetura orientada a serviços (SOA), ou no inglês Service Oriented Architecture, que é composta por serviços, repositórios, provedores e usuários. Esse tipo de arquitetura computacional é capaz de suportar sistemas robustos com capacidade de compartilhamento e processamento de dados através de aplicações e recursos computacionais distribuídos em redes de computadores. Dentro dessa dinâmica, os provedores registram e catalogam as informações dos dados e serviços geográficos disponibilizados em uma coleção de metadados, e os usuários por sua vez, buscam as informações que são de seu interesse através de um geoportais, ou seja, num website que irá fornecer o acesso a informações especializadas. É comum que estes tipos de geoportais aloquem um aplicações web map em sua página para representação gráfica dos dados, é também comum que contenham ainda determinadas ferramentas para facilitar a interação do usuário com os dados (DAVIS JR et al., 2005). Este modelo é base de diversas IDE's atuais, incluindo a Infraestrutura Nacional de Dados Espaciais do Brasil, a INDE.

### **3. A INFRAESTRUTURA NACIONAL DE DADOS ESPACIAIS - INDE BRASIL**

No contexto nacional brasileiro, foi somente em 2008, por meio do Decreto nº6666, assinado pelo presidente Luís Inácio Lula da Silva, que foi instituída a Infraestrutura Nacional de Dados Espaciais (INDE), sendo desenvolvida com os objetivos de “promover o adequado ordenamento na geração, no armazenamento, no acesso, no compartilhamento, na disseminação e no uso dos dados geoespaciais de origem federal, estadual, distrital e municipal, em proveito do desenvolvimento do País” (BRASIL, 2008). A INDE ainda visa a promoção do uso das normas e padrões homologados pela Comissão Nacional de Cartografia (CONCAR) na produção dos dados geoespaciais; com a finalidade de evitar retrabalho e o desperdício de recursos na obtenção de dados geoespaciais pelos órgãos da administração pública, publicando os metadados relativos a essas informações (BRASIL, 2008).

O Decreto nº6666 de 27 de novembro de 2008 detalha as funções de cada um dos atores organizacionais e administrativos que ficariam responsáveis pela implementação da INDE, sendo a Comissão Nacional de Cartografia (CONCAR), encarregada de coordenar essa implantação. O apoio técnico ficaria a cargo do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) e a Secretaria de Planejamento e Investimentos Estratégicos do Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão atuaria na coordenação dos acordos entre os órgãos de diversos níveis político-administrativos, para garantir o compartilhamento dos acervos de dados geoespaciais numa base comum.

O decreto também inseriu no ordenamento jurídico brasileiro a definição técnica da própria INDE, descrevendo-a como um “conjunto integrado de tecnologias; políticas; mecanismos e procedimentos de coordenação e monitoramento; padrões e acordos, necessários para facilitar e ordenar a geração, o armazenamento, o acesso, o compartilhamento, a disseminação e o uso dos dados geoespaciais de origem federal, estadual, distrital e municipal” (BRASIL, 2008), bem como traz também definições oficiais para conceitos como dados e metadados e instituiu o Portal Brasileiro de Dados Geoespaciais, denominado Sistema de Informações Geográficas do Brasil ou SIG Brasil, um geoportal que em conjunto com o Diretório Brasileiro de Dados Geoespaciais, ou DBDG, que reúne um sistema de

servidores provendo um ambiente virtual onde gestores, produtores e usuários de dados espaciais possam armazenar, compartilhar e acessar essas informações (BRASIL, 2008).

O Plano Ação para Implantação da INDE (BRASIL, 2010), detalha os atores partícipes da INDE, os classificando nos seguintes grupos: entidades governamentais de diversos níveis de governo, academia (escolas técnicas, universidades, institutos de pesquisa e outros), setor privado e por fim a sociedade civil (ONGs, associações de classe e cidadãos em geral). Este plano propunha a integração gradual dos setores de fora das entidades governamentais conforme a implantação ocorresse (BRASIL, 2010). Utilizando uma classificação adaptada sugerida pela GSDI (2004) o plano também separa em grupos os atores que devem estar envolvidos na construção dessa IDE, sendo eles: Atores organizacionais e administrativos, produtores de dados e informações geoespaciais de referência e temáticas, usuários, produtores de dados e informações de valor agregado e os provedores de produtos e serviços nas áreas de geoprocessamento e correlatas.

Os atores organizacionais e administrativos têm como incumbência atuar na coordenação da INDE, exercendo um papel de liderança, promovendo sustentação política, negociando conflitos entre outros atores e atuando ainda na padronização de normas. Neste grupo estão entidades como a CONCAR, o IBGE e o Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão (MP).

O grupo denominado pelo Plano de Ação para a implantação da INDE como “Produtores de dados e informações geoespaciais de referência e temáticas” (BRASIL, 2010) é composto majoritariamente por entidades do setor público que possuem respaldo legal em sua produção de informações geográficas. Entretanto, o plano cita também a participação de iniciativas privadas que contribuam com bases de dados. Cabe apontar ainda que Fronza (2016) inclui neste grupo o setor acadêmico a depender do tipo de metodologia adotada na produção de dados e dos dados em si. Já no grupo dos Produtores de dados e informações de valor agregado estão separados a maior parte dos atores que atuaram na construção da INDE, uma vez que essa produção possui uma ampla diversidade temática e de cobertura geográfica. Neste ponto o próprio plano cita o setor acadêmico como produtor de dados de valor agregado.

O plano define por fim o grupo dos “provedores de produtos e serviços nas áreas de geoprocessamento e correlatas” que engloba o setor privado, com

iniciativas que possam fornecendo serviços e produtos de geoprocessamento, geomática, geotecnologias e tecnologias da geoinformação (BRASIL, 2010).

É interessante notar que o usuário é parte integrante também dos grupos construtores da INDE, acrescentando contribuições e sugestões dos usuários e produtores de dados espaciais no projeto. Isso ocorreu por exemplo na implementação do Perfil de Metadados Geoespaciais Brasileiro (Perfil MGB) que foi estruturado pelo Comitê de Estruturação de Metadados Geoespaciais (CEMG), o objetivo deste perfil é o de garantir a integridade dos dados disponibilizados e promover a cultura de documentação de dados geoespaciais, padronizando os metadados (BRASIL, 2010). O quadro 2 elenca os elementos sumarizados deste perfil indicando a obrigatoriedade do preenchimento de cada informação.

Quadro 2 – Perfil de Metadados Geoespaciais Brasileiro sumarizado

| <b>Entidades e elementos do Núcleo de Metadados do Perfil MGB Sumarizado</b> |                        |  |                        |
|--|------------------------|--|------------------------|
| <b>Entidade / Elemento</b>   | <b>Obrigatoriedade</b> | <b>Entidade / Elemento</b>             | <b>Obrigatoriedade</b> |
| 1. Título  | obrigatório            | 12. Tipo de Representação Espacial     | opcional               |
| 2. Data  | obrigatório            | 13. Sistema de Referência              | obrigatório            |
| 3. Responsável   | obrigatório            | 14. Linhagem                           | opcional               |
| 4. Extensão Geográfica   | condicional            | 15. Acesso Online                      | opcional               |
| 5. Idioma  | obrigatório            | 16. Identificador Metadados            | opcional               |
| 6. Código de Caracteres do CDG   | condicional            | 17. Nome Padrão de Metadados           | opcional               |
| 7. Categoria Temática  | obrigatório            | 18. Versão da Norma de Metadados       | opcional               |
| 8. Resolução Espacial  | opcional               | 19. Idioma dos Metadados               | condicional            |
| 9. Resumo  | obrigatório            | 20. Código de Caracteres dos Metadados | condicional            |
| 10. Formato de Distribuição  | obrigatório            | 21. Contato para Metadados             | obrigatório            |
| 11. Extensão Temporal e Altimétrica  | opcional               | 22. Data dos Metadados                 | obrigatório            |
|  |                        | 23. Status                             | obrigatório            |

Fonte: BRASIL (2010)

A proposta do Perfil MGB foi baseada nos padrões da norma ISO 19115:2003 da “*International Organization for Standardization*” (ISO), adotada também por outras IDE’s nacionais e portanto incluiu a maioria das seções de

metadados presentes nesta norma. Essa padronização dos Metadados tinha como objetivo fomentar a cultura de documentação de produtos geoespaciais garantindo assim a integridade do catálogo.

Já no ano de 2019, o Comitê Técnico da Infraestrutura Nacional de Dados Espaciais se deparou com necessidade de atualizar o arcabouço normativo brasileiro de modo a garantir a compatibilidade com a norma técnica internacional de referência mais atual, a ISO 19115-1:2014, garantindo aos usuários e produtores de geoinformação brasileiros uma padronização de metadados geoespaciais compatíveis com o atual estado da arte em escala global.

O Projeto de Atualização do Perfil MGB, surgiu não apenas com o objetivo de atualizar o antigo perfil e lançar o Perfil MGB 2.0; como também, detalhar os esquemas XML que visam garantir que os metadados geoespaciais tenham um formato padronizado, facilitando o compartilhamento e a busca por informações espaciais dentro da INDE, além de ainda padronizar a própria catalogação de dados geoespaciais, tornando-os mais acessíveis para as mais diversas organizações sejam públicas ou privadas.

O Perfil MGB 2.0 fornece por meio de diagramas UML (*Unified Modeling Language*) um modelo para metadados geoespaciais. A UML ou Linguagem Unificada de Modelagem, é uma linguagem visual de modelagem utilizada para especificar, visualizar e documentar sistemas utilizando representações de classes, atributos e relacionamentos padronizados, sendo que uma classe representa um grupo de objetos que podem ser determinados pelos mesmos atributos, operações e relacionamentos. Os atributos do Perfil MGB são todos públicos e descrevem os objetos da classe, podendo ser o conteúdo seu nome, o tipo do dado, domínio, visibilidade e cardinalidade, sendo estes dados do tipo texto, número inteiro, lista de valores e outros variados tipos. Este perfil especifica ainda pacotes, classes, elementos e relacionamentos como obrigatórios, opcionais ou condicionais, com os itens obrigatórios sempre presentes nos metadados.

A atualização do Perfil MGB foi de fato implementada oficialmente pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) e a Diretoria de Serviço Geográfico do Exército Brasileiro (DSG) apenas em 2021 estabelecendo uma conversão gradual para os dados anteriormente produzidos e armazenados (IBGE; EXÉRCITO BRASILEIRO, 2021).

A INDE e conseqüentemente o DBDG foram desenvolvidos visando a integração entre sistemas de diferentes instituições e portanto seguem os Padrões de Interoperabilidade de Governo Eletrônico, o e-Ping, que pode ser sintetizado como um conjunto de diretrizes e padrões que definem como os sistemas de informação do governo federal brasileiro devem se comunicar entre si e serem apresentados à sociedade.

A estrutura do DBDG é composta por três níveis: um de aplicações, um intermediário e um de servidores, conforme ilustrado na Figura 6.

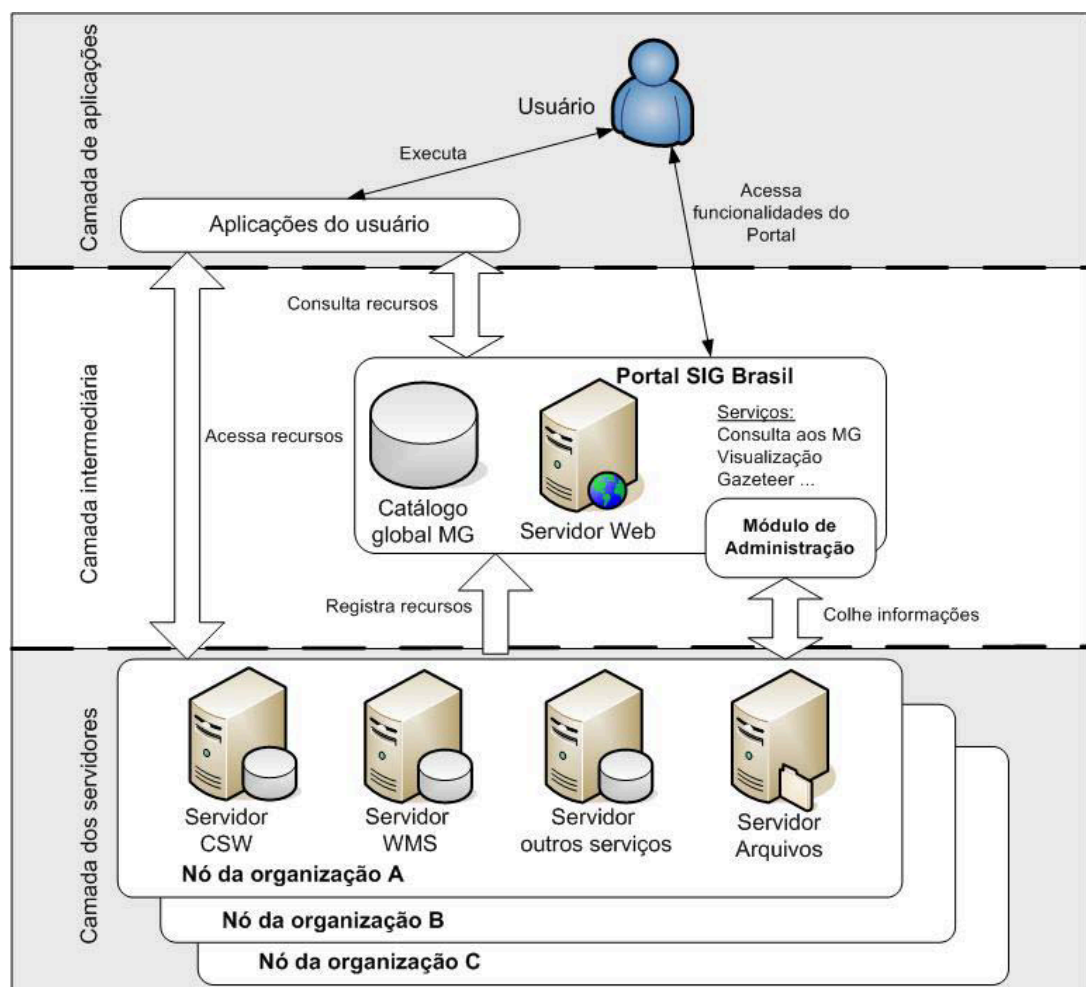


Figura 6 – Diagrama Conceitual do DBDG  
Fonte: BRASIL (2010)

No nível das aplicações, o usuário interage com a interface para realizar solicitações, a partir disso o portal encaminha a requisição para um ou mais servidores cadastrados nos catálogos, que então acessam seus respectivos bancos de dados e retornam as informações e serviços. No nível intermediário se observa o

portal SIG Brasil, que funciona como um ponto de acesso centralizado para consulta aos dados espaciais disponibilizados. Já o nível dos servidores é composto por servidores de informações geoespaciais, de serviços web, de armazenamento de arquivos e metadados, gerenciados pelas instituições responsáveis pela produção de dados geoespaciais que integram a rede do DBDG, cada instituição que compõem essa rede é denominada como um nó.

Como nem todas as entidades brasileiras dispõem de recursos adequados para estabelecer e sustentar sistemas que operem integralmente por meio de Web Services, foi criado um nó específico, no qual são armazenados metadados e serviços geoespaciais dessas instituições em servidores gerenciados pelo IBGE (BRASIL, 2010). As universidades públicas brasileiras poderiam ser incluídas nessa rede sendo cada uma delas um nó, ou um único nó composto por diversas universidades que produzem dados espaciais (MACHADO, 2016).

Para se tornar um nó integrante do DBDG e da INDE como produtor ou provedor de dados geoespaciais é necessário solicitar um termo de adesão no próprio portal da INDE e atender a requisitos técnicos de padronização e de infraestrutura tecnológica, bem como participar das capacitações necessárias.

No portal da INDE podemos observar também uma lista de instituições públicas que já se integraram como nós. Entre estes é possível notar outras IDE's de escalas estaduais como por exemplo: a Infraestrutura de Dados Espaciais do Estado da Bahia, a Infraestrutura Estadual de Dados Espaciais do Rio Grande do Sul, a Infraestrutura de Dados Espaciais do Estado de São Paulo e a Sistema Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos - MG. Tais IDE's estão subordinadas hierarquicamente à INDE dentro do modelo de organização piramidal que foram desenvolvidas e oferecem uma diversidade de dados geoespaciais específicos de cada estado da federação a qual pertencem e são iniciativas já consolidadas. Notam-se também que algumas instituições de ensino também integram a rede como a Universidade Estadual do Rio de Janeiro, a Universidade Federal da Integração Latino-Americana e a Universidade Federal do ABC (INDE, 2017).

#### **4. IDE'S ACADÊMICAS FORA DO BRASIL**

No cenário acadêmico internacional algumas iniciativas de portais acadêmicos de dados espaciais pavimentaram o caminho para a criação de

Infraestruturas de Dados Espaciais Acadêmicas. Estas plataformas, são em sua maioria ligadas aos repositórios virtuais das bibliotecas universitárias e buscam facilitar o compartilhamento de dados utilizados em atividades de pesquisa e ensino. Ao longo do tempo, tais iniciativas vêm evoluindo e estabelecendo alguns mecanismos eficazes para o uso e a disseminação de informações geoespaciais de qualidade (MACHADO, 2016).

O primeiro projeto de uma plataforma que possuía as diretrizes de uma IDE acadêmica que se tem registro data de 1979, quando na Biblioteca Digital Alexandria (“*The Alexandria Digital Library*” – ADL), da Universidade da Califórnia (UCSB), nos Estados Unidos da América, o Laboratório de Mapas e Imagens (“*Map & Imagery Laboratory*” – MIL) passou a catalogar mapas, imagens aerofotográficas e dados diversos utilizados em pesquisas interdisciplinares. Tendo se tornado uma das maiores coleções de dados geoespaciais voltadas para meio acadêmico de pesquisas, ainda que tenha servido com apoio não apenas a comunidade científica mas também para tomadas de decisões governamentais e privadas (FRONZA, 2016)

Outro caso notável e vanguardista se deu nos Países Baixos, na Universidade de Twente, um projeto batizado de “*Common Database Project*” (CDP) seguia os mesmos preceitos básicos de uma IDE embora não levasse esse nome. O CDP foi criado para gerenciar e compartilhar dados espaciais e registrar o uso dessa nova plataforma em pesquisas científicas, algo que inovou a forma como os pesquisadores locais lidavam com os dados, assim como as primeiras iniciativas de IDE's este projeto serviu como uma experiência que contribuiria para a formação de novos profissionais que atuariam em futuras iniciativas (COETZEE,2017).

Ainda nos Países Baixos, outra iniciativa pioneira foi o projeto Geodienst que foi desenvolvido na Universidade de Groningen. Feito com o propósito de melhorar a qualidade das pesquisas acadêmicas por meio do uso de informações espaciais. Inicialmente, a plataforma era baseada em um sistema Web GIS que permitia aos usuários, mediante acesso controlado, pesquisar e baixar dados, incluindo informações de fontes externas. Um banco de dados *Oracle* garante o armazenamento das informações. Para além da comunidade acadêmica, profissionais do setor imobiliário também faziam uso intensivo da plataforma. Com o tempo, o Geodienst passou a ser referência em informações espaciais dentro do departamento de Tecnologia da Informação da universidade, expandindo sua

atuação para produção, extração e consultoria em dados geoespaciais. A abordagem da plataforma passou a ser orientada por processos, priorizando a disseminação do valor agregado dos dados espaciais em diversas áreas do conhecimento, não se limitando apenas aos cursos tradicionalmente voltados à geoinformação. Atualmente, o Geodienst colabora com diversas instituições, como a Universidade de Oxford e governos locais, e mantém um amplo portfólio de casos, mesmo operando com recursos limitados. O sucesso da iniciativa demonstra que, além da infraestrutura técnica, fatores como gestão, comunicação e aplicação estratégica dos dados geoespaciais são essenciais para maximizar o impacto de uma IDE na pesquisa científica (COETZEE,2017).

Podemos trazer à tona também como exemplo de geoportal voltado para o uso acadêmico o “*Scholars Geoportal*”, que surgiu de uma colaboração entre 21 bibliotecas universitárias do estado de Ontário, no Canadá, o “*Ontario Council of University Libraries*” (OCUL) foi estabelecido em 2002. Essa plataforma propicia compartilhamento de dados diversos entre as bibliotecas, e ainda fornece suporte para o uso de mapas e informações geoespaciais. Essa iniciativa ainda se mantém ativa e pode ser acessada atualmente em “<https://geo2.scholarsportal.info/>” (MACHADO, 2016).

Na América do Sul, um projeto que podemos destacar foi desenvolvido no “*Centro de Desarrollo Urbano Sustentable*” (CEDEUS), numa colaboração entre a Pontifícia Universidade Católica do Chile e a Universidade de Concepción. Fundado em 2013, o CEDEUS foi criado com os objetivos de promover a troca de conhecimentos e a produção científica interdisciplinar permitindo o compartilhamento dos dados obtidos em pesquisas com outros usuários. Essa IDE possui uma gama diversa de dados e o número de usuários dela cresceu significativamente desde seu lançamento. Esta iniciativa ainda possui um portal de acesso ativo disponível atualmente em “<http://datos.cedeus.cl/#/>” (COETZEE,2017).

Também do sul global, uma experiência a ser citada foi desenvolvida a partir de 2013 na Universidade de Witwatersrand em Joanesburgo na África do Sul, onde o Grupo de Pesquisas em Sistemas de Informações Geográficas e Sensoriamento Remoto iniciou a construção de um banco de dados geoespaciais que visando possibilitar o compartilhamento de imagens de satélite, dados topográficos, dados de uso e cobertura da terra, limites administrativos ou políticos e dados de valor relevantes obtidos como resultado de trabalhos de pesquisa (COETZEE,2017).

## 5. IDE'S ACADÊMICAS NO CENÁRIO BRASILEIRO

A INDE reserva ao Setor Acadêmico, de acordo com seu Plano de Ação para Implantação, a responsabilidade pela capacitação de profissionais que atuem diretamente em seu desenvolvimento e manutenção. Entretanto, para além disso, como ressaltado pelas contribuições de Camboim e Brandalize (2013), as universidades públicas são instituições com grande potencial agregador para a INDE, não apenas como agentes de fomento a produção de dados espaciais mas também atuando na formação acadêmica e profissional de indivíduos que irão atuar em iniciativas públicas e privadas de gestão territorial, garantindo o papel social da universidade nessa rede e promovendo a integração de conhecimento sobre o território e o acesso à informações espaciais ao usuário final.

Para além do exposto, as universidades públicas brasileiras são grandes produtoras e utilizadoras de dados científicos como um todo por conta de seus pilares baseados no ensino e em projetos de extensão e pesquisa. Neste cenário os dados espaciais não são exceção. Toda essa produção científica gera dados que muitas vezes podem se perder com o tempo e acabam esquecidos caso o trabalho de organização, arquivamento e publicização não seja o mais adequado, dificultando a obtenção e a reutilização dessas informações obtidas e ocasionando esforços e gastos para uma outra captação de tais dados. As universidades em sua maioria dispõem de repositórios que catalogam sua produção acadêmica digitalmente e disponibiliza produtos como artigos, revistas, teses e dissertações, entretanto o cenário é muito diferente quando falamos do armazenamento e catalogação dos dados espaciais produzidos por tais pesquisas, pois poucas instituições possuem os meios materiais, recursos tecnológicos e conjuntos de políticas de gestão de dados que possibilitem o acesso às informações obtidas em pesquisas. Ainda há de se ressaltar que a publicização de relatórios, teses ou dissertações em formato digital não possibilita que os dados espaciais coletados estejam acessíveis de forma aberta e com integridade seguindo os padrões internacionais estabelecidos pela INDE certificando assim qualidade dos dados e o acesso futuro da população aos mesmos (BRITO et al., 2014).

As estruturas de hardware e software de IDE's acadêmicas podem variar, mas em geral as experiências nacionais que serão apresentadas neste capítulo

possuem estruturas de hardwares e arquiteturas computacionais semelhantes e foram desenvolvidas de acordo com os parâmetros de interoperabilidade e políticas de segurança da informação e comunicação estabelecidos pelo Plano de Ação para Implantação da INDE (BRASIL, 2010) para adesão de novos nós à INDE, de maneira prática em termos de hardwares, o que se recomenda é a instalação de servidores em três gabinetes independentes para cada objetivo, ou seja, um gabinete para o servidor de realizar análises e processamentos de dados, um gabinete para o servidor de arquivos e um servidor de banco de dados. Além disso, toda a arquitetura computacional pode ser estabelecida com o uso de softwares livres, que são projetos de código aberto bem estabelecidos e desenvolvidos, com múltiplas utilidades e uma vasta comunidade mundial de usuários. Os softwares sugeridos estão listados no quadro 3.

Quadro 3 – Configuração de softwares recomendada pela INDE

|  |  |
|--|--|
| <b>Sistema Operacional</b>                   | GNU Linux                                |
| <b>Sistema Gerenciador de Banco de Dados</b> | PostgreSQL com o módulo espacial PostGIS |
| <b>Servidor HTTP</b>                         | Apache                                   |
| <b>Servidor de mapas (WMS)</b>               | Geoserver                                |
| <b>Servidor de CSW</b>                       | Geonetwork                               |
| <b>Container para Java Servlet</b>           | Tomcat                                   |

Fonte: BRASIL (2010)

É interessante salientar que as IDE's acadêmicas apresentam algumas características distintas em comparação a IDE's convencionais. Em uma IDE acadêmica, por exemplo, o ato de preencher os metadados e o compartilhamento dos dados é efetuado pelos próprios usuários, demandando, dessa maneira, uma praticidade maior no acesso e atenção ao preenchimento. A IDE acadêmica abrange vasta variedade de informação, sob a forma de camadas de dados não processados e processados, relatórios e formulários, de um modo mais abrangente que as outras IDE's (MACHADO, 2016).

Há de se observar portanto que a implantação de uma IDE em um ambiente acadêmico enfrenta desafios que perpassam por questões fundamentais, como por exemplo, disseminar boas práticas na produção cartográfica e no manuseio e produção de dados e metadados garantindo sempre a qualidade e a integridade das informações, além disso, é necessário capacitar profissionais que ficarão

responsáveis pelo funcionamento e manutenção da IDE local, bem como levar a conhecimento de toda a comunidade a funcionalidade e a potencialidade da plataforma (SOUZA, 2020).

Tais desafios se evidenciaram no processo de desenvolvimento e manutenção da IDE da Universidade de São Paulo (USP). O projeto que levava o nome de “Preservação do Acervo de Dados Espaciais da Universidade de São Paulo: Concepção, desenvolvimento e implementação de uma infraestrutura de dados espaciais da Universidade de São Paulo (IDE-USP)” foi iniciado no ano de 2012 e seguia a arquitetura modelo dos padrões normativos da INDE e apesar de contar com amplo apoio institucional da reitoria quando foi gestado, o projeto encontrou dificuldades em sua continuidade e não foi renovado estando atualmente inativo. A descontinuidade de projetos como este comprova importância que sejam criadas regramentos e culturas institucionais perenes e sólidas para a consolidação dessas ferramentas complexas de governança de dados. Atualmente, na USP o Centro de Coleta, Sistematização, Armazenamento e Fornecimento de Dados (CeSAD) da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo (FAU) ainda mantém um acervo de arquivos em diversos formatos disponíveis (FRONZA, 2016).

Também em 2012, ocorreu a 1ª Jornada INDE/Academia, um evento realizado pelo Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão e pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística com a finalidade de estreitar as relações entre gestores públicos e pesquisadores das universidades públicas. Brito et al. (2018) ressalta que naquele momento as universidades eram ainda tidas como atores responsáveis pela capacitação constante de profissionais, não sendo necessariamente considerada a sua potencialidade para se tornarem nós produtores de dados e informações espaciais participantes da INDE e tampouco consideradas como proponentes críticos de mudanças e atualizações que poderiam desenvolver novos aperfeiçoamentos para a INDE.

Este evento foi um marco impulsionador da discussão acerca das IDE's acadêmicas no Brasil e como resultado, se formou a partir de então um grupo de pesquisadores de diversas universidades, a REDE IDEA reunia inicialmente pesquisadores da Universidade Federal da Bahia (UFBA), Universidade Federal do Paraná (UFPR), Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ), Universidade Federal de Pernambuco (UFPE), Universidade de São Paulo (USP) e Universidade Estadual do Rio de

Janeiro (UERJ) e tinha como intuito principal constituir uma rede de pesquisa articulada sobre IDE's voltadas para o ambiente acadêmico. Entre 2013 e 2018, essa rede se ampliou, abrangendo mais pesquisadores e instituições, as pesquisas evoluíram e reuniões foram realizadas em eventos científicos e diversos artigos foram publicados sobre suas experiências, como detalha Brito et al. (2018).

Dentre as iniciativas que se originaram sob o escopo dessa rede, se destaca o projeto da Infraestrutura de Dados Espaciais Acadêmica da Universidade Federal do Paraná. Desenvolvida pelo Laboratório Geoespacial Livre da UFPR, a IDEA-UFPR, é uma plataforma que se mantém ativa atualmente e ainda está ampliando sua base de dados. Esta IDE utiliza uma arquitetura da plataforma livre "Geonode", um sistema focado no desenvolvimento de aplicações *WebGis*. Além disso, utiliza o *Openlayers* para interação com o usuário e o *Geoserver* como um software intermediador relacionando o *Openlayers* à sua base de dados espaciais, sendo a iniciativa nacional de maior tempo em operação até então (SOUZA, 2020).

A Figura 7 representa um diagrama de caso de uso que exemplifica a interação dos diversos atores durante o uso da IDEA-UFPR, esse diagrama nos possibilita a documentação dos requisitos funcionais do Sistema. Este exemplo de uso demonstra um projeto específico que envolve a interação de cinco atores distintos: Professor/Orientador; Aluno/Usuário; Sistema de Processamento; Usuário Secundário e um Administrador. Cada um desses atores desempenha funções específicas dentro do sistema:

Professor/Orientador: Supervisiona o progresso e a qualidade dos trabalhos acadêmicos realizados pelos alunos;

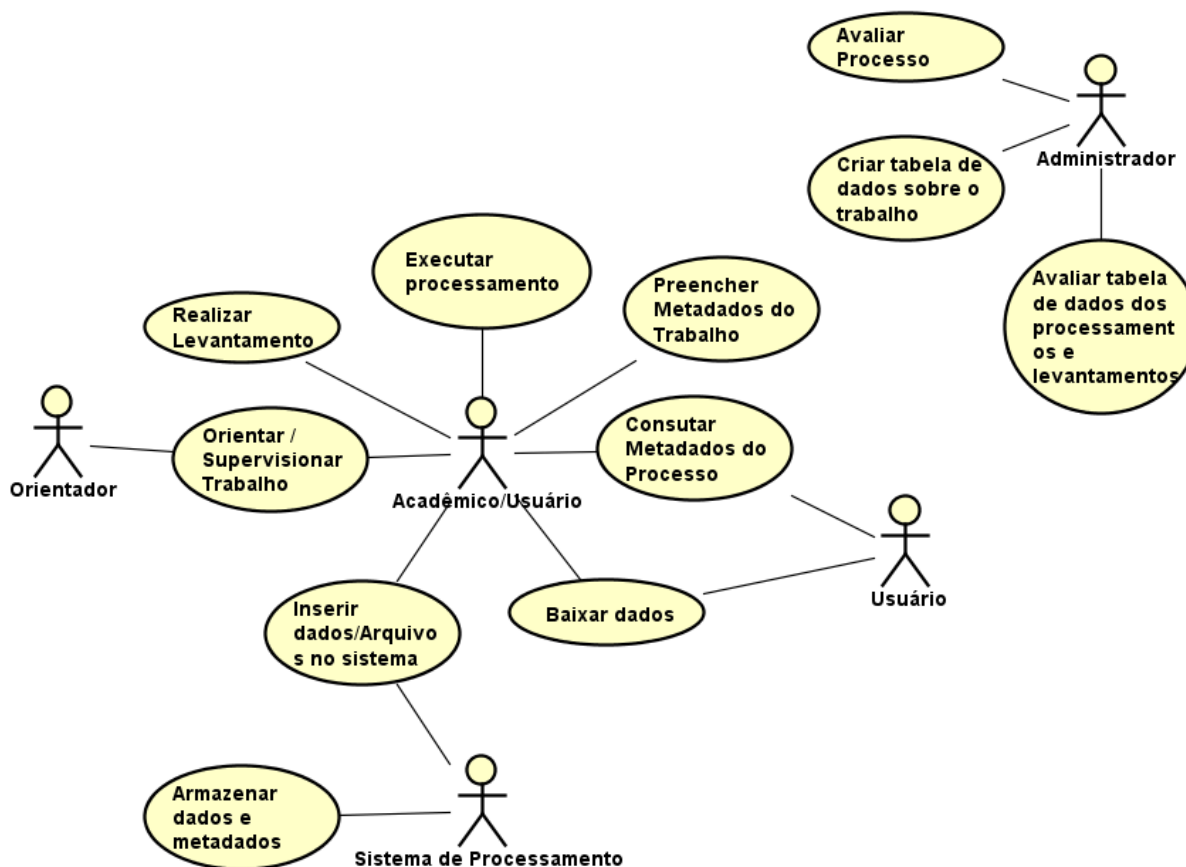
Aluno/Usuário: Responsável pela inserção dos dados dos trabalhos acadêmicos no sistema, pela execução dos trabalhos propriamente ditos e preenchimento dos metadados associados;

Sistema de Processamento: Atua como o portal centralizador, construído sobre a plataforma Geonode. É neste ambiente que ocorre o armazenamento das camadas das áreas de estudo, dos relatórios produzidos e de seus respectivos metadados;

Usuário Secundário: Interage com o sistema com o objetivo de realizar pesquisas e tem a possibilidade de acessar e baixar os dados de seu interesse;

Administrador: Desempenha um papel crucial na gestão do sistema, sendo responsável pela criação das tabelas utilizadas no preenchimento dos metadados. Além disso, realiza as atualizações necessárias no sistema, garantindo sua adaptação e correção ao longo do tempo (DA COSTA et al., 2018).

Figura 7 – Diagrama de Caso de Uso



Fonte: DA COSTA et al. (2018)

Como citado anteriormente, um dos desafios na implantação de uma IDE acadêmica é justamente a capacitação dos usuários que irão utilizá-la e a implementação de boas práticas na manipulação dos dados e metadados. Isso somado ao fato de que em uma IDE acadêmica são os próprios usuários os responsáveis por etapas do fluxo de trabalho. Foram criados documentos tutoriais com as instruções detalhadas dos processos necessários para inserção de dados na plataforma IDEA-UFPR com o objetivo de facilitar e promover o uso da plataforma (DA COSTA et al., 2018).

Recentemente, a UFRRJ também iniciou o desenvolvimento de um protótipo inovador de uma IDE Acadêmica que integra também um sistema de informações

geográficas voluntárias (*VGI* - “*Volunteered Geographic Information*”) às suas funcionalidades possibilitando a inserção de dados diretamente pelo usuário através de um *Geobrowser* vinculado a IDE com a proposta de incluir o os metadados de um dado *VGI* inserido pelo *Geobrowser* diretamente na base de banco de dados da IDE, ampliando a sua conectividade e funcionalidades (SOUZA, 2020).

Na Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), uma iniciativa do Laboratório de Transportes e Logística (LabTrans) desenvolveu uma base de dados para consulta interna dos usuários do laboratório utilizando os sistemas *GeoNetwork* para gerenciamento dos metadados e *Geoserver* e *Intermap* para visualização das camadas. (FRONZA, 2016). Além disso, o laboratório tem em seu portfólio de projetos, o desenvolvimento de soluções e ferramentas webgis para setores de logísticas e transportes. Laboratórios como este são exemplos de como projetos de pesquisa e extensão utilizam e produzem dados espaciais em seus projetos e que poderiam ser beneficiados com a implantação de uma IDE acadêmica.

## **6. ESTRUTURA TECNOLÓGICA NECESSÁRIA PARA A IDE ACADÊMICA DA UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA**

Neste capítulo discorre-se sobre a estrutura necessária para o desenvolvimento de uma IDE acadêmica para a Universidade Federal de Santa Catarina. Levando em consideração a bibliografia analisada é possível aferir quais hardwares e softwares poderiam ser utilizados nesse projeto de maneira a garantir os padrões de interoperabilidade exigidos pela INDE.

### **HARDWARES**

O Plano de Ação para Implantação da INDE (BRASIL, 2010) indica a instalação de três servidores independentes, entretanto como ressaltado por Fronza (2016) e Souza (2020) a configuração de hardware utilizada em suas experiências de IDE's acadêmicas demonstraram ser possível a implementação de protótipos de menor custo de investimento com a instalação de um único servidor ou dois servidores em gabinetes independentes, um deles dedicado para softwares de

servidores e armazenamento de dados e outro destinado a aplicações de desenvolvimento de software e processamento de dados.

## **SOFTWARES**

Os softwares necessários a esta implantação são todos de acesso livre e código aberto visando a diminuição dos investimentos necessários e garantindo ainda assim a eficiência e segurança.

## **SISTEMA OPERACIONAL**

O sistema operacional *Linux Ubuntu*, um software livre e de código aberto, é indicado por motivos de segurança e eficiência, além de facilidade de uso e popularidade e está em conformidade com as referências do Plano de Ação para Implantação da INDE (BRASIL, 2010).

## **SERVIDORES WEB**

Os servidores web *Apache* e *Tomcat* possuem uma padronização e interoperabilidade entre si e garantem assim o funcionamento de linguagens diversas e são populares, de custo baixo e acesso livre.

## **CATÁLOGO DE METADADOS**

Indicado pela *Open Source Geospatial Foundation* (OSGeo) e citado pelo Plano de Ação para Implantação da INDE (BRASIL, 2010), o *Geonetwork* é um ambiente web padronizado e descentralizado que não apenas facilita o acesso e a organização de dados geográficos, mas também promove a interoperabilidade entre diferentes fontes de informação espacial, utilizando metadados como elemento chave na gestão da informação. Considerando a experiência de outras IDEs e a necessidade de padronização da informação, o perfil MGB 2.0 deve ser utilizado como padrão para a inclusão dos dados oficiais no *Geonetwork*, visando a interoperabilidade e a qualidade dos metadados.

## **SOFTWARE DE SERVIÇO WEB**

O *Geoserver* é também um software livre e com uma ampla gama de usuários, sendo um provedor de serviços de visualização e edição de dados

espaciais que atende aos padrões do *Open Geospatial Consortium* (OGC), este sistema web foi elaborado em linguagem Java por uma comunidade multinacional de desenvolvedores, ele disponibiliza serviços de mapas e funcionalidades de visualização e edição de dados geoespaciais.

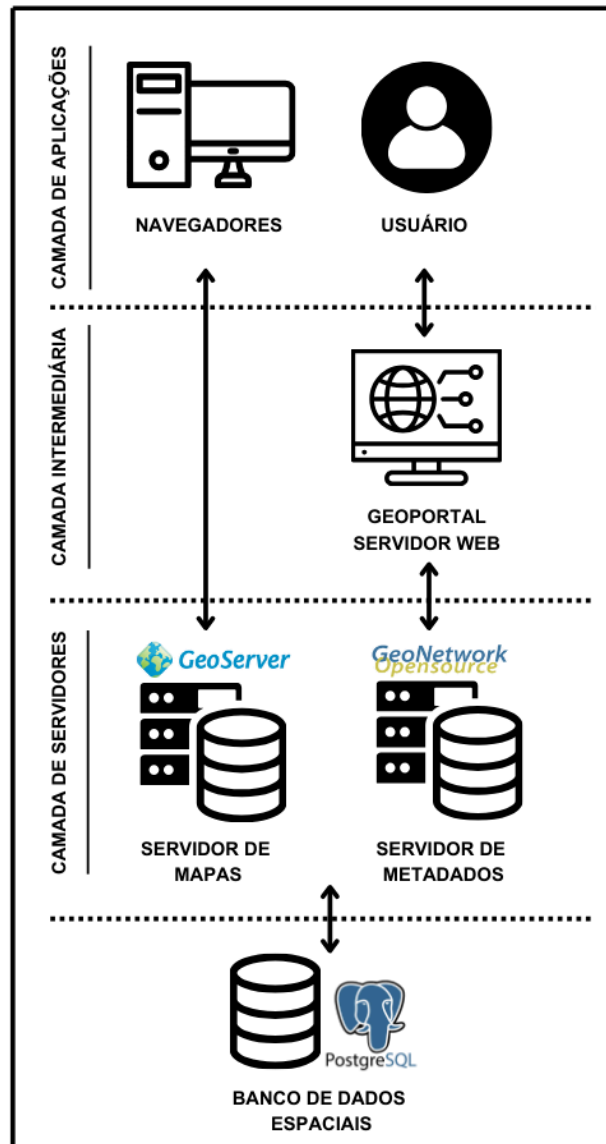
#### SISTEMA GERENCIADOR DE BANCO DE DADOS

Tanto o *MySQL*, quanto o *PostgreSQL* são Sistemas de Gerenciamento de Banco de Dados (SGBD) versáteis, indicados para aplicações que demandam integridade. Devido à sua habilidade em processar dados complexos e volumosos, o *PostgreSQL* é muito utilizado em aplicações SIG e oferece características funcionais exigidas para os modelos de IDE's Acadêmicas (SOUZA, 2020).

#### ARQUITETURA COMPUTACIONAL

A arquitetura computacional sugerida é a de uma IDE baseada em serviços, composta por um servidor de mapas dedicado a interação e visualização dos dados espaciais, outro servidor de metadados que possibilita a consulta, acesso e manipulação dos arquivos de metadados, um banco de dados espaciais que gerencia e armazena os dados e um geoportal que possibilita a interação entre os usuários e os dados disponíveis e os serviços oferecidos. Para além do geoportal, esse tipo de arquitetura permite também a comunicação direta dos navegadores com os servidores de metadados e mapas como podemos observar na Figura 8.

Figura 8 – Arquitetura computacional sugerida para a IDE - UFSC



Fonte: Adaptado de Silva (2019)

## 7. CONCLUSÃO

O presente trabalho de pesquisa focado nas Infraestruturas de Dados Espaciais Acadêmicas (IDEAs), confirmou a relevância dessas iniciativas como ferramentas essenciais para aprimorar a governança dos dados espaciais gerados em pesquisas universitárias. Atendendo ao objetivo de elucidar o processo histórico do desenvolvimento das IDEs, analisar o cenário nacional e traçar possíveis caminhos para a implantação de uma IDE na Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), iniciamos uma análise conceitual das IDEs, suas gerações,

componentes estruturais e experiências nacionais e internacionais. A partir dessa abordagem, foi possível identificar que, embora as universidades públicas brasileiras sejam grandes produtoras de dados espaciais, ainda enfrentam desafios significativos para a consolidação de plataformas que garantam a governança, o acesso, publicização e a reutilização desses dados.

O avanço tecnológico produziu um volume massivo de informações geográficas, transformando o desafio da escassez de dados para a tomada de decisão em um desafio da organização e disponibilização desse gigantesco reservatório informacional. Nesse contexto, as universidades públicas brasileiras, por serem grandes produtoras e usuárias de dados científicos, posicionam-se como atores estratégicos para a consolidação da Infraestrutura Nacional de Dados Espaciais (INDE). Apesar disso, o estudo demonstrou que, a realidade de muitas instituições federais de educação superior, entre elas a Universidade Federal de Santa Catarina, possuem limitações estruturais e administrativas que impedem o desenvolvimento e a consolidação de iniciativas perenes de IDEAs.

Entre os principais desafios identificados, destacou-se a carência de políticas institucionais de gestão de dados que definam responsabilidades, padrões e fluxos de atualização contínua das informações espaciais. A ausência de diretrizes consolidadas sobre interoperabilidade e governança digital dificulta a integração dos repositórios acadêmicos existentes com plataformas abertas de dados geográficos. Ainda há de se citar a escassez de recursos financeiros, técnico e humanos qualificados, especialmente capacitados para operar, manter e expandir sistemas baseados em softwares livres como o Geonode, Geoserver e Openlayers, amplamente recomendados para projetos de IDE.

No caso específico da UFSC, o trabalho identificou que o potencial para o desenvolvimento de uma IDE é robusto, sendo o Laboratório de Transportes e Logística (LabTrans) um exemplo de unidade que já utiliza e produz dados espaciais em projetos de pesquisa e extensão. A implantação de uma IDE na UFSC necessita de uma articulação institucional que envolva diferentes setores da universidade, com o intuito de se estabelecer políticas de gestão de dados, capacitação de pessoal, aquisição de infraestrutura tecnológica e adesão a padrões técnicos de interoperabilidade. Além disso, é fundamental fomentar uma cultura de compartilhamento e colaboração entre pesquisadores, reconhecendo os dados

espaciais como ativos estratégicos para o avanço científico e para a tomada de decisões em diversas áreas do conhecimento.

Em resumo, a principal contribuição deste trabalho é incitar essa discussão e servir como um guia inicial, demonstrando que o passo subsequente deve ser de natureza política e administrativa. Ficam propostos caminhos e observações para a implantação de uma infraestrutura institucional que centralize e disponibilize essa produção. A arquitetura computacional baseada em serviços sugerida (com servidor de mapas, servidor de metadados, banco de dados espaciais e geoportal) fornece um ponto de partida técnico, alinhado com os padrões da INDE.

Além disso, há de se evidenciar a importância da continuidade das pesquisas e trabalhos acadêmicos para que se desenvolva um protótipo da arquitetura computacional proposta, utilizando softwares livres próprio para a UFSC, bem como a criação de um “Comitê de Governança de Dados Geoespaciais da UFSC” (com representantes da BU, SeTIC, PROPESQ, laboratórios e departamentos) e a elaboração de uma “Política Institucional de Dados Abertos e Proteção de Dados Geoespaciais” alinhada à LGPD e à Lei de Acesso à Informação, assim como o desenvolvimento de um plano de gestão de mudanças e um programa de capacitação para a comunidade acadêmica e a Proposição de um regimento interno para a IDE da UFSC, detalhando as políticas de acesso, segurança e a normatização do fluxo de trabalho.

As Infraestruturas de Dados Espaciais Acadêmicas representam o caminho para que as universidades públicas brasileiras, incluindo a UFSC, honrem seu papel social de publicizar o conhecimento produzido com recursos públicos. Superar os desafios da carência de recursos e da promoção de uma cultura de compartilhamento e metadados é o ponto principal para que o desenvolvimento de uma IDE na UFSC não seja apenas um projeto, mas uma ferramenta de acesso a dados de qualidade que tenha relevância e continuidade.

## REFERÊNCIAS

BRASIL, **Decreto nº 6.666, de 27 de novembro 2008**. 2008.

BRASIL, M. DO P. O. E G. **Plano de Ação para implantação da INDE: Infraestrutura nacional de dados espaciais**. Comissão Nacional de Cartografia(CONCAR), 2010.

BRITO, P.; BARBOSA, I.; FILHO, J.; RAMOS, J.; ANJOS, R.; CAMBOIM, S. Formação e perspectivas de construção de uma rede de ides acadêmicas no brasil (rede idea). **Revista Eletrônica: Tempo - Técnica - Território / Eletronic Magazine: Time - Technique - Territory**, v. 9, 08 2018.

BRITO, P. L., SOUZA, F. A., CAMBOIM, S., GIANNOTTI, M. A., Primeiros passos para a implementação de uma IDE Universitária.In: SIMPÓSIO DE CIÊNCIAS GEODÉSICAS E TECNOLOGIAS DA GEOINFORMAÇÃO, 5, 2014, Recife – PE. **Anais...** Recife, 2014. p. 77-84.

BUDHATHOKI, N. R., BRUCE, B., NEDOVIC-BUDIC, Z. Reconceptualizing the role of the user of spatial data infrascture. **GeoJournal**, v. 72, p. 149-160, 2008.

CAMBOIM, Silvana Philippi; BRANDALIZE, Maria Cecília Bonato. The role of universities in the Brazilian NSDI capacity building plan–The case of the open geospatial laboratory at UFPR. **Proceeding of the 26th ICC, Dresden, Germany**, 2013.

CASTELLS, Manuel. **A sociedade em rede** Volume I. 6. ed. São Paulo: Paz e Terra, 1999. 66 p. Tradução de: Roneide Venâncio Majer.

DA COSTA, Henriki; SAMPAIO, Lívia Faria; CAMBOIM, Silvana Philippi. Compartilhamento de dados de levantamentos topográficos e geodésicos em Infraestruturas de Dados Espaciais Acadêmicas. **Revista Brasileira de Geomática**, v. 6, n. 4, p. 312-327, 2018.

DAVIS JR, Clodoveu; ALVES, Leonardo L. Infraestruturas de Dados Espaciais: Potencial para Uso Local.(2006). **Revista IP** Ano8 N, v. 1, p. 65-80.

DE LIMA, Priscila et al. Estudo sobre infraestrutura de dados espaciais para embasar a proposta de desenvolvimento de uma IDE para a Universidade Federal de Viçosa. **Revista Eletrônica: Tempo-Técnica-Território/Eletronic Magazine: Time-Technique-Territory**, v. 9, n. 2, 2018.

DE LIMA, Priscila. **IDE-UFV: proposta de infraestrutura de dados espaciais acadêmica**. Universidade Federal de Viçosa, 81p, 2019.

FRONZA, G. **IDE Acadêmica: construção de uma infraestrutura de dados espaciais colaborativa**. Universidade Federal do Paraná, 97p, 2016.

FRONZA, Giovani; CAMBOIM, Silvana Philippi. DIAGNÓSTICO DA PRODUÇÃO E COMPARTILHAMENTO DE DADOS GEOESPACIAIS NO AMBIENTE ACADÊMICO–DO PANORAMA BRASILEIRO ÀS IDES ACADÊMICAS. **Raega-O Espaço Geográfico em Análise**, v. 48, p. 61-84, 2020.

GSDI – GLOBAL SPATIAL DATA INFRASTRUCTURE ASSOCIATION, **Developing spatial data infrastructures: The SDI Cookbook**. United States, p. 8, Janeiro de 2004. .

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Adesão à INDE**. 2017. Disponível em: <https://www.gov.br/ibge/pt-br/geociencias/organizacao-da-geoinformacao/infraestrutura-nacional-de-dados-espaciais-inde/adesao-a-inde>. Acesso em: 10 de julho de 2024. .

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA; EXÉRCITO BRASILEIRO. **Perfil de metadados geoespaciais do Brasil: perfil MGB 2.0**. Rio de Janeiro: IBGE, 2021. Disponível em: <https://biblioteca.ibge.gov.br/index.php/biblioteca-catalogo?id=2101802&view=detalhes>. Acesso em: 11 fev. 2025.

JANSSEN, K., **The influence of the PSI directive on open government data: Na overview of recente developments**. *Government Information Quartely*. v. 28, p. 446-456, 2011.

KITCHIN, Rob. **The data revolution: Big data, open data, data infrastructures and their consequences**. Sage, 2014.

LACOSTE, Yves. **A geografia - isso serve, em primeiro lugar, para fazer a guerra**. Papirus, 2005. Tradução de Maria Cecília França.

MACHADO, ADRIANA ALEXANDRIA. **IDE Acadêmica em universidades brasileiras: proposta para a Universidade Federal Do Paraná (UFPR)**. 2016

MASSER, Ian. All shapes and sizes: the first generation of national spatial data infrastructures. *International Journal of Geographical Information Science*, v. 13, n. 1, p. 67-84, 1999.

NAKAMURA, Eduardo Tomio; QUEIROZ FILHO, Alfredo Pereira de. Infraestrutura de dados espaciais: exemplo do Parque Estadual de Intervalos-SP. **Revista Brasileira de Cartografia**, v. 64, p. 723-735, 2012.

QUINTANILHA, José Alberto; MACHADO, Cláudia A. Soares. INFRAESTRUTURAS

DE DADOS ESPACIAIS-IDES: PERSPECTIVA ACADÊMICA”“DESAFIOS E PROPOSTA. **Revista Eletrônica: Tempo-Técnica-Território/Eletronic Magazine: Time-Technique-Territory**, v. 9, n. 2, 2018.

RAJABIFARD, Abbas; WILLIAMSON, Ian P. Spatial Data Infrastructures: an initiative to facilitate spatial data sharing. **Global environmental databases-present situation; future directions**, v.2, 2002.

RAJABIFARD, A., BINNS, A, MASSER, I, WILIAMSON, I. P., The role of sub-national government and the private sector in future Spatial Data Infrastructures. **International Journal of Geographical Information Science**, v. 20, p. 727-741, 2006.

RAJABIFARD, Abbas; WILLIAMSON, Ian P. Spatial data infrastructures: concept, SDI hierarchy and future directions. In: **Proceedings of GEOMATICS'80 Conference**. 2001.

RAJABIFARD, A.; BINNS, A.; WILLIAMSON, I. Development of a virtual Australia utilising an SDI enabled platform. **Global Spatial Data Infrastructure**, v. 8, 2005.

RAJABIFARD, Abbas. A spatial data infrastructure for a spatially enabled government and society. **A Multi-View Framework to Assess SDIs**, p. 11, 2008.

RAMOS, José Augusto Sapienza; FARIAS, Victor Valentim Lassaval. A QUEM INTERESSA TER AS PRODUÇÕES ACADÊMICAS DESORGANIZADAS? AS INFRAESTRUTURAS DE DADOS ESPACIAIS E CIENTÍFICOS NAS INSTITUIÇÕES DE ENSINO SUPERIOR DO BRASIL. **Revista Eletrônica: Tempo-Técnica-Território/Eletronic Magazine: Time-Technique-Territory**, v. 9, n. 2, 2018.

SANTOS, Milton. **A natureza do espaço: técnica e tempo, razão e emoção**. 4. ed. 2. reimpr. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2006.

SILVA, Priscila de Lima. **IDE-UFV: proposta de infraestrutura de dados espaciais acadêmica**. 2019.