

Sustainable Management of Aquatic Spaces Under Federal Domain: a Modeling Proposal Based on LADM

Willian ZONATO, Everton da SILVA and Liane Ramos da SILVA, Brazil.

Key words: LADM. Sustainable Management. Public Land and Water Management. SPU (Secretariat for Federal Assets – Brazil). Territorial Management.

SUMMARY

The management of public lands and waters plays a strategic role in promoting sustainable development and the preservation of natural resources. In Brazil, this challenge is manifested in a complex manner within the administration of federal assets, particularly those considered public goods for common use, such as federal public waters. Responsibility for this management lies with the Secretariat for Federal Assets (Secretaria do Patrimônio da União – SPU), an agency under the Ministry of Management and Innovation in Public Services, which is tasked with regulating the use and ensuring the patrimonial control of Union assets, including water bodies under federal domain. Among the instruments available to operationalize this management, the granting of physical spaces in public waters stands out. This mechanism allows the Union, through technical, legal, and environmental criteria, to authorize the use of specific water areas by public or private entities. The purposes of these grants are varied, ranging from the installation of floating structures, such as marinas and piers, to the implementation of economic, tourism, environmental, or scientific research activities. The granting process involves complex stages, including multidisciplinary analyses, issuance of technical opinions, and formal contractual arrangements, demanding a robust and interoperable administrative structure. However, the increasing demand for regulated use of aquatic spaces highlights the limitations of traditional management models, particularly regarding system integration, data standardization, and procedural efficiency. The absence of a unified approach to represent the legal and spatial relationships governing such grants undermines SPU's capacity for planning, oversight, and interinstitutional coordination. In this context, the adoption of the Land Administration Domain Model (LADM) is proposed as a conceptual reference for modeling data and processes related to the granting of aquatic spaces under federal domain. The LADM, standardized by ISO 19152, was originally designed to standardize the representation of information in land administration systems by structuring the relationships among stakeholders (parties), rights, restrictions and responsibilities (RRRs), spatial units, and legal sources. Its primary objective is to promote interoperability among different systems and ensure semantic consistency in territorial management there.

Sustainable Management of Aquatic Spaces Under Federal Domain: a Modeling Proposal Based on LADM

Willian ZONATO, Everton da SILVA and Liane Ramos da SILVA, Brazil

1. INTRODUÇÃO

A administração de terras e águas públicas desempenha um papel fundamental na gestão sustentável dos recursos naturais. No Brasil, a cessão de espaço aquático pela Secretaria do Patrimônio da União (SPU) é um processo essencial na regulamentação do uso de áreas aquáticas por particulares e por instituições. Todavia, questões estruturais refletem diretamente na interoperabilidade nos sistemas de gestão tendo impacto na eficiência e transparência do processo.

As definições contemporâneas de cadastro o caracterizam como um sistema de informação territorial estruturado com base na parcela, no qual distintos conjuntos temáticos de dados são integrados para viabilizar uma ampla gama de aplicações. Nesse contexto, o cadastro assume a função de representar, por meio de seus registros, a estrutura jurídico-institucional do território, especialmente no que se refere aos direitos, deveres, restrições e interesses incidentes sobre a terra. (Silva *et al.*, 2023).

O *Land Administration Domain Model* (LADM), estabelecido pela norma ISO 19152/2012, surge como uma solução promissora para aprimorar a administração territorial, proporcionando um modelo de dados estruturado e interoperável para a gestão de propriedades e direitos sobre a terra e espaços aquáticos (Lemmen *et al.*, 2012; Lemmen *et al.* 2025). Segundo Van Oosterom *et al.* (2011), a adoção do LADM permite maior organização e integração dos dados, facilitando a comunicação entre diferentes órgãos governamentais e promovendo a transparência nos processos administrativos. Estudos recentes, bem como a ampliação da ISO 19152 (Part 3:Marine georegulation), indicam que a aplicação do LADM pode ser estendida para a gestão de recursos hídricos, contribuindo para um planejamento mais eficiente e sustentável (Silva e Frederico, 2014; ISO 19152-3:2024).

Diante desse contexto, este trabalho tem como objetivo:

1. Analisar os desafios e oportunidades na aplicação do LADM na administração de espaços aquáticos cedidos pela SPU;
2. Propor um modelo de implementação do LADM adequado à realidade brasileira;

A metodologia adotada inclui revisão bibliográfica sobre o LADM e a legislação pertinente à cessão de espaços aquáticos, além da proposição de um modelo conceitual para sua implementação no Brasil. Os resultados esperados incluem recomendações para a modernização do sistema de gestão e sugestões para aprimorar a interoperabilidade entre instituições responsáveis pela administração das águas públicas (Souza e Carvalho, 2023).

2. CONTEXTUALIZAÇÃO

2.1 A gestão dos bens de domínio da União – terrestres e aquáticos

2

Willian Zonato, Everton da Silva and Liane Ramos da Silva, Brazil.

Sustainable Management of Aquatic Spaces Under Federal Domain: a Modeling Proposal Based on LADM

A República Federativa do Brasil organiza-se em três níveis de governo e três tipos de unidades federativas: a União, os Estados (26 no total), o Distrito Federal, e os Municípios, conforme preconiza a Constituição Federal de 1988.

A União Federal abrange todo o território nacional, e exerce domínio direto sobre seus bens, que estão definidos pela Constituição Federal, em seu art. 20, incisos III, IV, VI e VII, a saber (Brasil, 1988):

- os lagos, rios e quaisquer correntes de água em terrenos de seu domínio, ou que banhem mais de um Estado, sirvam de limites com outros países, ou se estendam a território estrangeiro ou dele provenham, bem como os terrenos marginais e as praias fluviais;
- as ilhas fluviais e lacustres nas zonas limítrofes com outros países; as praias marítimas; as ilhas oceânicas e as costeiras;
- o mar territorial (faixa marítima de doze milhas náuticas a partir da costa);
- os terrenos de marinha (e seus acrescidos) e os terrenos marginais.

Os terrenos de marinha são bens constitucionais da União, definidos a partir de uma profundidade de 33 (trinta e três) metros medidos horizontalmente, para a parte da terra, a partir da posição da Linha do Preamar Médio de 1831 - LPM, situados no continente, na costa marítima e nas margens dos rios e lagoas, até onde se faça sentir a influência das marés, nos termos do art. 2º do Decreto-Lei nº 9.760, de 1946. Os terrenos de marinha também são aqueles que contornam as ilhas situadas em zona onde se faça sentir a influência das marés.

Os terrenos marginais também são bens da União, definidos como aqueles terrenos banhados pelas correntes navegáveis, fora do alcance das marés, que vão até a distância de 15 (quinze) metros, medidos horizontalmente para a parte da terra, contados desde a Linha Média das Enchentes Ordinárias de 1867 - LMOE, nos termos do art. 4º do Decreto-Lei nº 9.760, de 1946. Estes terrenos localizam-se junto aos rios, lagos ou outras águas públicas de uso comum navegáveis, fora do alcance das marés, que: banhem mais de uma Unidade da Federação; sirvam de limites com outros países; estendam-se a território estrangeiro ou que dele provenham; insiram-se em terrenos de domínio da União; localizem-se nos ex-territórios federais; ou estejam situados na faixa de fronteira.

A Constituição Federal delimita a dominialidade da União sobre grande parte das águas, das terras de marinha e de fronteira, enquanto os estados e municípios exercem competências sobre outras categorias de terras e, no caso municipal, a define a competência sobre o planejamento e o cadastro urbano. Nesse sentido, a governança brasileira de terra e água é intrinsecamente complexa, caracterizada por uma densa rede de leis e regulamentos (federais, estaduais e municipais). Essa estratificação legal, somada à distribuição de competências de gestão, fiscalização e regulação entre múltiplos órgãos, mesmo com a dominialidade da União sobre as águas federais, gera sérios desafios de harmonização e coordenação.

2.2 Cessão de Espaço Aquático pela SPU

No Brasil, a cessão de espaços aquáticos é regulamentada pela Secretaria do Patrimônio da União (SPU), responsável pela gestão dos bens da União, incluindo terrenos marginais, águas interiores e áreas marítimas (BRASIL, 2021). O mar territorial brasileiro compreende uma faixa marítima de doze milhas náuticas (equivalente a aproximadamente 22 quilômetros) de largura que se estende a partir da linha de baixa-mar do litoral continental e insular do Brasil.

Nesta zona, o Estado brasileiro detém soberania plena e exclusiva, exercendo jurisdição irrestrita sobre a coluna d'água, o espaço aéreo que a recobre, o leito marinho e seu subsolo adjacente, conferindo ao país a prerrogativa de fiscalizar, instituir leis, regulamentos e demais normas pertinentes a todas as atividades desenvolvidas nesta área. (BRASIL, 1993).

Empresas e instituições podem solicitar a cessão desses espaços para atividades como:

- Instalação de estruturas flutuantes (marinas, píeres e plataformas);
- Exploração comercial ou turística em águas públicas;
- Desenvolvimento de projetos ambientais e pesquisa.

No que se refere aos espaços aquáticos, o ordenamento jurídico brasileiro e os normativos da SPU, demonstram de forma clara que o domínio dos bens permanece sempre com a União, podendo ser concedida a cessão de uso (máximo 20 anos), ou permissão de uso (para eventos de curta duração – inferior a 90 dias), concedendo o direito de uso do bem ao cessionário, por período determinado, desde que sejam cumpridos todos os requisitos legais, formais e ambientais exigidos (SPU, 2024).

A cessão de uso pode ser na forma gratuita, ou onerosa, a depender da fruição da área. Se a cessão tem caráter de utilidade pública, pode ser concedida de forma gratuita. Comunidades tradicionais, como povos ribeirinhos e indígenas, tem direito a cessão na modalidade gratuita, assim como desenvolvimento de projetos ambientais e pesquisa que beneficiem a sociedade. Em contrapartida se a cessão visa atender apenas um indivíduo (ou grupo de indivíduos), empresa (ou grupo de empresas), ou ainda, se permitir atividade de exploração econômica na área, a cessão será onerosa, sendo o cessionário obrigado a uma contraprestação pecuniária à União pelo uso da área, durante o período de vigência da cessão (SPU, 2023).

Destarte, o processo de cessão envolve análise jurídica, técnica e ambiental, além da formalização por meio de contratos e registros administrativos. No entanto, há desafios significativos, como a ausência de um sistema padronizado e interoperável, o que dificulta o acompanhamento eficiente das cessões e a fiscalização dos espaços concedidos (Oliveira & Santos, 2019).

Nesse lance, a implementação do LADM emerge como uma solução estratégica e abrangente, ao permitir a organização estruturada e padronizada dos dados. Essa capacidade intrínseca do modelo não só otimiza e facilita significativamente a integração e a interoperabilidade entre os diversos órgãos fiscalizadores, mas também eleva consideravelmente a transparência e a responsabilização em todos os processos de gestão territorial (Souza & Carvalho, 2023).

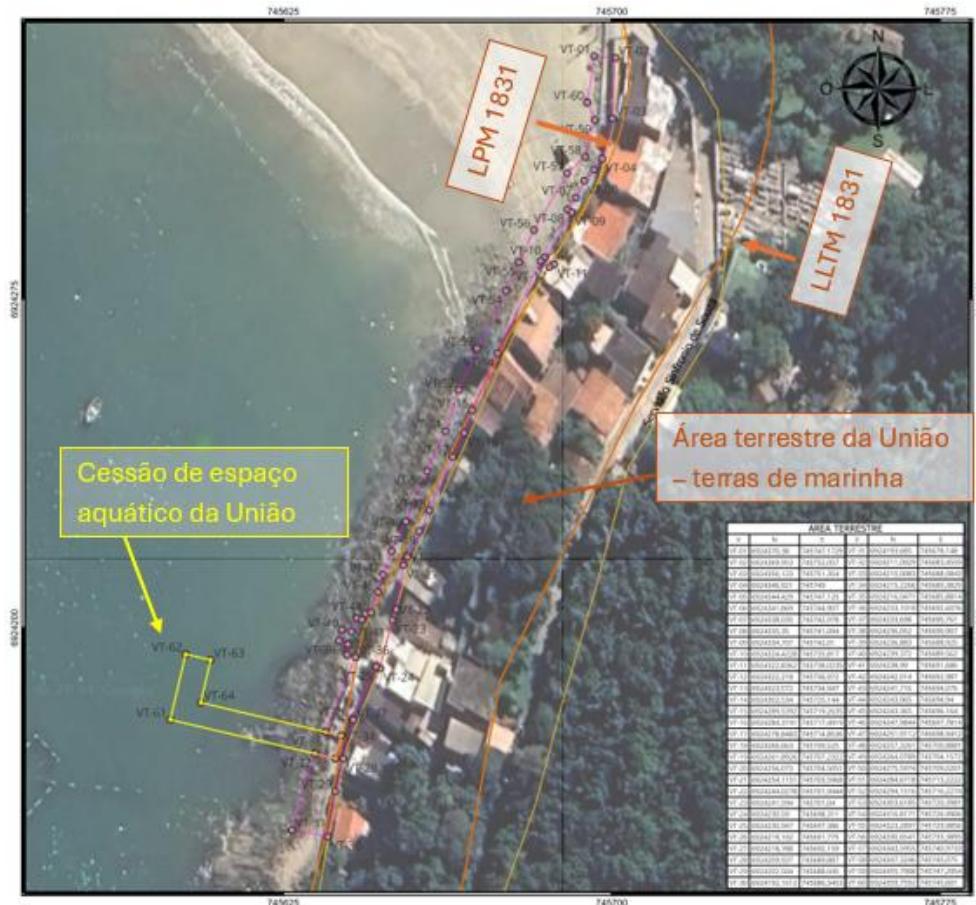


Figura 1. Áreas de domínio da União em Florianópolis/SC. Terras de marinha delimitadas pela LPM e LLTM 1831 (em laranja). Delimitação de espaço aquático para Cessão de Uso (amarelo) na SPU. Fonte Autores, 2025.

2.3 O Land Administration Domain Model (LADM)

O *Land Administration Domain Model* (LADM) é um padrão internacional (ISO 19152) que visa modelar e organizar informações sobre posse, uso e administração de terras e recursos naturais (Lemmen *et al.*, 2015). Ele proporciona uma estrutura de dados interoperável, permitindo uma gestão integrada entre diferentes instituições governamentais e privadas.

O LADM é composto por quatro classes principais, como apresentado na Figura 1:

1. Partes (*LA_Party*): Representa indivíduos, empresas e entidades envolvidas na administração da terra.
 2. Direitos, Restrições e Responsabilidades (*LA_RRR*): Define a relação entre as partes e os objetos espaciais, incluindo concessões, permissões e obrigações.
 3. Unidades Administrativa Básica (*LA_BAUnit*): Refere-se a propriedade, podendo também ser aplicada a posse (Lemmen *et al.*, 2025).
 4. Objetos Espaciais (*LA_SpatialUnit*): Refere-se às unidades espaciais, sejam parcelas terrestres ou áreas aquáticas, definidas com diferentes níveis de detalhe e granularidade (Van Oosterom *et al.*, 2011).

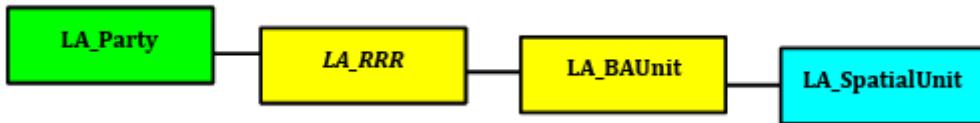


Figura 1. Classes LADM representando o relacionamento da propriedade com as pessoas.
Fonte: Lemmen *et al.*, 2025.

A aplicação do LADM na gestão de águas públicas possibilita padronizar a administração dos espaços aquáticos cedidos, garantindo transparência e eficiência no compartilhamento de informações entre órgãos públicos (Silva *et al.*, 2020). A Figura 2 apresenta o modelo para georegulamentação marinha.

O *Land Administration Domain Model* (LADM - ISO 19152) tem se consolidado como referência paradigmática em estudos e aplicações voltados à administração fundiária, sendo objeto de crescente adoção em múltiplos países e contextos institucionais. Tal difusão decorre de sua elevada capacidade de abstração conceitual e de sua adaptabilidade a diferentes ordenamentos jurídicos e arranjos técnicos, atributos que o qualificam como instrumento fundamental para a promoção da interoperabilidade semântica e técnica, bem como para a padronização dos processos de governança territorial. (ISO 19152, 2024; Van Oosterom *et al.*, 2014).

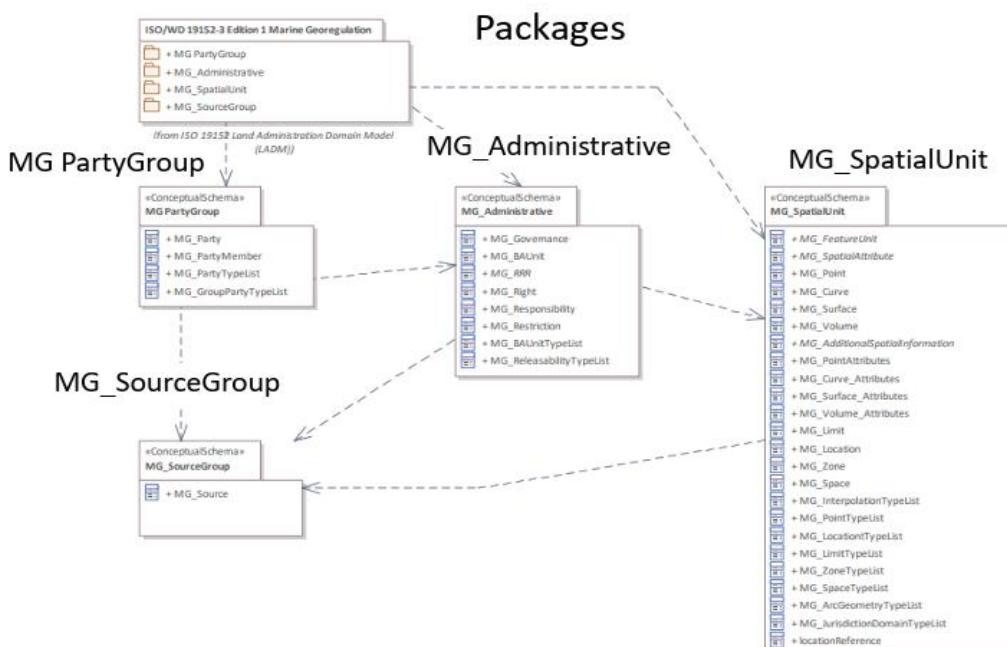


Figura 2. ISO 19152 LADM – Part 3: Marine Georegulation. Fonte: adaptado de Kara *et al.*, 2022.

A experiência internacional apresenta estudos e implementações do LADM, em diversos contextos, comprovando a sua adaptabilidade a desafios cadastrais específicos. Podem ser examinados casos de sucesso como:

1. Coreia do Sul: com foco ao desenvolvimento de cadastros tridimensionais (3D) e quadridimensionais (4D). O país tem investido significativamente em infraestrutura

- de dados espaciais e sistemas de informação geográfica para suportar não apenas direitos de superfície, mas também os direitos e restrições associados a espaços subterrâneos e aéreos, essenciais em seu complexo ambiente urbano (Jeong *et.al.* 2012; Kim *et al.* 2013; Kim e Heo, 2017).
2. Holanda: com sua extensa costa e a complexidade na gestão de seus espaços marítimos, tem sido pioneira no desenvolvimento do LADM e na sua adaptação para o ambiente aquático, múltiplos usos e direitos no mar (Oukes *et al.* 2021; Van Aalst, 2024).
 3. Indonésia: representa um caso exemplar de país emergente que adotou o LADM para auxiliar na reforma e modernização de seu sistema de administração fundiária, com inúmeros desafios significativos, tendo uma vasta área de terras não registradas, incluindo áreas rurais e indígenas. A simplificação dos processos foi uma saída para implementação (Lemmen e Van Oosterom, 2013). Todavia, a integração de Infraestruturas de Dados Espaciais (IDE) no planejamento espacial marinho é fundamental para a gestão informacional, como ilustrado pelo caso de Balikpapan na resolução de conflitos de uso na interface terra-mar (Widodo, 2005).
 4. Malásia: o LADM tem sido aplicado para aprimorar o registro padronizado de propriedades em ambientes urbanos verticalizados, como edifícios e condomínios, materializando o cadastro 3D, bem como o cadastro marinho (Zamzuri *et al.*, 2021).

3. O Land Administration Domain Model (LADM)

3.1. Adaptação do LADM para o Contexto Brasileiro

A implementação do LADM na gestão de águas públicas no Brasil exige uma adaptação do modelo para atender às especificidades jurídicas, técnicas e administrativas do país. Conforme Lemmen *et al.* (2023), essa adequação pode envolver a inclusão de atributos para cessão de espaços aquáticos, a compatibilidade com sistemas geoespaciais e a integração com bases de dados.

O LADM pode ser estruturado de forma a garantir a correta identificação das unidades espaciais aquáticas cedidas, bem como suas respectivas permissões e obrigações. Conforme Van Oosterom *et al.* (2011), essa adaptação envolve a criação de classes adicionais dentro do modelo, como uma versão especializada de *LA_SpatialUnit* para áreas aquáticas e um novo tipo de *LA_RRR* específico para os contratos de cessão no Brasil.

Nesse cenário, a experiência internacional com o LADM oferece subsídios valiosos para a gestão de espaços aquáticos no Brasil. Adotar essa metodologia padronizada pode modernizar significativamente a governança territorial brasileira, promovendo a integração e a gestão mais eficiente e transparente das águas públicas.

3.2. A Estrutura de Dados para a Cessão de Espaço Aquático

A modelagem de dados para gestão dos espaços aquáticos, conforme Silva e Oliveira (2020), deve contemplar: a identificação da unidade aquática (coordenadas geográficas, limites, tipo de corpo hídrico); as partes envolvidas (atributos: cessionário, órgão fiscalizador, autorizações concedidas); os direitos e responsabilidades (tipo de cessão, período de vigência, restrições

ambientais), a representação geoespacial (Atributos: mapas vetoriais, integração com SIGs governamentais).

A tabela abaixo exemplifica a possível estrutura de atributos dentro do LADM adaptado para a cessão de espaços aquáticos:

Tabela 1. Estrutura LADM.

Classe LADM	Atributo	Descrição
<i>LA_Party</i>	Cessionário	Pessoa física ou jurídica que recebe a cessão
<i>LA_RRR</i>	Tipo de cessão	Permissão, concessão, temporária, cessão em condições especiais.
<i>LA_BAUnit</i>	Domínio da União	Relação legal com o domínio da União.
<i>LA_SpatialUnit</i>	Localização	Coordenadas geográficas ou também coordenadas UTM.
<i>LA_SpatialUnit</i>	Tipo de espaço	Mar, rio, lago ou outra tipologia hidrográfica

Fonte: elaborado pelos autores (2025) e adaptado de Brasil (2021), Lemmen *et al.* (2025), Oliveira e Santos (2019), Silva *et al.* (2020) e Souza e Carvalho (2023).

3.3. Desafios Técnicos e Institucionais na Implementação

A adoção de um sistema unificado para a administração de terras e recursos exige a superação de deficiências estruturais inerentes à infraestrutura de dados geoespaciais e à governança. Seguindo a filosofia da versão atual do LADM (ISO 19152-3:2024), onde se reconheceu a crescente importância da gestão do espaço marinho e costeiro, e assim se estendendo para além do foco terrestre do modelo original da ISO 19152:2012, incorporando-se também uma abordagem mais explícita e robusta para o cadastro tridimensional. (Lemmen *et al.*, 2025) Conforme Zamzuri *et al.* (2021), o cadastro marinho é uma ferramenta indispensável para registrar, gerenciar e visualizar informações espaciais aquáticas. Ele integra dados cruciais sobre partes interessadas, direitos, restrições e responsabilidades (RRR), além do arcabouço legal. A crescente complexidade e intensificação dos empreendimentos costeiros têm impulsionado as jurisdições a adotar sistemas capazes de lidar com essa realidade.

Considerando-se o cenário brasileiro, a implementação do *Land Administration Domain Model* (LADM, ISO 19152), um modelo conceitual de vasta abrangência, enfrenta obstáculos técnicos e institucionais substanciais, reflexo da vasta dimensão territorial (8.515.767,049 km², segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística) e da complexidade intrínseca do país. A imensa diversidade de cenários, que vai das comunidades tradicionais da Amazônia com seus direitos consuetudinários aos grandes complexos urbanos e industriais, exige que um cadastro unificado demonstre profunda flexibilidade e sensibilidade contextual. Isso é crucial para integrar direitos formais e informais, gerenciar conflitos e lidar com a assimetria de poder econômico, a fim de adaptar-se às especificidades regionais de uso, regimes jurídicos e interesses.

No plano técnico, os desafios são primordialmente derivados da infraestrutura de dados espaciais existente, da maturidade tecnológica e da capacidade nacional de processamento de informações. A notória heterogeneidade e fragmentação dos dados cadastrais e registrais

constituem a principal barreira. O Brasil opera com significativo número de sistemas de administração fundiária e de recursos, como o Registro de Imóveis, cadastros fiscais municipais, o Cadastro Ambiental Rural (CAR), sistemas de gestão de imóveis da União (SPUNet), e diversas plataformas de gestão de recursos hídricos (como as da Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico do Brasil – ANA, e as dos órgãos estaduais). Tais sistemas, geralmente, são desenvolvidos de forma autônoma, empregam padrões, formatos e tecnologias distintas, dificultando a interoperabilidade e a integração necessárias para a efetivação de um modelo como o LADM, porém, não impossível.

Sob a ótica institucional, a governança brasileira de terras e água é intrinsecamente complexa. Essa realidade é moldada por uma vasta e estratificada rede de leis e regulamentos em âmbitos federal, estadual e municipal. Além da complexidade legislativa, a distribuição de competências de gestão, fiscalização e regulação entre múltiplos órgãos – como SPU, ANA, Marinha do Brasil, Agência Nacional de Transporte Aquaviários, e órgãos ambientais – cria sérios desafios de harmonização e coordenação, mesmo com a dominialidade da União sobre as águas federais. A ausência de comunicação fluida, processos interoperáveis e acordos de cooperação eficazes entre as entidades governamentais gera morosidade, conflitos de competência e decisões desalinhadas. Tal cenário exige um esforço jurídico e normativo substancial para mapear detalhadamente os direitos, restrições e responsabilidades (*LA_RRR*) e suas fontes legais (*LA_Source*) aplicáveis às cessões aquáticas.

Apesar da heterogeneidade existente no cenário brasileiro, a modelagem LADM para a gestão de espaços aquáticos no Brasil alinha-se à filosofia da ISO 19152, buscando otimizar e complementar sistemas existentes, como o SPUNet da SPU, por meio da adição de recursos e perfis de acesso específicos para outros órgãos, visando a interoperabilidade. Nesse sentido, a Infraestrutura Nacional de Dados Espaciais (INDE), estabelecida pelos Decretos nº 6.666/2008 e nº 12.402/2025, é essencial para integrar e harmonizar dados geoespaciais entre as esferas governamentais, catalogando-os e tornando-os acessíveis via metadados, promovendo padrões e eliminando a duplicação de esforços.

4. ESTRUTURAÇÃO DO MODELO

Em um processo de modelagem se busca a definição dos conceitos e as relações do mundo real. O objetivo é traduzir o perfil LADM em um modelo de dados formal, que possa ser implementado em um banco de dados geoespacial. Para o modelo conceitual do LADM utilizou-se o diagrama de classes da *Unified Modeling Language* (UML), que expressa as relações lógicas entre entidades. A partir dele, estruturam-se as classes do banco de dados, devidamente categorizadas e com suas relações fundamentais definidas. Guedes (2018) afirma que na linguagem UML, uma classe é representada por um retângulo com até três divisões — nome, atributos e métodos, podendo estes últimos ser omitidos quando irrelevantes, a fim de preservar a clareza do diagrama.

Baseado na legislação e contexto brasileiro, foram adaptadas as classes basilares do LADM (*LA_Party*, *LA_RRR*, *LA_SpatialUnit*, *LA_Source*) para refletir as especificidades das cessões de uso e direitos sobre águas no país., sendo definidos atributos e relacionamentos entre as classes.

4.1. Reforçar a Dominialidade e a Gestão dos Bens da União

O primeiro pilar dessa estruturação reside no reforço da dominialidade e da gestão dos bens da União. Neste contexto, o *LA_Party* "União Federal" assume o papel de principal titular dos direitos sobre as águas interiores, o mar territorial e os terrenos de marinha e acréscidos, cuja natureza de bens públicos é constitucionalmente assegurada pelo Artigo 20 da Constituição Federal.

A gestão desses ativos é primordialmente incumbência da Secretaria do Patrimônio da União (SPU), que atua como órgão gestor em nome da União. A representação da *LA_RRR* (Direito, Restrição e Responsabilidade) da União seria formalizada como a "titularidade pública" ou "domínio público".

4.2. Estruturação dos "Direitos" em Espaços Aquáticos

A Lei nº 9.636/1998 e Lei nº 13.240/2015 tratam das cessões de uso de bens da União. A Lei nº 9.433/1997 (Política Nacional de Recursos Hídricos) institui a outorga como instrumento de gestão. O LADM permite padronizar a representação dessas diversas formas de "direitos" de uso da água que são distintas da propriedade. Enquanto os direitos de propriedade terrestre são bem estabelecidos, os "direitos" de uso da água são frequentemente mais complexos, envolvendo outorgas, concessões, permissões, licenças, que podem ser precárias, revogáveis e ter prazos definidos. Nesse sentido, o pacote *LA_RRR* foi perfilado para capturar a natureza desses "direitos" e "restrições" específicas da água, distinguindo-os de direitos de propriedade plena, e vinculando-os apropriadamente às suas *LA_Source* (leis, decretos, outorgas).

Portanto, as cessões de uso da SPU, as outorgas de direito de uso de recursos hídricos da ANA, as concessões e permissões da Marinha, são modeladas como *LA_RRR*, com seus atributos específicos (prazo, onerosidade, finalidade) e associadas a um *LA_Party* (o beneficiário) e a uma *LA_SpatialUnit* (a área cedida). Assim, O *LA_RRR* "Cessão de Uso" terá subtipos como "Cessão de Uso Onerosa", "Cessão de Uso Gratuita", com atributos específicos como "prazo", "valor", "finalidade", "restrições ambientais". A *LA_SpatialUnit* pode incluir "trecho", "coluna d'água", "leito" e "calha".

4.3. Representação das RRR e Integração com as Fontes Legais e o Modelo finalizado

A legislação brasileira impõe uma série de restrições e responsabilidades sobre o uso da água e do solo. Nesse sentido, as restrições referentes as Áreas de Preservação Permanente (APPs), limites de poluição, áreas de defeso, e responsabilidades como monitoramento ambiental, plano de segurança de barragens, podem ser modeladas como *LA_RRR* vinculados às *LA_SpatialUnit* relevantes e a *LA_Party* (órgão ambiental como gestor da restrição, ou o usuário como responsável pela obrigação).

Cada *LA_RRR* (cessão, outorga, restrição) deve estar diretamente ligada a uma ou mais *LA_Source*, que seriam os documentos que a formalizam (portarias de cessão, termos de outorga, licenças ambientais, decisões judiciais). Isso alinha o LADM perfeitamente com a necessidade de rastreabilidade e segurança jurídica, permitindo que a origem legal de qualquer direito, restrição ou responsabilidade seja facilmente verificada.

Considerando-se todas as condicionantes apresentadas no presente estudo, apresentamos na Figura 03 a representação do Modelo LADM proposto para a gestão sustentável de espaços aquáticos no Brasil.

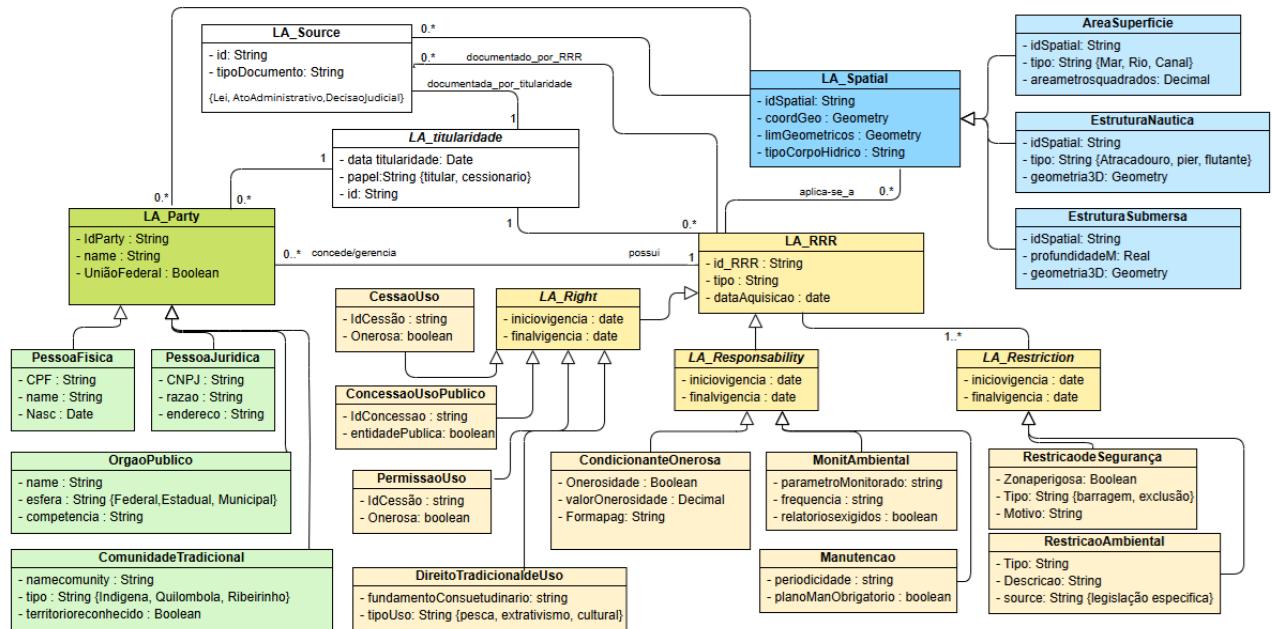


Figura 3. Modelo de LADM proposto pelos autores para a gestão sustentável de espaços aquáticos no Brasil.

5. CONCLUSÃO

A iniciativa de desenvolver um Perfil Nacional do LADM (Land Administration Domain Model) para a gestão sustentável de espaços aquáticos de domínio da União no Brasil representa um avanço significativo. Baseando-se em um diagnóstico aprofundado da legislação brasileira, as classes fundamentais do LADM – *LA_Party* (Partes interessadas), *LA_RRR* (Direitos, Restrições e Responsabilidades), *LA_SpatialUnit* (Unidades Espaciais) e *LA_Source* (Fontes de Informação) – foram adaptadas para espelhar as particularidades das cessões de uso e direitos sobre águas no país. O estudo visa fomentar a discussão técnica para, possivelmente, adaptar sistemas existentes como o SPUnet da Secretaria de Patrimônio da União (SPU), integrando-o com outros atores relevantes, ou até mesmo desenvolver um novo sistema interligado que gerencie as cessões de uso conforme o LADM ora apresentado. A meta é estabelecer interfaces robustas para a troca de dados, promovendo a integração entre a SPU, a Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA), órgãos ambientais e municípios limítrofes.

Fica evidente que se trata de uma tarefa não trivial e desafiadora. Todavia, a aplicação do LADM a este contexto aquático detém um enorme potencial para modernizar a governança da SPU e aprimorar a integração interinstitucional. Contudo, o caminho exige um planejamento extremamente minucioso para superar os inerentes desafios técnicos – como a natureza tridimensional e dinâmica (3D/4D) dos dados aquáticos – e os obstáculos institucionais, que emergem da complexa estrutura legal e da fragmentação de competências no cenário brasileiro. O sucesso final desta empreitada dependerá crucialmente de um esforço coordenado que une o desenvolvimento tecnológico, a harmonização do arcabouço jurídico e uma firme vontade política para implementar as mudanças necessárias.

REFERENCES

- BRASIL. Constituição da República Federativa do Brasil de 1988. Diário Oficial da União, Brasília, 5 out. 1988.
- BRASIL. Lei nº 9.636, de 15 de maio de 1998. Dispõe sobre a regularização, administração, aforamento e alienação de bens imóveis de domínio da União. Diário Oficial da União, Brasília, 1998.
- BRASIL. Decreto nº 6.666, de 27 de novembro de 2008. Institui, no âmbito do Poder Executivo federal, a Infra-Estrutura Nacional de Dados Espaciais - INDE, e dá outras providências. Diário Oficial da União. Brasília, 2008.
- BRASIL. Decreto nº 12.402, de 13 de março de 2025. Altera o Decreto nº 6.666, de 27 de novembro de 2008, que institui, no âmbito do Poder Executivo federal, a Infraestrutura Nacional de Dados Espaciais – INDE. Diário Oficial da União. Brasília, 2025.
- BRASIL. Decreto-Lei nº 9.760, de 05 de setembro de 1946. Dispõe sobre os bens imóveis da União e dá outras providências. Diário Oficial da União, Brasília, 1946.
- BRASIL. Decreto nº 10.947, de 25 de janeiro de 2022. Regulamenta o uso de espaços físicos em águas públicas da União. Diário Oficial da União, Brasília, 2022.
- GUEDES, G. T. A. UML 2: Uma Abordagem Prática. 3. ed. São Paulo: Novatec, 2018. ISBN: 978-85-7522-644-5.
- ISO. ISO 19152:2012 – Geographic information — Land Administration Domain Model (LADM). International Organization for Standardization, 2012.
- ISO. ISO 19152-3:2024 – Geographic information — Land Administration Domain Model (LADM) – Part 3: Marine Georegulation. International Organization for Standardization, 2024.
- JEONG D.; JANG, B.; LEE, J.; HONG, S.; VAN OOSTEROM, P.; DE ZEEUW, K; STOTER, J.; LEMMEN, C.; ZEVENBERGEN, J. Initial Design of an LADM-based 3D Cadastre – Case Study from Korea. 3rd International Workshop on 3D Cadastres: Developments and Practices 25-26, Shenzhen, China. October 2012.
- KARA, A.; VAN OOSTEROM, P.; LEMMEN, C.; LOUWSMA, M.; INDRAJIT, A.; KALOGIANNI, E. Extending Land Administration Domain Model with Spatial Plan Information (ISO 19152-5). Technical Session II. Workshop FIG. Athens. 2022.
- KIM, S.; HEO, J., Development of 3D underground cadastral data model in Korea: Based on land administration domain model. Land Use Policy, Volume 60, 2017, Pages 123-138, ISSN 0264-8377.

KIM, T.; LEE, B.; LEE, Y. A Strategy for Developing the Cadastral System of Cadastral Resurvey: Project based on International Standard. 5th Land Administration Domain Model Workshop 24-25, Kuala Lumpur, Malaysia. September 2013.

LEMEN, C.; VAN OOSTEROM, P. The Land Administration Domain Model (LADM): Motivation, standardisation, application and further development. *Land Use Policy*, v. 49, p. 527–534, 2015.

LEMEN, C.; VAN OOSTEROM, P.; KARA, A.; KALOGIANNI, E. Overview of ISO 19152 Land Administration Domain Model Edition II. FIG Meeting. Netherlands, October 2-4, 2023.

LEMEN, C.; VAN OOSTEROM, P.; KARA, A.; KALOGIANNI, E. The Land Administration Domain Model: Na Overview. FIG Publication nº 84. 44p. Copenhagem, Denmark. 2025. ISSN 2311-8423.

OLIVEIRA, R.; SANTOS, G. Gestão de Águas Públicas no Brasil: Desafios e Perspectivas. *Revista Brasileira de Gestão Ambiental*, v. 8, n. 1, p. 45-63, 2019.

OUKES, P.; VAN ANDEL, M.; FOLMER, E.; BENNETT, R.; LEMMEN, C. Domain-Driven Design applied to land administration system development: Lessons from the Netherlands. *Land Use Policy*. Volume 104, 2021, ISSN 0264-8377.

SILVA, E. (org.); ERBA, D. A.; CARNEIRO, A. F. T.; FERNANDES, C. E.; DE CESARE, C. M.; CUNHA, E. M. P.; OLIVEIRA, F. H.; SILVA, L. R.; SANTOS, S. S. Cadastro Territorial Multifinalitário aplicado à Gestão Municipal. [recurso eletrônico] / organizador, Everton Silva. – Florianópolis: UFSC, 2023. 214 p.: il.

SILVA, P.; ALMEIDA, M.; BARROS, J. Implementação do LADM na Administração Fundiária Brasileira. *Journal of Land Use Policy*, v. 12, n. 2, p. 77-89, 2020.

SOUZA, L.; CARVALHO, F. Modelagem de Dados para Gestão Aquática: Aplicações do LADM. *Revista de Geotecnologia*, v. 14, n. 3, p. 120-136, 2023.

SPU. Cartilha de Serviços - Obter cessão de uso de espaço físico em águas públicas. Secretaria do Patrimônio da União, 2024.

SPU. Portaria SPU/ME nº 5.629, de 23 de junho de 2022, Estabelece normas e procedimentos para a instrução de processos visando à cessão de espaços físicos em águas públicas e fixa parâmetros para o cálculo do preço público de retribuição à União. Brasília, 23 jul. 2022.

VAN AALST, M. A standards-based portal for integrated Land Administration information: Thesis for Degree in Master Science. Faculty of Architecture & the Built Environment..Delft University of Technology. Netherlands. April, 2024.

VAN OOSTEROM, P. et al. Preparation of the Land Administration Domain Model (LADM). FIG Working Week, Marrakech, 2011.

VAN OOSTEROM, P.; LEMMEN, C.; INGVARSSON, T. The ISO 19152 Land Administration Domain Model. International Journal of Spatial Data Infrastructure Research, v. 6, p. 325-347, 2011.

WIDODO, M.S. Developing a Marine Spatial Planning: Lessons from Integrated Spatial Plan for City of Balikpapan, Indonesia. In: FIG Working Week 2005. Cairo, Egypt. 2005.

ZAMZURI, N.A.A.; HASSAN, M. I; RAHMAN, A. A. (2021). Developing 3D Marine Cadastre Data Model within Malaysian LADM Country Profile – Preliminary Result. In: FIG Working Week 2021, 21-25 June 2021, Virtually in the Netherlands.

BIOGRAPHICAL NOTES

Willian Zonato é Analista de Infraestrutura do Governo Federal, atuando como Coordenador e Superintendente Substituto na Superintendência do Patrimônio da União em Santa Catarina. Possui graduação em Engenharia Civil pela Universidade Federal do Paraná (2000) e é graduado Bacharel em Direito pela Universidade do Sul de Santa Catarina (2022). Possui especialização em Engenharia de Segurança do Trabalho pela Universidade Federal do Paraná (2002), especialização em Patologia nas Construções Civis pela Universidade Tuiuti do Paraná (2008), especialização em Perícias e Auditorias Ambientais pela UNINTER (2015), e é pós-graduando em Direito Negocial e Direito Imobiliário pela Escola Brasileira de Direito. Atualmente está finalizando o mestrado em Gestão Territorial na Universidade Federal de Santa Catarina, com foco na aplicação de modelos de avaliação em massa.

Everton da Silva possui graduação em Engenharia de Agrimensura pela União das Faculdades de Criciúma (1992), mestrado em Engenharia Civil pela Universidade Federal de Santa Catarina (1999) e doutorado em Engenharia de Produção pela Universidade Federal de Santa Catarina (2006). Professor da Universidade Federal de Santa Catarina junto ao Departamento de Geociências e ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Transportes e Gestão Territorial, onde atua na linha de pesquisa em Cadastro Territorial Multifinalitário. Coordenou trabalhos de levantamentos cadastrais e avaliação em massa de imóveis para fins fiscais em diversos municípios brasileiros. Professor associado do Lincoln Institute of Land Policy, onde colabora em cursos à distância e presenciais. Membro da Rede Acadêmica de Cadastro Multifinalitário - RACAM. Membro da Comunidade CTM (ReDus). Líder do Grupo de Observação e Transformação do Território - GOTT (gott.ufsc.br).

Liane Silva Ramos é professora do Departamento de Engenharia Civil da UFSC e professora do PPGTG (Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Transportes e Gestão Territorial). Desenvolve projetos de pesquisa e extensão nas áreas de Cadastro Territorial Multifinalitário, Administração de Terras e Geotecnologias. Membro do Grupo de Observação de Transformação do Território – GOTT (<https://gott.ufsc.br>).

CONTACTS

Willian Zonato

Superintendência do Patrimônio da União

Praça XV de Novembro, nº 336

88.010-400, Florianópolis

BRAZIL

Phone: 55 0800 978 9005

E-mail: willian.zonato@gestao.gov.br

Everton da Silva.

Universidade Federal de Santa Catarina, Departamento de Geociências - CFH

Campus Universitário Reitor João David Ferreira Lima

88040970, Florianópolis

BRAZIL

Phone: 55 (48) 37218596

E-mail: everton.silva@ufsc.br

Homepage: <http://gott.ufsc.br/>

Liane Ramos da Silva.

Universidade Federal de Santa Catarina, Departamento de Engenharia Civil - CTC

Campus Universitário Reitor João David Ferreira Lima

88040970, Florianópolis

BRAZIL

Phone: 55 (48) 37212397

E-mail: liane.ramos@ufsc.br

Homepage: <http://www.labfsg.ufsc.br/>