

UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS  
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS  
FLORESTAIS E AMBIENTAIS

A MODELAGEM DE BANCO DE DADOS GEOGRÁFICO  
COMO SUPORTE A ORGANIZAÇÃO DE INFORMAÇÕES  
FLORESTAIS E AMBIENTAIS NA REGIÃO SUL DO  
AMAZONAS

IGOR CARDOSO CORRÊA

MANAUS - AM  
2021

UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS  
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS  
FLORESTAIS E AMBIENTAIS

IGOR CARDOSO CORRÊA

A MODELAGEM DE BANCO DE DADOS GEOGRÁFICO  
COMO SUPORTE A ORGANIZAÇÃO DE INFORMAÇÕES  
FLORESTAIS E AMBIENTAIS NA REGIÃO SUL DO  
AMAZONAS

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Florestais e Ambientais - UFAM, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Ciências Florestais e Ambientais, área de concentração de Conservação da Natureza.

Orientador: Prof. Dr. André Luiz Alencar de Mendonça

MANAUS - AM  
2021

### Ficha Catalográfica

Ficha catalográfica elaborada automaticamente de acordo com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

C825m	<p>Corrêa, Igor Cardoso</p> <p>A modelagem de banco de dados geográfico como suporte a organização de informações florestais e ambientais na Região Sul do Amazonas / Igor Cardoso Corrêa . 2021</p> <p>76 f.: il. color; 31 cm.</p> <p>Orientador: André Luiz Alencar de Mendonça</p> <p>Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais e Ambientais) - Universidade Federal do Amazonas.</p> <p>1. Banco de Dados. 2. Modelagem. 3. Sul do Amazonas. 4. Florestal. I. Mendonça, André Luiz Alencar de. II. Universidade Federal do Amazonas III. Título</p>
-------	---



Ministério da Educação  
Universidade Federal do Amazonas  
Coordenação do Programa de Pós-Graduação em Ciências Florestais e Ambientais

IGOR CARDOSO CORRÊA

A MODELAGEM DE BANCO DE DADOS GEOGRÁFICO COMO SUPORTE A ORGANIZAÇÃO DE INFORMAÇÕES FLORESTAIS E AMBIENTAIS NA REGIÃO SUL DO AMAZONAS

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Florestais e Ambientais da Universidade Federal do Amazonas, como requisito para obtenção do título de Mestre em Ciências Florestais e Ambientais, área de concentração em Ciências Florestais e Ambientais.

Aprovada em 10 de setembro de 2021

BANCA EXAMINADORA:

Prof. Dr. André Luiz Alencar de Mendonça  
Universidade Federal do Amazonas

Prof. Dr<sup>a</sup>. Veridiana Vizoni Scudeller  
Universidade Federal do Amazonas

Prof. Dr<sup>a</sup>. Tanara Lauschner  
Universidade Federal do Amazonas



Documento assinado eletronicamente por **André Luiz Alencar de Mendonça, Professor do Magistério Superior**, em 10/09/2021, às 10:51, conforme horário oficial de Manaus, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por **Veridiana Vizoni Scudeller, Professor do Magistério Superior**, em 10/09/2021, às 11:38, conforme horário oficial de Manaus, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por **Tanara Lauschner, Professor do Magistério Superior**, em 14/10/2021, às 18:50, conforme horário oficial de Manaus, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site [https://sei.ufam.edu.br/sei/controlador\\_externo.php?acao=documento\\_conferir&id\\_orgao\\_acesso\\_externo=0](https://sei.ufam.edu.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0), informando o código verificador **0682411** e o código CRC **F42B4E4A**.

Av. General Rodrigo Octávio, 6200 - Bairro Coroado I Campus Universitário Senador Arthur Virgílio Filho, Setor Sul, Bloco FCA/ICB (Pós-Graduação), 2º andar - Telefone: (92) (92) 99128-6254  
CEP 69080-900 Manaus/AM - [ppgcifa@ufam.edu.br](mailto:ppgcifa@ufam.edu.br)

## Dedicatória (s)

Dedicado a todas as vítimas da covid-19.

## Agradecimento (s)

Agradeço a Deus, pela vida e inspiração.

A minha esposa Anne Louyse Gomes dos Santos, pelo amor e companheirismo em todos os momentos.

Aos meus pais, Raimundo Nonato Farias Corrêa e Sirney da Silva Cardoso, por todo amor e dedicação dispostos a mim.

A minha irmã Ioni Cardoso Corrêa, entre outros familiares, por todo suporte e incentivo.

Ao meu orientador, André Luiz Alencar de Mendonça, por sua atenção e disposição em tirar as dúvidas que surgiram ao decorrer do trabalho.

Aos meus amigos, por todo apoio durante o período de realização desse trabalho, pelas conversas e bons momentos compartilhados.

A Universidade Federal do Amazonas (UFAM) e ao Laboratório de Geotecnologias (LABGEO) pela oportunidade e estrutura oferecida.

E a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pelo financiamento da pesquisa.

Agradeço.

*Amarás o senhor teu Deus de todo  
teu coração, de toda tua alma e de todo teu  
espírito.*

## RESUMO

A deficiência na centralização das informações e as diversas formas de organização e distribuição de dados geográficos, desfavorece ações de monitoramento e combate a irregularidades ambientais. Profissionais da área florestal e ambiental utilizam mapas e informações geográficas em diversas atividades e áreas de trabalho, com a estruturação de um banco de dados tem-se a viabilidade de centralização e organização de dados para visualização interativa da dinâmica natural e antrópica de ações no meio. O trabalho foi desenvolvido para a região Sul do estado do Amazonas, no qual foram utilizados primeiramente os dados oficiais obtidos juntos aos órgãos ou entidades responsáveis e a modelagem foi desenvolvida para que existam atualizações e inserções de dados, o processo da modelagem foi realizado em três etapas, modelagem conceitual, lógica e física, para tanto foram utilizados o software brModelo na geração dos diagramas conceitual e lógico e como suporte para o físico, onde foi utilizado um sistema gerenciador de banco de dados o PostgreSQL com suporte da extensão PostGIS para dados espaciais. A utilização do banco de dados foi exemplificada por dois estudos de caso, onde a conexão ao banco permite ao usuário o acesso aos dados e a possibilidade da geração de novos dados ou a atualização dos existentes, desde que devidamente preenchidos os atributos previamente definidos na modelagem, e a disponibilização desses dados via webservice e as vantagens do seu emprego para a geração de informações com os dados armazenados acerca da temática florestal e ambiental.

**PALAVRAS-CHAVE:** Sul do Amazonas, Banco de dados, Florestal.

## RESUMO EM LÍNGUA ESTRANGEIRA

The deficiency in the centralization of information and the various ways of organization and distribution of geographic data, do not help monitoring and combating environmental irregularities. Forestry and environmental professionals use maps and geographic information in many activities and areas of work, with the structuring of a database, it is possible to centralize and organize data for interactive visualization of the natural and anthropic dynamics of actions in the environment. The work was developed for the southern region of the state of Amazonas, in which official data obtained from the responsible agency or entities were first used and the modeling was developed so that there are updates and data insertions, the modeling process was carried out in three stages, conceptual, logical and physical modeling. Therefore, the brModelo software was used to generate conceptual and logical diagrams and as a support to the physical, where a database management system, PostgreSQL was utilized with support of the Postgis extension for spatial data. The utilization of the database was exemplified by two case studies, where the connection to the database allows the user to access data and the possibility of generating new data or updating existing ones, although the attributes must be rightly fulfilled previously defined in the modeling, and the disponibilization of these data via webservice and the advantages of its use for the generation of information with stored data on forest and environmental themes.

**KEYWORDS:** Amazonas's southern, Database, Forestry.

## Lista de Figuras

Figura 01 – Exemplo de diagrama de classes em formato UML.....	23
Figura 02 – Mapa de localização da área de estudo.....	27
Figura 03 – Diagrama conceitual.....	34
Figura 04 – Diagrama de classes do conjunto de dados produzidos no estado....	35
Figura 05 – Diagrama de classes do conjunto de dados externos .....	36
Figura 06 – Criação do banco de dados.....	46
Figura 07 – Criação da classe categoria e inserção de dados para padronização.....	47
Figura 08 – Criação de extensão no banco para dados espaciais com formato vetorial.....	48
Figura 09 – Criação de extensão no banco para dados espaciais com formato matricial.....	48
Figura 10 – Inclusão dos arquivos vetoriais em linguagem SQL no banco de dados.....	49
Figura 11 – Banco de dados geográfico.....	50
Figura 12 – Conexão ao servidor da Agrimensura- UEA.....	51
Figura 13 – Conexão do banco de dados com o geoserver da agrimensura – UEA.....	52
Figura 14 – Importação de uma classe para o geoserver através do postgis.....	53
Figura 15 – Dados disponíveis aos usuários no geoserver.....	53
Figura 16 – Estabelecimento da conexão do banco de dados ao SIG.....	55
Figura 17 – Área para concessão com localização em UC de proteção integral..	56
Figura 18 – Levantamento aerofotogramétrico através de voo com drone.....	57
Figura 19 – Importando um raster para o banco de dados.....	58
Figura 20 – Inclusão de um novo projeto de assentamento.....	59

## Lista de Quadros

Quadro 01 – Conjunto de dados externos.....	28
Quadro 02 – Conjunto dos dados produzidos no estado obtidas para o estado...	29
Quadro 03 – Materiais utilizados ao longo do desenvolvimento do estudo.....	31
Quadro 04 – Classe: Categoria.....	37
Quadro 05 – Classe: RAF_Cadastro_Agricultura_Familiar.....	37
Quadro 06 – Classe: RAF_LO_Plano_Manejo_Florestal.....	38
Quadro 07 – Classe: RAF_LAU_Supressao_Vegetal.....	39
Quadro 08 – Classe: RAF_CDRU.....	39
Quadro 09 – Classe: VEG_Amazonia_legal.....	40
Quadro 10 – Classe: VEG_Agroextrativismo_UC.....	40
Quadro 11 – Classe: VEG_Producao_Florestal_vegetal.....	41
Quadro 12 – Classe: HID_Massa_Dagua.....	41
Quadro 13 – Classe: CLI_Estacoes_Meteorologicas.....	42
Quadro 14 – Classe: LML_Estado.....	42
Quadro 15 – Classe: LML_Mesorregiao.....	42
Quadro 16 – Classe: LML_Municipio.....	43
Quadro 17 – Classe: LML_Reserva_Legal.....	43
Quadro 18 – Classe: LML_APP.....	43
Quadro 19 – Classe: LML_Assentamento.....	44
Quadro 20 – Classe: LML_Imovel_Certificado.....	44
Quadro 21 – Classe: LML_Unidade_Conservacao.....	45
Quadro 22 – Classe:LML_Terra_Indigena.....	45

## SUMÁRIO

1. Introdução.....	13
1.1 Objetivos .....	16
1.2 Objetivos específicos .....	16
2. Fundamentação teórica.....	16
2.1 Banco de dados e Sistemas Gerenciadores de Banco de Dados .....	16
2.2 Sistemas de Informações Geográficas (SIG) e Dados espaciais .....	18
2.3 Modelagem de Banco de Dados .....	22
2.4 Geosserviços e IDE's.....	24
2.5 Questão fundiária x ambiental na Amazônia .....	26
3. Descrição Metodológica.....	27
3.1 Área de estudo.....	27
3.2 Dados Utilizados .....	28
3.3 Etapas da Modelagem do Banco de Dados .....	29
3.4 Materiais .....	30
4. Resultados e Discussões.....	32
4.1 Tratamento dos Dados.....	32
4.2 Diagrama conceitual .....	32
4.3 Diagrama de Classes.....	34
4.4 Implementação Física do Banco de Dados .....	46
4.5 Webservices .....	50
4.5 Uso e estudos de caso.....	53
4.5.1 Caso 1: Fiscalização de concessão florestal .....	56
4.5.2 Caso 2: Regularização Fundiária.....	58
5. Conclusão.....	60
6. Referências Bibliográficas.....	62

## 1. Introdução

A floresta Amazônica é fundamental na manutenção da vida de inúmeras espécies, sua rica biodiversidade desperta o interesse na busca de informações sobre a sua composição, estrutura e funcionamento. “Indubitavelmente não há nenhuma outra região natural do planeta que se compare à Amazônia em termos de biodiversidade.” (NORONHA, 2012, p. 126). E entender o funcionamento da floresta Amazônica em muitos casos é uma atividade de grande escala, que envolve a dificuldade em deslocamentos em meio a vegetação densa, acesso restrito a determinadas localidades apenas por vias fluviais, além de danos ambientais ocasionados por meio da intervenção antrópica ou ainda de maneira natural observados ao longo da sua extensão, como o desflorestamento, a caça ilegal, o assoreamento de leitos hídricos, queimadas, dentre outros.

Nesse sentido a busca por informações é constante para o melhor gerenciamento de uma região e de suas atividades. Bochner et al. (2011), afirma que com a globalização, a demanda por informações é cada vez maior e mais importante, diversos segmentos da sociedade precisam de variadas fontes disponíveis e confiáveis para a execução de suas atividades e o estado do Amazonas, notabilizado por ao longo de sua extensão possuir grande quantidade de áreas coberta por floresta, possui uma parcela significativa de responsabilidade pela manutenção desse bioma.

A região sul do Amazonas é uma área que sofre muita pressão em suas florestas. “A produção pecuária e o cultivo da soja colocam os Estados do Mato Grosso, Rondônia e Acre como os principais vetores do perigo que cerca a sobrevivência da biodiversidade no sul do Amazonas.” (PONTES; NORONHA; PONTES, 2016, p.66). Cenamo, Carrero e Soares (2011), destacam que o principal desafio é relacionado há como proceder o ordenamento territorial e a regularização fundiária, em áreas conhecidas como “fronteiras de expansão agrícola” onde a atuação do poder público chega de maneira ineficaz. Enquanto Fearnside (2006), indica que na Amazônia o desmatamento é um problema crescente e dependente de intervenções governamentais, sua importância é observada por seus serviços ambientais como a ciclagem de água, o sequestro de carbono e a manutenção da biodiversidade, onde a perda de vegetação ocasiona em diminuição na variabilidade genética, influência nas alterações climáticas, entre outros.

E o gerenciamento de grande quantidade de informações geográficas é parte do trabalho de modelagem do conjunto de tabelas a serem incorporadas em um banco de dados. Assis et al. (2019), entendem que a qualidade e a flexibilidade de volumosa quantidade de dados espaciais têm uma ampla aplicação pela comunidade em assuntos relacionados a meio ambiente e a inobservância de sistema facilitador de acesso à informação leva a situações como a desorganização das informações, ausência de padronização no levantamento dos dados, retrabalho de uma determinada atividade ou coleta local de informações, desinformação ou desconhecimento sobre determinado assunto, podendo assim promover o aumento desses problemas ambientais, já agravados por fiscalizações deficitárias. Câmara (1995), afirma que infelizmente, instituições acabam não tendo os devidos cuidados na manutenção e atualização de suas bases de dados digitais, ocasionando na indisponibilidade de acesso à informação.

A utilização de dados geoespaciais é cada vez mais acentuada, tanto por usuários públicos quanto privados, e para atender essa demanda existe uma exigência de agilidade na produção e disseminação desses dados, e o estágio atual das geotecnologias com sensoriamento remoto, posicionamento por satélites, sistemas de informações geográficas e acesso à web tem acelerado ainda mais o processo CONCAR (2020). A implementação de uma modelagem de banco de dados geográfico pode contribuir no melhor aproveitamento dos trabalhos desenvolvidos na área ambiental e florestal por suas vantagens em detrimento a outras formas de armazenamento de informações geoespaciais. Lisboa Filho (2000), entende que uma das maiores dificuldades encontradas em aplicações desenvolvidas através de um SIG é projetar o banco de dados geográfico. “Um modelo de dados deve fornecer ferramentas para descrever a organização lógica de bancos de dados, bem como definir as operações de manipulação de dados permitidas.” (CÂMARA et al., 1996, p.49).

Além das vantagens na implementação de um banco de dados, em oposição ao uso de arquivos digitais em formatos muitas vezes não compatíveis com versionamento, multiusuários e organização adequada de atributos, existe a necessidade legal de se disponibilizar amplamente os dados, por meio do decreto Nº 6.666 de 27 de novembro de 2008, que institui a Infraestrutura Nacional de Dados Espaciais (INDE), que é definida como o:

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. (INDE, 2010, p. 14).

O decreto também afirma que a função da INDE é:

- 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 públicos das esferas federal, estadual, distrital e municipal, dos padrões e normas homologados pela Comissão Nacional de Cartografia (CONCAR); e
- 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. (INDE, 2010, p. 46).

De acordo com CONCAR (2020), a geração de dados precisa seguir padrões e especificações técnicas visando o compartilhamento, interoperabilidade e a sua disseminação, aspectos estes fundamentais no âmbito da Infraestrutura de Dados Espaciais (IDE).

Usuários públicos assim como profissionais da área florestal e ambiental utilizam e obtém cada vez mais informações geoespaciais em suas áreas e atividades de trabalho, e considerando que a literatura e as boas práticas da área de SIG apontam para a necessidade de utilização de banco de dados geográfico na lida com dados espaciais, especialmente os dados oficiais, com atualização e utilização frequente, este trabalho estuda o caso do Sul do estado do Amazonas, onde há sabida carência de instituições atuantes e sabida pressão antrópica em diversas frentes. A hipótese a ser provada é que é possível gerenciar e utilizar os dados existentes a partir de uma modelagem dos dados e que isto tende a resultar em melhor disponibilização e aproveitamento dessas informações, além da possibilidade de viabilizar a centralização e organização de dados e produzir novas possibilidades e melhorias em relação ao uso de sistemas de arquivos.

## **1.1 Objetivos**

Propor a modelagem de um banco de dados geográficos e geosserviços para a organização, centralização e monitoramento de dados públicos relacionados a ações de monitoramento e proteção ambiental na região sul do Amazonas.

## **1.2 Objetivos específicos**

1.2.1. Apresentar modelagem como referência para a padronização na obtenção e inserção de dados em um banco de dados geográficos.

1.2.2. Compilar dados públicos de entidades e órgãos ambientais e organizados de forma estruturada.

1.2.3 Desenvolver proposta de geosserviços e arquitetura para os dados estruturados, comparando o modelo com sistemas de arquivos existentes.

## **2. Fundamentação teórica**

### **2.1 Banco de dados e Sistemas Gerenciadores de Banco de Dados**

Alves (2014), define banco de dados como um conjunto de dados lógico e ordenado que apresentam algum significado e não um acervo aleatório sem um fim específico, desenvolvido com usuários e aplicações que facilitem a manipulação e eficiência na recuperação e armazenamento das informações. “Os bancos de dados espaciais proporcionam funções e índices especiais para consultar e manipular os dados espaciais usando linguagens de consulta, como a SQL (Structured Query Language).” (SCHAFER, 2012, p. 58).

É uma área que teve grande crescimento durante a década de 1970 e 1980, com desenvolvimento acelerado ao longo dos anos, permitindo o armazenamento seguro mesmo com grande volume de informações, demonstrando eficiência. (CLARO, 2007).

Kober (2017), descreve que os bancos de dados possuem as seguintes propriedades, denominadas propriedades ACID:

- Atomicidade: quando todas as operações em uma transação obrigatoriamente precisam obter sucesso.
- Consistência: manutenção da integridade do banco de dados durante a execução de transações isoladas.
- Isolamento: capacidade em permitir que execuções independentes possam ser concluídas integralmente sem queda de rendimento, enquanto outras transações são executadas.
- Durabilidade: confirma a realização de tarefas executadas com sucesso, mesmo com a ocorrência de falhas no sistema do banco de dados após a sua execução.

Bolfe et al. (2009), acredita que um banco de dados geográfico é uma importante fonte de informação quando as mesmas são muito restritas para uma determinada região. Pimenta et al. (2012), relatam que um banco de dados geográfico permite consulta, processamento e armazenamento de dados com representação espacial. Segundo Lisboa Filho e Lochpe (1996), um banco de dados espacial é capaz de gerenciar dados com ilustração geométrica, modelando a realidade através de um conjunto desses dados sendo utilizados em diversas áreas de conhecimento.

Exemplos de organização de banco de dados aplicados em setores correlatos podem ser observados nos trabalhos desenvolvidos por: Laborte et al. (2017), que em estudo com a cultura do arroz demonstrou que a utilização de um banco de dados geográfico é favorável na centralização e organização de dados permitindo a geração de informações para uma vasta área geográfica, abrangendo no trabalho dados dentre outros de áreas nos continentes da Ásia, África e Europa.

Também Santos, Silva Junior e Tozi (2017), constataram que a importância da utilização de um banco de dados geográfico para melhor aproveitamento e gerenciamento das informações coletadas pelo corpo de bombeiros do estado do Pará através do seu sistema de cadastro de ocorrência. Sistema de cadastro o qual apresentou dificuldades no processo de geocodificação por ausência ou erros de informações necessárias para a confirmação da localização da ocorrência de incêndios.

Com a utilização do banco de dados pode-se observar que as informações obtidas apresentavam diferença quando comparadas as informações disponibilizadas pela companhia de saneamento e abastecimento de água do estado do Pará, no

tocante a quantidade de hidrantes existentes. Evidenciando a importância da uniformidade da informação no âmbito do gerenciamento de uma atividade. Observa-se que a construção da base de dados desenvolvida por Santos, Silva Junior e Tozi (2017), visa aprimorar a prática da gestão da informação, subsidiando as novas formulações de políticas públicas para o combate de incêndios na região do estudo.

Lisboa Filho e Lochpe (2001), destacam que um sistema gerenciador de banco de dados é uma coleção que possibilita a criação e manutenção de um banco de dados. Segundo Takai, Italiano e Ferreira (2005), os SGBD's utilizam normalmente os seguintes modelos: modelo hierárquico, modelo em redes, modelo relacional e o modelo orientado a objetos. Fernandes (2017, p.6) afirma que um sistema gerenciador de banco de dados é composto por um conjunto de dados associado a um grupo de programas para acesso desses dados cuja "a função de gravar uma informação, alterá-la ou até mesmo recuperá-la é do banco de dados, cabe ao sistema de gerenciamento permitir ou não o acesso ao banco de dados."

O PostgreSQL é um sistema gerenciador de banco de dados objeto relacional, gratuito e de código fonte aberto, desenvolvido a partir do projeto Postgres, iniciado em 1986, na Universidade da Califórnia em Berkeley, sob a liderança do professor Michael Stonebraker. Em 1995, quando o suporte a SQL foi incorporado, o código fonte foi disponibilizado na Web (<http://www.postgresql.org>). Desde então, um grupo de desenvolvedores vem mantendo e aperfeiçoando o código fonte sob o nome de PostgreSQL. (QUEIROZ; FERREIRA, 2005, p. 271).

Paolazzi (2011), destaca que o PostGIS é um módulo de extensão que permite a adição de capacidades espaciais ao PostgreSQL, conferindo ao SGBD se tornar um repositório de dados para os SIG.

## **2.2 Sistemas de Informações Geográficas (SIG) e Dados espaciais**

Segundo Lisboa Filho e Lochpe (1996), os SIG's podem ser entendidos como a junção de três aspectos da tecnologia computacional, sendo eles os sistemas de gerenciamento de um banco de dados, tanto para dados geográficos ou não. As capacidades gráficas, com os procedimentos de aquisição, manipulação, exibição e impressão de dados com representação gráfica e as ferramentas para análise espacial, os algoritmos e técnicas utilizados para análise de dados espaciais.

Câmara e Ortiz (1998), indicam que o SIG podem ser usados em estudos relacionados a temática ambiental, recursos naturais, previsão de fenômenos ou ainda como suporte a definições de planejamento, com a premissa que os dados armazenados são um modelo de representação do mundo real. “As definições de SIG’s refletem, cada uma à sua maneira, a multiplicidade de usos e visões possíveis desta tecnologia e apontam para uma perspectiva interdisciplinar de sua utilização.” (CÂMARA et al., 1996, p. 22).

Hubner e Oliveira (2008), descrevem dados como uma coleção de fatos relacionados e organizados que possibilitem a obtenção de noção de um fato e “Constituem os elementos básicos da informação, pois a análise dos dados resulta em produção de informação, ou seja, os dados tornam-se informação quando o seu criador lhes acrescenta significado”.

Dados espaciais podem ser estruturados de diversas formas. Porém, duas abordagens são amplamente utilizadas na estruturação dos componentes espaciais associados às informações geográficas: a estrutura matricial (raster) e a estrutura vetorial. (LISBOA FILHO, 2000, p. 10).

Borges, Davis Junior e Laender (2005), consideram quatro níveis de abstração para dados geográficos, sendo eles:

- nível do mundo real – onde os fenômenos geográficos reais são representados (rios, cobertura vegetal, ruas).
- Nível de representação conceitual – conceitos nos quais as entidades geográficas podem ser modeladas segundo a percepção do usuário, é nesse nível que são determinadas as classes básicas a serem criadas no banco de dados.
- Nível de apresentação – apresenta as ferramentas pelas quais é possível especificar os diferentes aspectos visuais que as entidades geográficas assumem ao longo de sua utilização em aplicações.
- Nível de implementação – Determina os padrões, meios de armazenamento e estrutura de dados para a implementação de cada tipo de representação, seus relacionamentos e funções e métodos necessários.

Davis Junior, Souza e Borges (2005), apontam que uma das grandes dificuldades encontradas por pesquisadores, usuários, dentre outros, relacionados ao tema da representação computacional do espaço é o acesso à informação.

Um dos aspectos que fundamenta os dados trabalhados em um SIG's são as informações duais presente no mesmo, onde é possível associar a informação geográfica, através da sua localização, com seus atributos descritivos (CÂMARA, 1995). Para o processamento de dados, é importante analisar as fontes de dados a serem consultadas e obtidas. Fichas de campo, relatórios, comunicados técnicos ou outros meios de publicação de informações, realizados por agências, entidades, institutos ou por órgãos de competência na região, podem auxiliar em melhorias nessas coletas de dados, inserindo informações espaciais (quando não realizadas) e determinando uma padronização acerca dos dados ambientais a serem obtidos.

Tais como demonstrado por Short (2014), ao obter informações em cada sistema com dados de incêndios florestais, fornecidas por entidades federais, estaduais e locais de proteção contra incêndios nos Estados Unidos. Com o objetivo de definir quais os registros mínimos a serem requeridos para permitir que os mesmos possam ser inseridos no banco de dados através da disposição dessas informações em uma tabela estruturada. Passando pelos seguintes processos: Padronização; Verificação de erro, Compilação em um único banco de dados e Remoção de registros redundantes. Tendo como um dos resultados obtidos nesse trabalho, a possibilidade de observar os locais com registros de incêndios Florestais nos Estados Unidos entre os anos de 1992 a 2011.

O esquema de tabelas demonstra como os dados deverão ser organizados nas respectivas tabelas, cada item contém o nome do campo, o tipo de dado, podendo ser armazenado como número, texto, data/hora, ou outros e a sua definição. É um dos processos mais importantes pois é como o banco de dados será modelado e estruturado para posterior incorporação das informações. Definir anteriormente, na etapa de modelagem do banco de dados, os tipos de dados, como números inteiros, números reais, caracteres, ou ainda a possibilidade de valores lógicos. Pode resultar em melhor rendimento para o sistema. “O tipo de um dado define o conjunto de valores ao qual o dado pertence, bem como o conjunto de todas as operações que podem atuar sobre qualquer valor daquele conjunto de valores.” (SIQUEIRA; COSTA; BONICHON, 2015, p. 15).

Sendo possível com um dos resultados obtidos na implementação do banco de dados sobre as queimadas em localidades ao longo da extensão territorial dos Estados Unidos, a realização de comparações entre os anos, obtenção e maior

precisão da localização de onde aconteceu o fenômeno, verificar as possíveis tendências, ou ainda fazer previsões.

No Brasil existem dados sobre desmatamento através do sistema de detecção de desmatamento (PRODES), bem como dados sobre focos de calor (PROARCO), onde a obtenção de dados dos mesmos auxilia uma maior eficácia na fiscalização e possíveis medidas de repressão por meio da atuação do poder público, fazendo efetivo o planejamento de políticas públicas com a incorporação de dados confiáveis dentro do contexto das mudanças climáticas. (CORREIA et al., 2005). Nessa conjuntura Correia et al. (2005), propuseram uma modelagem de banco de dados espaço-temporal sobre o tema desmatamento e focos de queimadas, onde no processo da modelagem se faz necessário definições acerca do conjunto de operações entre as geometrias de entrada no sistema possibilitando a criação de relacionamentos topológicos e temporais, assim como o desenvolvimento de um modelo conceitual lógico considerando subáreas como: base cartográfica, legislação, desmatamento, Imóvel, fiscalização, dados atualizados e queimadas.

E em relação a dados fundiários “Um dos principais desafios para a construção de uma estratégia de desenvolvimento para a região amazônica é o anacronismo de sua estrutura fundiária.” (ALVES; MARRA, 2010, p.2). Brito e Cardoso Junior (2019), afirmam que para a Amazônia o problema engloba “desde decretos que determinam de forma ilegal o sigilo às informações sobre terra pública, até mesmo a necessidade de mandados judiciais de busca e apreensão para obter dados que deveriam estar disponíveis publicamente.”

Lupion (2020), indica que o Brasil não possui um sistema unificado com dados espaciais e cartórios sobre a gestão de terras. Treccani; Monteiro e Pinheiro (2018), apontam para a necessidade de criação de um sistema integrado para os dados fundiários, devido a inexistência de uma atuação integrada por parte de diferentes órgãos, onde se constata o não compartilhamento de informações.

Cardoso Junior, Oliveira e Brito (2018), em estudo sobre avaliação de órgãos estaduais quanto a transparência ativa, que é a transparência de informação quando os dados precisam ser divulgados independente de solicitação, apontam para resultados insatisfatórios, onde 56% dos indicadores avaliados estavam ausentes e 22% eram parciais. Dificultando o entendimento das ações desses órgãos fundiários

em suas atividades, prejudicando o monitoramento para a gestão das terras públicas, para o Amazonas, 52% dos indicadores avaliados estavam ausentes.

Vasconcelos (2015), ressalta a importância do levantamento de dados sobre a população, emprego e produção na Amazônia legal em trabalho desenvolvido por Rios. Subsidiando a geração de conhecimento e planejamento para a atuação na região. Freitas e Giatti (2009), apontam para a importância da estruturação de um sistema que integrem dados ambientais e de saúde, diante da carência de indicadores de sustentabilidade ambiental.

Guptill e Morrison (2013), destacam a importância da qualidade dos dados espaciais para adequação no uso em banco de dados, desenvolveu-se uma classificação para a verificação da qualidade dos dados espaciais onde a análise é feita através dos seguintes elementos: linhagem, precisão posicional, precisão do atributo, perfeição, consistência lógica, precisão semântica, informação temporal e uma matriz de avaliação da qualidade dos dados geográficos.

### **2.3 Modelagem de Banco de Dados**

“O processo de modelagem conceitual de banco de dados compreende a descrição dos possíveis conteúdos dos dados, além de estruturas e de regras a eles aplicáveis”. (LISBOA FILHO, 2000, p. 20).

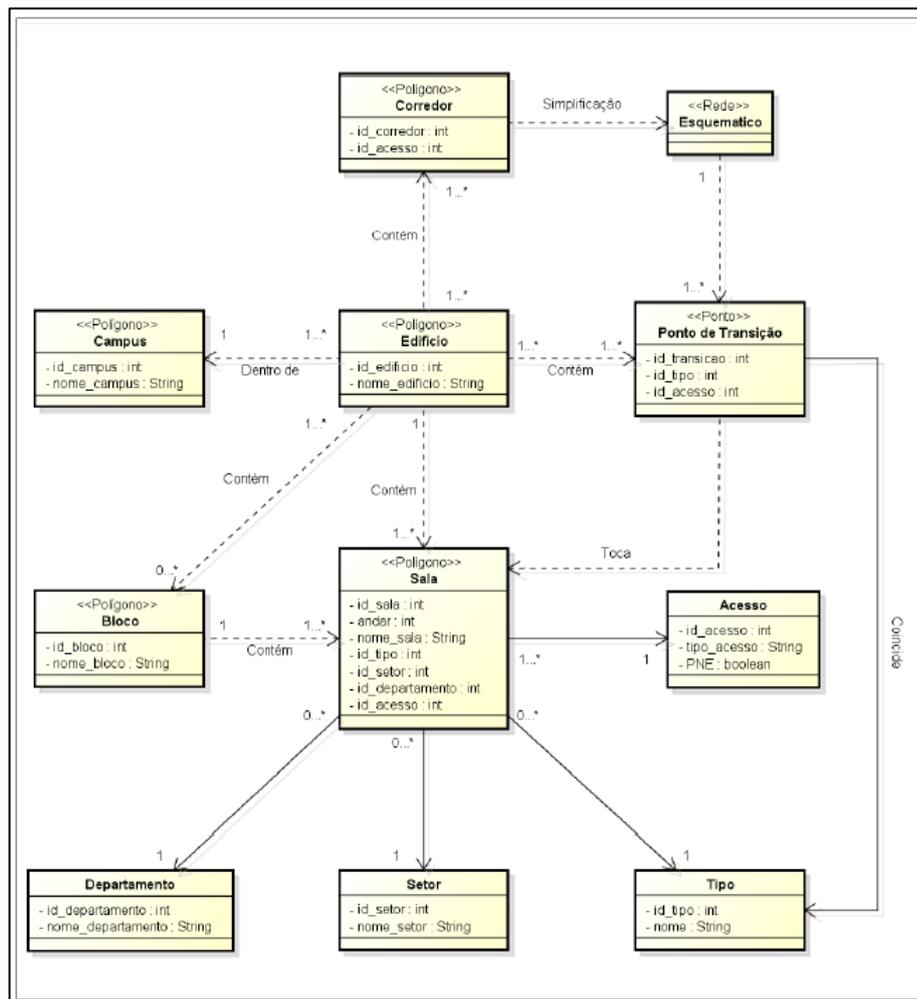
“A arte de modelagem consiste em decompor o mundo real em uma série de sistemas simplificados para alcançar uma visão sobre as características essenciais de um certo domínio”. (SOARES FILHO, 2000, p. 1). Câmara et al. (1996) dividem em quatro níveis as especificações de modelos de dados, sendo eles em mundo real, conceitual, suas representações e implementação. Borges, Davies Junior e Lander (2005) destacam que modelos de dados semânticos e orientados a objetos, tais como o UML, têm sido largamente utilizados para a modelagem de aplicações geográficas.

Segundo Pimenta et al. (2012), para o ingresso dos registros ou objetos no banco de dados geográfico são necessárias informações da localização espacial, como a latitude e longitude e para atributos não espaciais uma padronização. “O diagrama de classes contém apenas regras e descrições que definem conceitualmente como os dados serão estruturados, incluindo a informação do tipo de representação que será adotada para cada classe”. (BORGES; DAVIS JUNIOR;

LAENDER, 2005, p. 90). “O diagrama de classes UML serve geralmente como o esquema para o modelo de dados orientado a objetos”. (TAKAI; ITALIANO; FERREIRA, 2005, p. 9).

Como por exemplo Lisboa Filho (2000), que utilizou como modelo conceitual para seu banco de dados geográfico, a linguagem UML por considerar de fácil entendimento para os seus usuários. Assim como Lima (2020), em trabalho vinculado ao projeto UCM (UFPR campus Mapping) teve como um dos resultados o diagrama de classes, onde o autor utilizou a linguagem UML para demonstrar a estruturação do modelo de banco de dados indoor das estruturas internas (edifícios, salas de aulas, laboratórios, entre outros) do campus Centro Politécnico da Universidade Federal do Paraná, conforme podemos observar (FIGURA 01):

Figura 01 – Exemplo de diagrama de classes em formato UML.



FONTE: Lima (2020).

## 2.4 Geosserviços e IDE's

Os geosserviços são definidos segundo IBGE (2019), como as funcionalidades presentes em plataformas visando fornecer aos seus usuários acesso a dados ou metadados geoespaciais através de um navegador web ou outra aplicação (QGIS) organizados em serviços como a visualização de mapas, download, consultas, dentre outros.

Os geosserviços representam um novo conceito de acesso e manipulação de dados geoespaciais em Sistemas de Informação Geográfica, tanto na estrutura vetorial, quanto na estrutura matricial. Essa nova abordagem surgiu da necessidade de acessar dados de diversas fontes e dos mais diversos formatos. (IBGE, 2019, p. 46).

Dentre os padrões de especificações para geosserviços podemos destacar a Open Geospatial Consortium (OGC), consórcio internacional que envolve empresas, universidades, agências governamentais, entre outros, visando a transformação dos serviços e informações geoespaciais em algo acessível, localizável, interoperável e reutilizável (OGC, 2020). Hubner e Oliveira (2008) apontam que dentre as organizações internacionais que promovem a padronização de dados sobre o espaço geográfico a OGC tem destaque em seu trabalho. Sobre os padrões OGC:

Os padrões de serviços web, estabelecidos e difundidos pelo OGC, são aplicações ou componentes de aplicações, acessíveis pela web, capazes de trocar dados, de compartilhar tarefas e de automatizar processos que envolvam dados geoespaciais. Estes geosserviços são endereçáveis via URL (Uniform Resource Locator) e são disponibilizados ao público por meio de um navegador de internet ou de programas desktop-SIG. (IESCHECK et al., 2016, p.1426).

Paolazzi (2011), destaca que os principais geosserviços disponibilizados pelo OGC são o Web Map Service (WMS), Web Feature Service (WFS) e Web Catalog Service (CSW). Sendo o WMS o geosserviço onde é possibilitada a representação dos dados espaciais por meio do formato matricial ou vetorial, não o dado em si, onde as operações podem ser realizadas através de um navegador web por meio de uma URL. WFS para a recuperação de feições espaciais no formato GML e WCS permitindo o acesso a dados de representação de fenômenos com variação contínua no espaço (INDE, 2020).

Segundo Santos (2016), os geosserviços permitem a aquisição de dados geográficos, metadados e mapas cartográficos e temáticos. Archela e Théry (2008), relatam que os mapas temáticos são produzidos através de técnicas que permitem

melhor visualização e comunicação, destacando-se dos topográficos por representar fenômenos de qualquer natureza com distribuição geográfica sobre a superfície terrestre. Souza (2019), relata que dentre as vantagens no uso de mapas interativos é uma melhor experiência durante a navegação, possibilitando com que o usuário se sinta à vontade e atraído para explorar o mapa.

Os mapas temáticos podem apresentar simultaneamente diferentes tipos de dados (população, renda, tipo vegetação, estradas, rios, etc.). Contudo, sua forma de classificação se dá em função do principal tipo de dado/tema apresentado (informação central) e, da forma como a variável visual é empregada. (SAMPAIO, 2019, p.113).

IBGE (2019), aponta o destaque que as Infraestruturas de Dados Espaciais (IDE's) tem no compartilhamento e uniformidade de informações geográficas, sendo estas infraestruturas, com seus serviços e catálogos, a representação de modelo para o acesso a dados geoespaciais.

Poveda e Vásquez (2012) determinam que os elementos essenciais para a existência de uma IDE são: dados, hardware e software, metadados, tecnologias, padrões, os acordos entre produtores, acordos, o pessoal, o esquema organizacional, o quadro jurídico, a política e os usuários. Quando na ausência de algum desses elementos, podendo resultar em desequilíbrio e o não alcance dos resultados esperados.

Sobre a Arquitetura de IDE's, Santos (2016) adaptado Davis e Alves (2006), apresentam um modelo onde o destaque é o elemento geoportal, tendo em vista a possibilidade da descoberta das fontes de informação e conteúdo, assim como acesso online as aplicações.

Nesse cenário surge a Infraestrutura nacional de dados espaciais (INDE), que em seu plano de ação para implementação, aponta todos os processos para a efetiva implementação, passando pela dimensão organizacional, técnica e humana, traçando as diretrizes em busca da consolidação. (INDE, 2010).

Assis et al. (2019), em trabalho com a geração de informações através de imagens espaciais desenvolveram o programa Nacional TerraBrasilis, que é um ambiente que está em conformidade com especificações da infraestrutura nacional de dados espaciais por se tratar de um ambiente web governamental que visa divulgar

dados espaciais que podem ser utilizados para o gerenciamento de questões relacionadas ao tema ambiental.

## **2.5 Questão fundiária x ambiental na Amazônia**

A questão fundiária na Amazônia é um assunto que ganha destaque por conta de fatores históricos que permeiam desde a forma de ocupação da região ao longo dos anos, até a forma como a população local tradicionalmente buscam o reconhecimento oficial de suas áreas e “um dos principais desafios para a construção de uma estratégia de desenvolvimento para a região amazônica é o anacronismo de sua estrutura fundiária.” (ALVES; MARRA, 2010, p.2). Brito e Cardoso Junior (2019), afirmam que para a Amazônia o problema engloba “desde decretos que determinam de forma ilegal o sigilo às informações sobre terra pública, até mesmo a necessidade de mandados judiciais de busca e apreensão para obter dados que deveriam estar disponíveis publicamente.”

Lupion (2020), indica que o Brasil não possui um sistema unificado com dados espaciais e cartórios sobre a gestão de terras. Treccani; Monteiro e Pinheiro (2018), apontam para a necessidade de criação de um sistema integrado para os dados fundiários, devido a inexistência de uma atuação integrada por parte de diferentes órgãos, onde se constata o não compartilhamento de informações.

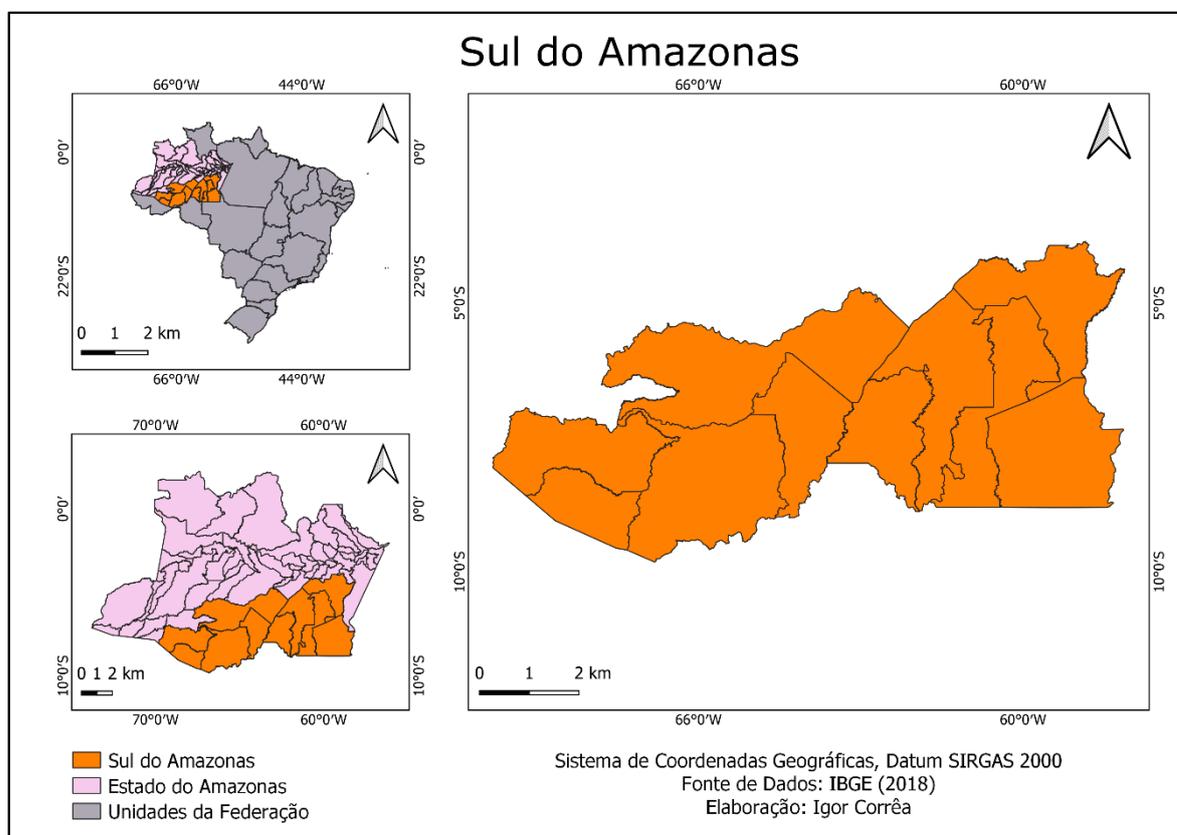
Cardoso Junior, Oliveira e Brito (2018), em estudo sobre avaliação de órgãos estaduais quanto a transparência ativa, que é a transparência de informação quando os dados precisam ser divulgados independente de solicitação, apontam para resultados insatisfatórios, onde 56% dos indicadores avaliados estavam ausentes e 22% eram parciais. Dificultando o entendimento das ações desses órgãos fundiários em suas atividades, prejudicando o monitoramento para a gestão das terras públicas. Para o Amazonas, 52% dos indicadores avaliados estavam ausentes, conforme mostra o resultado para a Secretaria de Política Fundiária do Estado do Amazonas (SPF).

### 3. Descrição Metodológica

#### 3.1 Área de estudo

A Região Sul do estado do Amazonas (FIGURA 02) abrange 12 municípios, tendo os estados do Acre, Rondônia, Mato Grosso e Pará como fronteiras e uma extensão de área de aproximadamente 392.210,00 km<sup>2</sup> o que representa cerca de 25% de área total do estado. SILVA e PEREIRA (2005). A área compreende os municípios inseridos na microrregião de Boca do Acre, Madeira e Purus na região Sul do Amazonas, sendo eles: Apuí, Boca do Acre, Borba, Canutama, Humaitá, Lábrea, Manicoré, Novo Aripuanã, Pauini e Tapauá. (IBGE, 2020).

Figura 02 – Mapa de localização da área de estudo.



FONTE: O Autor (2021).

A escolha da área de estudo baseou-se no interesse em observar qual era o acervo bem como a disponibilização de dados dessa área que é destaque quanto ao assunto de uso e ocupação do solo, além da importância no cenário ambiental da

região por pertencer ao conhecido “arco do desmatamento” e ser uma das vias de acesso ao estado perante o avanço da agricultura e dos problemas ambientais oriundos dessa e outras atividades.

### 3.2 Dados Utilizados

Foram obtidos um conjunto de dados externos, principalmente dados vetoriais em formato *shapefile*, bem como dados fornecidos em planilhas no formato Excel, separados para cada município bem como por categorias. Dentre as fontes geradoras de dados públicos com responsabilidade de órgãos e instituições federais (QUADRO 01) podemos destacar:

- O Instituto Brasileiro de Geografia e estatística (IBGE), por fornecer dados provenientes de bases cartográficas contínuas em escala de 1:250.000 do ano de 2017, onde foram possíveis as aquisições dos limites e a hidrografia das unidades da federação bem como os municípios.
- O programa Terra Brasilis, vinculado ao Instituto Nacional de pesquisas espaciais (INPE), que é um ambiente web que tem como um dos objetivos disponibilizar dados, onde foram obtidos os dados de Unidades de conservação e áreas de terras indígenas.
- O Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária (INCRA), que possibilitou a obtenção de dados do acervo eletrônico, tanto de imóveis rurais públicos como particulares, da gestão fundiária bem como dados de assentamentos na região.

Além dos dados provenientes do Serviço Florestal Brasileiro (SFB) através do programa SICAR, onde foram obtidos os dados de Massas D’água, bem como Áreas de reserva legal.

Quadro 01 - Conjunto dos dados externos obtidos para o estudo.

Fonte	Dados
IBGE	Limites Estadual e Municipais, Hidrografia.
SFB	Reserva Legal e APP
INCRA	Assentamentos, Gestão fundiária e Imóveis rurais
INPE	Unidades de Conservação e Terras Indígenas

FONTE: O Autor (2021).

Para o conjunto de estaduais, foram obtidos dados divulgados por meio do acesso a sites (em portal de transparência ou publicações) das seguintes secretarias e institutos (QUADRO 02):

- Secretaria de Estado do Meio Ambiente (SEMA), com dados referentes a produção agroextrativista e suas cadeias de valor em unidades de conservação, publicadas em formato PDF.
- Secretaria das Cidades e Territórios (SECT) por meio da visualização interativa dos dados de Concessão de Direito Real de Uso- CDRU's.
- Instituto de Proteção Ambiental do Amazonas (IPAAM) com dados sobre o controle, fiscalização e licenciamento ambiental, emitidos por meio de licenças de operação, autorização única e cadastramento.
- Instituto de Desenvolvimento Agropecuário e Florestal Sustentável do Estado do Amazonas (IDAM), referentes ao relatório de suas atividades, com dados de produção florestal e vegetal obtidos através da assistência técnica e extensão rural prestada em todos os municípios do estado.

Quadro 02 - Conjunto dos dados produzidas no estado obtidas para o estudo.

Fonte	Dados
SEMA	Produção agroextrativista em UC.
SECT	Concessão de Direito Real de Uso.
IPAAM	Plano de manejo florestal sustentável, Supressão vegetal e Agricultura familiar.
IDAM	Produção florestal e vegetal.

FONTE: O Autor (2021).

### 3.3 Etapas da Modelagem do Banco de Dados

Foram realizadas análises preliminares acerca da ideia abstrata inicial para o banco de dados e conforme a obtenção dos dados, para que fosse possível a representação de elementos do mundo real em ambiente SIG e disponibilização após os procedimentos. Para tanto foram produzidos os diagramas nos 3 níveis: Conceitual, Lógico e Físico, onde ficaram estabelecidos os seguintes elementos a constituírem a estrutura do banco:

- Conceitual: A definição das classes a serem abrangidas no banco de dados conforme categorias e os relacionamentos derivados desses elementos.
- Lógico: As classes com determinação de seus atributos, bem como a descrição das informações a serem requeridas, determinação de chaves primárias e estrangeiras, os tipos de dados e a multiplicidade das relações existentes entre as classes.
- Físico: A produção do esquema lógico sintetizado em um script com a linguagem em formato SQL e o auxílio de aplicativo para possibilitar a incorporação da componente espacial no ambiente gerenciador do banco de dados.

Nesta discussão é importante citar que o presente estudo se relaciona diretamente a casos de uso para os dados, cada caso foi investigado em relação a atuação de secretarias e órgãos públicos do estado e busca se ater a realidade da rotina da atuação dos mesmos.

### **3.4 Materiais**

Os materiais utilizados ao longo do estudo estão listados (QUADRO 03) dando preferência ao uso de softwares livres. O Sistema de informação Geográfica (SIG) escolhido para a organização e manipulação de dados geográficos foi o QGIS, que segundo Pimenta et al. (2012), é um sistema de informação geográfica que tem entre suas funções o suporte a dados vetoriais, matriciais e banco de dados, através de uma gama de recursos e plug-ins, permitindo entre outros a visualização, edição e confecção de informações visuais da representação da realidade natural de um determinado objeto de estudo.

Foi utilizado o Sistema gerenciador de banco de dados livre PostgreSQL, que segundo Schafer (2012), é um SGBD que possui suporte para uma extensão espacial, é um software livre, com documentação solidificada e permite a continuação do uso e o desenvolvimento da tecnologia. Para a manipulação de dados geográficos o PostgreSQL requisitou a instalação da extensão espacial PostGIS, que segundo Paolazzi (2011), é um módulo de extensão que permite a adição de capacidades espaciais ao PostgreSQL, conferindo ao SGBD se tornar um repositório de dados para os SIG. possibilitando ao sistema uso de dados objeto-relacional com o armazenamento em banco de dados dos objetos SIG. (POSTGIS, 2019).

Para a produção de diagrama de classe foi utilizado a ferramenta brModelo, programa livre e implementado como alternativa nacional para a confecção de modelagem de banco de dados, desenvolvida por Carlos Heuser e Ronaldo Mello, vinculados a época pela UFSC (SC) e UNIVAG (MT). A versão utilizada foi a v3.31 (java8) Windows 64 bits.

E para o tratamento de dados alfanuméricos foi utilizado a planilha eletrônica Microsoft Excel que é comumente usada por usuários do sistema operacional Windows, é parte integrante de um software, sendo um programa de fácil aprendizagem. Flores (2004), essa planilha eletrônica permite a tabulação de dados, inserindo os registros em uma estrutura de linhas e colunas.

Para a disponibilização do banco de dados via servidor de dados geoespaciais foi utilizado o software livre Geoserver, que permite aos seus usuários a edição e visualização dos dados com diversas possibilidades de integração para o compartilhamento de dados.

Quadro 03 - Materiais utilizados ao longo do desenvolvimento do estudo.

Nome	Tipo	Versão
QGis	Sistema de Informação Geográfica - SIG	3.16.4 'Hannover'
PostgreSQL	Sistema Gerenciador de Banco de Dados - SGBD	9.6.21
PostGIS	Suporte a Extensão espacial ao SGBD	3.1.1
brModelo	Ferramenta para modelagem de projeto de banco de dados	3.3.1 (java8)
Excel	Planilha eletrônica	2016
Geoserver	Servidor de mapas	2.11.0
Notebook Acer	Desenvolvimento das atividades	Processador: Ryzen 5, Memória RAM: 12 GB

FONTE: O Autor (2021).

## **4. Resultados e Discussões**

### **4.1 Tratamento dos Dados**

Após a obtenção dos dados o primeiro processo foi verificar a consistência de maneira a corrigir erros como os ocasionados pela codificação do arquivo, onde a nomenclatura de alguns registros fica com a interpretação comprometida quando o uso de acentuação e utilização de caracteres especiais, para tanto foi realizada a padronização de todos os arquivos para a codificação UTF-8 (8-bit Unicode Transformation Format) a fim de solucionar esse problema. Outra padronização realizada nos dados foi a utilização do Datum SIRGAS 2000 EPSG: 4674. oficial do Sistema Geodésico Brasileiro e Cartográfico Nacional, definido pelo IBGE.

### **4.2 Diagrama conceitual**

A estruturação do banco de dados geográfico iniciou a partir da necessidade de se estabelecer um sistema onde os dados oriundos dos órgãos, entidades e secretarias da área de interesse pudessem ser armazenados e disponibilizados a sociedade em geral, estabelecendo inicialmente regras básicas para que o processo de modelagem possa evoluir com o passar do tempo através da contribuição pela utilização por parte desses agentes produtores de dados.

Considerando para o modelo inicialmente uma classe que englobe categorias em que cada é uma maneira de agrupar as outras classes a serem inseridas também no banco de dados, sendo essas classes representadas no diagrama pela forma retangular, os relacionamentos em losangos e as linhas as ligações existentes entre as classes através de seus relacionamentos e multiplicidades existentes em valores numéricos.

Com isso o diagrama conceitual (FIGURA 03) desponta como uma etapa de elucidação dos componentes estruturais básicos do banco, onde ficaram estabelecidas as categorias, que visam possibilitar uma estrutura mais robusta de armazenamento de dados, tanto para a implementação inicial do banco de dados, bem como para possíveis atualizações futuras.

Considerou-se cinco (5) categorias de informação inicialmente, onde ocorre a separação das classes, sendo as mesmas acompanhadas de uma numeração para possibilitar o armazenamento no banco de dados. Portanto as categorias foram escolhidas conforme características desejadas para o banco de dados geográfico, tendo como definições:

1 – Limite\_Localidade: Categoria que agrupa quaisquer presenças humanas, incluindo áreas urbanas e rurais, e apresenta delimitações de áreas de interesse, definidas por decreto ou legislação específica.

2 – Vegetacao: Categoria que engloba dados dos diferentes tipos de vegetação, perda de vegetação e fitofisionomias.

3 – Hidrografia: Categoria que agrupa os variados tipos de recursos hídricos, tanto naturais como artificiais.

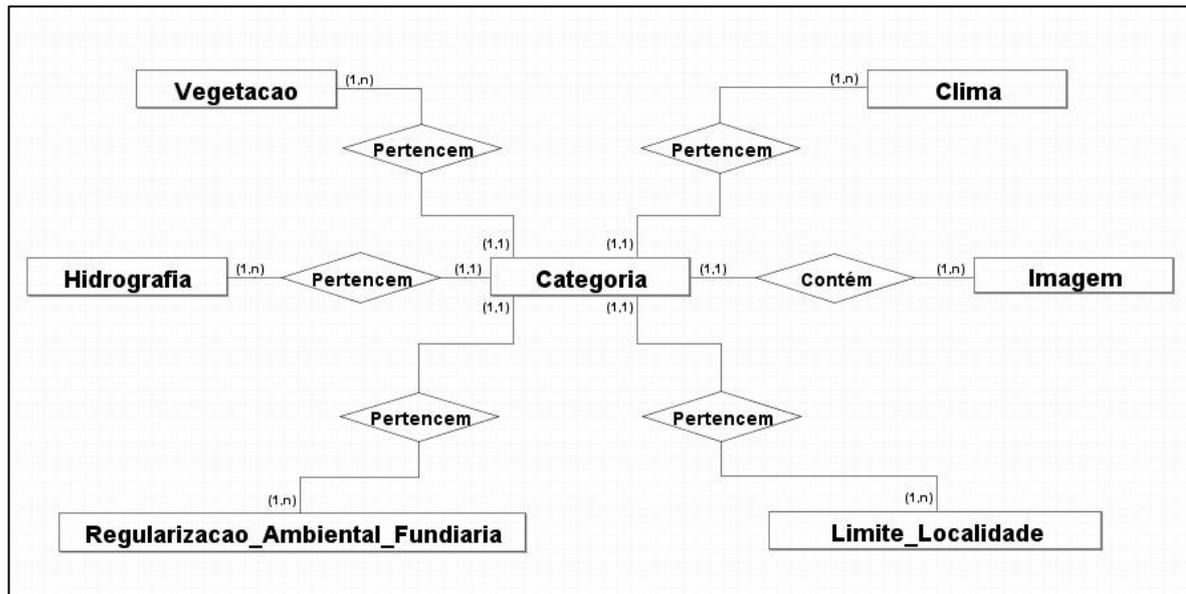
4 – Clima: Categoria que reúne dados de clima e temperatura da região.

5 – Regularizacao\_Ambiental\_Fundiaria: Categoria que engloba dados de processos para fiscalização, regularização, controle, dentre outros.

Imagem: Essa entidade abrange um conceito diferente das categorias, pois cada imagem de satélite e fotogrametria no banco corresponde a uma classe, ou seja, a cada inclusão uma nova classe (tabela) será gerada no banco. Entretanto o conteúdo pode ser vinculado a qualquer categoria, haja visto que uma imagem pode representar elementos de uma determinada categoria, como por exemplo: imagem sobre a vegetação, hidrografia ou ainda registros dos limites de uma determinada área.

Essa etapa anterior a produção do diagrama de classes (onde ocorre a determinação das classes e seus atributos), é importante pois favorece a compreensão do mundo real.

Figura 03 - Diagrama conceitual.



FONTE: O Autor (2021).

### 4.3 Diagrama de Classes

Após a definição das categorias, para nomear as classes a serem introduzidas no modelo do banco de dados foram determinados os prefixos de identificação de cada categoria, precedendo a denominação do dado, onde:

- LML = Limites\_Localidades
- VEG = Vegetação.
- HID = Hidrografia.
- CLI = Clima
- RAF = Regularizacao\_Ambiental\_Fundiaria.

Nessa etapa da modelagem onde cada classe teve os seus atributos definidos, foi realizada uma análise sobre definições e como incorporar ao banco através da escolha de sua categoria correspondente. E o estabelecimento do relacionamento foi por meio da definição da chave primária do atributo "id" da classe "categoria", com a chave estrangeira do atributo "categoria\_id" presente em cada classe inserida ao banco, permitindo vincular cada classe nova no banco a uma categoria previamente definida, assim como possibilitar quando necessário a criação de novas categorias que englobem dados de interesse dos institutos e secretarias de

atuação na região de estudo, mantendo a consistência dos dados presente no banco de dados.

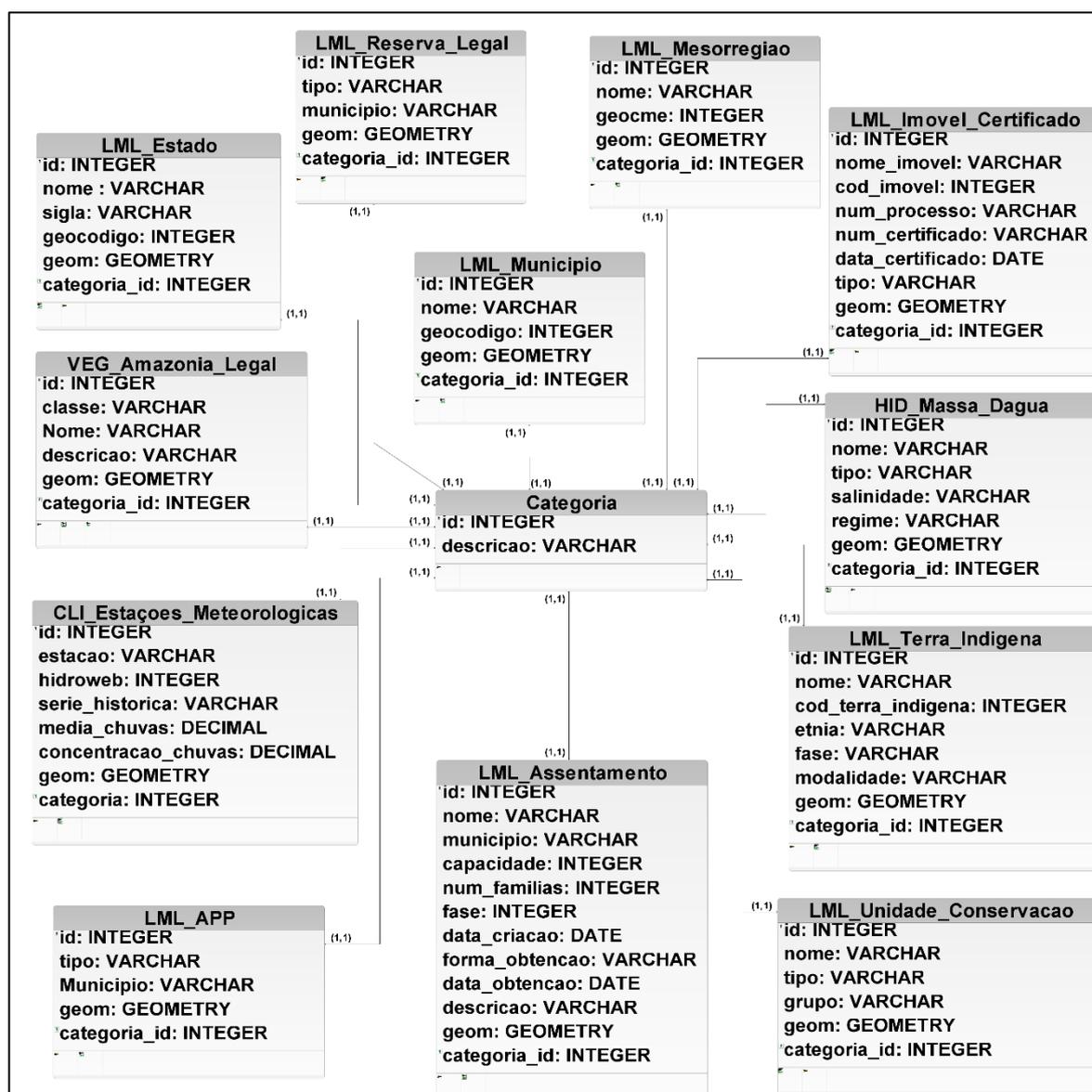
Para o conjunto de dados produzidos no estado, foram determinadas no modelo as classes, bem como seus atributos (FIGURAS 04). Assim como para o conjunto de dados externos obtidos junto aos órgãos de responsabilidade federal, a definição de classes, bem como seus atributos é apresentado no diagrama de classes (FIGURA 05), onde as classes desse conjunto servem como suporte aos dados produzidos pelas instituições e secretarias da região de interesse do estudo.

Figura 04 - Diagrama de classes do conjunto de dados produzidos no estado.



FONTE: O Autor (2021).

Figura 05 - Diagrama de classes do conjunto de dados externos.



FONTE: O Autor (2021).

Ressaltando que as duas figuras apresentadas condizem a um único modelo de diagrama de classes, a separação em duas partes se deu por conta da quantidade de classes e atributos considerados e assim favorecer para a melhor visualização da estrutura proposta elaborada através do conjunto de dados consultados.

Por meio do diagrama de classes além da estrutura necessária para a implementação física do banco de dados no ambiente do sistema de gerenciamento do banco, pode ser derivada também a produção do dicionário de dados, que permitem discriminar com maior detalhamento os elementos considerados no banco, apresentados a seguir (QUADRO 04 a 22) conforme a categoria. Os metadados

seguem o padrão estabelecido pela Infraestrutura Nacional de Dados Abertos, bem como os seus elementos obrigatórios e optativos de maneira a oferecer clareza na utilização dos mesmos.

Quadro 04 - Classe: Categoria.

Atributo	tipo	Descrição
id	integer	Código de identificação gerado automaticamente
descricao	varchar	Determinação das categorias ao qual as classes são relacionadas.

FONTE: O Autor (2021).

Quadro 05 - Classe: RAF\_Cadastro\_Agricultura\_Familiar.

Atributo	tipo	Descrição
id	integer	Código de identificação gerado automaticamente
interessado	varchar	Nome da pessoa física ou jurídica interessada no licenciamento.
num_processo	varchar	Identificação específica do pedido de licenciamento.
registro	varchar	Identificação do interessado junto a instituição responsável.
car	varchar	Identificação do cadastro ambiental rural da propriedade do interessado.
localização_atividade	varchar	Referências para localização da propriedade.
finalidade	varchar	Objetivo de atendimento da licença.
area_imovel	decimal	Valor numérico segundo unidade de medida estabelecida.
app	decimal	Valor numérico segundo unidade de medida estabelecida.
area_remanescente_vegetacao	decimal	Valor numérico segundo unidade de medida estabelecida.
area_reserva_legal	decimal	Valor numérico segundo unidade de medida estabelecida.
area_consolidada	decimal	Valor numérico segundo unidade de medida estabelecida.
area_dispensa	decimal	Valor numérico segundo unidade de medida estabelecida.
validade	varchar	Período de validade da licença obtida.
ano	integer	Ano vigente de requisição da licença.

geom	geometry	Geometria da feição
categoria_id	integer	Código que indica qual a categoria do referido dado.

FONTE: O Autor (2021).

Quadro 06 - Classe: RAF\_LO\_Plano\_Manejo\_Florestal.

Atributo	tipo	Descrição
id	integer	Código de identificação gerado automaticamente
interessado	varchar	Nome da pessoa física ou jurídica interessada no licenciamento.
municipio	varchar	Município a qual está contido.
registro	varchar	Identificação do interessado junto a instituição responsável.
num_processo	varchar	Identificação específica do pedido de licenciamento.
atividade	varchar	Especificação do tipo de manejo florestal.
localização_atividade	varchar	Referências para localização da propriedade.
finalidade	varchar	Objetivo de atendimento da licença.
porte	varchar	Especificação de estrutura da atividade.
area_propriedade	decimal	Valor numérico segundo unidade de medida estabelecida.
area_total_plano	decimal	Valor numérico segundo unidade de medida estabelecida.
area_efetivo_manejo	decimal	Valor numérico segundo unidade de medida estabelecida.
area_efetiva_exploracao	decimal	Valor numérico segundo unidade de medida estabelecida.
intensidade_exploracao	varchar	Especificação da exploração de indivíduos por unidade de área.
num_total_arvores	integer	Quantidade de indivíduos a serem explorados
responsavel_tec	varchar	Nome do responsável pelo licenciamento.
matricula_crea	varchar	Matrícula junto ao conselho profissional.
volume_autorizado	decimal	Valor numérico segundo unidade de medida estabelecida.
validade	varchar	Período de validade da licença obtida.
ano	integer	Ano vigente de requisição da licença.

geom	geometry	Geometria da feição
categoria_id	integer	Código que indica qual a categoria do referido dado.

FONTE: O Autor (2021).

Quadro 07 - Classe: RAF\_LAU\_Supressao\_Vegetal.

Atributo	tipo	Descrição
id	integer	Código de identificação gerado automaticamente
interessado	varchar	Nome da pessoa física ou jurídica interessada no licenciamento.
municipio	varchar	Município a qual está contido.
registro	varchar	Identificação do interessado junto a instituição responsável.
num_processo	varchar	Identificação específica do pedido de licenciamento.
area_ser_suprimida	varchar	Indicação da unidade de área a ser licenciada.
localização	varchar	Referências para localização da propriedade.
finalidade	varchar	Objetivo de atendimento da licença.
qtd_arvores	integer	Quantidade de indivíduos a serem removidos.
volume_autorizado	decimal	Valor numérico segundo unidade de medida estabelecida.
produto	varchar	Utilização do indivíduo removido.
validade	varchar	Período de validade da licença obtida.
ano	integer	Ano vigente de requisição da licença.
geom	geometry	Geometria da feição
categoria_id	integer	Código que indica qual a categoria do referido dado.

FONTE: O Autor (2021).

Quadro 08 - Classe: RAF\_CDRU.

Atributo	tipo	Descrição
id	integer	Código de identificação gerado automaticamente
nome	varchar	Nome da pessoa física interessada na regularização.

municipio	varchar	Município a qual está contido.
forma_obtencao	varchar	Forma de obtenção da área.
data_obtencao	date	Data de obtenção da área.
descricao	varchar	Observações acerca do imóvel público ou Privado.
geom	geometry	Geometria da feição
categoria_id	integer	Código que indica qual a categoria do referido dado.

FONTE: O Autor (2021).

Quadro 09 - Classe: VEG\_Amazonia\_Legal.

Atributos	Tipo	Descrição
id	integer	Código de identificação gerado automaticamente
classe	varchar	Classe da vegetação
nome	varchar	Nome da categoria de vegetação
descricao	varchar	Legenda da classe e nome da categoria da vegetação
geom	geometry	Geometria da feição
categoria_id	integer	Código que indica qual a categoria do referido dado.

FONTE: O Autor (2021).

Quadro 10 - Classe: VEG\_Agroextrativismo\_UC.

Atributo	tipo	Descrição
id	integer	Código de identificação gerado automaticamente
produto	varchar	Indicação do produto.
tipo_produto	varchar	Categoria do produto,
uc	varchar	Nome da unidade de conservação
qtd	decimal	Valor numérico segundo unidade de medida estabelecida.
und_medida	varchar	Unidade de medida adotada.
valor_unitario	decimal	Valor numérico segundo unidade de medida estabelecida.
valor_total	decimal	Valor numérico segundo unidade de medida estabelecida.
num_produtores	integer	Quantidade de produtores.
num_familias	integer	Quantidade de famílias produtoras.

inicio_safra	date	Data de início da safra
fim_safra	date	Data do fim da safra
venda	varchar	Indicação para onde vende o produto.
infraestrutura	varchar	Indicação da existência de locais de para processamento.
industria	varchar	Indicação da existência de industrias
capacidade	varchar	Capacidade de armazenamento, se houver.
geom	geometry	Geometria da feição
categoria_id	integer	Código que indica qual a categoria do referido dado.

FONTE: O Autor (2021).

Quadro 11 - Classe: VEG\_Producao\_Florestal\_Vegetal.

Atributo	tipo	Descrição
id	integer	Código de identificação gerado automaticamente
produto	varchar	Indicação do produto.
tipo	varchar	Categoria do produto, florestal ou vegetal.
município	varchar	Município a qual está contido.
num_beneficiarios	integer	Quantidade de produtores assistidos por assistência técnica.
área	decimal	Valor numérico segundo unidade de medida estabelecida.
produção	decimal	Valor numérico segundo unidade de medida estabelecida.
geom	geometry	Geometria da feição
categoria_id	integer	Código que indica qual a categoria do referido dado.

FONTE: O Autor (2021).

Quadro 12 - Classe: HID\_Massa Dagua.

Atributos	Tipo	Descrição
id	integer	Código de identificação gerado automaticamente.
nome	varchar	Nome massa d'água.
tipo	varchar	Nome da categoria de massa d'água.

salinidade	varchar	Tipo de salinidade da massa d'água.
regime		Tipo de regime da massa d'água.
geom	geometry	Geometria da feição
categoria_id	integer	Código que indica qual a categoria do referido dado.

FONTE: O Autor (2021).

Quadro 13 - Classe: CLI\_Estacoes\_Meteorologicas.

Atributos	Tipo	Descrição
id	integer	Código de identificação gerado automaticamente.
estacao	varchar	Nome da estação
hidroweb	integer	Categoria da estação segundo órgão responsável.
serie_historica	varchar	Datação de um determinado período específico.
media_chuvas	decimal	Valor numérico segundo unidade de medida estabelecida.
concentracao_chuvas	decimal	Valor numérico segundo unidade de medida estabelecida.
geom	geometry	Geometria da feição
categoria_id	integer	Código que indica qual a categoria do referido dado.

FONTE: O Autor (2021).

Quadro 14 - Classe: LML\_Estado.

Atributos	Tipo	Descrição
id	integer	Código de identificação gerado automaticamente.
nome	varchar	Nome do Estado.
sigla	varchar	Sigla do Estado.
geocodigo	integer	Código implementado pelo IBGE para identificação de cada unidade da federação.
geom	geometry	Geometria da feição.
categoria_id	integer	Código que indica qual a categoria do referido dado.

FONTE: O Autor (2021).

Quadro 15 - Classe: LML\_Mesorregiao.

Atributos	Tipo	Descrição
id	integer	Código de identificação gerado automaticamente
nome	varchar	Nome do Estado
geocme	integer	Código implementado pelo IBGE para identificação de mesorregiões da federação.
geom	geometry	Geometria da feição
categoria_id	integer	Código que indica qual a categoria do referido dado.

FONTE: O Autor (2021).

Quadro 16 - Classe: LML\_Municipio.

Atributos	Tipo	Descrição
id	integer	Código de identificação gerado automaticamente
nome	varchar	Nome do Estado
geocodigo	integer	Código implementado pelo IBGE para identificação dos municípios da federação.
geom	geometry	Geometria da feição
categoria_id	integer	Código que indica qual a categoria do referido dado.

FONTE: O Autor (2021).

Quadro 17 - Classe: LML\_Reserva\_Legal.

Atributos	Tipo	Descrição
id	integer	Código de identificação gerado automaticamente
tipo	varchar	Tipo atribuído a área de reserva legal
municipio	varchar	Município a qual está contido.
geom	geometry	Geometria da feição
categoria_id	integer	Código que indica qual a categoria do referido dado.

FONTE: O Autor (2021).

Quadro 18 - Classe: LML\_APP.

Atributos	Tipo	Descrição
-----------	------	-----------

id	integer	Código de identificação gerado automaticamente
tipo	varchar	Tipo de área de preservação permanente.
municipio	varchar	Município ao qual a massa d'água percorre
geom	geometry	Geometria da feição
categoria_id	integer	Código que indica qual a categoria do referido dado.

FONTE: O Autor (2021).

Quadro 19 - Classe: LML\_Assentamento.

Atributos	Tipo	Descrição
id	integer	Código de identificação gerado automaticamente
nome	varchar	Nome do projeto de assentamento.
municipio	varchar	Município a qual está contido o projeto.
capacidade	integer	Capacidade por pessoa do projeto
num_familias	integer	Capacidade por família do projeto
fase	integer	Etapa a qual o projeto está em escala estabelecida pelo INCRA
data_criacao	date	Data da criação do projeto
forma_obtencao	varchar	Forma de obtenção da área
data_obtencao	date	Data da Obtenção da área
descricao	varchar	Status do projeto
geom	geometry	Geometria da feição
categoria_id	integer	Código que indica qual a categoria do referido dado.

FONTE: O Autor (2021).

Quadro 20 - Classe: LML\_Imovel\_Certificado.

Atributos	Tipo	Descrição
id	integer	Código de identificação gerado automaticamente
nome_imovel	varchar	Nome do Imóvel
cod_imovel	varchar	Código do Imóvel no Sistema Nacional de Certificação de Imóveis
num_processo	varchar	Número do processo do Imóvel no Sistema Nacional de Certificação de Imóveis

num_certificado	varchar	Número de certificação do Imóvel no Sistema Nacional de Certificação de Imóveis
data_certificado	date	Data da certificação do Imóvel
tipo	varchar	Categoria a qual o imóvel é inserido, Público ou Privado.
geom	geometry	Geometria da feição
categoria_id	integer	Código que indica qual a categoria do referido dado.

FONTE: O Autor (2021).

Quadro 21 - Classe: LML\_Unidade\_Conservacao.

Atributos	Tipo	Descrição
id	integer	Código de identificação gerado automaticamente
nome	varchar	Nome da Unidade de Conservação
tipo	varchar	Categoria da Unidade de Conservação
grupo	varchar	Grupo ao qual dividem-se as Unidades de conservação, Uso Sustentável e Proteção Integral
geom	geometry	Geometria da feição
categoria_id	integer	Código que indica qual a categoria do referido dado.

FONTE: O Autor (2021).

Quadro 22 - Classe: LML\_Terra\_Indigena.

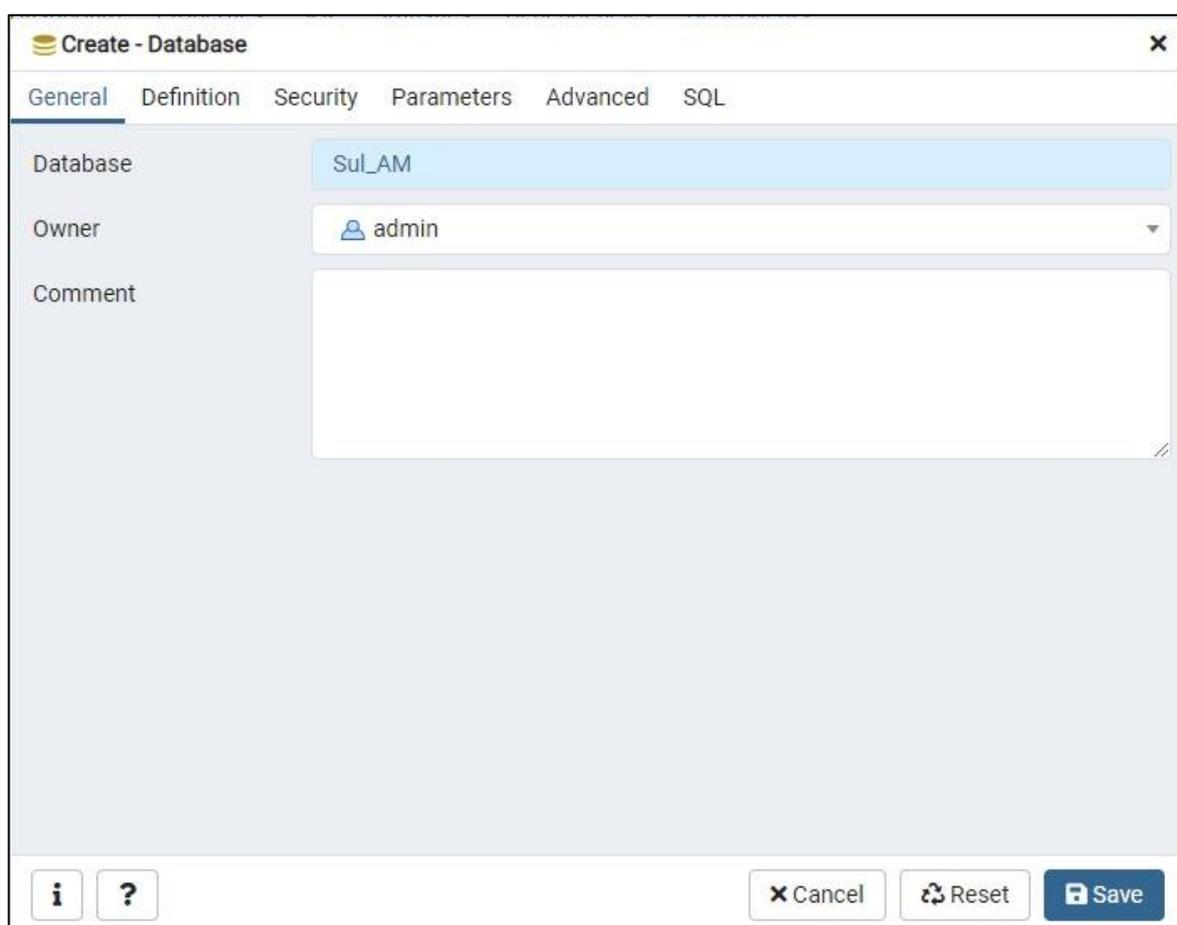
Atributos	Tipo	Descrição
id	integer	Código de identificação gerado automaticamente
nome	varchar	Nome da Terra Indígena
cod_terra_indigena	integer	Código de Terra Indígena
etnia	varchar	Etnia Indígena
fase	varchar	Situação da Regularização da Terra Indígena
modalidade	varchar	Classificação das Terras Indígenas conforme a Lei vigente
geom	geometry	Geometria da feição
categoria_id	integer	Código que indica qual a categoria do referido dado.

FONTE: O Autor (2021).

#### 4.4 Implementação Física do Banco de Dados

Para implementação física do banco de dados geográfico, foi utilizado o sistema de gerenciamento do banco, PostgreSQL, que possui como interface o pgAdmin 4, ao entrar na plataforma a primeira etapa foi a criação do banco de dados, que nesse estudo teve a seguinte denominação “Sul\_AM” (Figura 06), mantendo as configurações padrões do sistema.

Figura 06 - Criação do banco de dados.



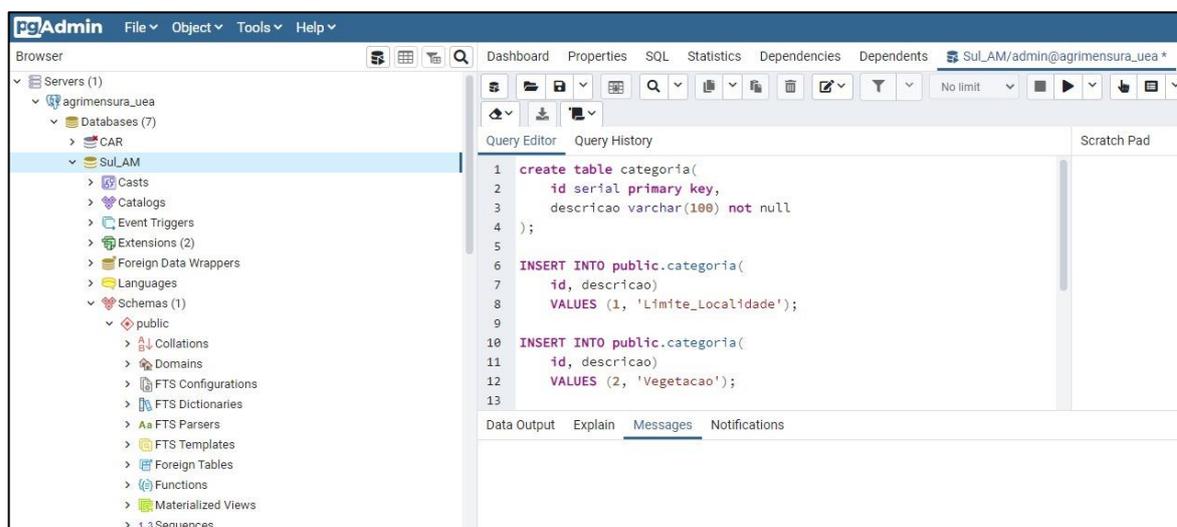
FONTE: O Autor (2021).

O modelo físico, consiste no script com os comandos desenvolvidos em linguagem SQL que descrevem toda a estrutura a ser implementado no SGBD, são criadas tabelas, que correspondem as classes, os seus atributos com a definição dos tipos de dados e as configurações de restrições quando aplicáveis. O estudo

desenvolveu o script de criação do banco através do modelo de diagrama de classes e pode ser consultado no (ANEXO 1).

Foi criada a classe “categoria”, que englobou todas as categorias respeitando a nomenclatura e numeração previamente definida na etapa de modelagem (FIGURA 07), esse procedimento confere ao banco de dados geográfico a possibilidade de que a inclusão de novos dados ocorra em uma categoria correspondente, tendo apenas que ter a seu atributo “categoria\_id” vinculado ao código do atributo “id” na classe “categoria”. Assim como a observância da necessidade da criação de uma nova categoria, requer a atualização da classe “categoria” com a criação de uma nova vinculada ao um código de identificação para posterior vinculação dos dados.

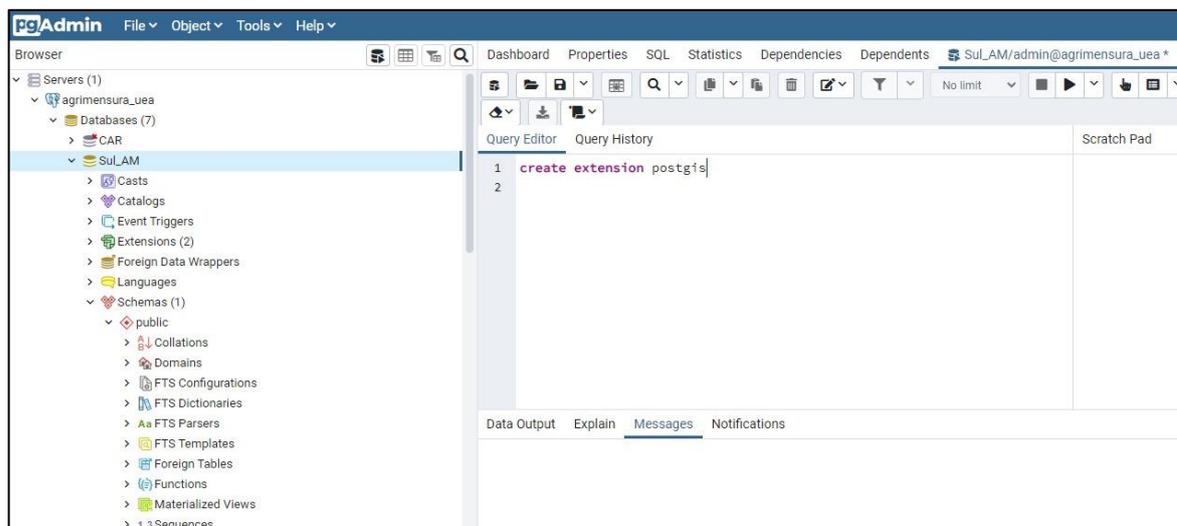
Figura 07 - Criação da classe categoria e inserção de dados para padronização.



FONTE: O Autor (2021).

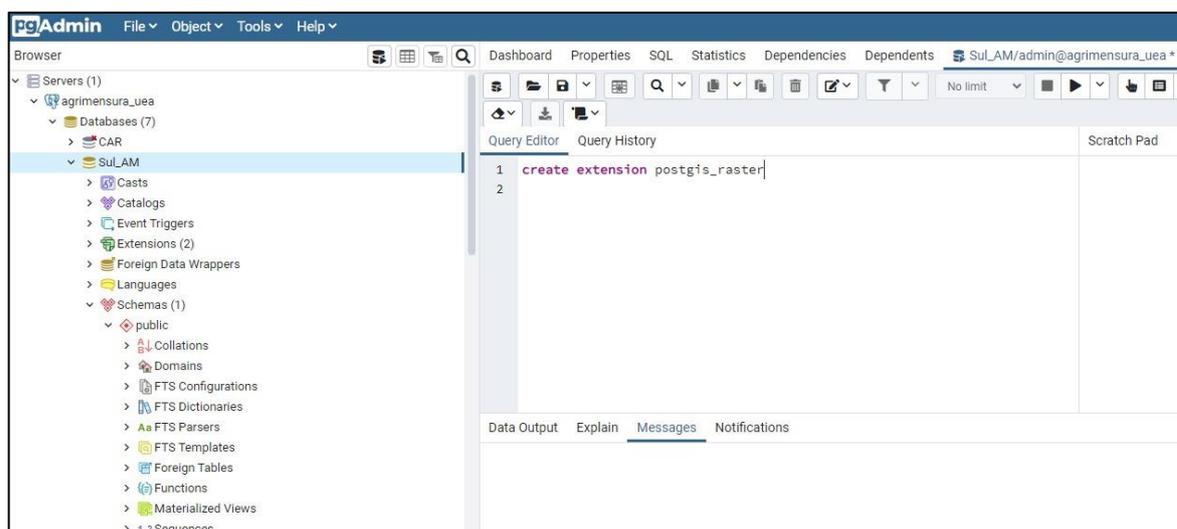
Para possibilitar a inclusão das demais classes foi necessária a criação de extensões para inserção de dados com componente espacial, no formato vetorial (FIGURA 08) e no formato raster (FIGURA 09), habilitando assim o banco a receber os arquivos e armazená-los.

Figura 08 – Criação de extensão no banco para dados espaciais com formato vetorial.



FONTE: O Autor (2021).

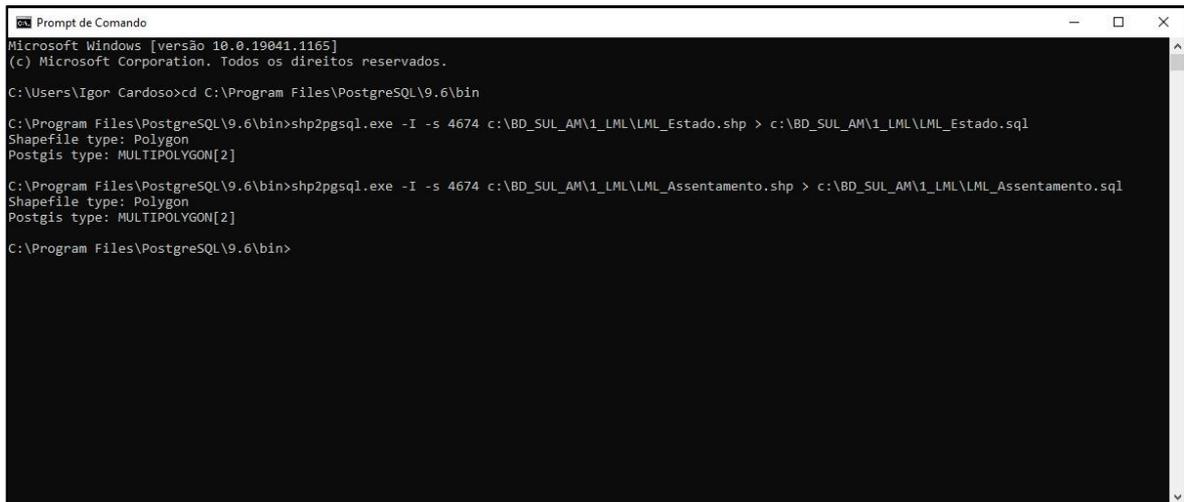
Figura 09 - Criação de extensão no banco para dados espaciais com formato matricial.



FONTE: O Autor (2021).

O SGBD utilizado permite a criação via interface de tabelas, extensões assim também como aplicativo executável “shp2pgsql-gui” que acessado via comando em terminal é uma alternativa para função de executar a conversão dos arquivos com formato vetorial em arquivos escritos na linguagem SQL para inserção no banco de dados (FIGURA 10).

Figura 10 – Inclusão dos arquivos vetoriais em linguagem SQL no banco de dados.



```
Prompt de Comando
Microsoft Windows [versão 10.0.19041.1165]
(c) Microsoft Corporation. Todos os direitos reservados.

C:\Users\Igor Cardoso>cd C:\Program Files\PostgreSQL\9.6\bin

C:\Program Files\PostgreSQL\9.6\bin>shp2pgsql.exe -I -s 4674 c:\BD_SUL_AM\1_LML\LML_Estado.shp > c:\BD_SUL_AM\1_LML\LML_Estado.sql
Shapefile type: Polygon
Postgis type: MULTIPOLYGON[2]

C:\Program Files\PostgreSQL\9.6\bin>shp2pgsql.exe -I -s 4674 c:\BD_SUL_AM\1_LML\LML_Assentamento.shp > c:\BD_SUL_AM\1_LML\LML_Assentamento.sql
Shapefile type: Polygon
Postgis type: MULTIPOLYGON[2]

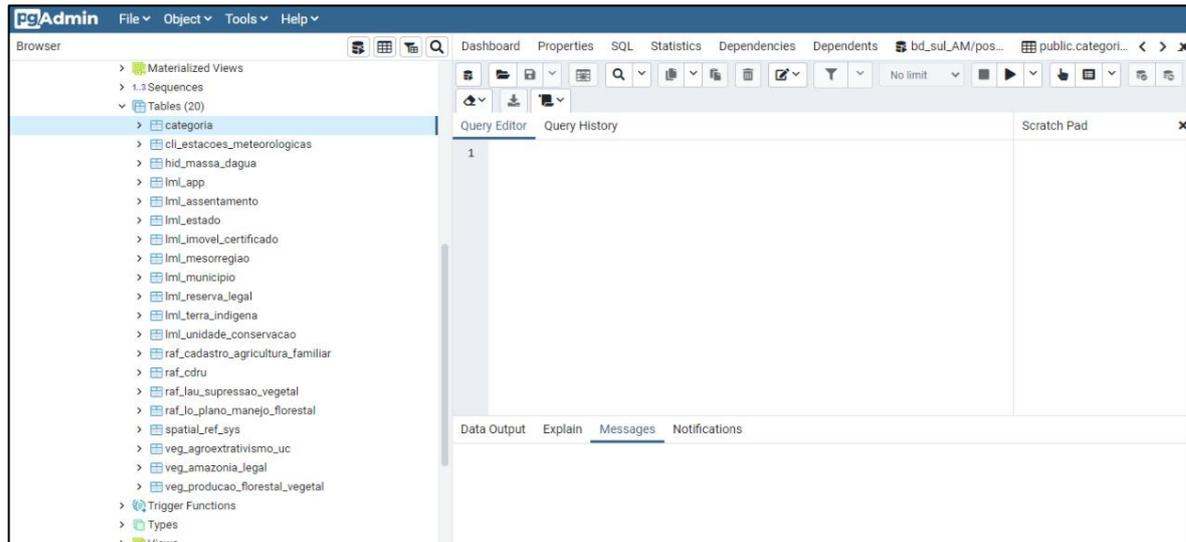
C:\Program Files\PostgreSQL\9.6\bin>
```

FONTE: O Autor (2021).

Em cada classe foi inserido o atributo 'categoria\_id' para possibilitar a geração das chaves estrangeiras e assim vincular cada classe a sua categoria correspondente, esse procedimento confere ao banco de dados geográfico a possibilidade de que a inclusão de novos dados ocorra separadamente por cada categoria correspondente e na observância da necessidade da criação de uma nova categoria a possibilidade mediante a atualização na classe categoria, onde com a criação de uma nova categoria todos os dados vinculados a mesma teriam apenas que ter sua informação vinculada ao código da categoria.

Após a conclusão dessas etapas, o banco de dados apresentou a sua estrutura com as classes já em formato de tabela da seguinte maneira (FIGURA 11).

Figura 11 - banco de dados geográfico.



FONTE: O Autor (2021).

## 4.5 Webservices

Possibilitar o acesso a esses dados via servidor web é uma opção facilitadora a condição de armazenar, recuperar e disponibilizar dados espaciais para utilização na geração de informações e monitoramento da área de interesse do estudo.

Para a disponibilização do banco de dados geográfico via servidor de dados geoespaciais foi estabelecida uma conexão com o servidor gentilmente cedido pela Universidade do Estado do Amazonas (UEA), dotado em sua configuração de uma camada extra de segurança pela configuração SSH Tunnel (FIGURA 12), que é uma configuração padrão que confere maior proteção de acesso ao banco de dados, quando acessado externamente.

Figura 12 – conexão ao servidor da Agrimensura - UEA.

**Connect to Server**

SSH Tunnel password for the user 'root' to connect the server "agrimensura.uea.edu.br"

.....

Save Password

Database server password for the user 'admin' to connect the server "agrimensura\_uea"

.....

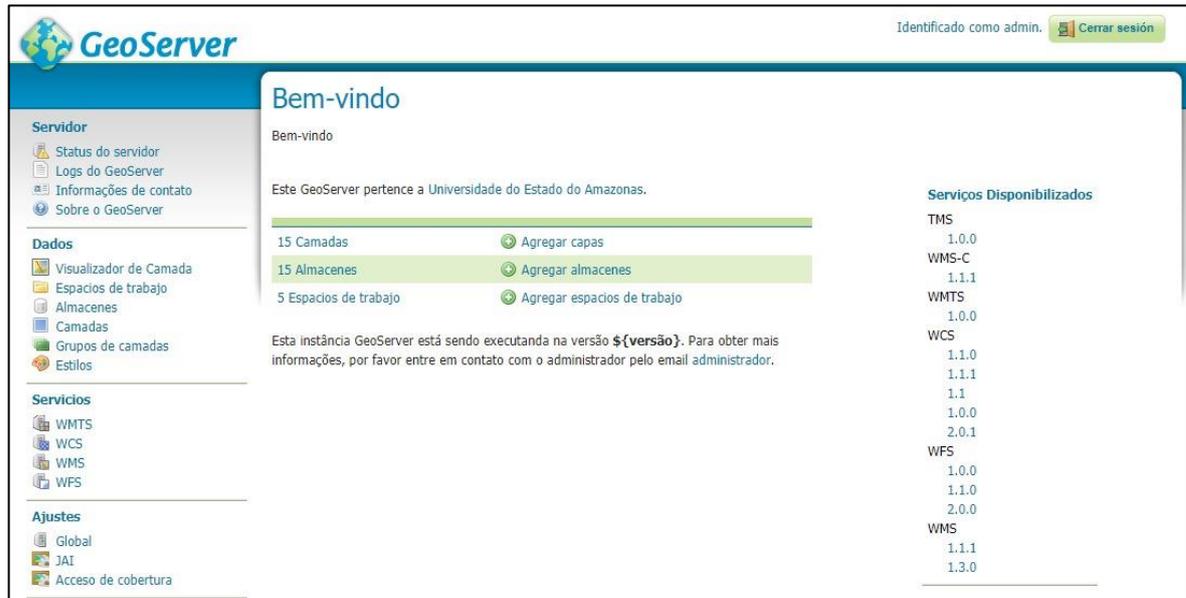
Save Password

× Cancel    ✓ OK

FONTE: O Autor (2021).

Ao estabelecer a conexão ao servidor, um banco de dados com a mesma denominação "Sul\_AM" foi criado e posteriormente a importação do banco no servidor, após a conclusão dessa etapa foi realizada a conexão do banco de dados para com o servidor de mapas (FIGURA 13), no estudo foi utilizado o geoserver, onde foram realizadas as configurações de estabelecimento da conexão e consequente disponibilização dos dados.

Figura 13 – conexão do banco de dados com o geoserver da Agrimensura - UEA.



FONTE: O Autor (2021).

O estudo propõe uma maneira de publicizar os dados organizados no banco, onde os dados são adicionados no servidor, através da conexão ao banco pelo postgis (FIGURA 14) e após as definições de configurações, essa importação ocorre e o dado torna-se público a qualquer usuário que tenha acesso ao serviço via web, podendo exportar nos mais variados tipos de formato e possibilidades de visualização desses dados (FIGURA 15).

Figura 14 – Importação de uma classe para o geoserver através do Postgis.



FONTE: O Autor (2021).

Figura 15 – Dados disponíveis aos usuários no geoserver.



FONTE: O Autor (2021).

#### 4.5 Uso e estudos de caso

A realização da modelagem de banco de dados geográfico, e posterior implementação visa contribuir para um melhor compartilhamento e aproveitamento tanto dos trabalhos a serem realizados, como os já desenvolvidos na região, por suas vantagens em detrimento ao que ocorre atualmente, com os dados do conjunto produzido no estado não serem disponibilizados com a componente espacial associada, ressaltando assim a importância da proposta de disponibilização desses

dados via um banco de dados geográfico e favorecer o compartilhamento de informações entre as instituições e secretárias de gerenciamento da área ambiental e florestal do estado.

Assim como o usual armazenamento de dados em dispositivos no formato de arquivo shapefile. Que por ser um tipo de arquivo monousuário, permite apenas que um único usuário possa editá-lo por vez, impossibilitando que dois ou mais usuários possam trabalhar com o mesmo dado simultaneamente, levando em alguns casos a ocorrência de cópias do mesmo arquivo originalmente, onde se tem uma maior possibilidade da perda do controle da versão mais recente e atualizada, que em determinados projetos e organizações de trabalho pode significar baixa produtividade na execução da atividade ou ainda a perda de informações.

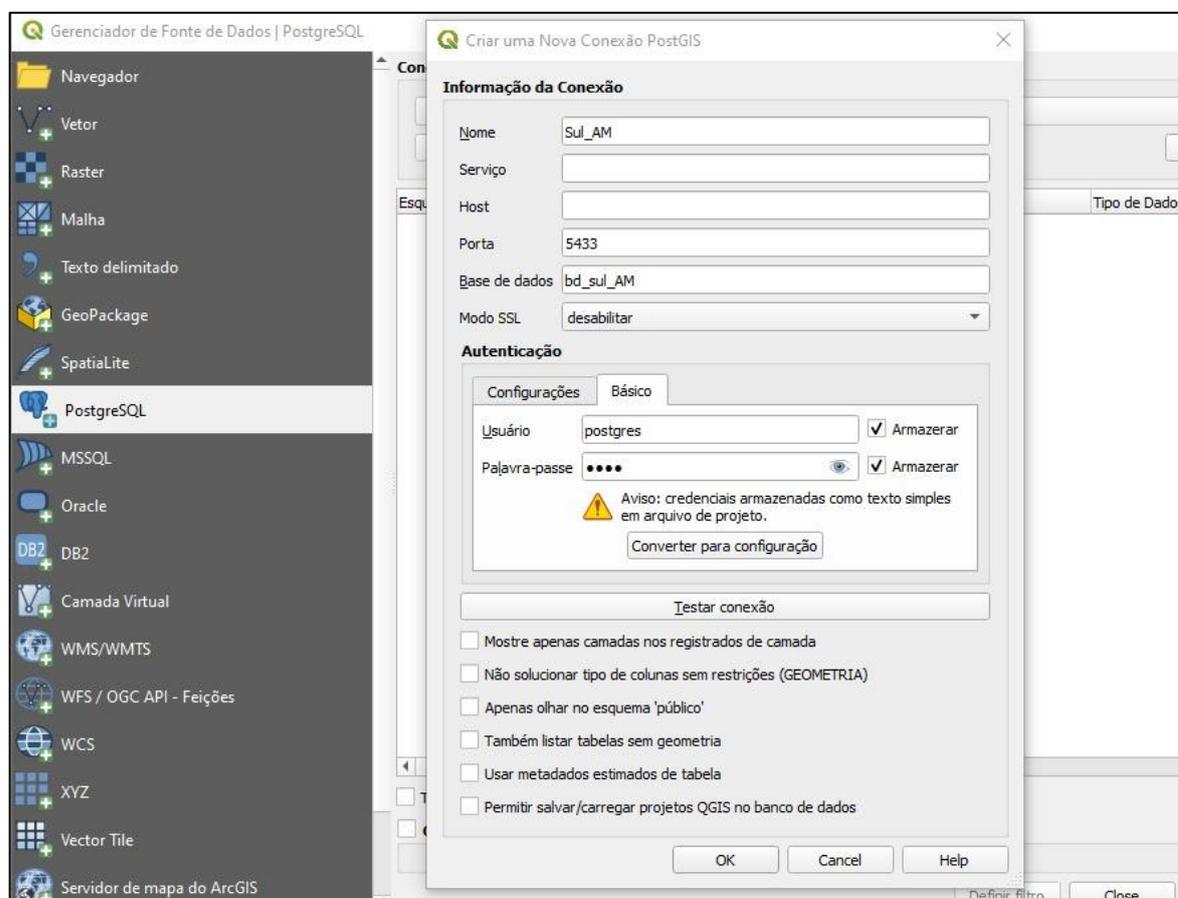
Já o uso do banco de dados geográficos por ser multiusuário, viabiliza não apenas o compartilhamento como o uso do dado por dois ou mais usuários simultaneamente nos mais diversos níveis de permissibilidade, como por exemplo, usuários que podem apenas visualizar os dados, outros usuários que podem editar ou excluir atividades de outro usuário, ou ainda usuários que possam excluir ou adicionar novos usuários (superusuário), possibilitando a hierarquização e conseqüentemente maior controle sobre as atividades e informações contidas.

E no prisma das atividades rotineiras de analistas do setor florestal e ambiental, assim como usuários de diversos segmentos com interesse na região abordada, a alternativa de centralização dos dados por meio do uso de um banco de dados geográfico é benéfica e para tanto permeia em como estabelecer a conexão desse banco de dados com uma interface que possibilite a visualização e manipulação desses dados. Usualmente são utilizados sistemas de informação geográfica para essa finalidade e estabelecer uma conexão entre esse banco de dados estruturado com o ambiente SIG é uma alternativa na busca de facilitar o compartilhamento e geração de novos dados.

Implementado o banco de dados, para permitir o acesso e a sua utilização, foi necessário estabelecer uma conexão entre o banco de dados com o sistema de informação geográfica, e assim tornar possível o compartilhamento desses dados aos usuários conectados ao banco. A seguir (FIGURA 16) que exemplifica como foi estabelecida a conexão entre o banco de dados implementado no sistema gerenciador

de banco de dados PostgreSQL com extensão espacial postGIS com o Sistema de Informação Geográfica QGIS, e a visualização dos dados oficiais na interface.

Figura 16 - Estabelecimento da conexão do banco de dados ao SIG.



FONTE: O Autor (2021).

Para tanto, a modelagem do banco de dados proposta nesse estudo objetivou um modelo flexível, que compatibilizasse tanto uma atualização, como uma geração de novos dados, pois a estrutura desenvolvida permite o acréscimo de novas classes desde que incluídas em sua categoria correspondente, respeitando as regras estabelecidas. E com a base de dados já consolidada em dados produzidos e disponibilizados por respectiva entidade oficial podemos ilustrar como um analista ou usuário procederia para fazer o uso dessa estrutura.

Nesse sentido o estudo propõe a análise de dois estudos de caso. Tanto para o caso 1, como o 2 a primeira etapa é estabelecer uma conexão entre o banco de dados com um Sistema de Informação Geográfica ou Plataforma webgis, permitindo

assim que o usuário tenha em seu dispositivo a possibilidade de acessar os dados armazenados.

#### 4.5.1 Caso 1: Fiscalização de concessão florestal

Um analista florestal que tem por objetivo verificar uma determinada área com potencial a concessão florestal, conectado ao banco tem acesso a informações de áreas em que a legislação impede a prática de manejo florestal sustentável, como em caso de áreas de unidades de conservação de proteção integral, e em posse das coordenadas geográficas da área pode realizar uma consulta no SIG e constatar se a área de interesse da atividade se localiza em uma área restrita a prática.

Com base nos dados oficiais o analista pode observar previamente que o local se encontra em uma área que por regimentos legais impede que o processo de concessão avance, evitando um eventual deslocamento de uma equipe para levantamento de dados em campo, como pode ser observado na (FIGURA 17) pela inviabilidade legal da área destacada por uma feição de pontos em unidade de conservação de proteção integral apresentada como um polígono de coloração vermelha.

Figura 17 - Área para concessão com localização em UC de proteção integral.



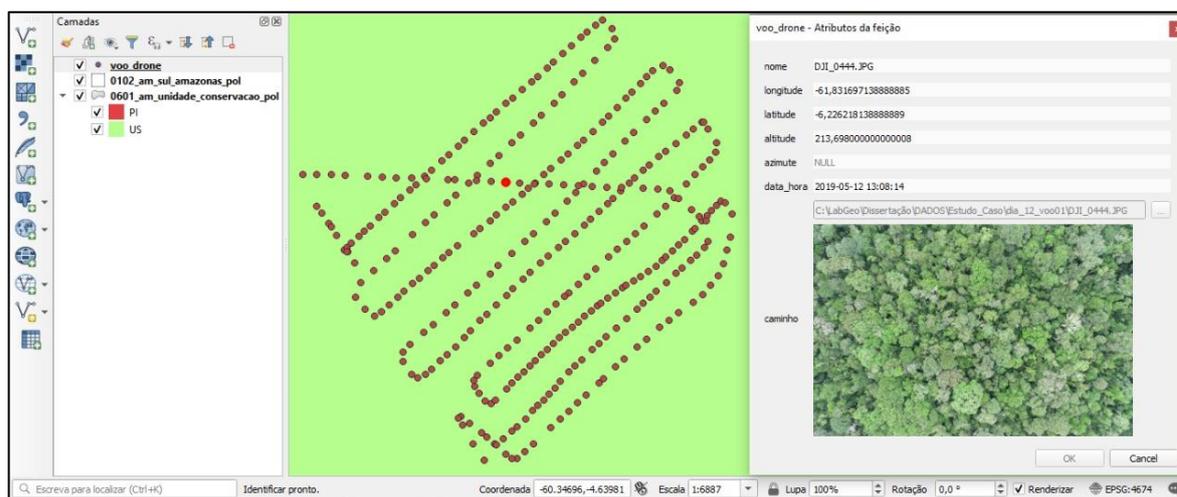
FONTE: O Autor (2021).

Em contraponto, constatado o não impedimento legal, aliada a uma eventual necessidade de deslocamento para a coleta de dados de campo, o analista poderá

requisitar por exemplo a realização de um levantamento da vegetação da área, e por meio de um voo com drone a equipe poderá obter imagens referenciadas do local e disponibilizar a todos os integrantes da equipe com acesso ao banco.

Realizada a coleta, um analista poderá inserir toda informação matricial captada em um SIG e por meio do complemento “LF TOOLS” visualizar cada registro em uma camada em formato vetorial, mas com a imagem correspondente associada segundo a sua localização, conforme (FIGURA 18):

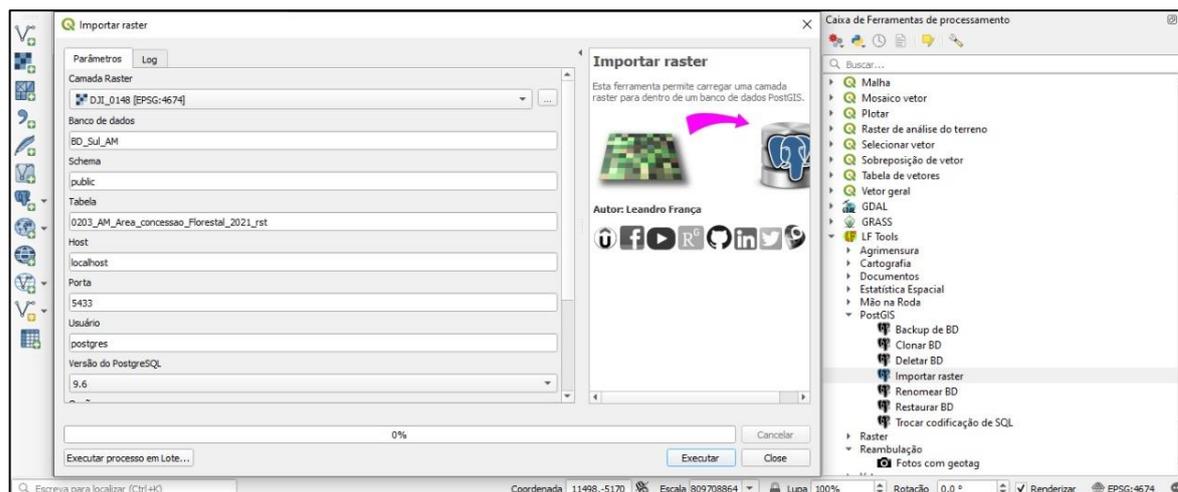
Figura 18 - Levantamento aerofotogramétrico através de voo com drone



FONTE: O Autor (2021).

Visando a disponibilização do arquivo matricial no bando de dados, é necessário também a utilização do complemento “LF TOOLS”, onde as imagens de interesse são inseridas no banco de dados (FIGURA 19), onde os administradores podem ordena-la a categoria correspondente e assim todos os analistas que tiverem conectados e liberados a acessar o arquivo poderão fazer uso por meio de seu dispositivo e assim dar o prosseguimento as demais etapas necessárias antes do veredito a pessoa física/jurídica da concessão da área.

Figura 19 - Importando um raster para o banco de dados.



FONTE: O Autor (2021).

Nesse caso, o banco é um facilitador no compartilhamento de um dado entre uma equipe de um órgão ou entidade, onde o mesmo assim como outros dados serão utilizados para a confecção de um parecer técnico, auxiliando uma tomada de decisão sobre a concessão florestal de uma área com plano de manejo florestal sustentável.

#### 4.5.2 Caso 2: Regularização Fundiária

Um fiscal de uma secretaria estadual está encarregado de realizar a inclusão de um projeto de assentamento que após seguir todas as fases e atender a todos os requisitos e procedimentos, chega à formalização legal para a criação.

Conectado ao banco de dados, o fiscal pode realizar a atualização da classe LML\_Assentamentos disponibilizada em um servidor de mapas, por meio de linguagem sql onde utilizando os seguintes comandos para inserção de geometrias:

```
INSERT INTO LML_Assentamentos VALUES  
(  
  ('Point', 'POINT (0 0)'),  
  ('Linestring', 'POLYGON((0 0, 1 0, 1 1, 0 1, 0 0))'),  
  ('PolygonWithHole', 'POLYGON(( 0 0, 10 0, 10 10, 0 10, 0 0), (1 1, 1 2, 2 2, 2  
1, 1 1))'),  
  ('Collection', 'GEOMETRYCOLLECTION(POINT (2 0), POLYGON( (0 0, 1 0,  
1 1, 0 1, 0 0))));  
SELECT geom, ST AsText(geom) FROM LML_Assentamentos.
```

No comando acima é exemplificado os comandos para criar geometrias de pontos, linha, um polígono, um polígono vazado e uma coleção. Ao trabalhar com polígonos existem vários comandos em sql dos quais o analista poderá utilizar:

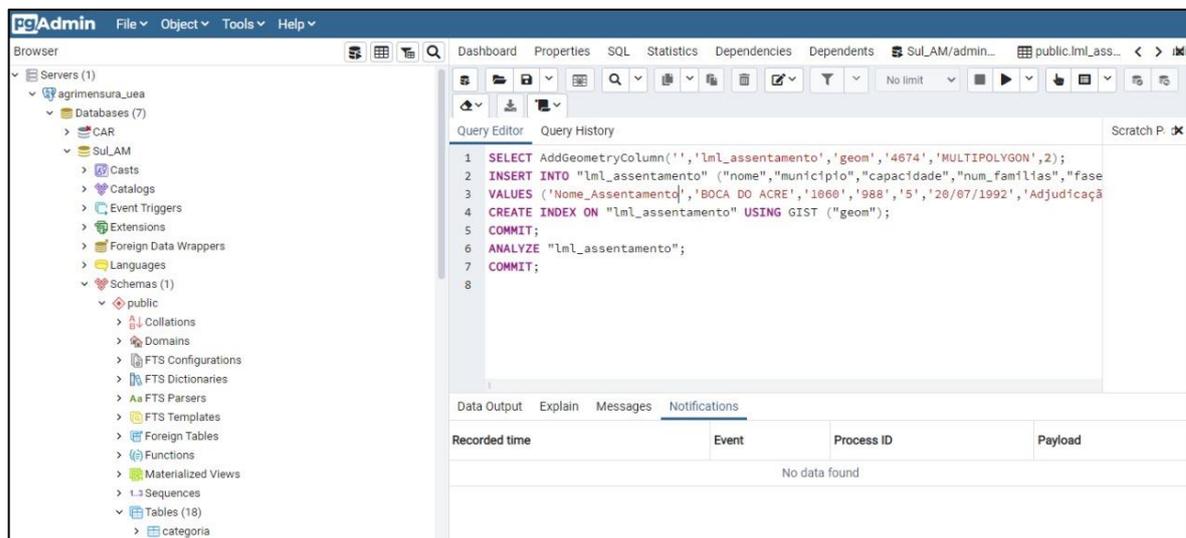
ST\_Area (geometria) = área do polígono.

ST\_NRings (geometria) = Número de anéis.

ST\_AsText = geometrias associadas a polígonos.

Preenchendo todos os atributos necessários, incluindo a geometria (FIGURA 20), de modo que após a inclusão do novo assentamento a área esteja sendo compartilhada no servidor para que a disponibilização ocorra a quem estiver conectado ao servidor de mapas.

Figura 20 - Inclusão de um novo projeto de assentamento.



FONTE: O Autor (2021).

Nesse caso, o banco favorece a atualização de um dado e o seu compartilhamento para um determinado grupo, equipe ou ainda a consulta pública do status dos projetos de assentamentos da região.

## 5 Conclusão

A contribuição do estudo refere-se a um esforço inicial da elucidação das etapas de desenvolvimento e proposição de uma modelagem de um banco de dados geográfico, ressaltando a importância de padronização na determinação dos elementos a serem contemplados, como subsidio a organização dos dados bem como a definição de suas classes e atributos, pela melhoria que o emprego desses procedimentos agregariam para um maior e melhor compartilhamento dos dados produzidos pelas instituições e secretarias do estado, que ao implementar e possibilitar aos produtores e usuários a utilização no dia a dia, possibilitassem perceber as novas demandas que vão surgindo para ajustes de melhoria ao modelo, o estudo é um esforço inicial para aperfeiçoamento pelos responsáveis da temática ambiental e florestal do estado para os seus colaboradores e sociedade civil.

A utilização de um conjunto de dados oficiais produzidos por órgãos federais serve como suporte as definições de organização dos dados em categorias que visam o estabelecimento da consistência dos dados e a interoperabilidade prevista na infraestrutura nacional de dados espaciais. Assim como o emprego de softwares livres, visando a facilitação de replicação e execução da modelagem do banco de dados geográfico a diversificado grupo de usuários bem como instituições e secretarias do estado que a partir do modelo proposto podem ajustar a sua abrangência de atuação.

Por fim, um dos cenários ideais seria um estágio ou trabalho voluntário nas instituições e secretarias do estado para acesso aos dados e processos diários realizados por seus colaboradores, mas por conta das dificuldades apresentadas pelo cenário pandêmico imposto durante a execução do estudo, qualquer tipo de ações nesse sentido se tornou inviáveis pela exposição ao risco de contaminação e pela implementação da rotina de trabalho em home office.

Recomenda-se aos futuros trabalhos:

- Avaliação de usabilidade por usuários do modelo, pela implementação em instituições e secretárias que ainda não divulgam seus dados com a componente espacial associada.

- A implementação de uma interface com base na disponibilização do webservice para aquisição e manipulação interativa dos dados e a avaliação dos usuários quanto a percepção do desempenho e usabilidade do sistema proposto.

## 6. Referências Bibliográficas

ALVES, Pedro Assumpção; MARRA, Thiago Batista. **A aplicação dos Dados Demográficos na Regularização Fundiária da Amazônia Legal**. In: XVII Encontro Nacional de Estudos Populacionais, ABEP. Caxambú- MG, 2010.

ALVES, William Pereira. **Banco de dados**. São Paulo: Saraiva/Erica, 2014.

ANA – Agência Nacional de Águas. **Projeto Geonetwork Opensource**. Disponível em: <<https://metadados.ana.gov.br/geonetwork/srv/pt/about>>. Acesso em: 30.04.2020.

ARCHELA, Rosely Sampaio; THÉRY, Hervé. **Orientação metodológica para construção e leitura de mapas temáticos**. Confins [Online], v. 3, p. 22, 2008.

ARRAES, Ronaldo de Albuquerque; MARIANO, Francisca Zilania; SIMONASSI, Andrei Gomes. Causas do desmatamento no Brasil e seu ordenamento no contexto mundial. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, Piracicaba-SP, v.50, n. 1, p. 119-140, jan./mar. 2012.

ASSIS, FG. et al. TerraBrasilis: uma infraestrutura de análise de dados geográficos para mapeamento temático em larga escala. **ISPRS International Journal of Geo-Information**. .8.11: 513, 2019.

BOCHNER, Rosany. et.al. Qualidade da informação: a importância do dado primário, o princípio de tudo. **Encontro Nacional de Pesquisa em Ciência da Informação**, 2011, Brasília, Distrito Federal. Qualidade da informação. Brasília: GTI I, 2011.

BOLFE, Édson. et al. Uso, ocupação das terras e banco de dados geográficos da metade sul do Rio Grande do Sul. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.39, n. 6, p.1729-1737, set. 2009.

BORGES, Karla A.V; DAVIS JR, Clodoveu A.; LAENDER, Alberto H.F. Modelagem conceitual de dados geográficos. In: CASANOVA, Marco Antônio. et. al. **Banco de Dados Geográfico**. MundoGEO: Curitiba, 2005. p. 83-136.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Mapas de cobertura vegetal dos biomas brasileiros**. Brasília, 2007.

BRITO, Brenda; CARDOSO JUNIOR, Dário. **Ilegalidade e sigilo predominam na gestão de terras públicas estaduais na Amazônia**. 2019. Disponível em: <<https://www.oeco.org.br/colunas/colunistas-convidados/ilegalidade-e-sigilo-predominam-na-gestao-de-terras-publicas-estaduais-na-amazonia/>>. Acesso em: 03/07/2020.

CÂMARA, Gilberto. et al. Anatomia de sistemas de informação geográfica. São Paulo: Unicamp, 1996.

CÂMARA, Gilberto. **Modelos, linguagens e arquiteturas para bancos de dados geográficos**. Tese (Doutorado em Computação Aplicada) – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, São José dos Campos, 1995.

CÂMARA, Gilberto; ORTIZ, Manoel Jimenez. Sistemas de informação geográfica para aplicações ambientais e cadastrais: uma visão geral. In: **Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola**. 1998. p. 59-82.

CAR – Cadastro Ambiental Rural. **Módulo de Cadastro**: manual do usuário. Brasília-DF, 2016.

CARDOSO JUNIOR., D., OLIVEIRA, Rodrigo. BRITO, Brenda. **Transparência de órgãos fundiários estaduais na Amazônia Legal**. Belém: Imazon, 2018.

CENAMO, Mariano Colini; CARRERO, Gabriel Cardoso; SOARES, Pedro Gandolfo. **Estudo de oportunidades para a região sul do Amazonas**. Manaus: IDESAM, Série: Relatório Técnico, v. 1, 2011.

CESAR, Luis Felipe; PINTO, Isabel De Andrade (org.). **Florestas do mundo**.

CINDE-Comitê de Planejamento da Infraestrutura Nacional de Dados Espaciais. **Plano de Ação para Implantação da Infraestrutura Nacional de Dados Espaciais**. Rio de Janeiro, 2010.

CLARO, Fernando. **Apostila de modelagem de dados**. Instituto de ensino Santo Antônio, 2007. Disponível em: <[https://mafiadoc.com/apostila-de-modelagem-de-dados-wordpresscom\\_5a37c53e1723dd98ef4d245c.html](https://mafiadoc.com/apostila-de-modelagem-de-dados-wordpresscom_5a37c53e1723dd98ef4d245c.html)>. Acesso em 28.11.2019.

CONCAR - Comissão Nacional de Cartografia. Especificações técnicas para estruturação de dados geoespaciais vetoriais (ET-EDGV 3.0). 2017.

CORREIA, Antônio Henrique. et al. **Modelagem de um banco de dados espaço-temporal para desmatamento e queimadas**. In: XII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto. Goiânia: Inpe, 2005.

COSTA, Umberto S; SIQUEIRA, Marcelo F.; BONICHON, Richard. **Algoritmos**. 2015.

DAVIS JUNIOR, C. A.; SOUZA, L. A.; BORGES, K. A. V. **Disseminação de dados geográficos na Internet**. Bancos de Dados Geográficos. Curitiba: EspaçoGeo, p. 353-378, 2005.

DIONISIO, Edson José. **PostgreSQL Tutorial**. 2015. Disponível em: <<https://www.devmedia.com.br/postgresql-tutorial/33025#Sobre>>. Acesso em 28.11.2019.

FEARNSIDE, Philip Martin. Desmatamento na Amazônia: dinâmica, impactos e controle. **Acta Amazônia**, Manaus-AM, v.36, n. 3, p. 395-400, 2006.

FERNANDES, Rogerio. **Fundamentos de banco de dados**. Núcleo de Educação a distância da NRsystem, 2017.

FERREIRA, Leandro Valle; VENTICINQUE, Eduardo; ALMEIDA, Samuel. O desmatamento na Amazônia e a importância das áreas protegidas. **Estudos avançados**, v. 19, n. 53, p. 157-166, 2005.

FLORES, Maria Lucia P. O uso do Excel para resolver problemas de operações financeiras. **RENOTE-Revista Novas Tecnologias na Educação**, v. 2, n. 2, 2004.

FREITAS, Carlos Machado de; GIATTI, Leandro Luiz. Indicadores de sustentabilidade ambiental e de saúde na Amazônia Legal, Brasil. **Caderno de Saúde Pública**. Rio de Janeiro, v. 25, n. 6, 2009.

GUPTILL, Stephen C.; MORRISON, Joel L. (Ed.). **Elements of spatial data quality**. Elsevier, 2013.

GLOBAL FOREST WATCH. Visualize Global Data on the GFW Interactive Map. Disponível em: < <https://www.globalforestwatch.org/howto/visualize-data/visualize-global-data-on-the-gfw-interactive-map.html> >. Acesso em: 30.04.2020.

HUBNER, Cleice E.; OLIVEIRA, Francisco. H. **Gestão da Geoinformação em Implementações Multiusuários**. Congresso Brasileiro de Cadastro Técnico Multifinalitário. Florianópolis: UFSC, 2008.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Acesso e uso de dados geoespaciais**. Rio de Janeiro: IBGE, 2019.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Cidades IBGE**, 2017. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/am/panorama>>. Acesso em 26.11.2019.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Introdução a infraestrutura nacional de dados espaciais – INDE**. Rio de Janeiro, 2019.

IESCHECK, Andrea L. (et.al.) **Estruturação e publicação de dados geoespaciais em consonância com a infraestrutura nacional de dados espaciais (INDE) e com os padrões de interoperabilidade do governo eletrônico (E-PING)**. Revista Brasileira de Cartografia. Rio de Janeiro, n. 68/7, p. 1425-1439, jul.- ago, 2016.

INCRA – Instituto Nacional da Colonização e Reforma Agrária. **Manual do SIGEF**, 2019. Disponível em: <<https://sigef.incra.gov.br/documentos/manual/#h.txwedhxhssye9>>. Acesso em 28.11.2019.

INDE – Infraestrutura Nacional de Dados Espaciais. **Catálogo de Geosserviços**. 2020. Disponível em: <<https://www.inde.gov.br/CatalogoGeoservicos>>. Acesso em: 05.07.20.

KOBER, Marcel. **Um estudo comparativo entre o uso de bases de dados relacionais e não relacionais para Data Warehouses**. Trabalho de Conclusão de Curso (Sistema de Informação) – Centro Universitário Univates, Rio Grande do Sul, 2017.

LABORTE, Alice G. et al. RiceAtlas, a spatial database of global rice calendars and production. **Scientific Data**, 4, 170074, 2017.

LIMA, Marciano da Costa. **Desenvolvimento de um webgis para campus universitário com práticas de UCD**. Dissertação (Pós-Graduação em Ciências Geodésicas) – Universidade Federal do Paraná, 2020.

LISBOA FILHO, Jugurta; IOCHPE, Cirano. **Introdução a sistemas de informações geográficas com ênfase em banco de dados**. Recife-PE: SBC, 1996. Apostila editada no evento XV JAI - Jornada de Atualização em Informática, XVI Congresso da SBC, Recife-PE, 1996.

LISBOA FILHO, Jugurta; IOCHPE, Cirano. **Modelagem de Bancos de Dados Geográficos**. In: Apostila do XX Congresso Brasileiro de Cartografia, Porto Alegre. 2001.

LISBOA FILHO, Jugurta. **Modelagem de bancos de dados geográficos**. Minas Gerais, 2000.

LUPION, Bruno. **O caos fundiário da Amazônia**. 2020. Disponível em: <<https://www.dw.com/pt-br/o-caos-fundi%C3%A1rio-da-amaz%C3%B4nia/a-52245385>>. Acesso em: 09.06.2020.

MEDEIROS, Anderson. **Comparativo: Shapefiles vs. Banco de Dados Geográficos**. 2020. Disponível em <<https://www.youtube.com/watch?v=JQ-KpQ4Kgjw>>. Acesso em: 18.04.2020.

NORONHA, Marconde Carvalho de. **O Amazonas e seu espaço geográfico**. Manaus, AM: Editora Concorde, 2012.

NUNES, Gustavo Manzon; SOUZA FILHO, Carlos Roberto de; FERREIRA, Laerte Guimarães. Discriminação de fitofisionomias na Amazônia central por meio de índices de vegetação de imagens com resolução espacial moderada. **Revista Geografia Acadêmica**. Roraima, v. 6, n.1, 2012.

OCG – Open Geospatial Consortium. **Sobre OCG**, 2020. Disponível em: <<https://www.ogc.org/about>>. Acesso em: 08/07/2020.

PAOLAZZI, Cleomir. **A Infraestrutura nacional de dados espaciais (INDE) e as soluções de interoperabilidade de dados geográficos: análises e aplicações**. Monografia (Engenharia Cartográfica) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2011.

PIMENTA, Fernando Martins. et al. **Servidores de mapas: programação para disponibilizar dados geográficos multidisciplinares utilizando tecnologias livres**. Brasília: Embrapa Milho e Sorgo-Livro técnico (INFOTECA-E), 2012.

PONTES, Raimundo Vitor Ramos; NORONHA, Marconde Carvalho de; PONTES, Kelem Rodrigues de Melo. Desflorestamento no sul do Amazonas: embate entre o

desenvolvimento econômico e a conservação ambiental. **Parcerias Estratégicas**, v. 21, n. 42, p. 61-88, jan-jun, 2016.

POSTGIS 2.4.3. Manual. Disponível em: < <https://postgis.net/docs/manual-2.4/postgis-br.html#idm163>> Acesso em: 12.11.2019.

POVEDA, Miguel A. Bernabé; VÁZQUEZ, Carlos M. **Fundamentos de las Infraestructuras de Datos Espaciales (IDE)**. Madrid: Universidad Politécnica de Madrid, 2012.

QUEIROZ, Gilberto Ribeiro de; FERREIRA, Karine Reis. SGBD com extensões espaciais. In: CASANOVA, Marco Antônio. et. al. **Banco de Dados Geográfico**. MundoGEO: Curitiba, 2005. p. 268-303.

SAMPAIO, Tony. V. M. **Cartografia Temática**. Curitiba: UFPR, 2018.

SANTOS, Clotilde P. Ferri dos. **Uso e Cobertura da Terra na Floresta Amazônica**. São Paulo: FUNCATE, 2004.

SANTOS, Drausio Gomes dos. **Implementação de um geocatálogo utilizando banco de dados orientado a grafos para apoio à metodologia SERVUS**. Brasília: UnB, 2016.

SANTOS, Leonardo Sousa; SILVA JUNIOR, Orleno Marques da; TOZI, Shirley Capela. Sistema de informação geográfica aplicado nos registros de incêndios da cidade de Belém, estado do Pará. **InterEspaço: Revista de Geografia e Interdisciplinaridade**, v. 3, n. 10, p. 65-79, 2017.

SCHÄFER, Alexandro Gularte. **Um banco de dados espaço-temporal para o monitoramento e modelagem do escoamento superficial em bacias hidrográficas no contexto do planejamento urbano**. Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina, 2012.

SHORT, K. C. A spatial database of wildfires in the United States, 1992-2011. **Earth System Science Data**. 6: 1-27., 2014.

SILVA, Kátia Emídio da; PEREIRA, Karen Pessoa. **Alterações na cobertura vegetal natural dos municípios do Sul do Amazonas**. In: Embrapa Amazônia Ocidental- Artigo em anais de congresso (ALICE). In: Simpósio Brasileiro De Sensoriamento Remoto-SBSR, 12., 2005, Goiânia. Anais... São José dos Campos: INPE, 2005. p. 1667-1671., 2005.

SOARES FILHO, Britaldo Silveira. **Modelagem de dados espaciais**. Curso de especialização em geoprocessamento. UFMG, 2000.

SOUZA, Ivan de. **O que é um mapa interativo e como usar na estratégia de Marketing de Conteúdo**. 2019. Disponível em: &lt;<https://rockcontent.com/blog/mapa-interativo/> &gt; Acesso em: 01/07/2020.

TAKAI, Osvaldo Kotaro; ITALIANO, Isabel Cristina; FERREIRA, João Eduardo. **Introdução a banco de dados**. São Paulo: IME-USP, 2005.

TRECCANI, Girolamo Domenico; MONTEIRO, Aianny N. Gomes; PINHEIRO, Maria S. Barbosa. **Consolidação de dados fundiários**: um caminho para gestão fundiária na Amazônia legal. 2018.

VASCONCELOS, Marilena. **Estudo sobre dados sociais e econômicos da Amazônia é apresentado em Belém**. 2015. Disponível em: <<http://www.sudam.gov.br/index.php/ultimas-noticias/794-estudo-sobre-dados-sociais-e-economicos-da-amazonia-e-apresentado-em-belem>>. Acesso em: 07.07.20.

## Anexo

### Anexo 1:

#### Script de implementação física do banco de dados geográfico:

```
CREATE DATABASE "sul_AM"
```

```
  WITH
```

```
  OWNER = postgres
```

```
  ENCODING = 'UTF8'
```

```
  CONNECTION LIMIT = -1;
```

```
create table categoria(  
  id serial primary key,  
  descricao varchar(100) not null  
);
```

```
INSERT INTO public.categoria(  
  id, descricao)  
VALUES (1, 'Limite_Localidade');
```

```
INSERT INTO public.categoria(  
  id, descricao)  
VALUES (2, 'Vegetacao');
```

```
INSERT INTO public.categoria(  
  id, descricao)  
VALUES (3, 'Hidrografia');
```

```
INSERT INTO public.categoria(  
  id, descricao)  
VALUES (4, 'Clima');
```

```
INSERT INTO public.categoria(  
  id, descricao)
```

```

                id, descricao)
                VALUES
'Regularizacao_Ambiental_Fundiaria');

create extension postgis

create extension postgis_raster

create table LML_Estado(
    id serial primary key,
    nome varchar(10),
    sigla varchar (2),
    geocodigo integer,
    geom geometry,
    categoria_id integer not null,
    foreign key (categoria_id) references categoria (id)
);

create table LML_Mesorregiao(
    id serial primary key,
    nome varchar (15),
    geocme integer,
    geom geometry,
    categoria_id integer not null,
    foreign key (categoria_id) references categoria (id)
);

create table LML_Municipio(
    id serial primary key,
    nome varchar (15),
    geocodigo integer,
    geom geometry,
    categoria_id integer not null,

```

```
foreign key (categoria_id) references categoria (id)
);
```

```
create table LML_Reserva_Legal(
    id serial primary key,
    tipo varchar (100),
    municipio varchar (15),
    geom geometry,
    categoria_id integer not null,
    foreign key (categoria_id) references categoria (id)
);
```

```
create table LML_APP(
    id serial primary key,
    tipo varchar (100),
    municipio varchar (15),
    geom geometry,
    categoria_id integer not null,
    foreign key (categoria_id) references categoria (id)
);
```

```
create table LML_Assentamento(
    id serial primary key,
    nome varchar (100),
    municipio varchar (15),
    capacidade integer,
    num_familias integer,
    fase integer,
    data_criacao date,
    forma_obtencao varchar (20),
    data_obtencao date,
    descricao varchar (30),
    geom geometry,
```

```
    categoria_id integer not null,  
    foreign key (categoria_id) references categoria (id)  
);
```

```
create table LML_Unidade_Conservacao(  
    id serial primary key,  
    nome varchar (100),  
    tipo varchar (50),  
    grupo varchar (20),  
    geom geometry,  
    categoria_id integer not null,  
    foreign key (categoria_id) references categoria (id)  
);
```

```
create table LML_Terra_Indigena(  
    id serial primary key,  
    nome varchar (50),  
    cod_terra_indigena integer,  
    etnia varchar (50),  
    fase varchar (20),  
    modalidade varchar (30),  
    geom geometry,  
    categoria_id integer not null,  
    foreign key (categoria_id) references categoria (id)  
);
```

```
create table LML_Imovel_Certificado(  
    id serial primary key,  
    nome_imovel varchar (50),  
    cod_imovel integer,  
    num_processo varchar (20),  
    num_certificado varchar (15),  
    data_certificado date,
```

```
tipo varchar (10),  
geom geometry,  
categoria_id integer not null,  
foreign key (categoria_id) references categoria (id)  
);
```

```
create table VEG_Amazonia_Legal(  
id serial primary key,  
classe varchar (5),  
nome varchar (100),  
descricao varchar (100),  
geom geometry,  
categoria_id integer not null,  
foreign key (categoria_id) references categoria (id)  
);
```

```
create table CLI_Estacoes_Meteorologicas(  
id serial primary key,  
estacao varchar (50),  
hidroweb integer,  
serie_historica varchar (10),  
media_chuvas decimal (6,2),  
concentracao_chuvas decimal (6,2),  
geom geometry,  
categoria_id integer not null,  
foreign key (categoria_id) references categoria (id)  
);
```

```
create table HID_Massa_Dagua(  
id serial primary key,  
nome varchar (50),  
tipo varchar (10),  
salinidade varchar (15),
```

```
    regime varchar (10),
    geom geometry,
    categoria_id integer not null,
    foreign key (categoria_id) references categoria (id)
);
```

```
create table RAF_Cadastro_Agricultura_Familiar(
    id serial primary key,
    interessado varchar (100),
    num_processo varchar (10),
    registro varchar (10),
    car varchar (43),
    localizacao_atividade varchar (250),
    finalidade varchar (500),
    area_imovel decimal (10,2),
    app decimal (10,2),
    area_remanescente_vegetacao decimal (10,2),
    area_reserva_legal decimal (10,2),
    area_consolidada decimal (10,2),
    area_dispensa decimal (10,2),
    validade varchar (10),
    ano integer,
    geom geometry,
    categoria_id integer not null,
    foreign key (categoria_id) references categoria (id)
);
```

```
create table RAF_LO_Plano_Manejo_Florestal(
    id serial primary key,
    interessado varchar (100),
    municipio varchar (15),
    registro varchar (10),
    num_processo varchar (10),
```

```
atividade varchar (150),
localizacao_atividade varchar (250),
finalidade varchar (500),
porte varchar (10),
area_propriedade decimal (10,2),
area_total_plano decimal (10,2),
area_efetivo_manejo decimal (10,2),
area_efetiva_exploracao decimal (10,2),
intensidade_exploracao varchar (20),
num_total_arvores integer,
responsavel_tec varchar (50),
matricula_crea varchar (20),
volume_autorizado decimal (10,2),
validade varchar (10),
ano integer,
geom geometry,
categoria_id integer not null,
foreign key (categoria_id) references categoria (id)
);
```

```
create table RAF_LAU_Supressao_Vegetal(
id serial primary key,
interessado varchar (100),
municipio varchar (15),
registro varchar (10),
num_processo varchar (10),
area_ser_suprimida varchar (15),
localizacao varchar (250),
finalidade varchar (500),
qtd_arvores integer,
volume_autorizado decimal (10,2),
produto varchar (10),
validade varchar (10),
```

```
    ano integer,  
    geom geometry,  
    categoria_id integer not null,  
    foreign key (categoria_id) references categoria (id)  
);
```

```
create table RAF_CDRU(  
    id serial primary key,  
    nome varchar (50),  
    municipio varchar (15),  
    forma_obtencao varchar (50),  
    data_obtencao date,  
    descricao varchar (100),  
    geom geometry,  
    categoria_id integer not null,  
    foreign key (categoria_id) references categoria (id)  
);
```

```
create table VEG_Producao_Florestal_Vegetal(  
    id serial primary key,  
    produto varchar (50),  
    tipo varchar (10),  
    municipio varchar (15),  
    num_beneficiarios integer,  
    area decimal (10,2),  
    producao decimal (10,2),  
    geom geometry,  
    categoria_id integer not null,  
    foreign key (categoria_id) references categoria (id)  
);
```

```
create table VEG_Agroextrativismo_UC(  
    id serial primary key,
```

```
    produto varchar (50),
    tipo_produto varchar (20),
    uc varchar (50),
    qtd decimal (10,2),
    und_medida varchar (10),
    valor_unitario decimal (10,2),
    valor_total decimal (10,2),
    num_produtores integer,
    num_familias integer,
    inicio_safra date,
    fim_safra date,
    venda varchar (50),
    infraestrutura varchar (100),
    industria varchar (100),
    capacidade varchar (50),
    geom geometry,
    categoria_id integer not null,
    foreign key (categoria_id) references categoria (id)
);
```