



LUÍS HENRIQUE MOREIRA LOPES MONTENEGRO

**INFRAESTRUTURA DE DADOS ESPACIAIS PARA
UNIDADES DE CONSERVAÇÃO: O CONTEXTO DA
FLORESTA ESTADUAL DO AMAPÁ**

**LAVRAS – MG
2025**

LUÍS HENRIQUE MOREIRA LOPES MONTENEGRO

**INFRAESTRUTURA DE DADOS ESPACIAIS PARA UNIDADES DE
CONSERVAÇÃO: O CONTEXTO DA FLORESTA ESTADUAL DO AMAPÁ**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do programa de Pós-Graduação em Tecnologias e Inovações Ambientais, área de concentração Restauração e Conservação de Ecossistemas, para a obtenção do título de Mestre.

Orientador
Prof. DSc. Luís Antônio Coimbra Borges

**LAVRAS – MG
2025**

**Ficha Catalográfica elaborada pelo Sistema de Geração
de Ficha Catalográfica da Biblioteca Universitária da UFLA, com
dados informados pelo(a) próprio(a) autor(a).**

Montenegro, Luís Henrique Moreira Lopes.

Infraestrutura de dados espaciais para Unidades de conservação: o contexto da
Floresta Estadual do Amapá / Luís Henrique Moreira Lopes Montenegro. - 2025.
57 p. : il.

Orientador: Luís Antônio Coimbra Borges

Dissertação (Mestrado Profissional) - Universidade Federal de Lavras, 2025.
Bibliografia.

1. Mapa interativo. 2. Gestão ambiental. 3. SIG. 4. Geotecnologia. 5. Manejo de
áreas protegidas. I. Borges, Luís Antônio Coimbra. II. Universidade Federal de
Lavras. III. Título.

LUÍS HENRIQUE MOREIRA LOPES MONTENEGRO

**INFRAESTRUTURA DE DADOS ESPACIAIS PARA UNIDADES DE
CONSERVAÇÃO: O CONTEXTO DA FLORESTA ESTADUAL DO AMAPÁ**

**SPATIAL DATA INFRASTRUCTURE FOR CONSERVATION UNITS: THE
CONTEXT OF THE AMAPÁ STATE FOREST**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do programa de Pós-Graduação em Tecnologias e Inovações Ambientais, área de concentração Restauração e Conservação de Ecossistemas, para a obtenção do título de Mestre.

APROVADA em 26 de junho de 2025.

DSc. Luís Antônio Coimbra Borges

DSc. Fausto Weimar Acerbi Júnior

DSc. Luiz Otávio Moras Filho

Dsc. Paulo Junio Duarte

UFLA

UFLA

UEMG

UFLA

Orientador

Prof. DSc. Luís Antônio Coimbra Borges

**LAVRAS – MG
2025**

AGRADECIMENTOS

Ao chegar ao fim desta etapa tão significativa da minha formação, é impossível não olhar para trás e reconhecer todas as pessoas que, direta ou indiretamente, contribuíram para que este trabalho fosse possível. O caminho até aqui foi desafiador, exigiu renúncias e superações, mas também foi marcado por aprendizados profundos, amadurecimento e apoio incondicional.

Agradeço, primeiramente, à minha família. À minha esposa Carla Montenegro e aos meus filhos Benício e Théó, por compreenderem minha ausência em tantos momentos e por permanecerem ao meu lado com amor, paciência e força, mesmo nos dias mais difíceis. Este trabalho também é de vocês.

À minha mãe Maria José, pelo carinho constante e por ser uma presença firme nos momentos em que precisei de apoio. Ao meu pai Josafá, que partiu recentemente, em abril/2025, deixo meu agradecimento eterno. Sua memória permanece viva em mim, e sua força silenciosa foi inspiração ao longo de todo esse processo. À minha avó Dona Jovina, por suas orações e palavras de incentivo, que me acompanharam mesmo à distância.

Ao meu orientador Prof^o Dr. Luís Antônio Coimbra Borges (Totonho), agradeço sinceramente pela disponibilidade, pelos conselhos precisos e por confiar na minha capacidade de conduzir este trabalho. Sua orientação foi essencial para a construção desta dissertação. Aos membros da banca de qualificação professor Dr. Fausto Weimar Acerbi Junior e o Professor Dr. Luiz Otávio Moras Filho pelas valiosas contribuições para o aprimoramento do meu trabalho.

À UFLA e aos professores do Programa de Pós-Graduação em Tecnologia e Inovações Ambientais, deixo minha gratidão pela excelência no ensino, pela seriedade com que conduzem suas disciplinas e pela contribuição fundamental na minha formação acadêmica. Cada aula foi uma oportunidade de expandir horizontes e refletir criticamente sobre os desafios ambientais contemporâneos.

Aos colegas do mestrado, agradeço pela parceria, pelo compartilhamento de experiências e pelo apoio mútuo ao longo desta jornada. As conversas, os grupos de estudo e até mesmo os momentos de descontração foram parte importante deste processo, tornando-o mais leve e enriquecedor.

Finalizo este agradecimento com o coração repleto de gratidão por todos que, de alguma forma, caminharam comigo nesta etapa. Que este trabalho possa refletir não só um esforço individual, mas o resultado de uma rede de apoio construída com afeto, respeito e colaboração.

*“A insatisfação é a principal motivadora do
progresso” (Thomas Edison)*

RESUMO

Esta dissertação tem como objetivo propor uma Infraestrutura de Dados Espaciais (IDE) voltada ao suporte na administração da Florestal Estadual do Amapá (FLOTA/AP), visando aprimorar a gestão territorial e o acesso à informação geoespacial. Considerando a crescente importância das tecnologias de informação e comunicação para a conservação ambiental, a pesquisa busca integrar dados espaciais e promover sua sistematização e disponibilizar por meio de uma plataforma interativa, acessível e tecnicamente consistente. A metodologia adotada foi estruturada em três etapas principais: (i) aquisição, organização e padronização dos dados vetoriais oriundos do plano de manejo da FLOTA; (ii) sistematização, validação topológica e estruturação das camadas espaciais em ambiente de Sistema de Informação Geográfica utilizando o software QGIS; e (iii) desenvolvimento de uma interface com a utilização do *plugin* QGIS2Web e customizações em HTML, CSS e JavaScript, incorporando a biblioteca Leaflet. Foram aplicados critérios de nomenclatura padronizada, simbologia temática e integração de metadados para garantir a interoperabilidade dos dados. Os resultados obtidos demonstraram a viabilidade técnica da criação de uma IDE voltada às Unidades de Conservação, com destaque para a consolidação de 18 camadas temáticas, categorizadas em grupos como zoneamento, planimetria, áreas especiais, entre outras. Uma interface *web* foi desenvolvida para usuários externos, e apresentou facilidade de navegação, visualização temática por grupos e acesso direto às informações das camadas, promovendo transparência e apoio à tomada de decisão. A adoção de tecnologias livres e de código aberto contribuíram para a acessibilidade do sistema e sua replicabilidade para outras unidades de conservação. Além disso, a pesquisa evidenciou lacunas na organização dos dados originalmente disponíveis, como ausência de metadados padronizados e inconsistências topológicas, ressaltando a importância do processo de validação e estruturação para fins de publicação. Conclui-se que a proposta de uma IDE aplicada ao contexto da FLOTA representa um avanço significativo na gestão territorial das Unidades de Conservação, ao promover acesso público, integração e padronização das informações geoespaciais. Essa abordagem favorece a transparência, o monitoramento participativo e o fortalecimento das ações de conservação e uso sustentável dos recursos naturais. Recomenda-se que instituições gestoras de áreas protegidas adotem soluções semelhantes, fortalecendo políticas públicas de conservação com base em tecnologias acessíveis e eficientes. A replicabilidade da proposta para outras áreas depende principalmente da existência de dados organizados e da capacitação técnica das equipes envolvidas, fatores que devem ser priorizados em agendas institucionais.

Palavras-chave: mapa interativo; gestão ambiental; SIG; geotecnologia; manejo de áreas protegidas.

ABSTRACT

In this research, we aimed to develop a Spatial Data Infrastructure (SDI) to support the management of a State Forest in Amapá (FLOTA/AP), improving land management and access to geographic information. Due to the increasing importance of data and communication technologies to environmental conservation, this research aimed to merge spatial data and promote systematization by means of an interactive, accessible, and technically robust system. Methods comprised three main phases: (i) acquisition, organization, and standardization of vector data from the FLOTA management plan; (ii) systematization, topological validation, and arrangement of spatial layers within a GIS environment using QGIS software; (iii) creation of an interface with QGIS2Web plugin plus custom HTML, CSS, and JavaScript code changes through addition of a Leaflet library. Standard naming rules, related symbols, and metadata were used to ensure that data was compatible. The results showed a technical viability to build a SDI focused on Conservation Units, by compilation of 18 different layers, in categories like zoning, planimetry, special areas, etc. A website was created for external users, offering easy navigation, related information by thematic group and direct links to details about each layer, promoting transparency and decision-making. The use of free and open-source software ensures free access and its use by other conservation units. In addition, this research pointed out weaknesses in data banks, such as lack of standardized metadata or topological inconsistencies, highlighting the importance of data verification before publishing. In conclusion, the proposed SDI for FLOTA can boost territorial management of Conservation Units, since it allows for public access, integration, and standardization of geospatial information. Such approach favors transparency as well as participatory monitoring, strengthening conservation and sustainable natural resource use. It is also recommended that managers of protected areas adopt similar solutions, reinforcing public conservation policies through accessible and efficient technologies. How much this proposal can be replicated in other areas will depend mainly on how organized the data are, and how technically capable the teams are—both factors that must take priority in institutional agendas.

Keywords: interactive map; environmental management; GIS; geotechnology; protected area management.

INDICADORES DE IMPACTO

O desenvolvimento da plataforma GeoFLOTA teve efeitos significativos e de múltiplos setores, avaliados em quatro dimensões principais. A ferramenta, do ponto de vista social, torna mais acessível o uso de informações geoespaciais da Floresta Estadual do Amapá (FLOTA), o que promove a transparência e possibilita que as comunidades locais, as organizações e os cidadãos se envolvam ativamente no controle social e nas decisões relacionadas às políticas ambientais. Essa ação reforça a conexão entre a universidade, entidades estaduais e sociedade. Do ponto de vista tecnológico, a plataforma estabelece uma solução inovadora que se baseia unicamente em softwares livres, garantindo autonomia em relação às licenças, diminuição de custos e possibilidade de replicação em outras Unidades de Conservação. Embora não gere ganhos financeiros imediatos, a adoção de softwares livres pode representar uma economia significativa para os órgãos gestores, que passam a não depender de soluções proprietárias custosas. A disponibilização aberta de dados também apoia práticas de manejo florestal sustentável e reduz retrabalhos na administração pública. A plataforma destaca a importância da FLOTA como um patrimônio socioambiental, fortalece a conexão da comunidade com a Unidade de Conservação e incentiva a educação ambiental. Os efeitos afetam diretamente os municípios da FLOTA e sua zona de amortecimento, englobando comunidades tradicionais, indígenas, gestores ambientais, pesquisadores, estudantes e sociedade civil organizada. Em consonância com a Política Nacional de Extensão e os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável da ONU, como Vida Terrestre (ODS 15), Paz, Justiça e Instituições Eficazes (ODS 16) e Cidades e Comunidades Sustentáveis (ODS 11), a GeoFLOTA se estabelece como uma ferramenta para fomentar a transparência, a conservação ambiental e a governança participativa.

IMPACT INDICATORS

GeoFLOTA platform development has produced exemplary and multisectoral effects, which can be assessed on four main dimensions. From the social perspective, the application enhances access to geospatial information of the Amapá State Forest (FLOTA), thereby promoting transparency and enabling local communities, organizations, and citizens to be active actors of social control and of the making of environmental policy decisions. This action reinforces the connection between the state, state institutions, and society. From the technological perspective, the platform offers an innovative product built solely of free software of the open type, which enables the administration bodies to be free of proprietary license links, reduces cost, and provides the option of replication on other Conservation Units. Although it does not offer immediate financial gain, embracing the use of free software of the open type can be a massive saving on the administration bodies' behalf, which no longer have to pay exorbitant bills on proprietary solutions. The free diffusion of the information also supports sustainable forest management practices and eliminates public administration duplicities. The portal also highlights the importance of FLOTA as a socio-environmental resource, reinforces the community bond of the Conservation Unit, and enables environmental learning. Its influence directly reaches the municipalities of FLOTA and the surrounding buffer zone, including traditional and Indigenous societies, environmental managers, scientists, students, and civil society actors. In accordance with the National Extension Policy and the United Nations Sustainable Development Goals - namely Life on Land (SDG 15), Peace, Justice and Strong Institutions (SDG 16), and Sustainable Cities and Communities (SDG 11) - GeoFLOTA offers itself as a medium to enhance transparency, environmental conservation, and participatory governance.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1. Mudança de paradigma: dos SIG às IDE	15
Figura 2. Componentes de uma Infraestrutura de Dados Espaciais	16
Figura 3. Cronologia das iniciativas de IDEs	17
Figura 4. Níveis de atuação de uma IDE	18
Figura 5. Serviços relacionados ao SIG Brasil	20
Figura 6. Mapa da Floresta Estadual do Amapá.....	23
Figura 7. Corredor da Biodiversidade do Amapá.....	24
Figura 8. Zoneamento da FLOTA	27
Figura 9. Proporção de área para cada zona da FLOTA	28
Figura 10. Perfil sumarizado do padrão ISO 19115	33
Figura 11. Fluxograma das etapas da metodologia	36
Figura 12. Página inicial do GeoFLOTA	41
Figura 13. Seção “Dados” da página GeoFLOTA	42
Figura 14. Seção FLOTA da página GeoFLOTA	43
Figura 15. Seção “Termos de uso” da página GeoFLOTA	44
Figura 16. Lista de camadas do mapa interativo	45
Figura 17. Pop up apresentado sobre a camada geologia	46
Figura 18. Pop up apresentado sobre a camada geologia	47
Figura 19. Barra lateral retrátil com informações do plano de manejo da FLOTA	48
Figura 20. Tutorial do mapa interativo	48
Figura 21. Termos de uso do mapa interativo	49
Tabela 1 - Cronologia das iniciativas de IDE's	17
Tabela 2 - Perfil sumarizado do padrão ISO 19115:2014.	33
Tabela 3 - Dificuldades e propostas para implementar serviço geoespacial.	39
Tabela 4 - Plano de ação para serviço de metadados geoespaciais e geoportal.	51

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	11
2.1 Objetivo Geral.....	13
2.2 Objetivos Específicos	13
3 REFERENCIAL TEÓRICO	14
3.1 Infraestrutura de Dados Espaciais	14
3.2. Floresta Estadual do Amapá (FLOTA)	21
3.3 Metadados geoespaciais.....	29
4 MATERIAL E MÉTODOS	31
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	37
4.1 Interface de apresentação	40
4.2 Mapa interativo do GeoFLOTA	44
5 CONCLUSÃO.....	52
REFERÊNCIAS	53
APÊNDICE	57

1 INTRODUÇÃO

A utilização de mapas como forma de comunicação entre os seres humanos é uma prática ancestral, que expressa a necessidade essencial de representar o espaço geográfico, compreender o território e transmitir informações sobre o ambiente ao nosso redor (ROMAGNOLI, 2024). Desde os primeiros registros de mapas nas paredes das cavernas até os complexos sistemas de georreferenciamento e mapeamento digital modernos, a capacidade de comunicar informações espaciais tem sido essencial para o desenvolvimento cultural, científico e social da humanidade. Mapas, em essência, são uma representação simbólica da realidade geográfica que traduzem informações complexas em uma forma visualmente acessível, ajudando as pessoas a navegar pelo mundo físico e a entender seu lugar nele.

Com o advento da internet, a comunicação por meio de mapas foi transformada em uma prática global, acessível a todos e em tempo real. Plataformas como Google Maps, OpenStreetMap e outros serviços de mapeamento online democratizaram o acesso a informações geoespaciais e permitiram que qualquer pessoa, com um dispositivo conectado à internet, pudesse navegar e explorar o mundo virtualmente. A internet transformou os mapas em ferramentas interativas e colaborativas, permitindo que os usuários contribuam com dados e conhecimentos locais. Isso enriquece as informações e fortalece o vínculo com os territórios. Além disso, surgiram mapas dinâmicos adaptados a diferentes necessidades, como trânsito, clima em tempo real e localização de serviços, tornando-os mais úteis no dia a dia.

A comunicação através de mapas evoluiu para incluir dados em tempo real e análises preditivas. Pagel, Broetto e Lima (2024) destacam que passaram a desempenhar um papel crucial na tomada de decisões em setores como logística, gestão das cidades e planejamento ambiental, permitindo que tanto gestores quanto a população façam escolhas mais embasadas. A internet e os dispositivos móveis tornaram o acesso a mapas tão comum que se tornou uma ferramenta de comunicação praticamente invisível, mas indispensável, presente nos aplicativos de navegação, previsão do tempo, monitoramento de atividades físicas e em uma infinidade de outras aplicações.

Os mapas interativos permitem uma experiência personalizada para cada usuário, possibilitando que as informações sejam filtradas e organizadas conforme o interesse ou a necessidade de cada pessoa. Esse avanço tecnológico também impulsionou o uso de mapas na comunicação de dados complexos, como visualizações de indicadores de saúde, dados

socioeconômicos e monitoramento ambiental, que, por meio de mapas digitais, se tornam mais compreensíveis e acessíveis ao público.

O fortalecimento das tecnologias de infraestrutura de dados espaciais tem impulsionado a formulação de políticas públicas mais inclusivas e orientadas por evidências. A análise integrada de dados geoespaciais tornam-se instrumentos estratégicos para o planejamento urbano e a gestão municipal. Souza (2024) ressalta que a incorporação de sistemas de informação geográfica na análise de indicadores urbanos, como saneamento e saúde pública, potencializa intervenções mais justas e bem direcionadas, fortalecendo a governança territorial baseada em dados concretos.

A criação de uma infraestrutura de dados espaciais específica para compartilhar informações sobre Unidades de Conservação (UC's) representa uma poderosa ferramenta para envolver o público no conhecimento e valorização das reservas ambientais (XAVIER, MEYER e LUNARDI, 2016). Quando esses dados são acessíveis e apresentados de forma intuitiva, como em mapas interativos ou aplicativos móveis, o público em geral tem a oportunidade de conhecer melhor as riquezas ambientais protegidas, além de compreender a importância da preservação e conservação dessas áreas. Isso aumenta a conscientização ambiental e fomenta uma relação de respeito e cuidado com os ecossistemas protegidos.

Uma Infraestrutura de Dados Espaciais (IDE) para UC's em software livre surge como estratégia fundamental para garantir a democratização do acesso a informações geoespaciais e a manutenção autônoma das plataformas. Os recursos destinados à preservação ambiental são limitados, e o custo de sistemas proprietários representa um desafio para gestores públicos e organizações não governamentais. Uma IDE em software livre oferece uma alternativa economicamente sustentável, pois permite que as instituições instalem, modifiquem e ampliem as funcionalidades da plataforma sem pagar por licenças de uso ou depender de contratos longos com fornecedores específicos.

Um dos maiores desafios na gestão de UC é a necessidade de uma resposta rápida e eficaz às mudanças no ambiente e às ameaças que surgem constantemente, como queimadas, invasões ilegais, caça e exploração de recursos naturais. Ao reunir e disponibilizar informações consistentes e atualizadas sobre as UCs, essas plataformas facilitam o trabalho de gestores e decisores públicos, que podem acessar dados sobre o estado de conservação, as necessidades de manejo, e a relação da UC com o entorno. A partir dessas infraestruturas, torna-se viável fomentar um planejamento de conservação mais colaborativo e embasado, garantindo a preservação das UCs e o acesso da sociedade às informações essenciais sobre essas áreas tão importantes para o equilíbrio ambiental.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo Geral

Propor uma infraestrutura de dados espaciais, em software livre, a partir do Plano de Manejo da Floresta Estadual do Amapá (FLOTA) para que possam ser visualizados em interface web por meio de mapa interativo.

2.2 Objetivos Específicos

- a. Promover a integração de análises espaciais dinâmicas.
- b. Subsidiar a gestão e planejamento desta Unidade de Conservação
- c. Demonstrar a aplicabilidade da IDE da Floresta Estadual do Amapá.
- d. Estimular a replicabilidade da solução proposta em outras áreas protegidas.

3 REFERENCIAL TEÓRICO

3.1 Infraestrutura de Dados Espaciais

O termo Infraestrutura de Dados Espaciais (IDE) surgiu pela primeira vez em 1993 pelo Conselho Nacional de Pesquisa dos Estados Unidos para descrever, entre outras coisas, a oferta de acesso padronizado à informação geográfica (MAGUIRE; LONGLEY, 2004). O conceito de Infraestrutura de Dados Espaciais surgiu a partir de uma proposta que permitisse que o usuário pudesse manipular grande volume de informações geográficas espalhadas por diversos provedores de dados, sem necessidade de conversões e cópias dos dados (SOUZA; COPQUE, 2010).

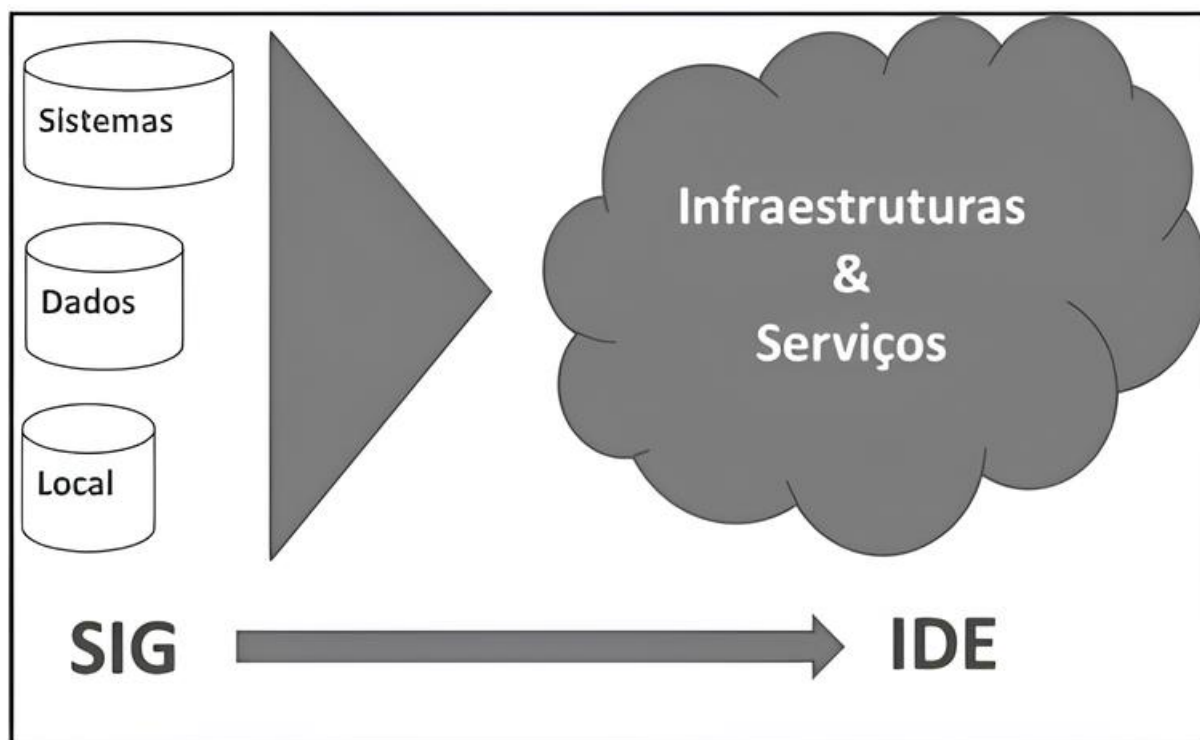
Para Hu (2017) a própria denominação indica que a IDE é reconhecida como uma infraestrutura semelhante a outros tipos de infraestrutura, como redes elétricas e abastecimento de água, desempenhando, assim, papéis fundamentais nos desenvolvimentos socioeconômico e ambiental de um país.

Uma IDE é um conjunto de tecnologias, políticas e arranjos institucionais que facilitam a disponibilidade e o acesso aos dados espaciais (GSDI, 2009). Conforme a Global Spatial Data Infrastructure Association (GSDI, 2008), uma Infraestrutura de Dados Espaciais (IDE) estabelece as bases para que usuários e fornecedores de dados espaciais, abrangendo todos os níveis de governo, o setor comercial, organizações sem fins lucrativos, o meio acadêmico e o público em geral, possam localizar, avaliar e aplicar essas informações.

Observa-se uma evidente mudança de paradigma na produção, gestão, exploração e disseminação da informação geográfica, destacando-se o papel central desempenhado pelas Infraestruturas de Dados Espaciais (AMORIM; PELEGRINA; JULIÃO, 2018), ilustrado na figura 1.

A dispersão e heterogeneidade dos dados geoespaciais disponíveis, que estão armazenados em formatos variados e possuem características diferentes. Essa falta de padronização dificulta a interoperabilidade, ou seja, a capacidade de os usuários acessarem, combinarem e utilizarem esses dados de maneira eficiente em análises espaciais.

Figura 1. Mudança de paradigma: dos SIG às IDE



Fonte: Amorim; Pelegrina; Julião (2018)

DRUCKER, et al, (2015) destaca que a estrutura de uma Infraestrutura de Dados Espaciais é composta por cinco pilares fundamentais que estão interligados e interagem entre si (Figura 2).

1. O primeiro deles são as pessoas, responsáveis por atividades como o planejamento, aquisição, processamento, catalogação, gestão, análise, disponibilização e uso da geoinformação.
2. O segundo é representado pelos dados, que consistem em informações geoespaciais obtidas de diversas fontes.
3. O terceiro pilar é a tecnologia, que abrange a infraestrutura computacional necessária para organizar, preservar e disseminar essas informações.
4. O quarto envolve normas e padrões, que asseguram a descoberta, o intercâmbio, a integração e a usabilidade dos dados geoespaciais.
5. Por fim, o arcabouço institucional estabelece a governança e a coordenação, garantindo a implementação e sustentabilidade da infraestrutura por meio de acordos, articulações e regulamentações.

Essa integração permite que usuários, por meio de um simples navegador web, localizem, visualizem, combinem e utilizem informações geoespaciais de forma eficiente para atender às suas necessidades.

Figura 2. Componentes de uma Infraestrutura de Dados Espaciais



Fonte: IBGE (2021)

No âmbito institucional, as Infraestruturas de Dados Espaciais evoluíram em diversos países à medida que cresceram as demandas por compartilhamento de informações e serviços geográficos.

No contexto internacional, como observado na tabela 1, algumas ações pioneiras foram tomadas no sentido de criar IDE em nível nacional e internacional. Dentre as iniciativas internacionais, pode-se destacar:

- o Canadá, em 2001, através do serviço Canadian Geospatial Data Infrastructure (CGDI) da GeoConnections;
- a Colômbia, em 2000, envolvendo várias instituições públicas;

- a África do Sul, em 2003, num projeto coordenado pela National Spatial Information Framework (NSIF) e com acesso livre aos dados;
- os Estados Unidos, desde 1994 através do Comitê Federal de Dados Geográficos (FGDC); e
- a União Europeia, com a consolidação dos dados de várias nações através do projeto INSPIRE, em 2003.

Tabela 1 - Cronologia das iniciativas de IDE's

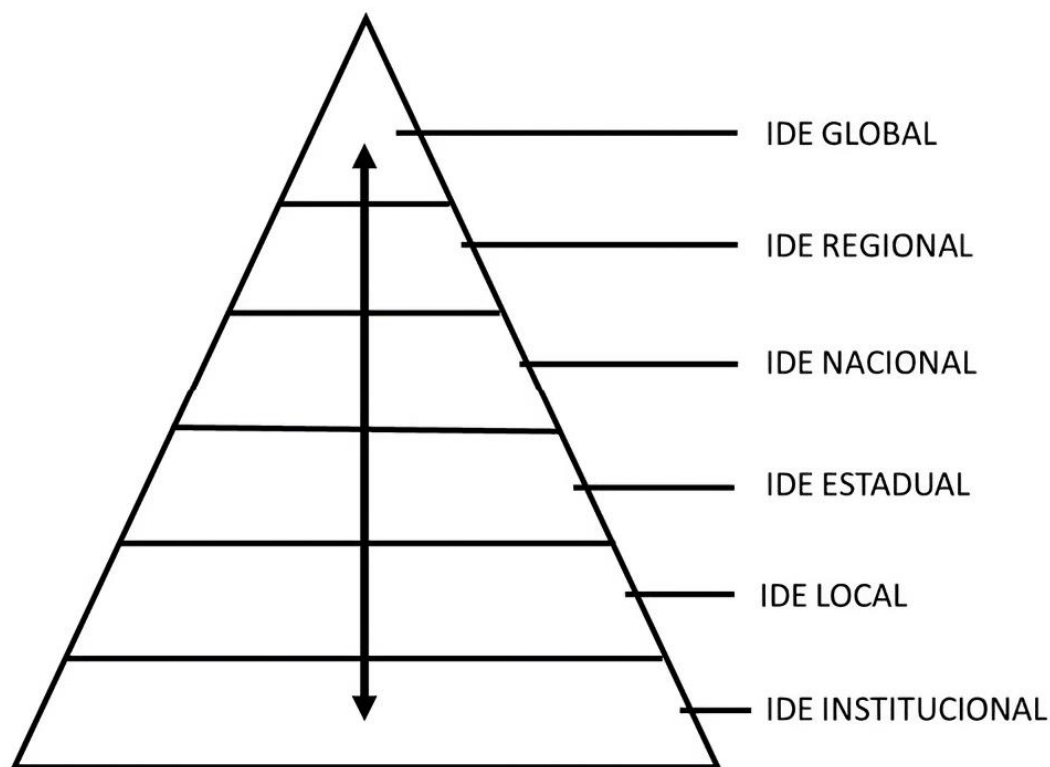
Ano	Iniciativas
2011	GEOIDEP – Peru
2010	IDERA – Argentina
2008	INDE – Brasil
2006	IEDG – Equador; NSDI (revisão) – EUA; IDEUy – Uruguai
2004	IDEMEX – México; SNIT – Chile
2003	INSPIRE – Europa; IDERC – Cuba
2002	IDEE – Espanha
2001	CDGI – Canadá; ANZLIC – Austrália e Nova Zelândia
2000	ICDE – Colômbia
1995	SNIG – Portugal
1994	NSDI – EUA

Fonte: IBGE (2009).

A definição e a compreensão dos conceitos de dados e informações desempenham um papel crescente no atendimento às demandas de gestão do conhecimento territorial e ambiental, na implementação de programas sociais e investimentos, além de contribuir para a mitigação de riscos e impactos causados por fenômenos naturais, entre outras necessidades DORNELLES; IESCHECK, 2013).

A IDE abrange múltiplos níveis de atuação. São eles: global, regional, nacional, estadual, local e corporativa. Essa estrutura permite que os níveis superiores da pirâmide forneçam suporte tecnológico, informacional e normativo para as IDEs dos níveis inferiores (Figura 3). Por sua vez, as IDEs da base contribuem com dados específicos, estabelecendo inter-relações entre os diferentes níveis da hierarquia (RAJABIFARD; ESCOBAR; WILIAMSON, 2000).

Figura 3. Níveis de atuação de uma IDE.



Fonte: Rajabifard; Escobar; Wiliamson (2000).

Com o propósito de integrar os dados geoespaciais disponíveis em diversas instituições brasileiras, promovendo sua harmonização, disseminação e uso eficaz, o governo brasileiro criou a Infraestrutura Nacional de Dados Espaciais (INDE) por meio do Decreto nº 6.666, de 27 de novembro de 2008 (BRASIL, 2008).

A INDE foi definida, acordo com a CONCAR (2010) como “conjunto integrado de tecnologias; políticas; mecanismos e procedimentos de coordenação e monitoramento; padrões e acordos, necessário 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”.

Os objetivos das INDE são, de acordo com o decreto:

I - 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;

II - Promover a utilização, na produção dos dados geoespaciais pelos órgãos e pelas entidades das esferas federal, estadual, distrital e municipal, dos padrões e das normas homologados pela Comissão Nacional de Geoinformação – Congeo; e (Redação dada pelo Decreto 12.402, de 2025);

III - Evitar a duplicidade de ações e o desperdício de recursos na obtenção de dados geoespaciais pelos órgãos da administração pública, por meio da divulgação dos metadados relativos a esses dados disponíveis nas entidades e nos órgãos públicos das esferas federal, estadual, distrital e municipal (BRASIL, 2008, Art. 1º).

Para Dornelles e Iescheck (2013) a INDE brasileira adota a abordagem mais moderna na definição de uma IDE priorizando o conceito de serviços em detrimento do de dados. Para Mezzomo (2024) a padronização estabelecida pela INDE contribui para uma gestão pública mais eficiente e transparente, ao evitar a duplicação de esforços e o desperdício de recursos entre os órgãos governamentais.

As normas e tecnologias adotadas foram direcionadas à criação de três componentes centrais: o Diretório Brasileiro de Dados Geoespaciais (DBDG), o Sistema de Informações Geográficas do Brasil (SIG Brasil) e o Perfil MGB (BARROSO, 2022). O DBDG consiste em uma rede de servidores conectados à internet, que integra produtores, gestores e usuários de informações geoespaciais em um ambiente digital colaborativo.

Já o SIG Brasil oferece aos seus usuários acesso facilitado aos recursos distribuídos do DBDG (Figura 4). O Perfil MGB tem como objetivo estabelecer uma estrutura unificada para a descrição da geoinformação gerada no país, adotando um vocabulário padronizado com base em normas internacionais, mas ajustado às especificidades da realidade nacional (BRASIL, 2024).

Figura 4. Serviços relacionados ao SIG Brasil.



Fonte: BRASIL (2024).

Nos últimos anos, a criação de Infraestruturas de Dados Espaciais para Unidades de Conservação tem sido uma área crescente de interesse. Essas iniciativas visam melhorar o acesso e a gestão de dados geoespaciais, promovendo decisões mais eficazes no manejo e na conservação ambiental.

Nakamura e Queiroz Filho (2012) propôs a implementação de uma Infraestrutura de Dados Espaciais (IDE) específica para Unidades de Conservação, no caso o Parque Estadual de Intervales, localizado no estado de São Paulo. O objetivo principal deste trabalho foi a organização, sistematização e disseminação das informações geográficas relacionadas à área protegida, permitindo um melhor gerenciamento e preservação do parque.

Zwolinskio (2014) propôs criar uma plataforma que possibilite a disseminação das informações geográficas do parque para a sociedade, facilitando o acesso e a consulta de dados para diversos fins, como conservação e gestão ambiental.

Tais iniciativas não só contribuem para uma gestão mais eficiente dos recursos naturais, mas também promovem a transparência e a colaboração entre órgãos governamentais, pesquisadores e a sociedade.

Fonseca et al (2011) corroboram que a informação geográfica desempenha um papel crucial na gestão de áreas protegidas em diversos níveis, como no inventário e monitoramento de espécies e habitats, na detecção de alterações espaciais e temporais, na análise dos impactos das atividades humanas sobre o ambiente natural e na identificação e implementação de políticas de gestão para essas áreas.

3.2. Floresta Estadual do Amapá (FLOTA)

A Floresta Estadual do Amapá (FLOTA) é uma Unidade de Conservação (UC) que integra o grupo denominado Uso Sustentável. O Sistema Nacional de Unidade de Conservação (SNUC) descreve este grupo como o que concilia a conservação da natureza com o uso sustentável de parte dos recursos naturais (BRASIL, 2000). A FLOTA cobre aproximadamente 2,3 milhões de hectares, o que equivale a cerca de 16% do território do estado do Amapá, englobando 10 dos 16 municípios do estado (AMAPÁ, 2006). Esta vasta extensão territorial é caracterizada por uma rica diversidade de ecossistemas, incluindo florestas de terra firme, várzeas, igapós e campos naturais, cada um com suas próprias espécies vegetais e animais.

Vale ressaltar que o SNUC define Unidade de Conservação como um espaço territorial, incluindo suas águas jurisdicionais e recursos ambientais, que possui características naturais relevantes. Esse espaço é legalmente estabelecido pelo Poder Público com o objetivo de preservação e conservação, possui limites claramente definidos e é administrado sob um regime especial que garante sua proteção.

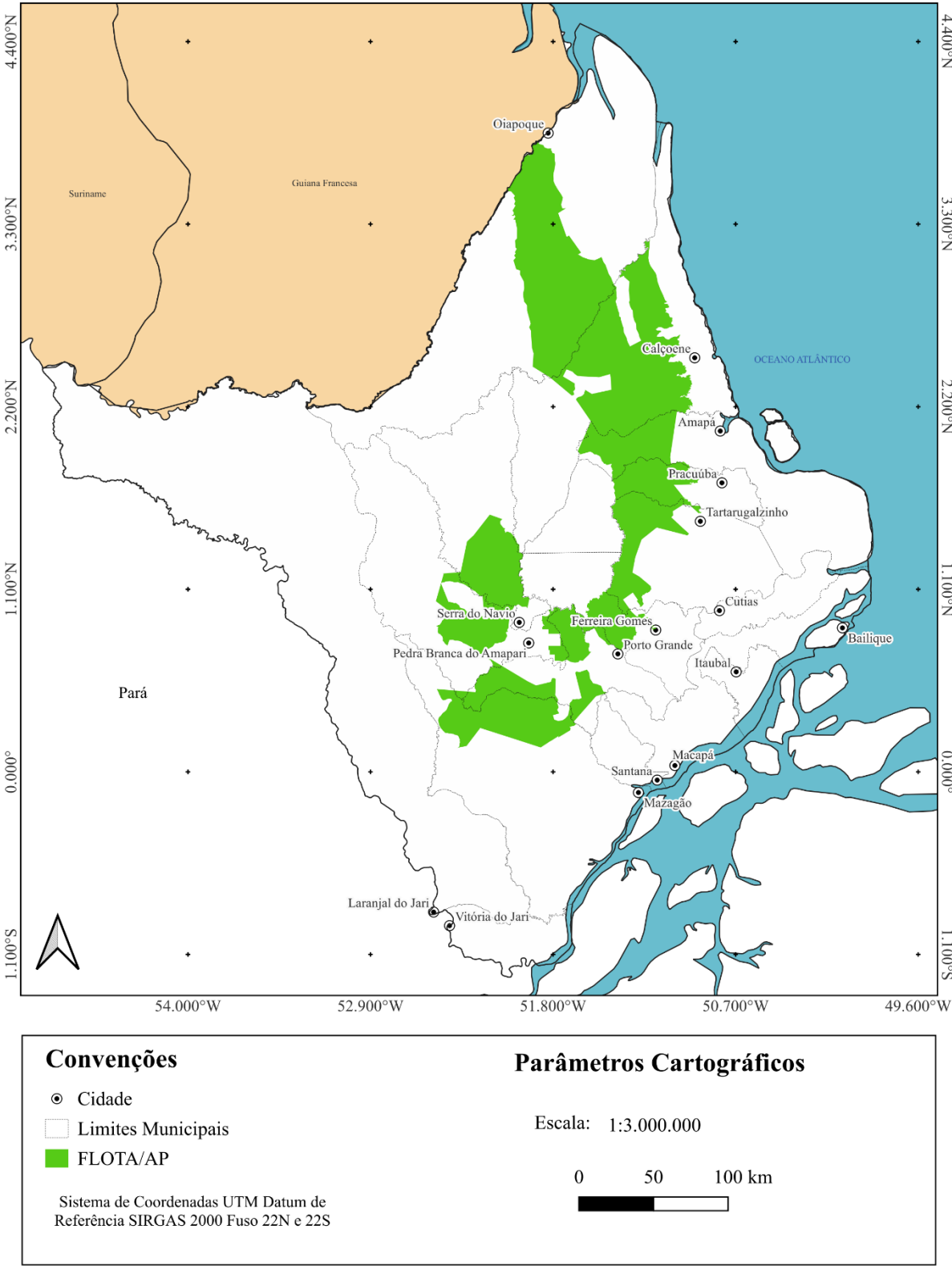
A delimitação dos limites da FLOTA (Figura 5) foi estabelecida com base nos remanescentes de terras públicas ainda não destinadas, localizadas em áreas de domínio florestal, em processo de transferência de propriedade da União para o estado do Amapá (EULER, 2016), conforme o Art.º 2 do Decreto 6.291/2007:

As terras transferidas ao domínio do Estado do Amapá com base neste Decreto, observando-se a ressalva contida no inciso IV do § 1º do art. 1º, deverão ser utilizadas em atividades de conservação ambiental e desenvolvimento sustentável, de assentamento, colonização e de regularização fundiária, sob pena de reversão automática ao patrimônio público da União (BRASIL, 2007).

Neste Decreto, no inciso IV do Parágrafo 1º, condiciona a manutenção da destinação das terras situadas nos limites da FLOTA à conclusão da transferência de domínio dessas áreas, pois caso contrário, ocorrerá a reversão automática das terras ao patrimônio público da União.

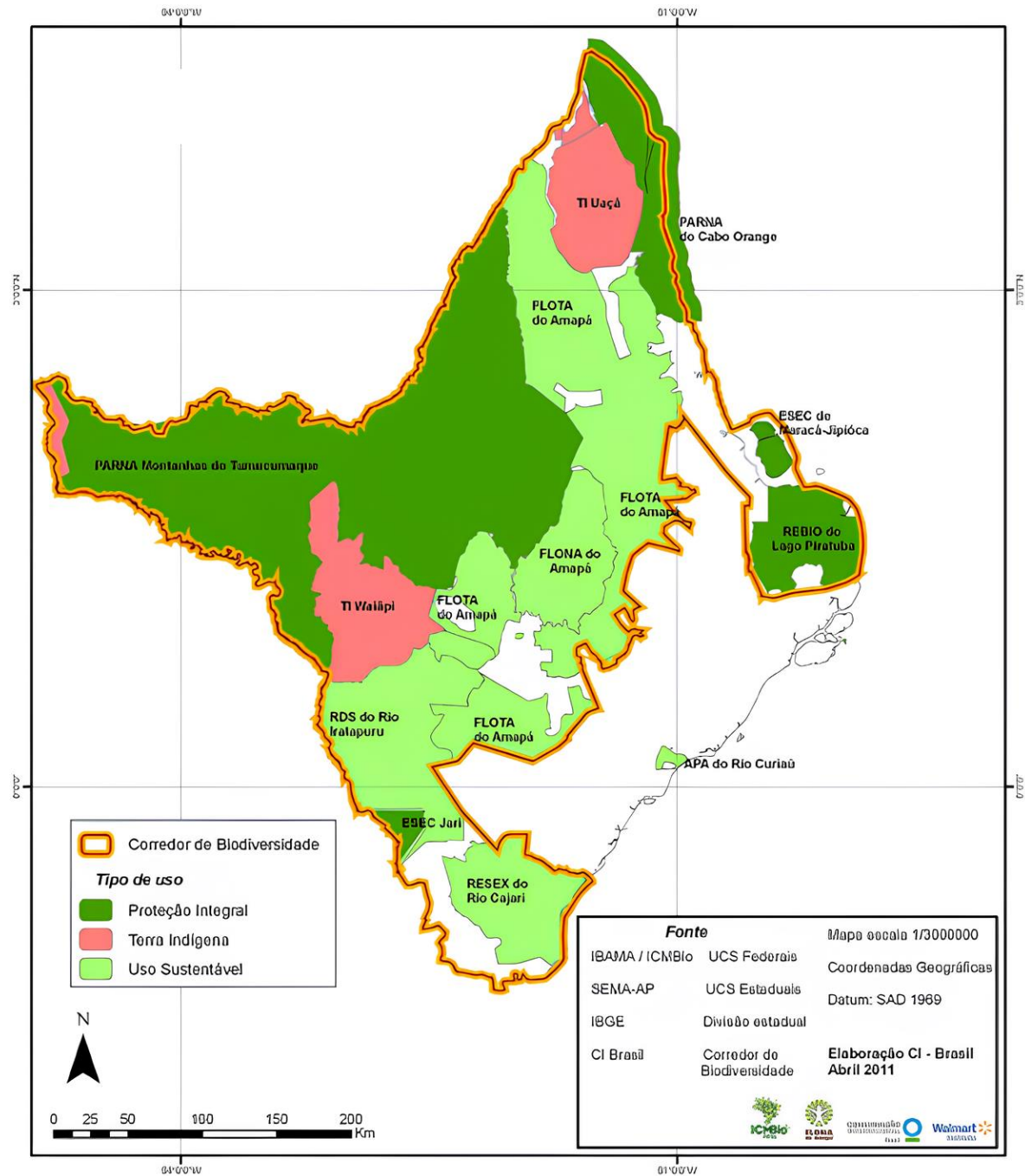
A FLOTA integra o Corredor da Biodiversidade do Amapá (Figura 6), classificado pelo Conservação Internacional (2009) como uma das propostas mais inovadoras de conservação da biodiversidade do mundo. Ao todo, compõem este Corredor, doze unidades de conservação (federais, estaduais e municipais) e cinco terras indígenas, perfazendo aproximadamente 10 milhões de hectares, ou seja, 70% do território amapaense em áreas protegidas. De acordo com ICMBio (2014) 97% do território do estado ainda permanece com sua cobertura florestal original com potencial de uso sustentável.

Figura 5. Mapa da Floresta Estadual do Amapá.



Fonte: Do autor (2013).

Figura 6. Corredor da Biodiversidade do Amapá.



Fonte: Conservação Internacional (2006).

A FLOTA abriga uma impressionante variedade de biodiversidade, incluindo várias espécies de plantas e animais que são endêmicas da região amazônica. Entre as espécies de fauna, destacam-se mamíferos como a onça-pintada (*Panthera onca*), o tamanduá-bandeira (*Myrmecophaga tridactyla*) e diversas espécies de primatas. A avifauna também é extremamente rica, com inúmeras espécies de aves, algumas das quais raras e ameaçadas. A

flora é igualmente diversa, com espécies arbóreas de grande valor ecológico e econômico, como a castanheira-do-brasil (*Bertholletia excelsa*), a andiroba (*Carapa guianensis*) e o açai (*Euterpe oleracea*) (IEF, 2014).

Estabelecida como uma unidade de uso sustentável, significa que seus recursos naturais podem ser utilizados de maneira que não comprometa a integridade dos ecossistemas. Isso inclui o manejo florestal sustentável, a coleta de produtos florestais não madeireiros, como frutas e sementes, e a promoção de atividades econômicas compatíveis com a conservação. Outro objetivo fundamental da FLOTA é contribuir para o desenvolvimento socioeconômico das comunidades locais (IEF, 2014). Áreas protegidas podem oferecer oportunidades para geração de emprego e renda através de atividades sustentáveis, além de fomentar o fortalecimento das comunidades tradicionais e indígenas, respeitando seus conhecimentos e modos de vida.

A ideia de criar a referida Unidade de Conservação foi inspirada pelo estudo de Veríssimo et. al (1999) intitulado "O setor madeireiro no Amapá: Situação atual e perspectivas para o desenvolvimento sustentável". Esse estudo destacou a necessidade de planejar o setor madeireiro e de estabelecer uma floresta estadual com foco na produção. O estudo supracitado está organizado em seis capítulos, que vão desde o contexto da exploração madeireira no Amapá, destacando a importância do setor para a economia local e os desafios enfrentados para alcançar um desenvolvimento sustentável, passando por métodos, resultados e propostas específicas para o desenvolvimento do setor, como a criação de Florestas Estaduais de Produção sob regime de manejo sustentável.

A criação destas Florestas Estaduais de Produção no Amapá deverá ser baseada em um planejamento estratégico para reduzir ou evitar conflitos de terra. Em princípio, essas florestas devem ser estabelecidas em áreas de baixa densidade demográfica (VERÍSSIMO et al, 1999).

A criação da FLOTA também pode ter sido marcada por alguns equívocos em sua concepção e delimitação. Um dos problemas identificados é a definição dos limites da unidade de conservação, que em alguns casos pode não ter levado plenamente em consideração as realidades ecológicas e socioeconômicas locais. A inclusão de áreas já ocupadas ou utilizadas por comunidades e atividades econômicas tradicionais pode ter gerado conflitos desnecessários e dificultado a implementação de medidas efetivas de conservação.

Áreas de FLOTA como conhecemos, apresentam sobreposições com áreas já criadas anteriormente, por exemplo, a RPPN Seringal do Triunfo criada em 1998 (área de aproximadamente 12 mil hectares), o Projeto de Assentamento Agro Extrativista Maracá, RDS Iratapuru, Parque Nacional do Cabo Orange, Parque Nacional Montanhas do Tumucumaque,

Floresta Nacional do Amapá, Quilombo do Cunani. As sobreposições com Projetos de Assentamentos (P.A.) foram discutidas em um Grupo Executivo entre INCRA e Governo do Estado do Amapá com o objetivo de promover a definição dos limites geográficos entre os 17 P.A.s e a FLOTA (SEMA; IEF, 2013), mediante acordos técnicos e critérios socioambientais. No relatório final consta o acordo entre as partes de ajustes nos limites da FLOTA e de assentamentos.

Um documento essencial para a gestão de Unidades de Conservação é o plano de manejo, definindo diretrizes e ações necessárias para alcançar os objetivos de conservação e uso sustentável. O plano de manejo da FLOTA abrange vários aspectos, desde o zoneamento da área até estratégias específicas para o manejo dos recursos naturais e a integração das comunidades locais. O zoneamento é um elemento central do plano de manejo, estabelecendo diferentes zonas dentro da FLOTA com base em seus objetivos de conservação e uso.

O plano de manejo aborda essas questões através de:

- Fiscalização e Controle: fortalecimento das ações de fiscalização e controle para prevenir e combater atividades ilegais dentro da FLOTA.
- Parcerias com Órgãos de Segurança: colaboração com órgãos de segurança pública e ambientais para reforçar a presença na área e aumentar a eficácia das operações de fiscalização.
- Campanhas de Sensibilização: desenvolvimento de campanhas de sensibilização para informar a população sobre os impactos negativos do desmatamento e da exploração ilegal, promovendo a importância da conservação.

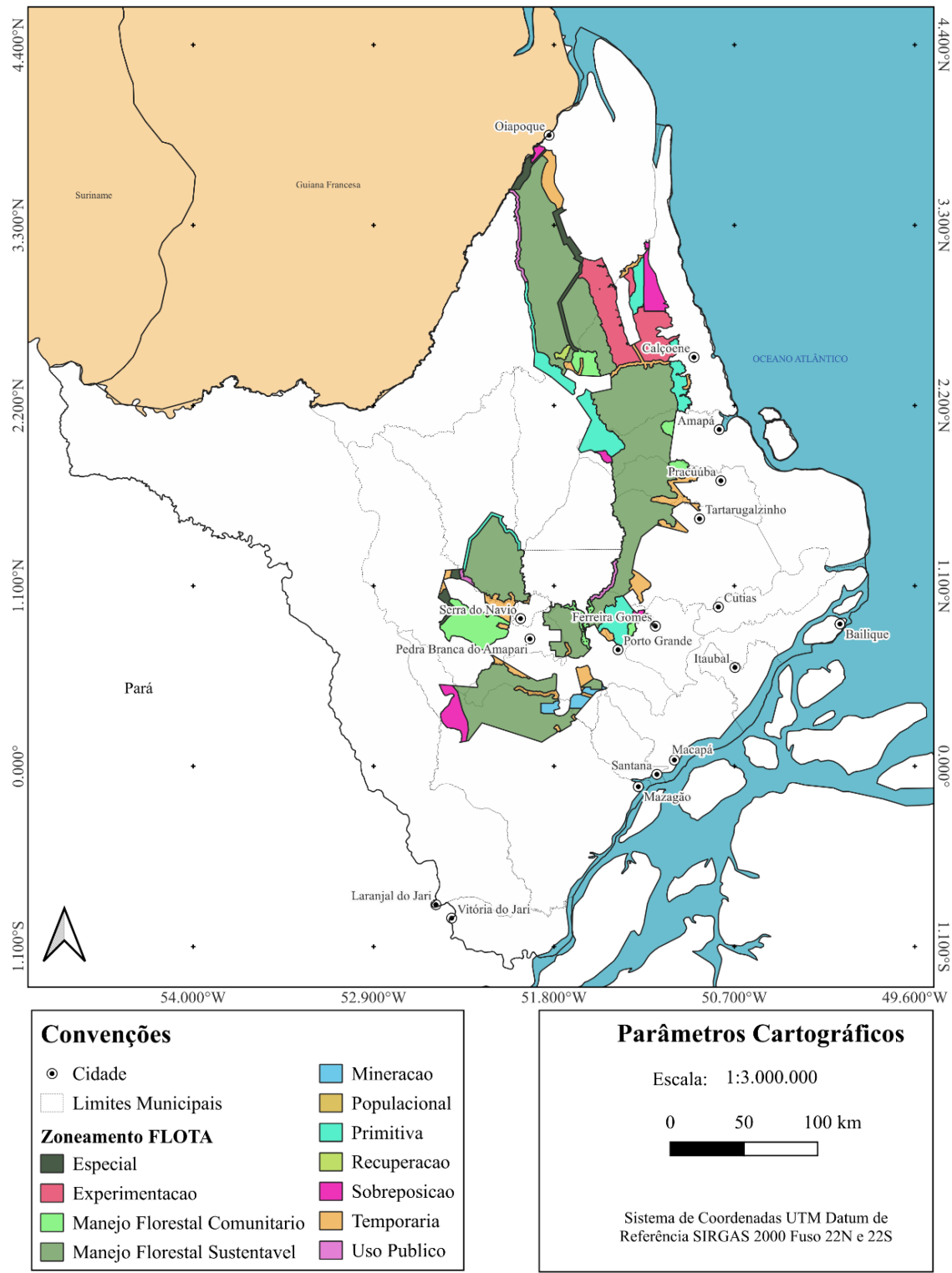
Em seu plano de manejo, a FLOTA está dividida em 11 zonas (Figura 7), cada uma com regras próprias de uso e suas restrições. São elas: Primitiva, Experimentação, Uso Público, Uso Especial, Manejo Florestal Comunitário, Manejo Florestal Sustentável, Populacional, Temporária, Mineração, Recuperação e Sobreposição.

O SNUC define o zoneamento como definição de setores ou zonas dentro de uma unidade de conservação, estabelecendo objetivos de manejo e normas específicas. Seu propósito é criar condições que garantam o cumprimento harmonioso e eficaz dos objetivos da unidade.

Galante; Beserra; Menezes (2002) destaca que o zoneamento é uma ferramenta de ordenamento territorial que busca otimizar os resultados no manejo da Unidade. Ele define usos específicos para cada zona, de acordo com os objetivos estabelecidos, garantindo uma proteção

mais eficaz. Assim, cada área será gerida com base em normas previamente determinadas, alinhadas às suas características e finalidades.

Figura 7. Zoneamento da FLOTA.



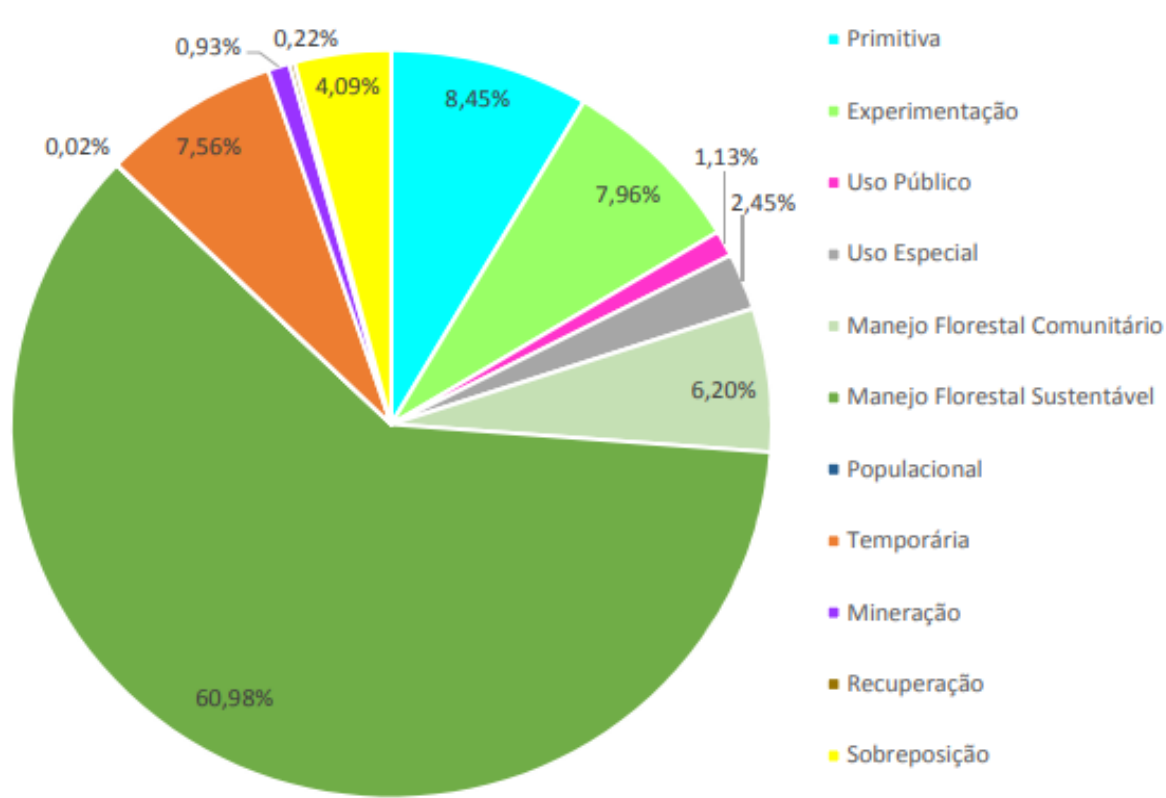
Fonte: Do autor (2025).

Para Campos e Lima (2020) o zoneamento é um dos principais componentes, pois define as zonas com diferentes níveis de proteção e determina as formas de uso dentro da Unidade de Conservação, ou seja, é resultado da conciliação entre as dimensões físicas, biológicas e socioeconômicas.

O zoneamento é uma etapa crucial para a eficiência do Plano de Manejo, cuja delimitação deve basear-se na compreensão da natureza, das funções e das limitações da unidade (MAGANHOTTO et al., 2020).

A Figura 8 ilustra a proporção das áreas designadas para cada zona dentro do plano de manejo da Floresta Estadual do Amapá, evidenciando como o território foi distribuído com base nos critérios e objetivos de gestão definidos. Essa representação visual permite compreender de forma clara a extensão relativa de cada zona, destacando as prioridades de uso e proteção estabelecidas para a unidade de conservação.

Figura 8. Proporção de área para cada zona da FLOTA.



Fonte: Plano de Manejo da FLOTA (2014)

Apesar dos esforços para integrar as comunidades locais, há conflitos relacionados ao acesso aos recursos naturais e à participação nos processos de decisão. A demanda crescente

por terras para a agricultura e a pecuária também exerce pressão sobre a área, resultando em conflitos entre os interesses de conservação e os de desenvolvimento econômico. Esses desafios são agravados por limitações na capacidade de fiscalização e controle, que frequentemente são insuficientes para conter as atividades ilegais.

Os aspectos legais da concepção e processos participativos para criação e gestão da FLOTA estão descritos detalhadamente em Costa (2006), dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Gestão dos Recursos Naturais e Desenvolvimento Local na Amazônia, do Núcleo de Meio Ambiente, da Universidade Federal do Pará.

3.3 Metadados geoespaciais

Os metadados são definidos de acordo com a INDE como:

Conjunto de informações descritivas sobre os dados, que inclui as características do seu levantamento, da sua produção, da sua qualidade e da estrutura de armazenamento, essenciais para promover a sua documentação, a sua integração e a sua disponibilização, e possibilitar a sua busca e a sua exploração (BRASIL, 2008, art 2º, II).

Metadados podem ser compreendidos como dados sobre dados (FELIPE e NASCIMENTO, 2024), funcionando como atributos de recursos informacionais — físicos ou digitais — com a finalidade de identificá-los, descrevê-los e permitir seu uso eficiente por usuários e sistemas (PEREIRA, 2023).

A análise feita por Řezník et al. (2022) mostra como uma estrutura de metadados bem definida facilita a descoberta, a compreensão e o uso eficaz de serviços e repositórios de dados geoespaciais. Conforme discutido por Kalantari et al. (2021), a padronização com base em normas como a ISO 19115:2014 é essencial para assegurar interoperabilidade entre plataformas e promover a reutilização eficiente da informação espacial.

Loti et al (2019) dizem que, atualmente, a norma ISO 19115 é amplamente reconhecida como adequada para aplicação em departamentos e agências internacionais responsáveis pela produção de dados geoespaciais. Sua consolidação como um padrão de fato evidencia essa adequação, sendo adotada como referência na definição de metadados geoespaciais em diversas Infraestruturas de Dados Espaciais (IDE) ao redor do mundo, incluindo a Infraestrutura Nacional de Dados Geoespaciais (INDE) brasileira. Essa padronização foi abordada no trabalho

de Verdu-Candela et al. (2023), que ressaltam como essas normas são aplicadas em diferentes tipos de serviços e aplicações cartográficas.

Com o objetivo de padronizar os metadados geoespaciais, a Comissão Nacional de Cartografia (CONCAR) desenvolveu, em 2009, o Perfil de Metadados Geoespaciais do Brasil – Perfil MGB, baseado na norma ISO 19115:2003 (CONCAR, 2009). Com o passar do tempo e o avanço das normas internacionais, tornou-se necessário atualizar o Perfil MGB. Em 2021, o IBGE, em colaboração com a Diretoria de Serviço Geográfico do Exército, lançou a versão 2.0 do perfil, agora compatível com a ISO 19115:2014. Segundo Viqueira et al. (2020), atualizações como essa são cruciais para manter a relevância e funcionalidade dos padrões em um cenário de dados em constante transformação. Como apontado por Agrawal et al. (2022), a padronização é o alicerce que sustenta repositórios nacionais e globais de dados geoespaciais.

Pesquisas mostram que diversas organizações enfrentam dificuldades na adoção desses padrões, principalmente devido à sua complexidade e à ausência de atualizações frequentes. Um exemplo relevante é a dissertação de mestrado apresentada na Universidade Federal de Viçosa, na qual foram propostos aprimoramentos no Perfil MGB, com sugestões de adequações visando alinhar o perfil às atualizações da norma ISO 19115:2014 e tornar sua implementação mais acessível para instituições e empresas (LOTI, 2019). Isso vai ao encontro da proposta de Verdu-Candela et al. (2023), que destacam a importância de interfaces e modelos mais intuitivos para ampliar o uso de padrões de metadados.

Para o Comitê de Estruturação de Metadados Geoespaciais (CEMG), o objetivo do Perfil MGB é garantir que todos os órgãos responsáveis pela produção de dados geoespaciais, cartográficos e temáticos utilizem esse perfil na documentação das informações relativas aos produtos do Sistema Cartográfico Nacional (CONCAR, 2009).

O uso de softwares livres na documentação de dados espaciais tem se mostrado uma alternativa eficiente para reduzir o esforço envolvido na elaboração de metadados (SOUZA et al., 2013). Em sua análise sobre o uso de metadados no contexto acadêmico, Costa e Sampaio (2018) ressaltam que a escolha por ferramentas livres está associada ao compromisso com a integridade dos dados e à conformidade com o Perfil de Metadados Geoespaciais Brasileiro, contribuindo para o compartilhamento seguro e confiável de dados geoespaciais.

Mota e Moreira (2015) destacam que aplicações livres vêm superando obstáculos financeiros e logísticos enfrentados por gestores locais. O estudo conclui que essas ferramentas constituem uma alternativa sustentável e tecnicamente sólida em comparação às soluções proprietárias.

4 MATERIAL E MÉTODOS

A metodologia desta dissertação consistiu em três etapas integradas para a análise e apresentação dos dados sobre a Floresta Estadual do Amapá (FLOTA), com ênfase na aquisição e organização dos dados vetoriais, sistematização e validação no software QGIS, e customização de uma interface interativa utilizando a biblioteca Leaflet, cuja programação será implementada e ajustada no editor Notepad++. Cada etapa foi essencial para garantir a precisão, organização e acessibilidade dos dados, culminando na disponibilização de uma plataforma interativa que permitisse explorar e compreender as informações espaciais da unidade de conservação de maneira intuitiva.

Considerando-se a importância de garantir a fidedignidade dos dados e sua conformidade com os documentos técnicos da própria unidade de conservação, foi realizada, inicialmente, uma solicitação formal à Secretaria de Estado do Meio Ambiente (SEMA/AP), órgão responsável pela gestão da UC.

Os dados vetoriais solicitados foram em formato *shapefile* (.shp), e seus metadados de preferência no padrão ISO 19115, das informações bióticas e abióticas do Plano de Manejo da FLOTA (Apêndice A).

Essa abordagem incluiu, além da disponibilização de informação pela SEMA/AP, consultas a repositórios e plataformas governamentais, como o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), o Portal da Infraestrutura Nacional de Dados Espaciais (INDE), bem como a outras instituições de âmbito estadual, a exemplo do Instituto de Terras do Amapá (AMAPÁ TERRAS). A confiabilidade desses dados serviu para embasar análises e interpretações coerentes, assegurando a representatividade dos aspectos ambientais e de uso do solo que caracterizam a FLOTA.

A opção por dados provenientes do plano de manejo é importante, já que se trata de um documento oficial, elaborado e atualizado por técnicos especializados, que orienta o uso e a conservação da Unidade protegida e possui detalhamento cartográfico que legitima a integridade dos dados geoespaciais.

A confiabilidade dos dados é essencial para qualquer projeto de mapeamento interativo, especialmente em um contexto como o das Unidades de Conservação, onde decisões baseadas em informações imprecisas podem comprometer a proteção ambiental e a sustentabilidade. Muitos dados geoespaciais, especialmente aqueles relacionados a Unidades de Conservação, possuem restrições de uso ou necessitam de autorizações específicas para serem disponibilizados publicamente. O acesso legal e formal a esses dados evita possíveis problemas

jurídicos ou éticos, assegurando que o trabalho seja conduzido de forma íntegra e em respeito às regulamentações existentes

A precisão geográfica foi garantida pela definição de um sistema de coordenadas único e padronizado (SIRGAS 2000) que permitiu a compatibilidade dos dados do plano de manejo com outros dados espaciais que foram incorporados ao QGIS, como imagens de satélite e dados provenientes de bases cartográficas de agências governamentais. Uma vez adquiridos, os dados passaram pela sistematização e organização. Vale ressaltar que a origem dos dados também facilita a validação por pares em publicações científicas ou relatórios técnicos, consolidando o projeto como uma iniciativa confiável.

A base cartográfica principal foi construída e organizada no QGIS (versão 3.40 LTR). A partir da compilação das camadas que compõem o plano de manejo da unidade, foi possível configurar a simbologia de forma clara e padronizada. Cada camada foi submetida a validação topológica, que visa eliminar erros de geometria e de atributo descritivo decorrentes da digitalização vetorial e cuidadosamente nomeada e configurada com descrições que facilitam a sua identificação e compreensão.

Durante a fase de sistematização dos dados vetoriais, foi realizada uma avaliação criteriosa da tabela de atributos associada às camadas espaciais do plano de manejo. Essa análise teve como objetivo verificar a consistência, a relevância e a utilidade das informações contidas nas colunas da tabela. Com base em critérios técnicos, optou-se pela exclusão de campos considerados redundantes, incompletos ou que não apresentavam contribuição significativa para os objetivos da interface interativa. Essa depuração resultou em uma estrutura de atributos mais enxuta, funcional e compatível com os propósitos de visualização e interpretação das informações espaciais, favorecendo a usabilidade da ferramenta e a clareza na apresentação dos dados. As informações remanescentes, por sua vez, foram organizadas de forma a serem utilizadas nos *pop ups* do mapa interativo, permitindo que o usuário acesse rapidamente dados essenciais sobre os elementos geográficos representados, por meio de uma experiência intuitiva e informativa.

A padronização das camadas e atributos no QGIS é essencial para garantir que os dados estejam dispostos de maneira clara e coerente, tanto para facilitar a navegação pelos dados quanto para permitir atualizações e integrações futuras de maneira eficiente e sem perda de informação.

Esta etapa permitiu a criação de representações cartográficas claras e visualmente acessíveis, utilizando simbologias e legendas adequadas que facilitam a interpretação dos dados por diferentes públicos. O uso de paletas de cores intuitivas e simbologias padronizadas garante

que as informações sejam compreendidas tanto por especialistas em geoprocessamento quanto por gestores ambientais e membros da sociedade civil com menor familiaridade técnica. Essa acessibilidade visual é crucial para atingir os objetivos de transparência e comunicação estabelecidos para o produto desta dissertação.

Durante a sistematização, foram criados e armazenados metadados para cada camada no QGIS, especificando aspectos como a fonte, data de aquisição e características dos dados. Esses metadados fornecerão uma estrutura robusta de documentação que garantirá a rastreabilidade das informações e permitirá uma gestão mais segura e organizada dos dados.

O preenchimento dos metadados foi realizado de acordo com as diretrizes estabelecidas pela Infraestrutura Nacional de Dados Espaciais (INDE), seguindo os padrões da norma ISO 19115:2014, perfil sumarizado (Figura 10). Cada conjunto de dados geoespaciais foi descrito de forma detalhada, abrangendo informações como a identificação do recurso (título, resumo e palavras-chave), a origem dos dados (responsável pela produção, data de criação e atualizações), resolução espacial, os sistemas de referência utilizados, bem como as restrições de uso e acesso.

Tabela 2 - Perfil sumarizado do padrão ISO 19115:2014.

Entidades e elementos do Núcleo do Perfil MGB Sumarizado			
Entidade / Elementos	Obrigatoriedade	Entidade / Elementos	Obrigatoriedade
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. Responsável pelos Metadados	obrigatório
11. Extensão Temporal e Altimétrica	opcional	22. Data dos Metadados	obrigatório
		23. Status	obrigatório

Fonte: Perfil MGB (2009).

Durante o preenchimento, foi dada atenção especial para assegurar que os campos obrigatórios definidos pelo padrão ISO 19115:2014 estejam devidamente preenchidos, como o sistema de referência e categoria temática. Amorim, Martins e Camboin (2024) destacam que

a disponibilização de dados geográficos, mesmo quando em conformidade com as normas vigentes, não assegura seu uso efetivo, pois é essencial que esses dados sejam de fácil acesso.

Paralelamente, os dados foram submetidos a uma rigorosa etapa de validação topológica. Esse processo é realizado utilizando as ferramentas de análise de erros topológicos do QGIS, as quais identificaram possíveis inconsistências como sobreposições, interseções indesejadas e lacunas entre polígonos que poderiam comprometer a precisão das análises. A eliminação desses possíveis erros é fundamental para assegurar que os dados estejam corretos e preparados para a etapa final de visualização interativa.

A padronização dos dados durante essa fase é fundamental para garantir que as informações sejam corretamente integradas ao ambiente web, preservando a integridade e a funcionalidade dos mapas interativos.

Além das validações topológicas, os dados sistematizados no QGIS foram submetidos a uma integração com informações adicionais, como imagens de satélite e/ou dados topográficos obtidos de bases oficiais. Essa integração permitiu um cruzamento entre diferentes camadas e atributos espaciais, facilitando uma compreensão mais detalhada das interações e dinâmicas presentes na FLOTA.

A etapa final tratou-se da customização/personalização da interface interativa, desenvolvida com a biblioteca de código aberto Leaflet, que é responsável por disponibilizar os dados vetoriais em um formato acessível e interativo. Essa fase transcende a mera exibição de dados, pois envolve o design, a funcionalidade e a acessibilidade da plataforma, garantindo que ela não apenas atenda aos requisitos técnicos, mas também proporcione uma experiência de usuário intuitiva, eficiente e engajante. Para tal, foi utilizado o complemento QGIS2Web, uma ferramenta amplamente utilizada no ambiente QGIS para exportação de projetos cartográficos em formato web, com suporte às bibliotecas Leaflet e OpenLayers. Este processo compreendeu uma série de decisões técnicas e operacionais que permitiram transformar um projeto SIG em um produto acessível em navegadores web, sem necessidade de softwares especializados por parte do usuário final.

Inicialmente, no complemento QGIS2Web, foi realizada a estruturação das camadas vetoriais utilizadas no projeto, com base em critérios de relevância e clareza visual. Selecionaram-se apenas as camadas cuja presença na visualização inicial, ao abrir a aplicação, fosse essencial para a contextualização espacial e compreensão imediata do território da FLOTA — como limites da unidade de conservação, zona de amortecimento, limite municipal e sedes municipais. Camadas auxiliares, embora igualmente importantes, foram mantidas como

opções visíveis apenas mediante seleção pelo usuário, evitando poluição visual na interface inicial do mapa.

Ainda pelo QGIS2Web, foi realizada a configuração da lista de camadas, um elemento fundamental da interface interativa gerada. Essa lista foi ativada para permitir que o usuário possa alternar a visualização entre diferentes camadas, promovendo um alto grau de interatividade.

Outro aspecto fundamental tratado no emprego do QGIS2Web foi a implementação da função de *popup*, que permite a visualização de informações da tabela de atributos diretamente ao clicar em um objeto espacial no mapa. Para isso, previamente foram avaliadas e reestruturadas as tabelas de atributos de cada camada, como já mencionado na etapa anterior (eliminando colunas irrelevantes e uniformizando a apresentação dos dados). As colunas disponíveis foram aquelas com potencial informativo para o público interessado, tais como nome da zona de manejo, tipo de vegetação, tipo de solo, denominação de rios, entre outras. A configuração dos *popups* foi feita manualmente, selecionando quais campos seriam exibidos, bem como a ordem e o rótulo de cada um.

Outro recurso habilitado foi a caixa de seleção de camadas, permitindo que o usuário ative ou desative visualizações conforme seu interesse. Essa funcionalidade, combinada com o agrupamento temático das camadas (já realizado no ambiente QGIS), contribuiu significativamente para a navegabilidade e flexibilidade da interface interativa.

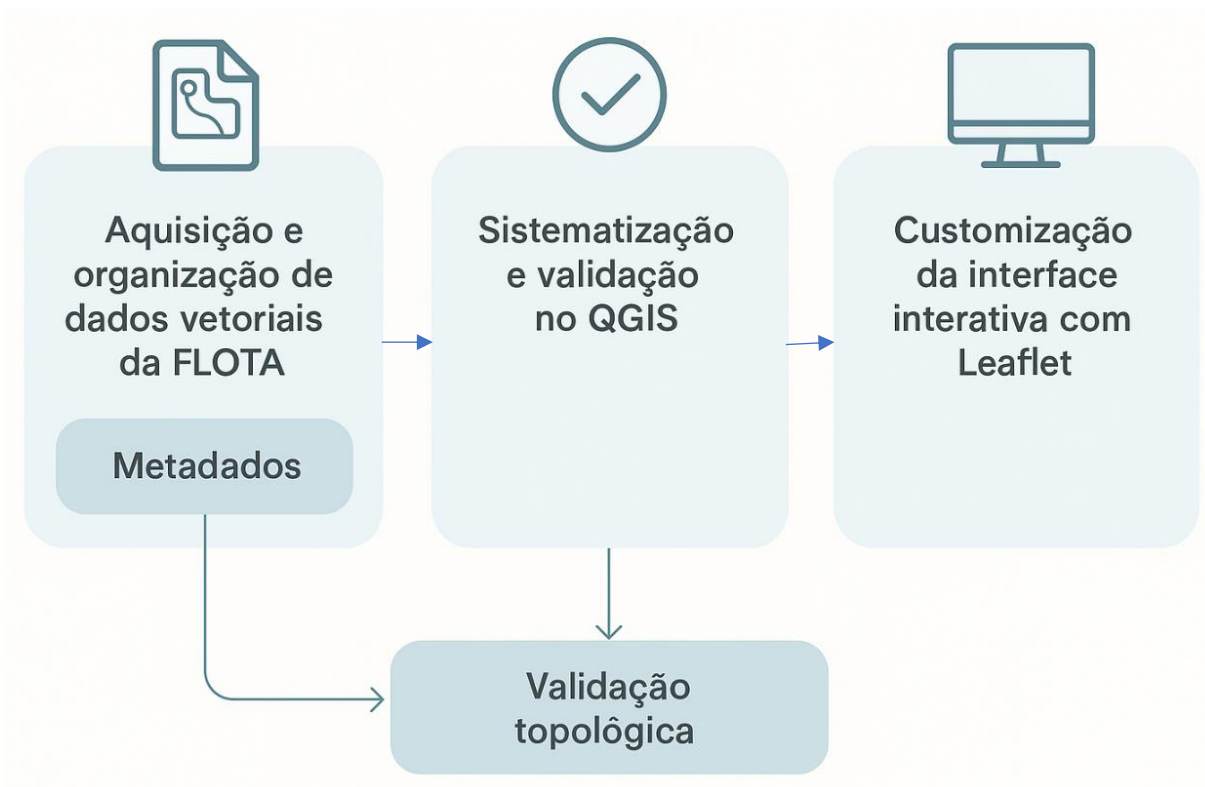
Todo o produto exportado pelo QGIS2Web gerou um conjunto de arquivos HTML (HyperText Markup Language), CSS (Cascading Style Sheets) e JavaScript, compatíveis com navegadores modernos, permitindo que o mapa seja hospedado e visualizado sem dependência de servidores SIG dedicados. Essa característica foi essencial para a proposta de democratização do acesso aos dados espaciais da FLOTA, garantindo que o conteúdo pudesse ser acessado mesmo por usuários com pouca familiaridade com softwares geográficos.

A criação da interface não apenas simplifica o acesso aos dados para usuários não especializados, mas também facilita a exploração dos atributos e informações geográficas da FLOTA. A edição da interface foi manipulada com o editor Notepad++, onde o código em JavaScript e HTML foi analisado e ajustado linhas de código implementando as funcionalidades da biblioteca Leaflet de maneira eficiente e organizada. O Notepad++ foi escolhido por sua versatilidade, permitindo a edição e gestão do código com destaque de sintaxe, função essencial para a organização e depuração do código. As funcionalidades de edição múltipla e busca avançada do Notepad++ permitiram que o código da interface fosse facilmente manipulado e ajustado para comportar as diversas interações e visualizações implementadas.

Dentro da interface, a biblioteca Leaflet oferece ferramentas interativas que possibilitam uma navegação intuitiva e detalhada pelos dados. Funções de zoom e pop-ups informativos, mapa de navegação e abas interativas com informações relevantes foram inseridos para ampliar a compreensão dos dados, possibilitando que o usuário explore as informações da FLOTA com facilidade. As funções interativas permitiram que os dados fossem explorados em múltiplas escalas e camadas, proporcionando uma visão holística das dinâmicas espaciais da FLOTA e permitindo uma análise personalizada de acordo com o interesse e necessidade de cada usuário.

A construção de uma interface amigável e dinâmica foi crucial para tornar os dados geoespaciais compreensíveis e utilizáveis por públicos diversos. As etapas estão ilustradas na figura 9.

Figura 9. Fluxograma das etapas da metodologia.



Fonte: Do autor (2025).

Essa personalização da interface teve como base os princípios de usabilidade e acessibilidade, visando garantir que a ferramenta possa ser utilizada por diferentes perfis de público, desde técnicos ambientais até estudantes, gestores públicos, membros de comunidades locais e cidadãos interessados na conservação ambiental. A linguagem visual do mapa foi pensada para ser clara, com cores contrastantes e simbologias intuitivas com o propósito de

garantir que a informação não apenas estivesse disponível, mas também compreensível, contribuindo diretamente para a redução de erros de interpretação. A simplificação visual e textual das camadas do plano de manejo é um avanço considerável frente aos documentos técnicos tradicionais, que muitas vezes são de difícil leitura para não especialistas.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A organização e implementação de uma IDE envolve um conjunto de processos técnicos que, embora fundamentais para a consolidação de sistemas geoespaciais funcionais e confiáveis, são frequentemente subestimados em termos de sua complexidade e dos desafios operacionais associados. Entre as principais dificuldades enfrentadas ao longo da estruturação da IDE voltada à sistematização e divulgação das informações espaciais da FLOTA/AP, destacam-se a ausência total de metadados padronizados, a inexistência de documentação técnica adequada, bem como a carência de informações essenciais sobre a escala cartográfica, a precisão posicional e a qualidade temática dos dados disponibilizados.

Apesar da formalidade do pedido e da clareza quanto à finalidade acadêmica, a mesma retornou, parcialmente, com dados não correspondentes ao solicitado, o que comprometeu o cronograma de trabalho inicialmente proposto. Diante dessa limitação, adotou-se uma estratégia paralela de busca por fontes públicas alternativas que disponibilizassem, ainda que parcialmente, os mesmos dados necessários à estruturação da interface interativa.

A ausência de metadados constitui um dos principais entraves para a confiabilidade e interoperabilidade dos dados espaciais. Em um contexto ideal, os metadados desempenham papel essencial ao descrever o conteúdo, a qualidade, a condição e outras características relevantes de um conjunto de dados geográficos, servindo como documentação indispensável para seu uso responsável. A realidade observada durante a coleta e sistematização dos dados oficiais relacionados ao plano de manejo da unidade de conservação revelou um cenário em que muitos dos arquivos vetoriais encontrados não possuíam qualquer estrutura formal de metadados. Essa ausência dificultou imensamente o entendimento sobre a origem dos dados, os métodos utilizados em sua produção, a escala de representação, o sistema de referência espacial, a data de atualização e outras informações críticas para a correta interpretação e integração das camadas temáticas em ambiente SIG.

Esse déficit informacional acarreta uma série de consequências práticas, entre as quais se destaca a necessidade de execução de etapas adicionais de verificação, validação e, em muitos casos, retrabalho. Por exemplo, na ausência da identificação do sistema de referência de

coordenadas (SRC), tornou-se necessário realizar testes comparativos para aferição do posicionamento das feições espaciais em relação a outras camadas de referência confiável, como bases topográficas ou imagens de satélite georreferenciadas. Tal procedimento, embora tecnicamente viável, consome tempo significativo. Consequentemente, parte significativa do tempo de trabalho envolvida neste trabalho foi dedicada à reestruturação e à correção de inconsistências nos dados originais.

A falta de padronização dos dados espaciais recebidos também comprometeu a integração eficiente entre diferentes camadas. Em diversos casos, os dados apresentavam diferentes sistemas de referência espacial, formatos e nomenclaturas, exigindo a adoção de processos de reprojeção e uniformização dos dados para possibilitar a sobreposição e análise conjunta das informações. Além disso, algumas camadas possuíam geometrias corrompidas ou inválidas, o que inviabilizava sua correta visualização e processamento nos sistemas SIG utilizados. Nesses casos, foi necessário empregar ferramentas de validação topológica e correção automática ou manual das feições, ampliando ainda mais a carga de trabalho demandada.

Para Barroso (2022) a construção de uma IDE pode contribuir para o fortalecimento do componente de normas e padrões nas instituições, ao buscar suprir a carência de padronização dos dados geoespaciais e garantir a interoperabilidade das informações.

O cenário descrito demonstra que a implementação de uma infraestrutura de dados espaciais vai muito além da simples reunião de arquivos vetoriais ou *raster*. Trata-se de um processo que exige uma abordagem metodológica rigorosa, pautada em boas práticas de documentação, padronização, controle de qualidade e interoperabilidade. A falta de atenção a esses aspectos durante a produção e disponibilização inicial dos dados resulta em um efeito cascata que impacta todas as fases subsequentes da organização, análise, visualização e uso das informações.

A utilização dessas fontes alternativas possibilitou a compilação preliminar de camadas vetoriais compatíveis com o conteúdo do plano de manejo, ainda que, em alguns casos, com necessidade de adequação de projeções, padronização de atributos e verificação de conformidade cartográfica. Essas limitações demandaram posterior validação cruzada dos dados obtidos, reforçando a importância de se estabelecer mecanismos institucionais mais eficientes para o compartilhamento oficial e transparente de informações espaciais estratégicas por parte dos órgãos gestores.

Nos casos em que os metadados foram fornecidos pelas instituições responsáveis, sua obtenção se deu majoritariamente por meio de arquivos em formato PDF ou pelo link do

catálogo de metadados do IBGE na plataforma GeoNetwork (software livre), os quais foram devidamente organizados e disponibilizados na página de abertura da interface desenvolvida. Essa medida teve por objetivo assegurar que os usuários da plataforma pudessem acessar as informações de origem, escala, sistema de referência, data de produção e finalidade de uso dos dados espaciais, mesmo que de forma não automatizada. Os arquivos de metadados disponibilizados foram mantidos em sua integridade original, preservando os critérios técnicos e administrativos definidos pelos produtores dos dados.

Para uma parcela significativa das camadas vetoriais coletadas verificou-se a completa ausência de metadados. Para Campos (2022) essa situação é reflexo de uma realidade observada em diversas instituições públicas brasileiras, onde a ausência de uma cultura consolidada de gestão e compartilhamento de dados espaciais compromete a efetividade das políticas públicas. Diante desse cenário, foi necessário um esforço humano criterioso para a elaboração manual de metadados descritivos que atendessem, minimamente, às diretrizes recomendadas por normas técnicas como a ISO 19115:2014. Esse trabalho envolveu a análise da geometria, atributos, simbologia e contexto de uso de cada camada, bem como a realização de cruzamentos com fontes de referência conhecidas.

A tabela 3 mostra as principais dificuldades encontradas e a proposição de alternativas para contornar esta situação.

Tabela 3 - Dificuldades e propostas para implementar serviço geoespacial.

Dificuldade Identificada	Solução Sugerida (baseada na INDE/Perfil MGB)
Ausência total de metadados padronizados	Implementar o uso do Perfil MGB 2.0 da INDE, com capacitação institucional para preenchimento de metadados mínimos obrigatórios definidos conforme ISO 19115:2014.
Inexistência de documentação técnica adequada	Adotar modelos de ficha técnica conforme diretrizes da INDE, incluindo histórico de produção, metodologia, escalas e sistema de referência espacial.
Arquivos vetoriais sem identificação de SRC	Utilizar ferramentas automatizadas para verificação e definição de sistema de referência, conforme padrões definidos no item “referência espacial” do Perfil MGB.

Dificuldade Identificada	Solução Sugerida (baseada na INDE/Perfil MGB)
Camadas com geometrias corrompidas ou inválidas	Aplicar validação topológica sistemática utilizando ferramentas como QGIS, conforme boas práticas de qualidade descritas pela INDE.
Carência de cultura institucional de gestão e compartilhamento de dados espaciais	Implementar políticas institucionais de governança de dados e normativas internas obrigando a publicação de dados geoespaciais com metadados completos, conforme orientações da INDE.

Fonte: Do autor (2025).

Como destaca Nakamura (2010), esses desafios podem ser superados por meio de soluções alternativas, mas ignorá-los pode gerar barreiras na implantação da IDE, como elevação dos custos, maior tempo dedicado ao projeto, redução do engajamento dos principais envolvidos e complicações na integração com outras IDE's.

4.1 Interface de apresentação

Como parte da apresentação dos resultados deste trabalho, foi desenvolvido um produto digital em formato geoportal, denominado GeoFLOTA, que serve como uma interface central de acesso às informações sistematizadas sobre a Floresta Estadual do Amapá (FLOTA/AP).

Martins et al (2022) dizem que os geoportais desenvolvidos no âmbito das IDEs devem disponibilizar aos usuários interfaces tecnológicas que sejam, ao mesmo tempo, robustas em termos de funcionalidades e desempenho, e intuitivas quanto ao seu uso. Maguire e Longley (2004) corroboram que portais são sites que funcionam como uma porta ou acesso a uma coleção de recursos informacionais, incluindo conjuntos de dados, serviços, manuais, notícias, tutoriais, ferramentas e uma coleção organizada de links.

Os geoportais são, provavelmente, a parte mais visível das IDEs, pois representam a principal interface por meio da qual os usuários podem pesquisar e localizar recursos geoespaciais; essa interface, geralmente baseada na Web e com a presença de um mapa, possibilita a interação dos usuários finais com o sistema e a realização de buscas (HU, 2017).

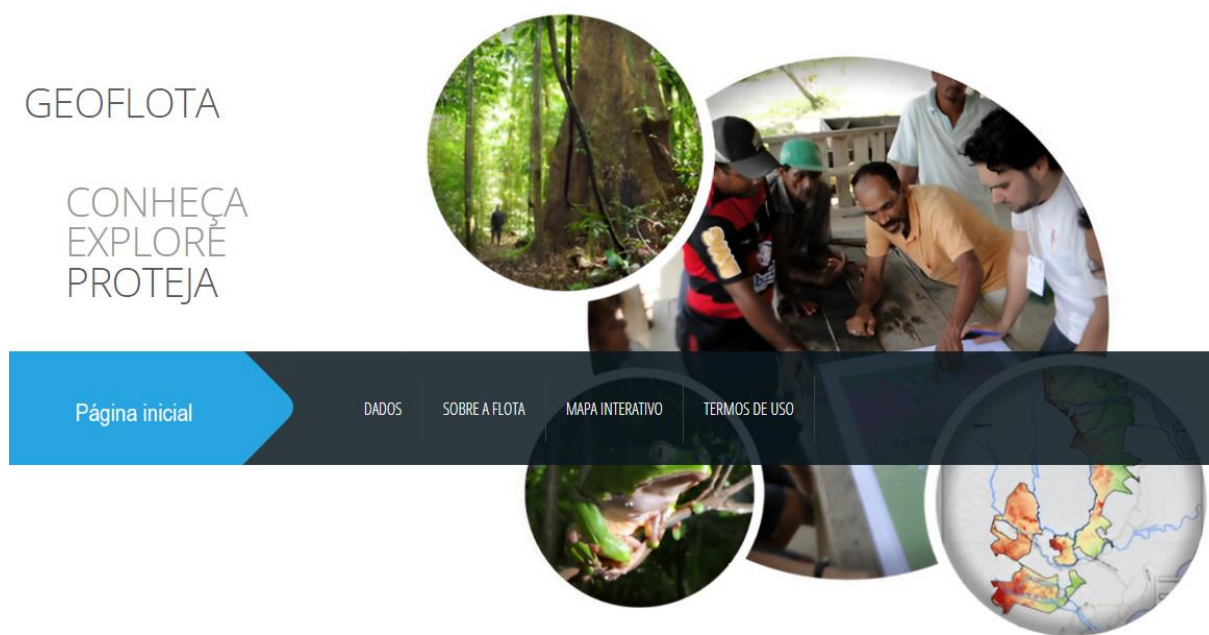
A criação do GeoFLOTA não apenas oferece uma ferramenta concreta de acesso aos resultados desta pesquisa, mas também representa uma proposta que pode ser replicável para outras Unidades de Conservação. GeoFLOTA é uma infraestrutura de serviços integrados, que

permite fornecer, em ambiente web, informações relacionadas à Floresta Estadual do Amapá, voltado para facilitar o acesso a dados geoespaciais, possibilitando a obtenção de informações espaciais de maneira ágil, prática e intuitiva.

O GeoFLOTA foi construído utilizando linguagem de marcação HTML, permitindo compatibilidade com navegadores modernos e flexibilidade para inserção de elementos interativos com o objetivo de proporcionar uma plataforma leve, acessível e funcional, alinhada aos princípios do software livre e à proposta de democratização dos dados geoespaciais públicos. Para Junior e Patrício (2015) o HTML é uma linguagem usada para descrever páginas. Sua principal característica é a simplicidade e a facilidade de implementação, fatores que contribuíram significativamente para sua ampla adoção.

A interface foi testada nos navegadores Chrome, Firefox e Edge. A estrutura do GeoFLOTA foi organizada em quatro seções principais, apresentadas por meio de um menu de navegação (Figura 10).

Figura 10. Página inicial do GeoFLOTA.



Fonte: Do autor (2025).

A primeira seção, intitulada “DADOS” (Figura 11), oferece ao usuário a possibilidade de acessar os arquivos vetoriais utilizados na composição do mapa interativo da FLOTA. Esses dados estão disponíveis para download, acompanhados de seus respectivos metadados. Essa seção tem como finalidade garantir a transparência e a reusabilidade dos dados utilizados,

fornecendo informações técnicas essenciais como origem, escala, data de atualização e sistema de referência.

Figura 11. Seção “Dados” da página GeoFLOTA



Fonte: Do autor (2025).

A segunda seção, “Sobre a FLOTA” (Figura 12), apresenta uma síntese do contexto institucional, legal e ambiental da Unidade de Conservação, com base nos dados oficiais do plano de manejo. São abordados aspectos como abrangência da Unidade, seus objetivos de conservação, disponibilização da Lei de criação da UC e link para download completo do Plano de Manejo. Essa parte do site tem como função situar o usuário no escopo da área protegida, promovendo o entendimento do seu papel ecológico e social dentro do território estadual.

Figura 12. Seção FLOTA da página GeoFLOTA.



Fonte: Do autor (2025).

A seção “Mapa Interativo” constitui o núcleo do GEOFLOTA e o principal produto desta dissertação. Nela, o usuário tem acesso ao mapa interativo desenvolvido com o QGIS, exportado por meio do complemento QGIS2Web e customizado com a biblioteca Leaflet. A interatividade e a responsividade da visualização foram projetadas para atender tanto ao público técnico quanto ao leigo, permitindo o uso em diferentes contextos educacionais, acadêmicos ou institucionais. Em uma seção desta dissertação será discutido o mapa interativo.

Por fim, a seção “Termos de Uso” (Figura 13) esclarece as condições legais e éticas para o uso das informações disponibilizadas na plataforma. Nessa parte, são abordados pontos como as limitações de responsabilidade quanto à precisão cartográfica, boas práticas de citação da fonte e a informação que a plataforma coleta apenas dados técnicos essenciais para melhoria da experiência do usuário.

Figura 13. Seção “Termos de uso” da página GeoFLOTA.



Fonte: Do autor (2025).

4.2 Mapa interativo do GeoFLOTA

A ferramenta QGIS2Web mostrou-se eficaz para a conversão da base geoespacial em uma aplicação navegável. Esse complemento permitiu exportar diretamente os dados vetoriais, 18 camadas (Figura 14), e sua simbologia para formatos compatíveis com a biblioteca Leaflet, mantendo a interatividade das camadas, legendas, *pop-ups* e controle de camadas. O resultado é um mapa navegável, que pode ser ampliado, reduzido, clicado e consultado em tempo real pelo usuário. A utilização do QGIS2Web atendeu plenamente ao objetivo de implementar uma solução baseada em software livre, sem custos de licenciamento e com suporte ativo da comunidade de usuários.

O mapa interativo inclui *popups* personalizados, alimentados com os dados relevantes das tabelas de atributos, previamente filtradas e tratadas. Esses *popups* mostraram-se eficientes para transmitir informações pontuais e descritivas sobre elementos específicos. Esse recurso contribui para a valorização do dado espacial como elemento narrativo e explicativo da feição. Exemplo de *popup* na Figura 15 ao clicar sobre a camada “Geologia”.

Figura 15. *Popup* apresentado sobre a camada geologia.

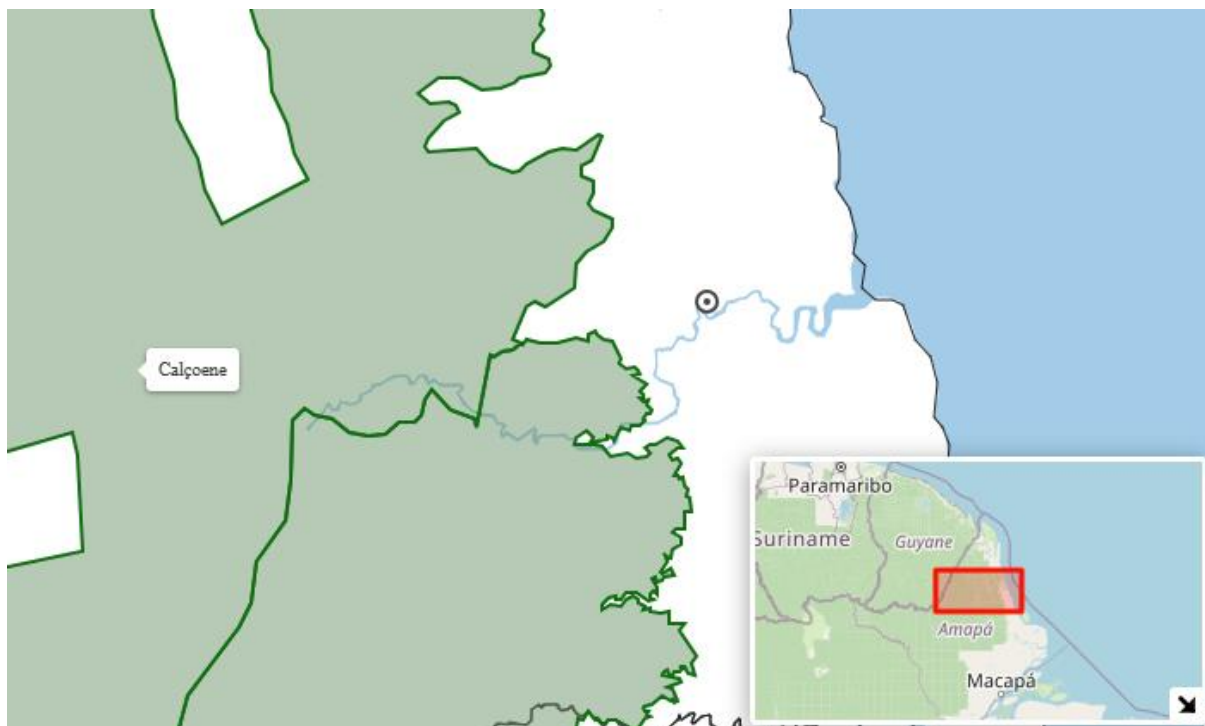


Fonte: Do autor (2025).

Com a base do mapa inserida na interface, iniciou-se a etapa de personalização e aprimoramento das funcionalidades interativas por meio da biblioteca JavaScript Leaflet. Foram adicionados elementos que ampliam a usabilidade e a experiência do usuário, como a inclusão de um mini mapa retrátil no canto inferior direito da tela e uma barra lateral retrátil.

Esse mini mapa fornece uma visão geral da localização da unidade dentro de um contexto mais amplo, facilitando a orientação espacial e a compreensão da posição relativa da FLOTA em relação ao restante do território estadual (Figura 16). A funcionalidade é especialmente útil para usuários não familiarizados com a geografia local, pois permite identificar com facilidade a inserção regional da unidade de conservação.

Figura 16. *Popup* apresentado sobre a camada geologia.



Fonte: Do autor (2025).

A barra lateral retrátil conta com descrições dos elementos do plano de manejo (Figura 17), um tutorial de uso do mapa interativo (Figura 18) e seu termo de uso (Figura 19), facilitando a contextualização de cada dado apresentado. O mapa também é configurado para permitir visualização eficiente em diferentes dispositivos, como computadores e celulares, ampliando o alcance da plataforma.

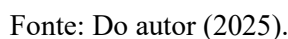


Figura 18. Tutorial do mapa interativo.

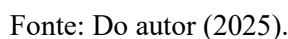
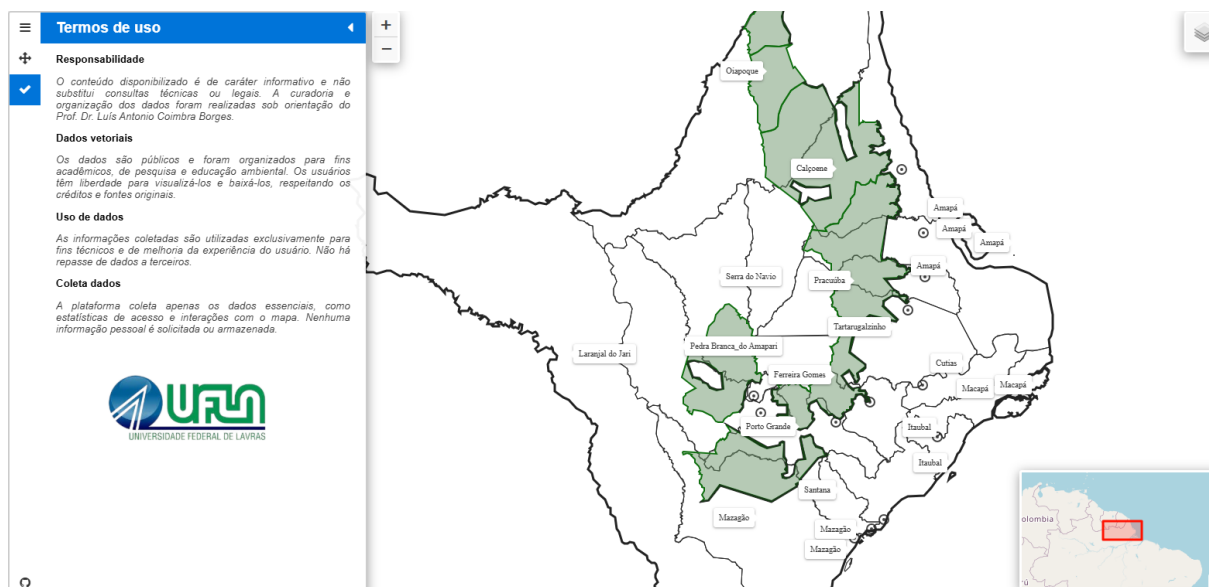


Figura 19. Termos de uso do mapa interativo.



Fonte: Do autor (2025).

O código gerado pode ser facilmente modificado para incluir recursos adicionais, o que foi essencial para a customização do mapa segundo as necessidades do produto final. De acordo com as diretrizes propostas pela Global Spatial Data Infrastructure (GSDI, 2004), em um cenário ideal, as bases de dados espaciais devem ser acessíveis e disponibilizadas a baixo custo, por meio de ambientes intuitivos e de fácil uso, de modo a atender às demandas do setor público e incentivar a participação de outros produtores de dados.

A presença de uma plataforma acessível pela internet, baseada em código aberto e de fácil navegação, responde diretamente ao objetivo de subsidiar a gestão e o planejamento da unidade. Os gestores públicos podem utilizar a ferramenta como suporte em reuniões, apresentações, planejamento de ações de fiscalização, elaboração de relatórios e comunicação institucional. Dias e Figueirôa (2020) destacam que o uso dessas tecnologias auxilia em diversas etapas do planejamento, criação, pesquisa e monitoramento de unidades de conservação, favorecendo a elaboração de planos de manejo e subsidiando a tomada de decisão pela gestão da unidade.

A interface também favorece o trabalho colaborativo entre diferentes órgãos e instituições, permitindo que os dados sejam acessados de forma sincronizada por múltiplos usuários, sem a necessidade de softwares complexos instalados localmente. Isso reduz custos operacionais e fortalece uma cultura de governança aberta e compartilhada.

O mapa interativo desenvolvido ainda contribui significativamente para a promoção da transparência das ações de conservação, como previsto na hipótese do projeto. Ao disponibilizar informações oficiais de forma aberta, estruturada e interativa, a ferramenta promove o controle social e a participação cidadã. Qualquer pessoa com acesso à internet pode visualizar as zonas de uso da Unidade, compreender sua função ecológica e acompanhar as diretrizes do plano de manejo. Essa transparência pode incentivar a responsabilização pública e o engajamento da sociedade civil, que passa a ter condições reais de acompanhar a implementação das políticas ambientais em seu território. A interface, portanto, cumpre não apenas uma função técnica, mas também social e política, fortalecendo a democracia ambiental.

A adoção de um plano de ação estruturado (Tabela 4), alinhado às diretrizes da Infraestrutura Nacional de Dados Espaciais (INDE), representa o caminho ideal para que órgãos públicos, como a SEMA-AP, possam de fato implementar serviços espaciais eficazes e sustentáveis. Ao seguir etapas como o diagnóstico dos dados existentes, a padronização de metadados, a implantação de um catálogo interoperável e a criação de um geoportal, a SEMA não apenas atenderia às exigências técnicas e normativas vigentes, mas também se consolidaria como referência em gestão territorial transparente e orientada por dados. Além disso, essa experiência poderia servir como um modelo replicável para outras instituições públicas no Brasil, promovendo maior integração entre os sistemas geoespaciais nacionais, fortalecendo a governança ambiental e ampliando o acesso da sociedade às informações espaciais estratégicas.

O geoportal desenvolvido no âmbito deste trabalho está disponível para acesso no seguinte endereço eletrônico: <http://www.geoflota.com.br/>

Tabela 4 - Plano de ação para serviço de metadados geoespaciais e geoportal.

Etapa	Ação	Descrição	Responsáveis	Referência INDE
1	Planejamento Institucional	Definir objetivos, escopo e equipes responsáveis pelo projeto.	Direção e coordenação técnica	Eixo Governança
2	Capacitação Técnica	Treinar equipe em normas ISO metadados e tecnologias web.	Equipe técnica de TI e geoprocessamento	Eixo Capacitação
3	Diagnóstico de Dados Existentes	Identificar bases geoespaciais e serviços disponíveis para publicação.	Equipe de geoprocessamento	Eixo Produção
4	Adesão à INDE	Solicitar adesão oficial à INDE por meio do portal oficial.	Representante institucional	Eixo Governança
5	Implementação do Catálogo de Metadados	Instalar e configurar ferramenta compatível com a INDE (ex: GeoNetwork).	Equipe de TI e dados	Eixo Infraestrutura
6	Padronização dos Metadados	Produzir metadados seguindo o Perfil Nacional de Metadados Geoespaciais.	Equipe técnica	Eixo Padrões e Interoperabilidade
7	Publicação dos Metadados	Disponibilizar os metadados no catálogo de forma aberta e interoperável.	Equipe de dados	Eixo Produção
8	Criação do Geoportal	Desenvolver interface web (ex: com QGIS2Web, Leaflet).	Equipe de desenvolvimento	Eixo Infraestrutura
9	Integração com a INDE	Certificar-se de que o geoportal e o catálogo se comunicam com a INDE.	Equipe técnica	Eixo Interoperabilidade
10	Divulgação e Comunicação	Promover o uso do geoportal entre usuários internos e externos.	Comunicação institucional	Eixo Comunicação
11	Manutenção e Atualização	Estabelecer rotinas de atualização dos dados e revisão de metadados.	Equipe de TI e dados	Eixo Sustentabilidade

Fonte: adaptado de INDE (2010).

5 CONCLUSÃO

A construção da interface interativa para a Floresta Estadual do Amapá (FLOTA) representa um marco no desenvolvimento de ferramentas digitais voltadas à democratização das informações geoespaciais e à promoção da gestão territorial participativa. O processo foi iniciado com a organização e sistematização das informações provenientes do Plano de Manejo da Unidade, que se encontravam em formato vetorial e em diferentes camadas de dados espaciais. Essa etapa inicial foi fundamental para garantir que o conteúdo apresentado na interface tivesse consistência técnica e representasse fielmente os limites, zonas e estruturas definidas oficialmente para a unidade de conservação.

A institucionalização de normas e procedimentos de documentação técnica, a capacitação de equipes para produção e atualização contínua de metadados, bem como o estabelecimento de padrões para compartilhamento de dados, são medidas fundamentais para a superação de barreiras técnicas. É necessário reconhecer que a governança da informação geoespacial não pode ser delegada apenas a iniciativas pontuais, devendo ser parte de uma política permanente de gestão de dados no contexto de unidades de conservação e outros territórios de interesse público.

Nesse sentido, a experiência vivenciada na sistematização e organização dos dados espaciais da FLOTA/AP destaca-se como representativa das dificuldades enfrentadas em diversas outras iniciativas similares, em especial na região amazônica, onde os investimentos em infraestrutura informacional e tecnológica ainda são limitados. A carência de metadados, a fragmentação das fontes de dados e a ausência de uma governança clara para sua produção e manutenção são obstáculos que impõem desafios técnicos significativos e demandam o fortalecimento de capacidades institucionais e operacionais.

Por fim, a superação dessas dificuldades técnicas é condição necessária para garantir que a infraestrutura de dados espaciais possa cumprir plenamente seu papel como instrumento de democratização do acesso à informação geográfica, de suporte à gestão participativa do território e de fortalecimento da transparência e da eficiência na administração pública ambiental. A qualidade, a consistência e a acessibilidade dos dados geoespaciais são fatores-chave que determinam o sucesso ou fracasso de iniciativas que buscam integrar ciência, tecnologia e governança para promover o desenvolvimento sustentável e a conservação dos recursos naturais.

REFERÊNCIAS

- AGRAWAL, S.; TRIPATHI, A.K.; GUPTA, R.D. **Development and implementation of automatic metadata generation framework for SDI using OSS: a case study of Indian NSDI**. *Arabian Journal of Geosciences*, [S.l.], v. 15, n. 408, 2022. DOI: <https://doi.org/10.1007/s12517-022-09635-w>.
- AMAPÁ. Lei n. 1028/2006: **Dispõe sobre a criação e gestão da Floresta Estadual do Amapá, e dá outras providências**.
- AMORIM, A.; PELEGRINA, M. A.; JULIÃO, R. P. **Infraestruturas de dados espaciais**. In: *Cadastro e gestão territorial: uma visão luso-brasileira para a implementação de sistemas de informação cadastral nos municípios* [online]. São Paulo: Editora Unesp Digital, 2018. DOI: <https://doi.org/10.7476/9788595462823.0005>
- AMORIM, J. L.; MARTINS, V. E.; CAMBOIM, S. P. **Avaliação de usabilidade do geoportal da INDE com a metodologia think aloud**. *Caminhos de Geografia*, Uberlândia, v. 25, n. 97, p. 106–119, 2024. DOI: <https://doi.org/10.14393/RCG259768211>.
- BARROSO, G. A. **Diagnóstico da IDE em órgãos relacionados à questão ambiental e fundiária no estado do Amazonas**. 2022. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais e Ambientais) – Universidade Federal do Amazonas, Manaus, 2022.
- BRASIL. Decreto n. 6.666, de 27 de novembro de 2008. **Institui a Infraestrutura Nacional de Dados Espaciais - INDE**. *Diário Oficial da União*, Brasília, DF, 28 nov. 2008.
- CAMPOS, F. L. M. **Panorama do uso de geotecnologias e de bases cartográficas nos municípios do Espírito Santo, Brasil**. *Geografares*, Vitória, Brasil, v. 2, n. 35, p. 304–327, 2022. DOI: [10.47456/geo.v2i35.38054](https://doi.org/10.47456/geo.v2i35.38054).
- CAMPOS, J. O.; LIMA, V. R. P. **Proposta de zoneamento ambiental para o Parque Estadual Mata do Pau Ferro**. *Physis Terrae*, [S.l.], v. 2, n. 1, p. 19–46, 2020. DOI: <https://doi.org/10.21814/physisterrae.2425>.
- CONCAR – COMISSÃO NACIONAL DE CARTOGRAFIA. **Perfil de Metadados Geoespaciais do Brasil – Perfil MGB**. Brasília: Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão, 2009.
- CONCAR – COMISSÃO NACIONAL DE CARTOGRAFIA. **Perfil de metadados geoespaciais do Brasil (Perfil MGB)**. 2. ed. Rio de Janeiro, RJ: CEMG-CONCAR, 2010.
- CONSERVAÇÃO INTERNACIONAL DO BRASIL. **Corredor de biodiversidade do Amapá**. Belém: CI-Brasil, 2009.
- COSTA, E. R. **Conflitos socioambientais e governança na FLOTA/AP**. 2016. Dissertação (Mestrado em Gestão de Recursos Naturais e Desenvolvimento Local na Amazônia) – Universidade Federal do Pará, Belém, 2016.

COSTA, H.; SAMPAIO, L. F. **Compartilhamento de dados de levantamentos topográficos e geodésicos em IDEs acadêmicas**. Revista Brasileira de Geomática, Presidente Prudente, v. 6, n. 1, p. 1–15, 2018.

DORNELLES, M. A.; IESCHECK, A. L. **Análise da aplicabilidade da INDE para dados vetoriais em escalas grandes**. Boletim de Ciências Geodésicas, Curitiba, v. 19, n. 4, p. 667–686, 2013. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1982-217020130004000010>.

DRUCKER, D. P. et al. **Preservação e organização da geoinformação em instituições: o caso da construção da IDE da Embrapa**. Brasília: Embrapa, 2015.

EULER, A. M. C. **FLOTA: uma unidade de conservação sob ameaça**. In: LOPES, J. M. et al. Conflito, territorialidade e desenvolvimento, v. 2. Macapá: UNIFAP, 2016.

FELIPE, C. B. M.; NASCIMENTO, B. L. C. **Padrões de metadados para o domínio da biodiversidade**. In: Congresso Brasileiro de Biblioteconomia e Documentação, 2024.

FONSECA, A.; CAMBOIM, S.; MONTENEGRO, A. **IDEs e gestão ambiental transfronteiriça: estudo do Douro Internacional**. In: GEOINFO, 2011.

GALANTE, M. L. V.; BESERRA, M. M. L.; MENEZES, E. O. **Roteiro metodológico de planejamento**. Brasília: IBAMA; MMA, 2002.

GEA – GOVERNO DO ESTADO DO AMAPÁ. **O estado e a sua história: histórico**. Macapá: GEA, 2009.

GSDI - Global Spatial Data Infrastructure Association. **The SDI Cookbook**, Version 2.0, 2004. Disponível em: <http://www.gsdi.org/gsdicookbookindex>.

GSDI – GLOBAL SPATIAL DATA INFRASTRUCTURE ASSOCIATION. **Spatial Data Infrastructure Cookbook**. 2009.

HU, Y. **Spatial Data Infrastructures**. Geographic Information Science & Technology Body of Knowledge. 2017. doi:10.22224/gistbok/2017.2.1.

ICMBIO – INSTITUTO CHICO MENDES DE CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE. **Plano de manejo da FLONA do Amapá: diagnóstico**. Macapá: ICMBio, v. 1, 2014.

IEF – INSTITUTO ESTADUAL DE FLORESTAS. **Plano de manejo da Floresta Estadual do Amapá**. Macapá: IEF, 2014.

JÚNIOR, J. C.; PATRÍCIO, R. G. **Desenvolvimento para web**. 2. ed. Fortaleza: EdUECE, 2015.

KALANTARI, M. et al. **A proposal for a user-oriented spatial metadata profile**. *ISPRS International Journal of Geo-Information, [S.l.], v. 10, n. 376, 2021. DOI: <https://doi.org/10.3390/ijgi10060376>.

LOTI, L. B. S.; MEDEIROS, N. G.; SANTOS, A. P.; LISBOA-FILHO, J. **Atualização da norma ISO 19115 e os impactos no Perfil MGB**. In: Simpósio Brasileiro de Geoinformática (GeoInfo), 2019.

LOTI, L. B. S. **Proposta de melhorias no perfil de metadados geoespaciais do Brasil**. 2019. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2019.

MAGANHOTTO, R. F. et al. **Zoneamento ambiental da Reserva Biológica das Araucárias**. Revista Brasileira de Geografia Física, Recife, v. 13, n. 6, p. 2339–2354, 2020.

MAGUIRE, D. J.; LONGLEY, P. A. **The emergence of geoportals and their role in SDIs**. Computers, Environment and Urban Systems, [S.l.], n. 29, p. 3–14, 2005.

MARTINS, V. E. et al. **Estudo de usabilidade no geoportal da INDE**. Revista Brasileira de Cartografia, v. 74, n. 3, p. 616–631, 2022.

MEZZOMO, W. **Integração de dados de certificação em sustentabilidade na IDE de Porto Alegre**. 2024. Dissertação (Mestrado em Sensoriamento Remoto) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2024.

MOTA, A. D. S.; MOREIRA, T. V. S. **Dados geoespaciais para análise territorial na Amazônia Legal**. Revista Geográfica Venezolana, v. 56, n. 1, p. 120–137, 2015.

NAKAMURA, E. T.; QUEIROZ FILHO, A. P. de. **IDE no Parque Estadual de Intervales-SP**. Revista Brasileira de Cartografia, v. 64, n. 5, p. 1099–1106, 2012.

PAGEL, U. R.; BROETTO, E. C. R.; LIMA, J. J. R. **Eco-inovações em cidades inteligentes**. 2024. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/377505563>. Acesso em: 3 jun. 2025.

PEREIRA, C. M. **Framework para publicação de metadados geoespaciais semânticos seguindo as boas práticas de Linked Data**. Universidade Estadual Paulista (Unesp), 2023.

RAJABIFARD, A.; ESCOBAR, F.; WILLIAMSON, I. P. **Hierarchical spatial reasoning applied to SDIs**. Cartography, v. 9, p. 41–50, 2000.

ŘEZNÍK, T. et al. **Improving the documentation and findability of data services**. Computers & Geosciences, v. 169, 2022. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.cageo.2022.105194>.

ROMAGNOLI, M. C. B. **O uso de mapas no ensino de História**. 2024. Monografia (Licenciatura em História) – Universidade Federal de Ouro Preto, Mariana, 2024.

SEMA; IEF. **Análise da sobreposição de loteamento do Programa Terra Legal na Floresta Estadual do Amapá**. Macapá: SEMA/GEA, 2017.

SOUZA, A. A. G. **SIG e saneamento básico em áreas urbanas: análise espacial e a cobertura sanitária no município de Ananindeua/PA**. 2024. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Universidade Federal do Pará, Belém, 2024.

SOUZA, F. A.; COPQUE, A. C. S. M. **Infraestrutura de Dados Espaciais no Estado da Bahia**. In XXIV Congresso Brasileiro de Cartografia. Aracaju, SE, Brasil, 2010.

SOUZA, W. et al. **Reduzindo o esforço na preparação de metadados**. Revista Eletrônica de Sistemas de Informação, v. 12, 2013.

VERDU-CANDELA, A. et al. **Implementation of WMS for old cadastral maps. *ISPRS International Journal of Geo-Information**, v. 12, n. 413, 2023. DOI: <https://doi.org/10.3390/ijgi12100413>.

VERÍSSIMO, A., CAVALCANTE, A., VIDAL, E., LIMA, E., PANTOJA, F., & BRITO, M. **O Setor Madeireiro no Amapá: Situação Atual e Perspectivas para o Desenvolvimento Sustentável** (p. 44). Macapá: Imazon e Governo do Estado do Amapá. 1999.

VIQUEIRA, J. R. R. et al. **Smart environmental data infrastructures**. Applied Sciences, v. 10, n. 3, p. 856, 2020. DOI: <https://doi.org/10.3390/app10030856>.

XAVIER, E.; MEYER, W.; LUNARDI, O. **Banco de dados geográficos do Exército Brasileiro: arquitetura e resultados**. 2016.

ZWOLINSKI, B. W. **Proposta de Infraestrutura de Dados Espaciais em Unidades de Conservação - Parque Estadual do Guartelá**. 2014. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Ambiental) - Universidade Federal do Paraná.

APÊNDICE

APÊNDICE A – REQUERIMENTO DE SOLICITAÇÃO DE DADOS VETORIAIS E METADADOS A SEMA

REQUERIMENTO

Luís Henrique Moreira Lopes Montenegro

À
Secretaria de Estado de Meio Ambiente (SEMA-AP)

Assunto: Solicitação de Dados Vetoriais do Plano de Manejo da Floresta Estadual do Amapá

Prezados,

Eu, **Luís Henrique Moreira Lopes Montenegro**, CPF 015.268.155-83, venho respeitosamente solicitar o acesso aos dados vetoriais em formato “**.shp**” (*shapefile*) e seus metadados (de preferência no padrão ISO 19115) existentes no Plano de Manejo da **Floresta Estadual do Amapá**, abrangendo informações **bióticas e abióticas**.

Esses dados são de extrema importância para o desenvolvimento da minha **dissertação de mestrado no Programa de Tecnologia e Inovações Ambientais, da Universidade Federal de Lavras (UFLA)**, e servirão como base para análises relacionadas à área de estudo. Ressalto que a utilização desses dados será exclusivamente para fins acadêmicos e científicos, respeitando todas as normas de uso e sigilo que se aplicam.

Agradeço antecipadamente a atenção e aguardo um retorno com orientações sobre os procedimentos para obtenção dos dados solicitados.

Atenciosamente,

Luís Henrique Moreira Lopes Montenegro
geo.luislopes@gmail.com
(96) 98132-2607