



UNIVERSIDADE FEDERAL DA BAHIA
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS
DEPARTAMENTO DE GEOGRAFIA

TIAGO RIBEIRO SANTOS

**MODELAGEM CONCEITUAL DE DADOS GEOESPACIAIS: UMA
APLICAÇÃO NA SAÚDE COLETIVA COM ÊNFASE EM
EPIDEMIOLOGIA**

Salvador
2025

MODELAGEM CONCEITUAL DE DADOS GEOESPACIAIS: UMA APLICAÇÃO NA SAÚDE COLETIVA COM ÊNFASE EM EPIDEMIOLOGIA

TIAGO RIBEIRO SANTOS

Trabalho de conclusão de curso de graduação em Geografia, Instituto de Geociências, Universidade Federal da Bahia, como requisito parcial para obtenção do grau de Bacharel em Geografia.

Orientadora: Prof^a Dr^a Erika do Carmo Cerqueira
Coorientadora: Prof^a. Ms. Fabiola Andrade Souza

Salvador
2025

Ficha catalográfica elaborada pela Biblioteca Universitária de Ciências e
Tecnologias Prof. Omar Catunda, SIBI – UFBA.

S237 Santos, Tiago Ribeiro

Modelagem conceitual de dados geoespaciais: uma
aplicação na saúde coletiva com ênfase em epidemiologia /
Tiago Ribeiro Santos. -- Salvador, 2025.

68 f.: il.color.

Orientadora: Prof.^a Dr.^a Erika do Carmo Cerqueira.

Coorientadora: Prof.^a Ms. Fabiola Andrade Souza.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) –
Universidade Federal da Bahia. Instituto de Geociências, 2025.


1. Banco de dados geográficos – Saúde coletiva. 2.
Modelagem conceitual. 3. Dados geoespaciais. I. Cerqueira,
Erika do Carmo. II. Souza, Fabiola Andrade. III. Universidade
Federal da Bahia. IV. Título.

CDU 911.9:614

TIAGO RIBEIRO SANTOS


**MODELAGEM CONCEITUAL DE DADOS GEOESPACIAIS: UMA
APLICAÇÃO NA SAÚDE COLETIVA COM ÊNFASE EM
EPIDEMIOLOGIA.**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado
ao Curso de Graduação em Geografia da
Universidade Federal da Bahia como pré-
requisito para a obtenção do Título de
Bacharel em Geografia pela seguinte banca
examinadora:

Documento assinado digitalmente
 **ERIKA DO CARMO CERQUEIRA**
Data: 18/07/2025 17:50:00-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>


Prof^a. Dra. Erika do Carmo Cerqueira

Orientadora – Universidade Federal da Bahia

Documento assinado digitalmente
 **FABIOLA ANDRADE SOUZA**
Data: 21/07/2025 19:36:21-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof^a. Ms. Fabíola Andrade Souza

Coorientadora e membro interno - Universidade Federal da Bahia

Documento assinado digitalmente
 **JULIET OLIVEIRA SANTANA**
Data: 22/07/2025 09:21:45-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof^a Ms. Juliet Oliveira Santana

Membro externo - Instituto de Saúde Coletiva (ISC-UFBA)

"Maior que o temporal é a fé que habita em mim."

(Hungria Hip Hop)

AGRADECIMENTOS

A Deus, por me amparar em todos os momentos de dúvidas e questionamentos acerca da minha capacidade de execução deste trabalho.

Agradeço aos meus pais, Maria e Carloilson, e ao meu irmão, Mateus, por acreditarem em mim durante toda essa jornada. À minha namorada, Adriele, agradeço por toda a paciência em ter que ficar longe de mim em finais de semana e feriados, e por todo apoio e motivação. Igualmente, à minha sogra, que sempre acreditou no meu potencial.

Ressalto meus agradecimentos à minha orientadora, Erika do Carmo, por todo o aprendizado no período de elaboração deste trabalho e durante a graduação, bem como pela paciência e direcionamento nos momentos necessários. Também sou grato à professora Fabiola Andrade pela orientação e sugestões relacionadas à modelagem.

Sou grato a Juliet Oliveira Santana pelas diversas oportunidades e aprendizados que me proporcionou, bem como pela sugestão do tema deste trabalho. E ao George Gonçalves e Caio Couto, pelos momentos de troca.

Aos professores Mário Jorge e Nilton de Oliveira, por terem incentivado minha escolha em seguir com o bacharelado. Agradeço aos meus colegas de curso, que tornaram o período de aulas mais leve e aos colegas da Fundação Mário Leal Ferreira.

Ao Projeto Intervenções Sanitárias e Prevenção da Leptospirose, por me oportunizar a utilização dos dados e por todo o aprendizado durante o tempo em que estive envolvido. E a todos os pesquisadores e professores que contribuíram com esta pesquisa.

E, por fim, a todos os brasileiros que contribuem diariamente para a manutenção da universidade pública no Brasil.

SANTOS, Tiago Ribeiro. **Modelagem Conceitual de Dados Geoespaciais: Uma Aplicação na Saúde Coletiva com Ênfase em Epidemiologia**. 2025. Trabalho de Conclusão do Curso (Bacharelado de Geografia) – Instituto de Geociências, Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2025.

RESUMO

Este trabalho tem como intuito a elaboração de um modelo conceitual dos dados geoespaciais aplicado ao Projeto Intervenções Sanitárias e Prevenção da Leptospirose Urbana, que desenvolve suas atividades em comunidades urbanas de Salvador (BA). Trata dos desafios decorrentes da ausência de um banco de dados geográficos, como a falta de padronização, duplicidade, versionamento e rastreabilidade das informações. Considerando que a etapa de levantamento e análise de requisitos antecede a modelagem conceitual, realizou-se a aplicação de um questionário direcionado aos principais produtores e usuários dos dados geoespaciais do projeto, no qual foram identificadas as necessidades, os tipos de dados, os atributos e os relacionamentos espaciais. Assim, foi possível elaborar um modelo conceitual baseado no modelo orientado a objetos OMT-G, utilizando a aplicação online OMT-G Designer para sua representação, originando um diagrama de classes centrado na unidade espacial “quartirão”, que orienta as atividades de coleta de dados no projeto. Conclui-se que a modelagem conceitual poderá contribuir significativamente para a sistematização dos dados geoespaciais do projeto, viabilizando a construção do modelo lógico e, posteriormente, a implementação de um banco de dados geográfico. Esse processo será fundamental para fortalecer a governança dos dados, além de possibilitar o desenvolvimento de aplicações voltadas à divulgação dos dados e análises, com o intuito de orientar ações estratégicas, sobretudo no campo da saúde coletiva.

Palavras chaves: Modelagem conceitual. Dados geoespaciais. Saúde coletiva.

SANTOS, Tiago Ribeiro. **Conceptual Modeling of Geospatial Data: An Application in Public Health with Emphasis on Epidemiology**. 2025. Course Completion Work (Bachelor's Degree in Geography) – Institute of Geosciences, Federal University of Bahia, Salvador, 2025.

ABSTRACT

This work aims to develop a conceptual model of geospatial data applied to the Sanitary Interventions and Urban Leptospirosis Prevention Project, which carries out its activities in urban communities of Salvador (BA). It addresses the challenges arising from the absence of a geographic database, such as lack of standardization, data duplication, versioning issues, and limited traceability. Considering that the requirements gathering and analysis phase precedes conceptual modeling, a questionnaire was applied to the main producers and users of the project's geospatial data, through which needs, data types, attributes, and spatial relationships were identified. Based on this, a conceptual model was developed using the object-oriented OMT-G approach, and represented with the online tool OMT-G Designer. The resulting class diagram is centered on the spatial unit "block", which guides the data collection activities of the project. It is concluded that conceptual modeling can significantly contribute to the systematization of the project's geospatial data, enabling the development of a logical model and, subsequently, the implementation of a geographic database. This process is essential for strengthening data governance and facilitating the development of applications aimed at data dissemination and analysis, with the goal of supporting strategic actions, especially in the field of public health.

Keywords: Conceptual modeling. Geospatial data. Public health.

LISTA DE FIGURAS

| | |
|---|----|
| Figura 1 - Localização dos Bairros de Atuação. | 19 |
| Figura 2 - Diagrama simplificado das fases do projeto de um banco de dados..... | 23 |
| Figura 3 - Fluxograma das etapas para levantamento dos requisitos dos dados geoespaciais como subsídio à modelagem conceitual..... | 26 |
| Figura 4 - Notação gráfica do diagrama de classes UML (resumida)..... | 36 |
| Figura 5 - Metamodelo Parcial do Modelo OMT-G. | 38 |
| Figura 6 - Fluxograma das etapas para desenvolvimento da modelagem conceitual. | 40 |
| Figura 7 - Diagrama de classes dos principais dados geoespaciais do projeto..... | 42 |

LISTA DE QUADROS

| | |
|---|----|
| Quadro 1 - Requisitos para modelagem conceitual..... | 24 |
| Quadro 2 – Função e equipe dos participantes no projeto que responderam ao questionário..... | 28 |
| Quadro 3 - Exemplos de Restrições de Integridade. | 37 |
| Quadro 4 - Relação de classes de objeto: Áreas de Estudo. | 43 |
| Quadro 5 – Relação de classes de objeto: Quarteirão. | 44 |
| Quadro 6 – Trecho da relação de classes de objeto: Domicílios..... | 44 |
| Quadro 7 - Classe de objeto: Tipos de áreas de estudo..... | 45 |

LISTA DE GRÁFICOS

| | |
|--|----|
| Gráfico 1 – Tipos de dados coletados ou utilizados no projeto. | 30 |
| Gráfico 2 – Atributos essenciais para cada dado mapeado no projeto. | 30 |
| Gráfico 3 – Principais softwares utilizados para gerenciar os dados geoespaciais do projeto. | 32 |

SUMÁRIO

| | |
|--|-----------|
| 1 INTRODUÇÃO | 13 |
| 2 IMPORTÂNCIA DA MODELAGEM CONCEITUAL DE DADOS GEOESPACIAIS NA ÁREA DA SAÚDE COLETIVA | 17 |
| 3 LEVANTAMENTO E ANÁLISE DE REQUISITOS..... | 22 |
| 3.1 Procedimentos metodológicos | 26 |
| 3.2 Resultados | 27 |
| 4 MODELO CONCEITUAL | 34 |
| 4.1 Componentes da Modelagem Conceitual..... | 36 |
| 4.2 Modelo OMT-G..... | 38 |
| 4.3 Abordagem Metodológica..... | 39 |
| 4.4 Resultados | 41 |
| 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS | 46 |
| REFERÊNCIAS..... | 48 |
| APÊNDICE A: FORMULÁRIO PARA LEVANTAMENTO DE REQUISITOS | 53 |
| APÊNDICE B: RESPOSTAS DO FORMULÁRIO APLICADO AOS PARTICIPANTES DO PROJETO | 57 |
| APÊNDICE C – RELAÇÕES DE CLASSES DE OBJETOS (RCO) | 60 |
| APÊNDICE D – QUADRO DE CLASSES DE OBJETOS..... | 67 |

1 INTRODUÇÃO

O dado geoespacial e a informação geoespacial são, por vezes, utilizados como sinônimos, o que pode gerar problemas conceituais e de interpretação. Em sua essência, o dado geoespacial está atrelado ao componente de localização, mas, para além de simplesmente ocorrer “em algum local” na superfície terrestre, é necessário que esteja relacionado a outros fatores plausíveis de serem localizáveis (CERQUEIRA, 2019). A exemplo das condições de saneamento básico em diferentes bairros, com ou sem rede de esgoto, a proximidade entre áreas com esgotamento precário pode favorecer a presença de roedores, e a forma como esses elementos se distribuem espacialmente, segundo determinados padrões, pode indicar áreas mais vulneráveis à ocorrência de doenças.

Já a informação geoespacial pode ser compreendida como o resultado do tratamento, interpretação e análise desses dados geoespaciais. No exemplo citado, a informação geoespacial se manifesta ao possibilitar a identificação dos bairros que apresentam falta de saneamento básico e, conseqüentemente, concentram maior número de roedores.

Em sua origem os dados geoespaciais precisam ser organizados e sistematizados, sendo comumente armazenados em pastas situadas em discos rígidos, principalmente quando se trata de arquivos em formato vetorial e matricial. Esse modelo de armazenamento tradicional apresenta limitações significativas que comprometem a gestão de dados.

Entre os principais desafios estão a dificuldade de integrar grandes volumes de dados, problemas relacionados ao versionamento dos dados (redundância), inconsistências decorrentes do corrompimento de arquivos, e comprometer a eficiência no processamento e na análise dos dados. Nesse contexto, a implementação de sistemas mais robustos e específicos, a exemplo dos bancos de dados geográficos, é uma alternativa para resolver esses desafios.

Nos trabalhos de cunho geográfico, é comum a definição de um recorte espacial. Destarte, neste estudo, o enfoque está direcionado para a interpretação dos dados geoespaciais de um projeto de pesquisa aplicada, denominado “Projeto Intervenções Sanitária e Prevenção da Leptospirose Urbana”, vinculado ao Instituto de Saúde Coletiva da Universidade Federal da Bahia, com atuação em comunidades

caracterizadas por vulnerabilidades socioeconômicas e ambientais, no município de Salvador, BA.

Atualmente, a organização dos dados do referido projeto é realizada por meio de pastas em nuvem, sem a utilização de um banco de dados orientado a dados geográficos. Essa situação tem gerado problemas, como a dificuldade de localização de arquivos e até mesmo a exclusão indevida de dados. Destarte, a principal questão a ser respondidas ao longo deste trabalho é: qual é a relevância da modelagem conceitual para a governança dos dados geoespaciais em projetos na área da saúde coletiva com ênfase em epidemiologia?

A necessidade de integração e correlação dos dados geoespaciais utilizados pelo projeto mostra a importância de metodologias que permitam a estruturação, organização e análise desses dados. Por sua vez, a complexidade e a diversidade dos dados coletados exigem uma sistematização que facilite a compreensão das relações espaciais e temporais das comunidades estudadas.

Assim, este trabalho tem como objetivo geral a elaboração de um modelo conceitual que represente as entidades geográficas necessárias para um projeto de intervenção sanitária e prevenção da leptospirose, utilizando dados de um projeto específico, no período de 2020 a 2025. Tem-se como objetivos específicos:

- Identificar os requisitos necessários para a implementação da modelagem conceitual, considerando as necessidades e expectativas dos usuários do referido projeto;
- Estabelecer as classes, os atributos e os relacionamentos em um modelo orientado a objetos;
- Propor um diagrama de classes do modelo conceitual, visando subsidiar sua implementação em um banco de dados geográficos, assegurando sua consistência e orientando novas análises e tomadas de decisão.

Considera-se que a estruturação dos dados geoespaciais é um instrumento essencial para fomentar a gestão desses dados, além de permitir análises mais avançadas e o desenvolvimento de aplicações relacionadas a temática da saúde coletiva.

Dessa forma, almeja-se que com esses dados integrados e modelados em um banco de dados geográfico, seja possível identificar padrões e tendências para orientar as comunidades envolvidas no projeto, especialmente quanto a possíveis

focos de doenças associadas a deficiências nas condições de saneamento básico, incluindo o esgotamento sanitário, drenagem urbana e resíduos sólidos. Concomitantemente, poderão fundamentar movimentos que apoiem a formulação de políticas públicas e a priorização na mitigação de riscos sanitários à saúde. Ao realocar ações com base nos dados, os gestores poderão identificar áreas que necessitam de priorização para a prevenção dos agravos à saúde.

Nesse momento, cabe ressaltar também que entre os anos de 2021 e 2024, o autor deste trabalho atuou como bolsista de Iniciação Científica e, posteriormente, como assistente de mapeamento neste projeto, sendo responsável pela construção da base cartográfica. Nesse período, desenvolveu atividades como o georreferenciamento de domicílios, elaboração de mapas, análises espaciais, validação de dados em campo e a apresentação de um resumo sobre a construção da base cartográfica do projeto no Congresso da UFBA, no ano de 2022. Esses aspectos reforçam a percepção do autor sobre a necessidade e a importância da elaboração de um modelo conceitual dos dados geoespaciais capaz de melhorar a consistência da base de dados e subsidiar as ações dos usuários do projeto.

Por fim, cabe ressaltar que a estrutura deste trabalho foi organizada inicialmente com uma discussão teórica sobre o problema analisado e, na sequência, são apresentadas as metodologias e resultados de duas etapas da pesquisa, apresentado de forma independente, porém, complementar para o objetivo geral. A opção por essa forma de apresentação visa sua estruturação no formato de artigo científico, tendência adotada por diversas universidades em programas de pós-graduação *stricto sensu* (mestrado/doutorado), que buscam disseminar os resultados de pesquisa de forma estruturada e funcional.

Portanto, visando a organização e sistematização das etapas analíticas e operacionais realizadas, este trabalho foi estruturado em cinco capítulos, abarcando a introdução, considerações finais, referências e apêndices.

No capítulo 2, é ressaltada a importância da modelagem conceitual de dados geoespaciais no contexto da saúde coletiva, com base na experiência do Projeto Intervenções Sanitárias e Prevenção da Leptospirose Urbana, em Salvador (BA). Sendo apresentadas as limitações do armazenamento tradicional e os desafios oriundos da ausência de padronizações de dados geoespaciais, bem como a contextualização das áreas de estudo do referido do projeto.

O Capítulo 3 trata do levantamento e análise de requisitos, etapa que subsidia e justifica a elaboração da modelagem conceitual. Foram descritos os procedimentos metodológicos utilizados, incluindo a elaboração e aplicação de um questionário direcionado aos principais usuários e produtores de dados do projeto. Assim, os resultados foram organizados em blocos temáticos, incluindo o perfil dos respondentes, os tipos de dados utilizados, as unidades espaciais, os atributos, os relacionamentos espaciais e os problemas relacionados à qualidade e ao gerenciamento dos dados.

No Capítulo 4, é apresentada uma proposta de modelagem conceitual considerando as necessidades do referido projeto. Sendo abordados, os fundamentos teóricos dos modelos conceituais orientados a objetos, com destaque para o modelo OMT-G, adotado nesta pesquisa por permitir a representação de entidades geográficas. Além disso, são descritas e definidas as classes de objetos, os atributos, as cardinalidades e os demais elementos que compõem a modelagem conceitual. Tendo como resultado, a elaboração, por meio da aplicação online OMT-G Designer, a proposta de um diagrama de classes e a construção de quadro de relações de classes de objetos utilizadas no projeto, definidos com base na interpretação da etapa de levantamento e análise de requisitos.

2 IMPORTÂNCIA DA MODELAGEM CONCEITUAL DE DADOS GEOESPACIAIS NA ÁREA DA SAÚDE COLETIVA

A saúde coletiva, como campo multidisciplinar, possui uma natureza territorial diversa (Birman, 1991). Além disso, depende da integração de conhecimentos e práticas para abordar problemas complexos, como os determinantes sociais da saúde, como aponta (VIEIRA DA-SILVA; PAIM; SCHRAIBER, 2014, p. 3).

“pode ser definida como um campo do conhecimento de voltado para a compreensão da saúde e da explicação de seus determinantes sociais, bem como o âmbito de práticas direcionadas prioritariamente para sua promoção além de voltadas para a prevenção e o cuidado de agravos e doenças, tomando por objeto não apenas os indivíduos, mas, sobretudo os grupos sociais, portanto a coletividade”.

Com mais de 1,03 milhão de casos anuais e mais de 50.000 mil mortes (RAMOS et.al. 2021), a leptospirose representa um desafio significativo para a saúde pública, especialmente em áreas onde o saneamento básico é precário ou inexistente. Sendo causada pela bactéria *Leptospira*¹, transmitida pelo contato com urina de animais infectados ou ambientes contaminados. No ambiente urbano os ratos de esgoto são considerados os principais reservatórios. Ademais, costuma acontecer em duas fases; a primeira, chamada de fase precoce, dura de 3 a 7 dias e causa febre alta, dor no corpo, dor de cabeça, enjoo e olhos avermelhados. Posteriormente, pode ocorrer uma segunda fase, a fase tardia, com pele e olhos amarelados, problemas nos rins, sangramentos e falta de ar, podendo levar à óbito nos casos mais graves (BRASIL, 2014).

Tendo essa temática como questão central, o projeto intervenções sanitárias e prevenção à leptospirose iniciado no ano de 2020 busca avaliar os impactos da implantação de sistemas simplificados de esgoto na redução do risco de infecção por leptospirose em áreas com e sem engajamento da comunidade. Sendo adotado um modelo longitudinal de coorte aberta, com 6 clusters² distribuídos em dois grupos principais: três áreas com intervenção associada ao engajamento comunitário e três

¹ É um tipo de bactéria da família *Leptospiraceae*, que inclui um grupo heterogêneo de espécies patogênicas que causam doenças, e outras saprófitas, que vivem no ambiente sem provocar infecções (Ramos et al., 2021).

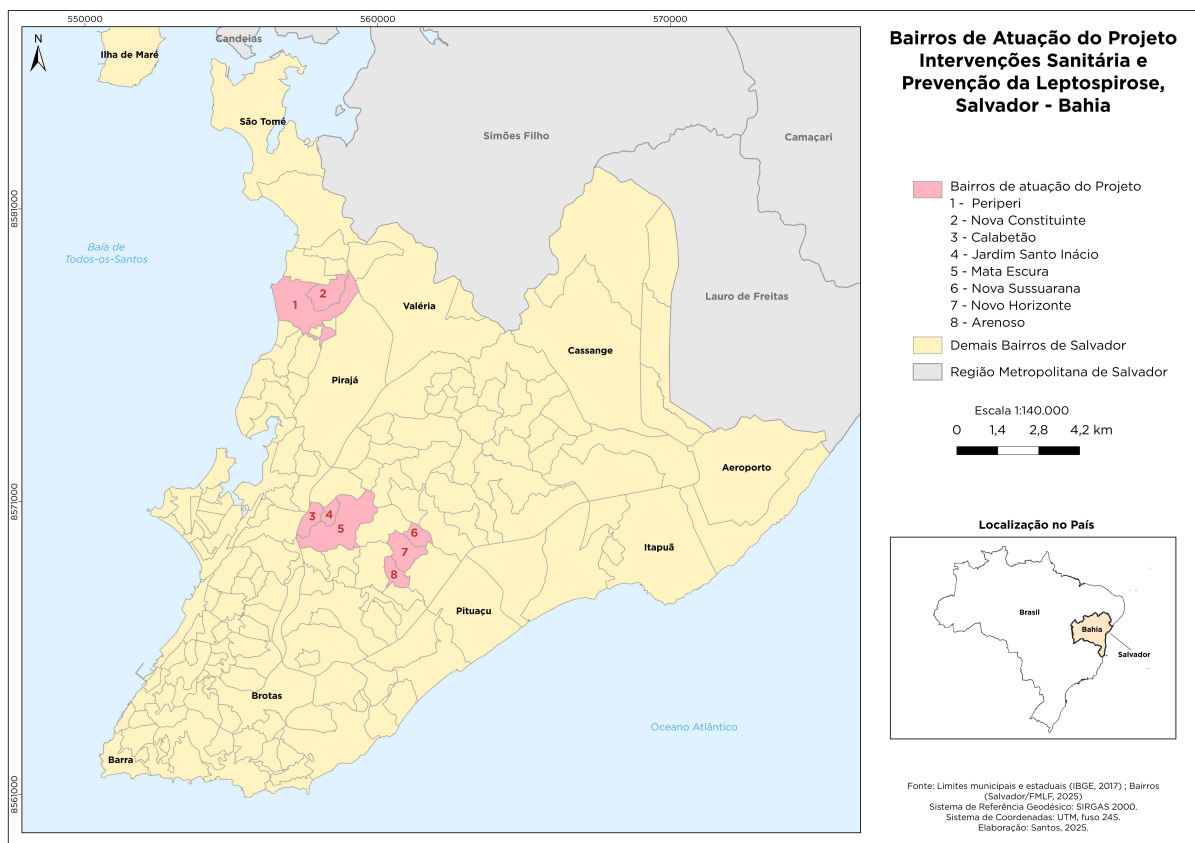
² O termo cluster foi empregado aqui considerando o contexto da saúde coletiva, sendo entendido como uma técnica que permite a análise de aglomerados ou agrupamentos (Tanaka et. al, 2015).

áreas controle, sem intervenção. Essa estrutura permite não apenas medir os impactos das melhorias na infraestrutura de saneamento, mas também compreender o papel do envolvimento comunitário na eficácia das ações. Para isso, são realizadas avaliações que incluem a coleta de dados epidemiológicos, socioeconômicos, ambientais e geoespaciais, que também constituem os critérios de inclusão das áreas. Nesse contexto, é primordial a utilização de dados convencionais e espaciais para compreender o território e determinar se a área em questão atende aos requisitos de inclusão.

Ademais, o projeto é composto por uma equipe multidisciplinar, com profissionais das áreas da saúde, biologia, sociologia, ciência da informação, geografia, entre outras. A equipe de mapeamento (geografia) é responsável pela organização e disponibilização dos dados geoespaciais, bem como pela elaboração dos produtos cartográficos.

Atualmente, o projeto abrange seis áreas, distribuídas em oito bairros distintos da cidade de Salvador (Figura 01). A diferença entre o número de áreas e bairros ocorre devido aos critérios adotados para delimitação das áreas de estudo, baseado em aspectos ambientais, como a presenças de rios e vales, similarmente ao processo de utilização de limites naturais entre municípios, estados e países.

Figura 1 - Localização dos Bairros de Atuação.



Fonte: Elaborado pelo autor (2025).

No processo de seleção dessas áreas, também são realizadas análises espaciais com o intuito de identificar o histórico de casos de leptospirose no município de Salvador, similarmente ao estudo de Santana (2023) que analisou a distribuição espacial dos casos notificados de leptospirose em dois períodos: de 2003 a 2006 e de 2007 a 2019, sendo que os seis clusters identificados estão situados em bairros com ocorrência confirmada. Além disso, tratam-se de áreas que apresentam características semelhantes, como localização em fundos de vale e proximidade dos domicílios em relação aos cursos d'água, além de enfrentarem desafios relacionados ao saneamento básico, como redes de esgoto e sistemas de drenagem pluvial precários. São, ainda, caracterizadas por expressiva densidade habitacional e retratadas por níveis socioeconômicos semelhantes, com renda média igual ou inferior a um salário mínimo (Brasil, 2010).

Dentre as intervenções analisadas estão a instalação de redes de esgoto simplificadas e o envolvimento direto da população em ações coparticipativas e educativas. Essas ações também integram uma estratégia de avaliação dos impactos

nas condições socioambientais e na qualidade de vida das comunidades a partir da coleta de dados nas comunidades.

As áreas de atuação do projeto, divididas em bairros, são definidas com base em dados ambientais, socioeconômicos, epidemiológicos e geográficos e estão situadas em comunidades da cidade de Salvador (BA). O mapeamento dos domicílios realizado no projeto já permitiu a seleção de aproximadamente 2.000 domicílios nessas áreas, viabilizando a implementação da pesquisa e coletas associadas à ocorrência da leptospirose.

A delimitação dessas áreas é feita inicialmente em escritório, utilizando como base imagens ortoretificadas de Salvador, além de diversas visitas de campo e discussões entre os integrantes do projeto. Destarte, durante todas as etapas desse projeto são utilizados produtos cartográficos para auxiliar nas análises e no desenvolvimento das atividades. Por isso, é fundamental que haja uma estruturação e governança dos dados geoespaciais, visando garantir a qualidade e a consistência das informações geradas a partir deles.

Todavia, atualmente, a produção dos dados geoespaciais do projeto não segue uma padronização baseada em uma especificação técnica, mas sim em boas práticas resultantes da expertise dos integrantes da equipe de mapeamento. No entanto, cabe ressaltar que existem modelos conceituais para a padronização de dados relacionados a cartografia de referência, os quais são utilizados no projeto como base cartográfica, como as especificações técnicas que orientam a estruturação, aquisição e representação de dados geoespaciais no Brasil.

Entre essas especificações, destacam-se: i) a ET-EDGV (Especificação Técnica para Estruturação de Dados Geoespaciais Vetoriais), que estabelece padrões para a organização dos dados geoespaciais vetoriais (BRASIL, 2017); ii) e a versão aplicada em Salvador, a ET-EDGV Salvador 2017, que apresenta diretrizes para a aquisição e estruturação dos dados cartográficos da cidade (SALVADOR, 2017).

Apesar dos esforços para organizar a base de dados geoespaciais temática para a área da saúde, a ausência de uma modelagem conceitual inviabiliza a implementação de um banco de dados e de um sistema de informação geográfico. De modo que, concorda-se com Santana (2023), ao ponderar que:

“é preciso considerar a importância da construção da modelagem conceitual dos dados espaciais para que seja possível identificar e representar diferentes temas necessários ao processo de investigação da vigilância, além de conseguir atender aos diferentes objetivos esperados” (Santana, 2023, p. 48).

Nesse sentido, Couto et al. (2017) destacam que a elaboração prévia de um modelo conceitual é vantajosa para a utilização e manipulação dos dados, além de possibilitar o acréscimo de novos elementos ao banco de dados e/ou sua integração com outras aplicações que possuam variáveis complementares.

Durante a definição do modelo conceitual, caso haja interesse em disponibilizar os dados do projeto via web ou em alinhá-los ao que vem sendo realizado em outras instituições, é válido considerar as diretrizes do Open Geospatial Consortium (OGC), que possibilitam a interoperabilidade entre distintos sistemas e a padronização, o compartilhamento e a utilização dos dados por outros usuários (OGC, s.d). Além disso, essa adoção pode favorecer parcerias com outras instituições públicas, ampliando ainda mais o potencial de uso dos dados geoespaciais do projeto.

Isto posto, entende-se que está apresentada a contextualização temática e conceitual que estimularam esta pesquisa. Em sequência, inicia-se uma nova fase, dedicada à apresentação dos procedimentos metodológicos adotados para o levantamento e análise de requisitos, bem como à descrição da estrutura proposta para o modelo conceitual dos dados geoespaciais utilizados no Projeto Intervenções Sanitárias e Prevenção da Leptospirose Urbana.

3 LEVANTAMENTO E ANÁLISE DE REQUISITOS

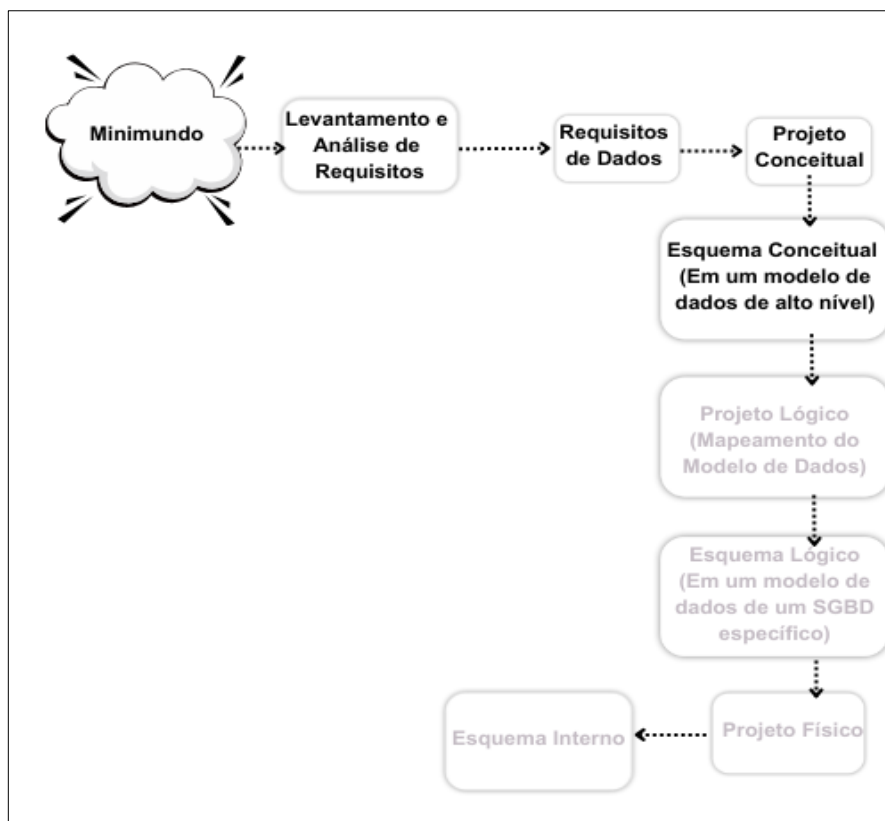
Para quem trabalha rotineiramente com dados geográficos, é comum se deparar com situações como: um amontoado de camadas com nomenclaturas semelhantes, a exemplo, “bairro_versão_1”, “bairro_versão_2”, e que, no final das contas, o que muda é apenas o nome do arquivo; a dificuldade de localizar um dado por ele estar armazenado em uma sequência de subpastas desorganizadas; ou ainda o desespero ao excluir um arquivo importante de forma indevida. Enfim, são exemplos recorrentes que evidenciam a importância de se implementar um sistema estruturado para organização e gestão dos dados, como os bancos de dados geográficos.

Nesse sentido, compreender as dificuldades, os interesses e analisar as expectativas dos usuários é essencial para orientar a construção de um banco de dados geográfico (Elmasri e Navathe, 2011). Esse processo preliminar, é chamado levantamento e análise de requisitos, que constitui uma etapa fundamental para garantir que a estrutura de dados atenda às reais necessidades de qualquer projeto.

No levantamento, os projetistas ou arquitetos de sistemas utilizam técnicas como entrevistas, reuniões, questionários e etnografia para compreender as expectativas e necessidades dos usuários. Posteriormente, na fase de análise, torna-se possível visualizar quais especificações o banco de dados deve possuir (Lago, 2009).

A concepção do modelo de dados é um processo incremental que não ocorre de forma única, mas como já mencionado, em algumas fases, sendo gradualmente enriquecido até atender aos requisitos previamente estabelecidos (Heuser, 1998). Logo, a consolidação de um banco de dados geográficos ocorre, entre outras formas, a partir da execução das seguintes fases, conforme pode ser observado na Figura 2.

Figura 2 - Diagrama simplificado das fases do projeto de um banco de dados.



Nota: Os itens em tons mais claros não foram elaborados neste trabalho.

Fonte: Adaptado de Alvarenga (2005).

Como se percebe, essas fases incorporam três modelos: o modelo conceitual, o modelo lógico e o modelo físico. Segundo Heuser (1998), o modelo conceitual é uma representação abstrata do banco de dados, independentemente de sua implementação em um sistema gerenciador de banco de dados (SGBD), sendo definido quais dados podem ser armazenados, porém sem especificar sua organização física.

O modelo lógico corresponde à etapa em que o modelo conceitual é transformado e descrito em uma estrutura compatível com o sistema gerenciador de banco de dados (SGBD) (Elmasri e Navathe, 2011). Já o modelo físico define como os dados são organizados, armazenados e acessados, ou seja, como estarão dispostos em um SGBD (Borges e Davis, 2001). Ademais, na literatura temos alguns trabalhos relacionados, Date (1984), Casanova et al. (2005), Franco (2013). É válido ressaltar que, embora este trabalho não materialize um banco de dados geográficos, a etapa de levantamento de requisitos precede a modelagem conceitual, ou seja, é imprescindível e interdependente. Por isso, os resultados da análise de requisitos devem traduzir, com precisão, as intenções dos usuários. Assim, quanto mais

detalhada for essa análise, menores serão as chances de ocorrerem interpretações equivocadas durante as etapas seguintes (Elmasri e Navathe, 2011).

Assim, é evidente a necessidade da participação e compreensão dos usuários, considerando que eles são os principais atores, conhecem e trabalham com os dados e sua estrutura. Paralelamente, essa etapa serve de base para o modelo conceitual, pois garante a descrição dos requisitos dos dados definidos pelos usuários, fundamentados pelos principais elementos de um modelo de dados de alto nível, a exemplo de entidades, relacionamentos, atributos, restrições de integridade, dentre outros (Alvarenga, 2005).

Entender os interesses dos usuários durante a modelagem de dados é um desafio, especialmente quando se trata de dados geográficos. Por isso, é pertinente a formulação de questões que possibilitem identificar com assertividade as características e particularidades do dado geoespacial.

Lisboa (2000), a partir da análise de um conjunto de requisitos, propôs oito critérios que subsidiam a construção e a análise da modelagem conceitual. São eles: fenômenos geográficos e objetos convencionais; visões de campo e objetos; aspectos temáticos; aspectos espaciais; múltiplas representações; relacionamentos espaciais; aspectos temporais; e aspectos de qualidade. Visando explicitar esse contexto apresenta-se o Quadro 1, que exemplifica requisitos associado a exemplos ilustrativos para modelagem conceitual. Ressalta-se que não foi objeto desta pesquisa analisar esses requisitos, que estão presentes aqui somente para discussão teórica sobre a metodologia de levantamento e análise de requisitos.

Quadro 1 - Requisitos para modelagem conceitual.

| Critérios conforme Lisboa (2000) | Exemplos ilustrativos |
|--|---|
| Fenômenos geográficos e objetos convencionais: Possibilidade de distinguir elementos espaciais ou não espaciais. | Um domicílio, que pode ser localizado a partir de seu par de coordenadas, mas que também pode conter outros dados, como o número de indivíduos, os quais estão associados ao domicílio. |

| | |
|---|---|
| Visões de campo e objetos: Aptidão para modelar fenômenos nas visões de campo e de objetos. | Na visão de objetos podemos representar bairros plausíveis de serem definidos e identificáveis, já na visão de campo podemos modelar os níveis de temperatura e umidade, considerando que são variáveis contínuas espaço-temporalmente. |
| Aspectos Temáticos: Necessidade de organizar os fenômenos por tema. | No tema unidades espaciais, é possível representar entidades como bairros, quadras e lotes, organizadas de forma hierárquica, no qual um bairro contém várias quadras e cada quadra possui vários lotes. |
| Aspectos Espaciais: Viabilidade para modelar as características e representações espaciais dos dados. | Arruamentos representados por linhas, amostras de solo localizadas como pontos e buffers da distância dos domicílios em relação ao curso d'água representados por polígonos. |
| Múltiplas Representações: Perspectiva de modelar o mesmo fenômeno em distintas representações espaciais. | A representação de cursos d'água pode variar conforme a escala cartográfica: em escalas maiores, é possível representá-los por meio de polígonos que delimitam seu leito (largura); já em escalas menores, são usualmente representados por linhas. |
| Relacionamentos Espaciais: Capacidade de diferenciar os relacionamentos espaciais, incluindo a aplicação de restrições de integridade espacial. | Interações espaciais, como a distância entre um domicílio e um equipamento de saúde; Restringir o georreferenciamento de domicílios fora de bairros. |
| Aspectos Temporais: Possibilidade de modelagem das características temporais dos dados. | Em um estudo com vários períodos de coleta de dados sobre descarte de resíduos, é necessário manter os registros anteriores para que seja possível realizar comparações entre os diferentes momentos da pesquisa, permitindo acompanhar a evolução do fenômeno ao longo do tempo. |
| Aspectos de Qualidade: Viabilidade para a inclusão de metadados de qualidade na modelagem. | Um conjunto de domicílios que pode conter dados adicionais associados, os quais indicam aspectos da qualidade do dado geoespacial, como a escala cartográfica utilizada, a data da última atualização e outros parâmetros que possam subsidiar os metadados. |

Fonte: Adaptado de Lisboa (2000).

Esses requisitos fornecem diretrizes que podem ser utilizadas durante a aplicação das técnicas de levantamento (entrevistas, reuniões etc.), junto aos usuários, a fim de subsidiar a construção da modelagem conceitual de dados

geográficos do projeto Intervenções Sanitárias e Prevenção à Leptospirose em comunidades urbanas na cidade de Salvador - BA.

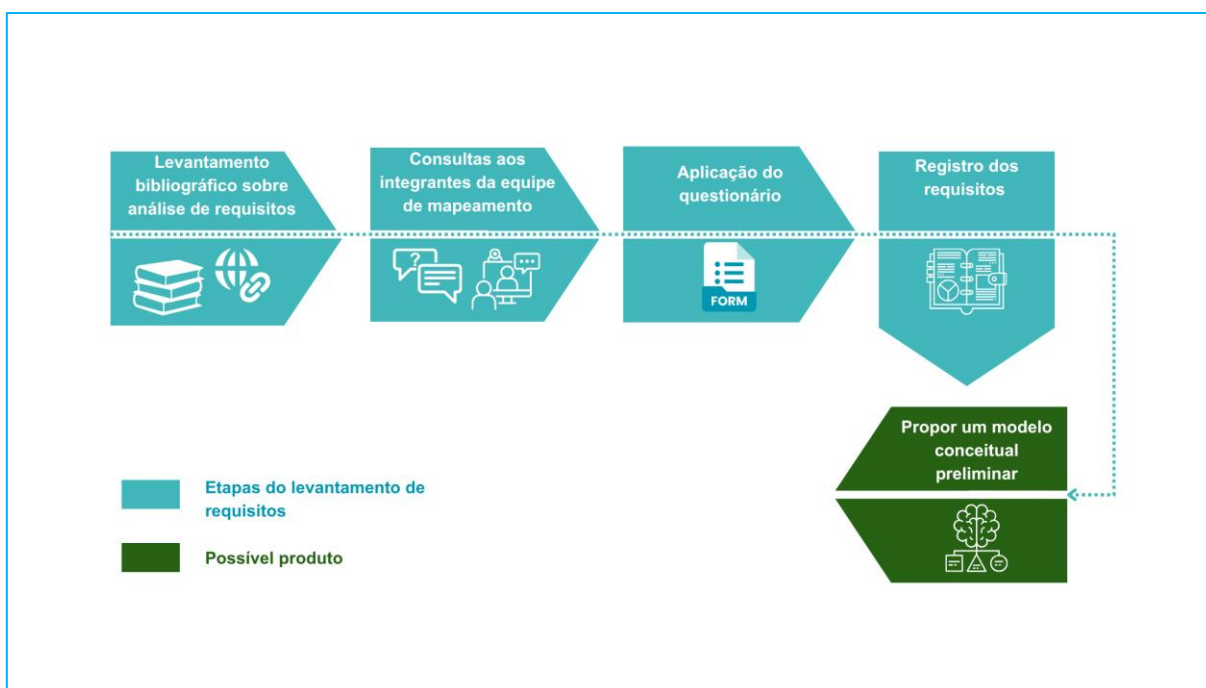
3.1 Procedimentos metodológicos

Nesta fase da pesquisa, foram executadas algumas etapas que culminaram na definição dos requisitos dos dados geográficos do projeto Intervenções Sanitárias e Prevenção à Leptospirose em comunidades urbanas na cidade de Salvador - BA., através de uma interação com os produtos e usuários destes dados.

Levando em consideração o contexto específico do objeto de estudo, classificamos essa pesquisa como um estudo de caso (Gil, 2002), com enfoque descritivo e analítico. Visto que será necessário propor uma organização dos requisitos dos dados geoespaciais sem interferir diretamente neles, compreendendo as expectativas dos usuários em relação à utilização destes.

No fluxograma representado na Figura 3, consta as etapas utilizadas para o processo de levantamento e análise de requisitos.

Figura 3 - Fluxograma das etapas para levantamento dos requisitos dos dados geoespaciais como subsídio à modelagem conceitual.



Fonte: Elaborado pelo autor (2025).

O levantamento bibliográfico direcionado à análise de requisitos serviu de base para o diálogo com os integrantes da equipe de mapeamento do projeto Intervenções Sanitárias e Prevenção da Leptospirose Urbana, no qual o direcionamento foi conduzido com base nos requisitos comumente observados na literatura.

Em paralelo, foram realizadas consultas com os integrantes da equipe de mapeamento, responsável por gerir e produzir os dados geoespaciais. Essa equipe é composta por quatro geógrafos, sendo dois com tempo médio de três anos no projeto e os outros dois com aproximadamente um ano de participação. O objetivo dessa articulação foi identificar quais integrantes do projeto poderiam disponibilizar informações sobre a produção e a utilização dos dados geoespaciais.

Para materializar esse levantamento de requisitos, foi aplicado um questionário, via formulário eletrônico, elaborado no Google Forms, com o objetivo de compreender as necessidades e expectativas em relação ao modelo conceitual. Tendo como público-alvo membros de equipes que trabalham diretamente com dados geoespaciais, a exemplo das equipes de mapeamento, engenharia, ecologia, engajamento comunitário e ciência de dados. O questionário buscou entender as necessidades, requisitos e expectativas em relação aos dados geoespaciais do projeto e, consequentemente, sobre a modelagem conceitual.

Por conseguinte, após a aplicação do formulário, os dados coletados foram analisados e sistematizados por meio de gráficos, quadros e tabelas, consolidando o levantamento de requisitos e serviu de subsídio para o início do processo de modelagem conceitual dos dados geoespaciais do referido projeto.

3.2 Resultados

Entendendo a necessidade de obter respostas dos principais produtores e usuários dos dados geoespaciais do projeto Intervenções Sanitárias e Prevenção da Leptospirose Urbana, foi solicitado à gerência da equipe de mapeamento o envio de um formulário aos membros do projeto com esse perfil, no qual foi disparado um e-mail com o link do formulário (Apêndice A) para 20 colaboradores. Com aplicação do formulário, foi possível reunir percepções de profissionais atuantes em diferentes frentes do projeto, contribuindo para a compreensão dos desafios, interesses e expectativas relacionados ao uso e à estruturação dos dados (Apêndice B).

Para fins analíticos, as respostas foram sistematizadas em seis blocos temáticos: (a) perfil dos respondentes; (b) papel da equipe de mapeamento e desafios da modelagem conceitual; (c) tipos e natureza dos dados; (d) unidades e representações geoespaciais; (e) relacionamentos e análises espaciais, e (f) qualidade e gerenciamento dos dados. A seguir, são apresentados os principais resultados dessa sistematização.

a) Perfil dos respondentes

O Quadro 2 apresenta a distribuição dos participantes do questionário, segundo suas funções e equipes de atuação no projeto, totalizando nove respostas. Sendo notório uma maior concentração de respondentes vinculados à gestão e coordenação (44,4%), seguida pelas áreas de mapeamento/SIG, ecologia/saúde e pesquisa científica com tempo médio de atuação de aproximadamente três anos. Essa diversidade no perfil dos participantes reforça o caráter multidisciplinar do projeto e a importância de considerar diferentes perspectivas na definição dos requisitos dos dados geoespaciais.

Quadro 2 – Função e equipe dos participantes no projeto que responderam ao questionário.

| Categoria | Respostas | Quantidade |
|--|---|-------------------|
| Gestão/Coordenação | Gerente da equipe de engenharia, Gerente - Mapeamento, Gerente de campo, Gerente da Equipe de Engajamento Comunitário | 4 |
| Mapeamento / SIG | Equipe de mapeamento, produção de mapas, análises geográficas | 2 |
| Pesquisa científica | Pesquisador associado, modelagem espacial | 1 |
| Ecologia / Saúde / Arbovirose s | co-coordenador, ecologia (BEPREP); Pesquisador colaborador - Arbovirose | 2 |

Fonte: Elaborado pelo autor (2025).

b) Papel da equipe de mapeamento e desafios da modelagem conceitual

Quanto ao papel da equipe de mapeamento no referido projeto, foi observada a multiplicidade de funções exercidas, que vão desde a delimitação e caracterização das áreas, passando pela elaboração de mapas temáticos e de apoio às atividades

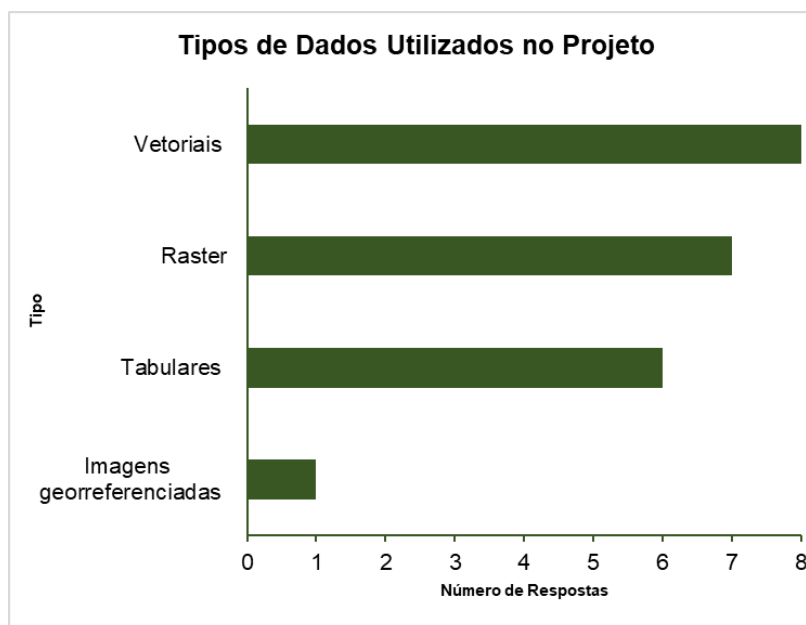
de coleta de dados em domicílios, até o treinamento dos colaboradores responsáveis por essas coletas e o georreferenciamento dos respectivos domicílios. Outro aspecto mencionado foi o fato de a equipe ser responsável por gerenciar, organizar e manter atualizados os dados espaciais produzidos ou recebidos de outras instituições, corroborando com a articulação inicial proposta neste trabalho.

Já sobre os problemas que a equipe de mapeamento visa solucionar a partir da modelagem conceitual, mesmo sendo reconhecida sua importância, é notório que há uma percepção fragmentada e, de certo modo, pouco consolidada sobre seu potencial dentro do projeto. Apesar da diversidade nas respostas, que vão desde aspectos técnicos, como a delimitação de áreas e a atualização de dados, evitar duplicidade, até questões mais amplas, como a organização do conhecimento espacial e a análise de padrões complexos, não se observa uma compreensão da modelagem como uma etapa estruturante que antecede e fundamenta a implementação de processos de gestão de dados geoespaciais, sendo, por vezes, tratada pontualmente como uma solução para problemas isolados.

Dessa forma, evidencia-se que a modelagem conceitual não apenas viabiliza a implementação de um banco de dados geográficos, mas, a partir das respostas, também revela uma oportunidade de fortalecer a formação da equipe sobre a temática, seja por meio de treinamentos, seminários ou outras ações que promovam sua disseminação.

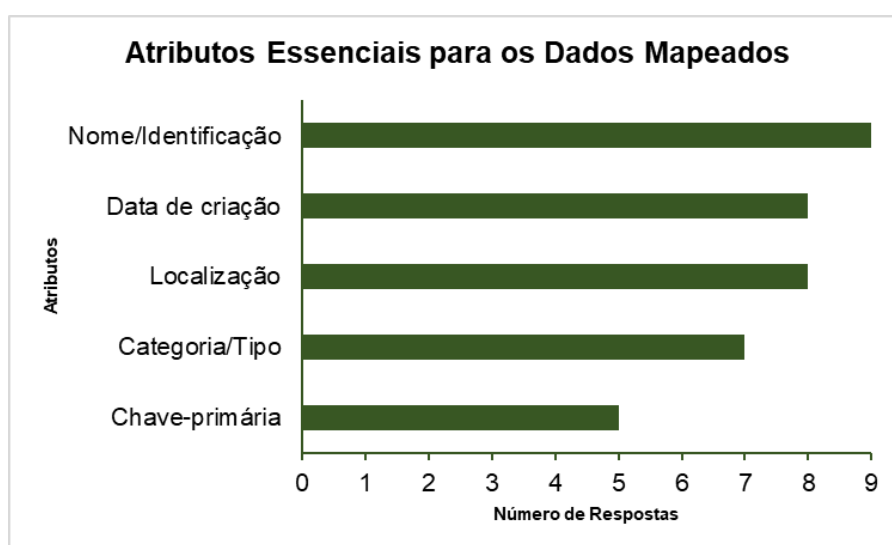
c) Tipos e natureza dos dados

No que diz respeito aos tipos de dados utilizados no projeto, considerando as nove respostas analisadas, observa-se que os dados vetoriais foram apontados por 100% dos respondentes, já os dados raster foram citados por 77,8%, e os dados tabulares por 66,7% (Gráfico 1). Um aspecto relevante é que mais da metade dos respondentes (55,6%) indicou os três principais tipos de dados (vetoriais, raster e tabulares), o que demonstra certo discernimento sobre os formatos de dados presentes na base de dados geoespacial que subsidia o projeto.

Gráfico 1 – Tipos de dados coletados ou utilizados no projeto.

Fonte: Elaborado pelo autor (2025).

Considerando que o principal formato de dado geoespacial utilizado no projeto é o vetorial, averiguar quais são os atributos essenciais para esse tipo de dado é fundamental. Assim, conforme podemos visualizar no Gráfico 2, 100% dos participantes indicaram que nome/identificação é o principal atributo, seguido por data de criação (88,9%), localização (77,8%) e categoria/tipo (77,8%). Isso sugere que, mesmo entre participantes de diferentes áreas, há um entendimento similar sobre os elementos básicos necessários para descrever e sistematizar os dados geoespaciais.

Gráfico 2 – Atributos essenciais para cada dado mapeado no projeto.

Fonte: Elaborado pelo autor (2025).

d) Unidades e representações geoespaciais

Questionados sobre as principais unidades espaciais utilizadas no projeto, os respondentes apontaram diferentes recortes espaciais, sendo mencionados os domicílios, bairros, comunidades, áreas de estudo e a cidade em cinco das nove respostas. Além disso, foram citadas formas de representação geométrica, como ponto, linha e polígono, que, embora relevantes para o entendimento da estrutura dos dados vetoriais, não constituem unidades espaciais de análises.

Outrossim, foram assinaladas unidades de medida, como o metro, e tipos de dado, como “raster” e “vetorial”, que não correspondem a unidades espaciais. Essa divergência no entendimento do que constitui uma unidade espacial reforça a necessidade de um alinhamento teórico e técnico entre os membros do projeto, considerando que este é um elemento essencial para o projeto e para a consolidação da modelagem conceitual.

Tendo como referência essas unidades espaciais, foram associadas diferentes camadas, com destaque para os domicílios, mencionados em 55,6% das respostas, a hidrografia (44,4%) e alguns aspectos ambientais, como solo, água, fatores de risco, pontos de coleta ambiental, além de elementos de engenharia, cobertura do solo, captura de animais e movimento humano, o que ressalta o caráter interdisciplinar do projeto.

e) Relacionamentos e análises espaciais

Quanto aos relacionamentos espaciais, das nove respostas analisadas, 55,6% relataram que esses são relevantes para as equipes envolvidas, especialmente os de natureza topológica, como adjacência, conectividade, interseção, sobreposição e proximidade. Inclusive, tais relacionamentos foram associados à definição das áreas de estudo e dos locais de coleta. Por outro lado, 33,3% dos participantes indicaram que esses relacionamentos não são relevantes, o que pode decorrer da percepção de que tais relações não são centrais às demandas de trabalho, conforme apontado nas respostas negativas.

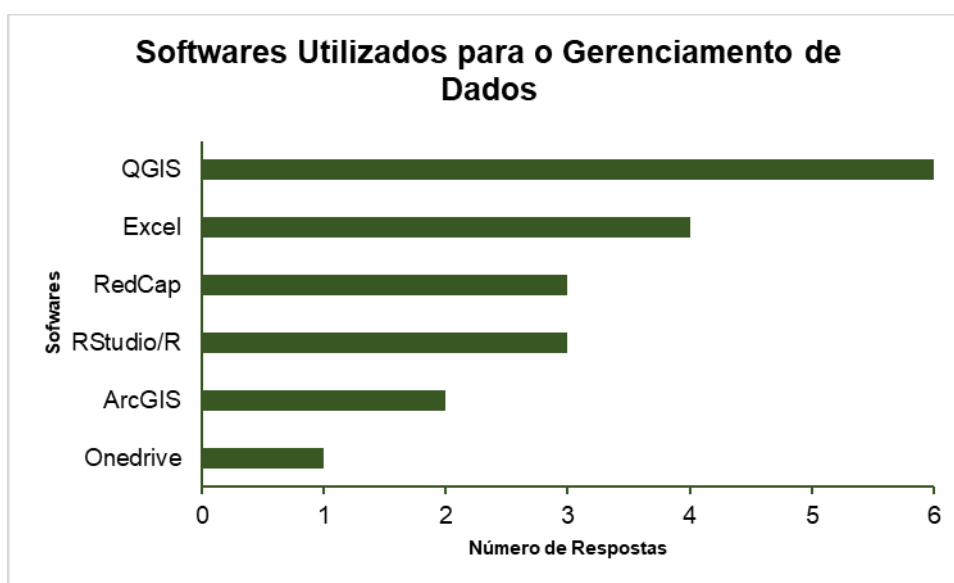
Sobre as análises espaciais, dentre as principais mencionadas estão a análise de kernel, a interpolação, o uso de buffers e a modelagem estatística, incluindo modelos GAM univariados, bivariados e multifatoriais. Outrossim, foram apontadas análises relacionadas à identificação de mudanças entre áreas de intervenção e controle, especialmente no que concerne à distribuição de fenômenos ao longo do

tempo, que reforça a necessidade de um modelo conceitual que possibilite a representação de atributos temporais, relacionamentos espaciais e entidades, reforçando a utilização dessas operações.

f) Qualidade e gerenciamento dos dados

No que se refere à gestão dos dados, conforme observado nas respostas dos participantes, não há um sistema gerenciador, mas sim iniciativas para armazenar os dados que são produzidos ou utilizados pelos pesquisadores, com o registro das alterações sempre que possível. Foram citados alguns softwares (Gráfico 3) que estão mais relacionados à produção do que ao gerenciamento dos dados geoespaciais do projeto, a exemplo do QGIS, Excel e ArcGIS.

Gráfico 3 – Principais softwares utilizados para gerenciar os dados geoespaciais do projeto.



Fonte: Elaborado pelo autor (2025).

No que tange à qualidade dos dados, os participantes relataram alguns problemas, principalmente decorrentes de versões desatualizadas, causadas pelo armazenamento disperso das informações. Isso ocorre porque cada equipe produz dados relacionados à sua própria temática de trabalho, sendo necessário recorrer individualmente a cada uma delas para obter a versão mais atualizada. Ademais, foram apontados erros de preenchimento e de coleta dos dados, o que acaba gerando um retrabalho por parte da equipe responsável pelo controle de qualidade dos dados.

Dessa forma, para atender às demandas mencionadas no questionário, e considerando todos os benefícios que um banco de dados geográfico pode proporcionar, como a organização estruturada dos dados, a facilidade de acesso e a integridade dos dados, sua implementação mostra-se de fundamental importância para o projeto.

Por conseguinte, para isso, é necessário realizar previamente a modelagem conceitual dos dados, a qual poderá ser subsidiada pelo conjunto de informações obtidas na etapa de levantamento de requisitos, de forma aderente às necessidades e à realidade do projeto, considerando todas as características dos dados geoespaciais produzidos.

4 MODELO CONCEITUAL

O aumento da necessidade de informações geoespaciais, seja por instituições públicas ou privadas, empresas e projetos, tem gerado um expressivo volume de dados. Esse processo, impulsionado por geotecnologias como drones, satélites, softwares de Sistema de Informação Geográfica (SIG), GNSS, dentre outras, evidencia a necessidade de sistemas cada vez mais avançados para possibilitar o gerenciamento, processamento e consulta desses dados. Nesse sentido, os bancos de dados geográficos realizam um papel essencial, ao possibilitar a estruturação, níveis de organização e acesso a esses sistemas; entretanto, uma etapa preliminar e essencial comumente é negligenciada por projetistas inexperientes, a modelagem conceitual (Lisboa, 2000).

A modelagem conceitual de dados espaciais é fundamental para representar de forma organizada os temas necessários à análise dos dados (Santana, 2023). Segundo Santos (2021), os modelos conceituais possibilitam a captura da semântica dos dados, delineando a estrutura do banco de dados em um nível mais abstrato.

Esses modelos são construídos a partir de elementos que são plausíveis de refletir a realidade ou o espaço geográfico. Nesse sentido, Ramos (2022) acrescenta que esses modelos se aproximam da percepção dos usuários, utilizando conceitos como entidades, atributos e relacionamentos, funcionando como um documento formal de estruturação do banco de dados geoespacial.

A natureza do modelo conceitual independe de aspectos tecnológicos, como hardware, software, frameworks ou questões de segurança, pois seu direcionamento está na estrutura dos dados. Assim, Araújo (2008) complementa ao afirmar que o modelo conceitual foca exclusivamente nos elementos do domínio do problema, sem considerar questões tecnológicas, proporcionando uma base sólida e independente de sistemas específicos para o desenvolvimento posterior do banco de dados.

Câmara (1995) ressalta a necessidade de um modelo orientado a objetos, capaz de integrar diferentes representações de entidades espaciais, como vetores, matrizes e grades regulares. De modo que, a flexibilização gerada ao se trabalhar com dados oriundos de fontes distintas, a exemplo de restituições, modelos numéricos de terreno e imagens de satélite, enfatiza a possibilidade de múltiplas representações para uma mesma entidade geográfica.

Em consonância, Lisboa (2000) salienta novas alternativas para modelos conceituais de alto nível, como o framework GeoFrame em combinação com a Linguagem de Modelagem Unificada (Unified Modeling Language - UML). Os níveis de abstração dos elementos, segundo Lisboa (2000), são essenciais para possibilitar estereótipos específicos e diferenciar fenômenos geográficos, sejam eles convencionais ou não, além de permitir a incorporação de múltiplas representações.

Cada modelo tem suas particularidades e características, sejam convencionais ou orientados a objetos. No caso dos modelos voltados para dados geográficos, certas questões podem dificultar sua implementação. Santos (2021) enfrentou algumas dessas dificuldades ao basear seu modelo na Especificação Técnica para Estruturação de Dados Geoespaciais Vetoriais (ET-EDGV Salvador) para definir entidades geoespaciais. Considerando que essa especificação é direcionada à cartografia de referência, foi necessário realizar adaptações para representar adequadamente os dados de risco identificados pelo autor.

Em conformidade, um dos desafios para quem está realizando a modelagem conceitual é encontrar modelos que sejam reutilizáveis e replicáveis, o que aumenta significativamente o tempo de construção. Nesse sentido, Pereyra (2018) reforça a importância da utilização de abstrações geométricas, como pontos, linhas e polígonos, para representar entidades espaciais e suas relações em modelos conceituais, pois, quando hierarquizadas, permitem que as entidades modeladas se tornem reutilizáveis e escaláveis.

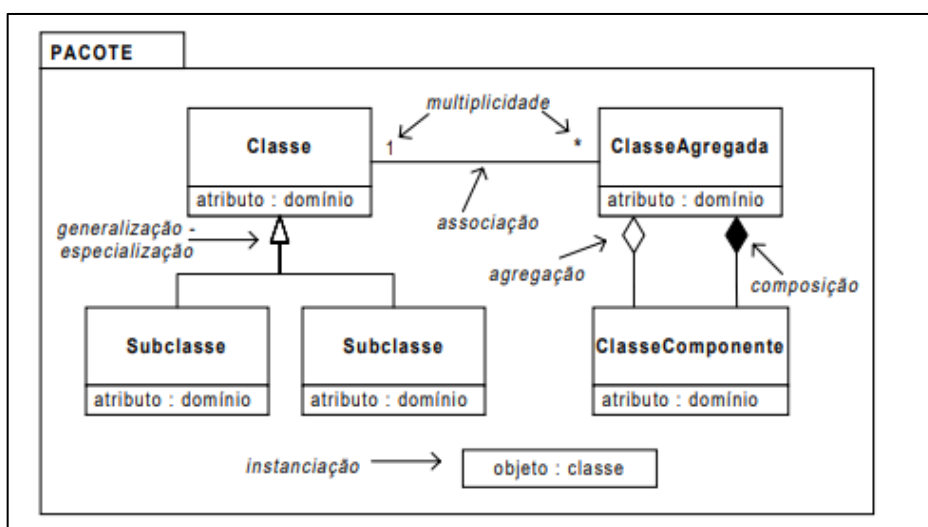
A disseminação do conhecimento sobre modelagem conceitual geográfica é recente, impulsionada pelos avanços tecnológicos do século XXI. Reginato et al. (2023) identificou diferenças tanto quantitativas quanto de enfoque nas publicações científicas sobre a temática. Os autores ainda constaram que, internacionalmente, a modelagem conceitual tem se destacado em áreas como gestão territorial, saúde pública e recursos hídricos. Já no Brasil, há um foco em colaborações internacionais e temas como gestão de informação e meio ambiente, embora com menor volume de publicações em comparação a países como a China.

4.1 Componentes da Modelagem Conceitual

No processo de construção do modelo conceitual, é fundamental considerar alguns elementos, como os diagramas de classes, a integridade dos dados e as entidades geográficas, especialmente quando o objetivo é atender a requisitos específicos para aplicações geoespaciais.

As primitivas que compõem os modelos relacionais, como aquelas presentes na UML (Unified Modeling Language), a exemplo de classes, embora apresentem abordagens distintas, são comumente observadas em alguns modelos orientados a objetos. Nesse sentido, a UML, permite, segundo Elmasri e Navathe (2014), abranger o escopo de análise de requisitos, modelagem, projeto, implementação e implantação de bancos de dados e suas aplicações. Por isso, é válido mencionar que, dentre os diversos diagramas existentes na UML, o diagrama de classes (Figura 3) subsidia a construção de modelos conceituais.

Figura 4 - Notação gráfica do diagrama de classes UML (resumida).



Fonte: Lisboa (2000).

Os diagramas de classes são um componente central nesse processo, pois oferecem uma representação visual que organiza e define os elementos de um modelo conceitual. Eles demonstram as classes de objetos, seus atributos, os tipos de representação espacial (como classes contínuas e discretas) e as relações entre elas (Ramos, 2022). Esses diagramas são essenciais para garantir que todos os

componentes do banco sejam estruturados e compreensíveis, facilitando a implementação e sua manutenção.

Segundo Queiroz e Ferreira (2006) apud Santos (2021), a integridade de dados diz respeito ao conjunto de regras e restrições implementadas em um Sistema de Gerenciamento de Banco de Dados (SGBD) que asseguram a precisão e a consistência das informações armazenadas. Conforme Bittencourt (2004), essa integridade é fundamental para garantir que o conteúdo do banco permaneça correto e confiável, impedindo modificações que possam comprometer a estrutura e a utilidade do banco de dados.

Comumente na modelagem de dados geográficos, destacam-se três tipos de restrições de integridade: topológicas, semânticas e definidas pelo usuário. As restrições topológicas possibilitam que os relacionamentos espaciais sejam predefinidos, como contiguidade (adjacência) e contenção (dentro de) entre entidades geográficas. As restrições semânticas garantem que os dados geográficos mantenham seu significado, de forma coerente com os objetos armazenados. Já as restrições definidas pelo usuário correspondem às regras de negócio aplicadas aos dados geográficos, garantindo conformidade com normas estabelecidas (Davis et al. apud Cockcroft. 2001). No Quadro 2 exemplifica essas restrições.

Quadro 3 - Exemplos de Restrições de Integridade.

| Tipos de Restrições | Exemplos |
|-----------------------------------|--|
| Restrições topológicas | Domicílios dentro de bairros e a impossibilidade de sobreposição de bairros. |
| Restrições semânticas | Proibição de domicílios situados fora dos bairros. |
| Restrições definidas pelo usuário | Impedimento da inserção do mesmo domicílio em dois bairros distintos. |

Fonte: Elaborado pelo autor (2025).

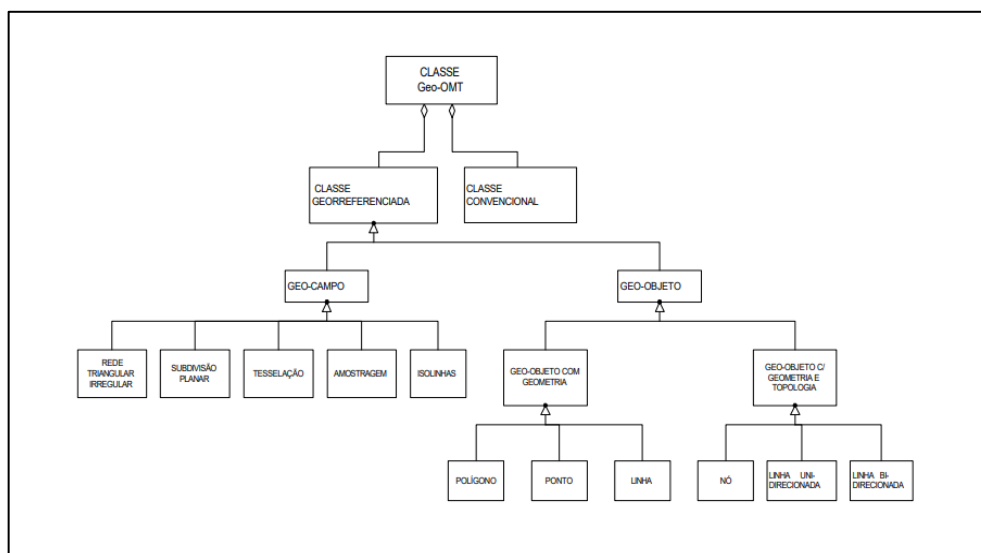
As entidades geográficas são definidas como elementos espaciais que possuem atributos e podem ser localizadas geograficamente, mantendo relações com outras entidades. Essas entidades se manifestam como parte de um sistema contínuo e dinâmico, no qual variáveis como altitude, uso do solo e temperatura se alteram gradativamente, formando padrões que podem ser classificados (Ramos, 2022).

O modo como essas estruturas são representadas varia de acordo com o modelo escolhido. No que diz respeito aos modelos georreferenciados, utilizam-se diferentes primitivas geográficas para sistematizar e descrever os elementos geoespaciais. Entre elas no modelo Object Modeling Technique for Geographic Applications (OMT-G), destacam-se os geo-objetos, que representam entidades plausíveis de individualização, e os geo-campos, que caracterizam fenômenos contínuos no espaço.

4.2 Modelo OMT-G

Os modelos convencionais ou até mesmo orientados a objetos, como a UML, por vezes não oferecem os requisitos necessários para a modelagem de dados geográficos, principalmente devido à falta de primitivas geográficas. No entanto, o modelo OMT-G, conforme apontam Borges et al. (2005), oferece estruturas básicas para representar a forma, topologia e relações espaciais entre os dados geográficos. A representação do metamodelo OMT-G pode ser observada na Figura 4.

Figura 5 - Metamodelo Parcial do Modelo OMT-G.



Fonte: Borges (2002).

A materialização do modelo OMT-G ocorre fundamentada em três conceitos principais: classes, relacionamentos e restrições de integridade espaciais (Borges et al, 2005). As classes podem ser georreferenciadas, associadas a algum objeto

espacial, seja ele contínuo, discreto ou não. Além disso, as classes podem ser convencionais, não havendo a representação de geometrias, mas com atributos e elementos que possuem alguma interlocução com geometrias. Os relacionamentos são representados por associações simples, que fornecem as bases para objetos de diferentes classes. Já as relações espaciais são orientadas por aspectos topológicos, métricos, ordinais e *fuzzy*. A relação em rede permite o entendimento da conectividade entre os objetos, expressa por nós e arcos. Por fim, as restrições de integridade nos modelos conceituais de dados geoespaciais são voltadas à dependência espacial, continência, disjunção, conectividade e Geo-Campo. Em Borges et al. (2005) foi explicitado a conceituação, caracterização e exemplificação dos elementos que formam o modelo OMT-G, por isso não foi realizada a descrição de todos os componentes do modelo.

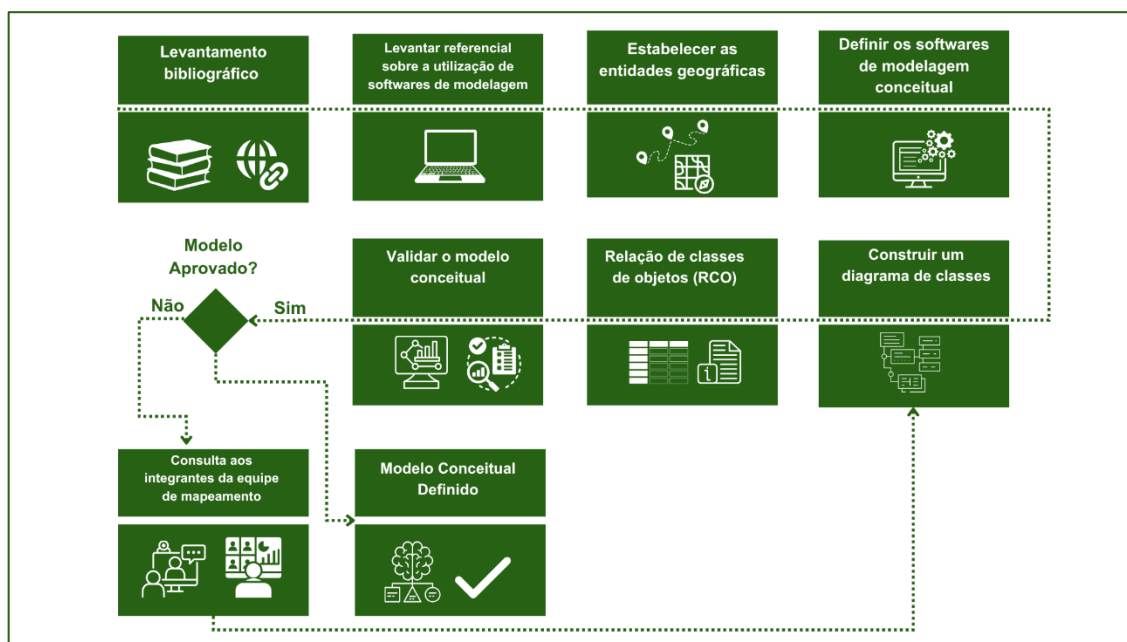
4.3 Abordagem Metodológica

O estabelecimento da pesquisa científica depende de alguns critérios, como o objeto e sua natureza do estudo, além de aspectos metódicos, procedimentos técnicos e o tipo de abordagem dos dados. Segundo Lakatos e Marconi (2003), durante o processo de investigação as pesquisas podem ser classificadas como puras ou aplicadas. Como o enfoque deste trabalho é o modelo conceitual de dados geoespaciais, a premissa que será buscada a organização das informações espaciais utilizadas no projeto Intervenção Sanitária e Prevenção da Leptospirose Urbana corroboram para sua caracterização como pesquisa aplicada. Em convergência, Gil (2002), destaca que a resolução de problemas da sociedade comumente está materializada nas pesquisas aplicadas.

As análises qualitativas são, entre outras questões, baseadas na possibilidade de interpretar e compreender fenômenos, sejam eles geográficos ou não. Conforme Lakatos e Marconi (2003), esse aspecto é crucial nas abordagens qualitativas. Partindo desse pressuposto, este trabalho está direcionado para uma abordagem de dados qualitativa, visto que a composição do modelo conceitual requer reflexões sobre os critérios e requisitos necessários para sua definição, a exemplo de entidades, atributos e relacionamentos orientados aos dados geoespaciais.

A definição da metodologia de pesquisa perpassa, dentre outras questões, pela disponibilidade de dados e informações sobre um determinado tema. Na Figura 5, está representado o fluxograma que sintetiza as etapas da metodologia aplicada durante a modelagem conceitual.

Figura 6 - Fluxograma das etapas para desenvolvimento da modelagem conceitual.



Fonte: Elaborado pelo autor (2025).

Inicialmente, foi realizado o levantamento bibliográfico abrangendo artigos científicos, monografias, teses, dissertações, dentre outros, com ênfase nas palavras-chave relacionadas a modelagem conceitual. Além disso, foram realizadas consultas na literatura acerca dos softwares que pudessem subsidiar a modelagem conceitual, considerando suas funcionalidades, compatibilidade e disponibilidade.

Em seguida, foi realizado o levantamento e a análise das entidades geográficas e dos dados necessários para o projeto previamente observados na análise de requisitos, incluindo a identificação das fontes de dados, os dados geoespaciais e o nível de organização das bases. Além disso, foram estabelecidas regras de integridade, como restrições de consistência, validação de valores e a definição de relacionamentos entre entidades.

Estabelecidos os requisitos, foi selecionado o software de modelagem conceitual, considerando critérios como ser de código aberto (open source), compatibilidade com outros sistemas e com dados geográficos, sendo utilizado o

OMT-G Designer³, que é uma ferramenta web gratuita para modelagem de bancos de dados geográficos desenvolvida pela Universidade Federal de Minas Gerais.

Ademais, foi plausível a elaboração do diagrama de classes realizada com base na análise de requisitos, sendo definidas as classes, atributos, métodos e relacionamentos necessários para a composição do modelo conceitual.

Por fim, foi realizada a produção da documentação do modelo, incluindo as a relação de classes de objetos. Além disso, o modelo poderá ser validado por meio de revisões e verificações realizadas pelos gestores dos dados geoespaciais, de modo a garantir que atenda aos requisitos definidos, seja consistente e adequado aos propósitos do projeto. Caso o modelo seja reprovado, serão realizadas consultas aos gestores dos dados para efetuar os ajustes necessários.

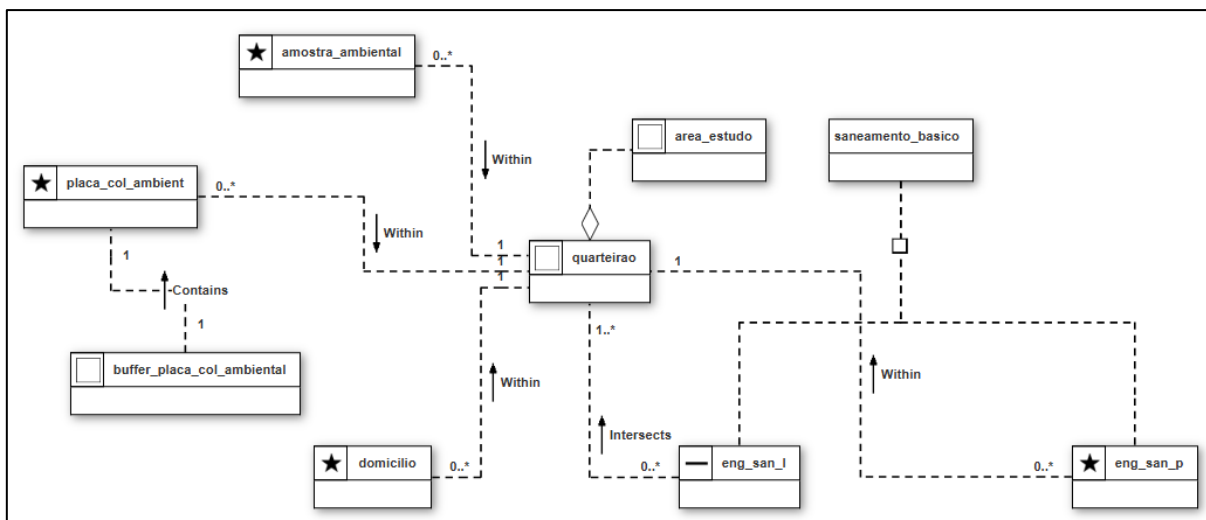
Assim, esse conjunto de etapas possibilitaram a construção do modelo conceitual, representando de forma abstrata os elementos selecionados.

4.4 Resultados

Nesta seção, a partir do levantamento e da análise de requisitos, é apresentada uma proposta de modelagem conceitual dos dados geoespaciais do Projeto Intervenções Sanitárias e Prevenção da Leptospirose Urbana, tendo como principais produtos o diagrama de classes (Figura 7), que evidencia as principais entidades geográficas envolvidas no projeto com seus respectivos relacionamentos topológicos, e a relação de classes de objetos (RCO), com a descrição da estrutura dessas entidades e relacionamentos (Apêndices C e D).

³ Link de acesso ao OMT-G Designer: <http://aqui.io/omtg/#>

Figura 7 - Diagrama de classes dos principais dados geoespaciais do projeto.



Fonte: Elaborado pelo autor (2025).

O modelo proposto é centrado na entidade quarteirão, que funciona como unidade intermediária entre as áreas de estudo e os demais elementos geoespaciais, a exemplo dos domicílios, elementos de saneamento básico, entre outros. Ademais, a relação entre área de estudo e quarteirão é do tipo um-para-muitos (1:N), de modo que cada área de estudo pode conter múltiplos quarteirões. Mesmo essa cardinalidade não sendo explicitamente representada no modelo, ela está implícita devido à relação de agregação espacial utilizada, considerando a necessidade de manter os recortes territoriais adotados para as análises do projeto.

Em relação as outras entidades correlacionadas ao quarteirão possuem cardinalidade do tipo zero ou mais (0..*), destacando que um quarteirão pode conter nenhuma ou várias instâncias dessas classes. Sendo obrigatório que cada elemento, como domicílios e amostras, esteja contido (within) na feição do quarteirão ao qual pertence.

No que diz respeito aos elementos lineares, foi necessário utilizar a relação topológica de interseção (intersect), uma vez que ela possibilita a representação de linhas que perpassam mais de um quarteirão, sem a necessidade de estarem integralmente contidas em apenas um deles, a exemplo dos elementos de engenharia linear (eng_san_l).


É válido ressaltar também o relacionamento entre as placas de coleta ambiental e seus respectivos buffers, visto que uma placa só pode possuir um buffer sua

cardinalidade é do tipo um-para-um (1:1), com a relação topológica contém (contains), acarretando numa dependência entre esses elementos.

A partir das entidades representadas no diagrama de classes, tornou-se possível a elaboração dos quadros de relações de classes de objetos, visando à descrição da estrutura e relacionamentos dos dados geoespaciais modelados. A seguir, é apresentado parte das descrições realizadas.

Se, em sua natureza, uma pesquisa ou projeto utiliza uma variável “onde”, ela possivelmente possui um recorte espacial. É nesse sentido que o projeto adota áreas de estudo que facultam a coleta de dados. De modo que, sua descrição se deu por meio da classe `area_estudo`, que possui atributos como o tipo da área (intervenção ou controle), suas dimensões e os marcos temporais de criação e alteração. O Quadro 4 ilustra a estrutura dessa classe de objeto.


Quadro 4 - Relação de classes de objeto: Áreas de Estudo.

| Classe | Descrição | | Código | Geometria |
|--------------------------|--|---|---|--|
| <code>area_estudo</code> | Limites das áreas de atuação do projeto, compreendendo territórios situados em fundos de vale ou com características associadas à exposição e vulnerabilidade ambiental e sanitária. | | 1.1.1 |  |
| Atributo | Tipo (tamanho) | Descrição | Domínio | Requisito |
| ID_ARE_EST | Inteiro | Indica a denominação da área de estudo (chave primária). | Sequencial (não nulo) | 1 |
| TP_ARE_EST | Inteiro | Tipo de classificação da área de estudo, utilizada para diferenciar territorialmente as áreas segundo critérios metodológicos estabelecidos no projeto. | <code>codelist 1.01</code> | 1 |
| AREA_M2 | Real | Área da feição em metros quadrados. | A ser preenchido (não nulo). | 1* |
| AREA_KM2 | Real | Área da feição em quilômetros quadrados. | A ser preenchido (não nulo). | 1* |
| DATA_INIC | Data | Data da composição inicial dos limites das áreas de estudo | A ser preenchido (não nulo). (vvvv-mm-dd) | 1 |
| DATA_EXTEN | Data | Data da extensão dos limites das áreas de estudo | A ser preenchido (não nulo). (vvvv-mm-dd) | 1 |

Fonte: Elaborado pelo autor (2025).

Considerando a necessidade de distribuir e organizar a coleta realizada pelos pesquisadores em campo, bem como de possibilitar análises comparativas em diferentes porções do território, as áreas de estudo são subdivididas em bairros. Outrossim, esses bairros servem para delinear o número de domicílios a serem atendidos em cada área. No Quadro 5 é apresentada a descrição da estrutura da classe `bairro`.


Quadro 5 – Relação de classes de objeto: Quarteirão.

| Classe | Descrição | | Código | Geometria |
|-------------------|--|---|-----------------------|---|
| <u>quarteirao</u> | Delimitação dos quarteirões das áreas de estudo, sendo considerado a representação de determinado número de imóveis limitados por ruas, avenidas, caminhos, rios, córregos, estradas, linhas férreas, e outras, totalmente circundadas ou não. | | 1.1.2 |  |
| Atributo | Tipo (tamanho) | Descrição | Domínio | Requisito |
| COD_QUART | Inteiro | Código do quarteirão. Parte da chave primária composta com ID_ARE_EST. | Sequencial (não nulo) | 1 |
| ID_ARE_EST | Inteiro | Código da área de estudo. Parte da chave primária composta com COD_QUART. Também atua como chave estrangeira da tabela <u>area_estudo</u> . | Sequencial (não nulo) | 1 |

Fonte: Elaborado pelo autor (2025).

A classe domicílio (Quadro 6) é uma das mais importantes para o projeto, pois é a partir dos domicílios que se identificam os participantes das pesquisas e das coletas realizadas, possibilitando novas coletas em períodos distintos e a verificação de possíveis áreas com maior ou menor incidência de infecção pela bactéria *Leptospira*, por exemplo. Em sua estrutura, constam o registro das coordenadas, o inquérito (período de coleta), bem como a indicação de qual área de estudo e quarteirão o domicílio está situado. Os demais atributos, domínios, códigos e regras de preenchimento associados à classe domicílio encontram-se detalhados no Apêndice C.

Quadro 6 – Trecho da relação de classes de objeto: Domicílios.

| Classe | Descrição | | Código | Geometria |
|------------|---|--|--------------------------------------|---|
| domicilio | Relação de domicílios georreferenciados na área de estudo, a partir de fotointerpretação. | | 1.1.3 |  |
| Atributo | Tipo (tamanho) | Descrição | Domínio | Requisito |
| ID_DOM | Inteiro | Código sequencial identificador do domicílio mapeado. Parte da chave primária composta com ID_ARE_EST e COD_QUART. | Sequencial (não nulo) | 1 |
| ID_ARE_EST | Inteiro | Código da área de estudo. Parte da chave primária composta com COD_QUART e ID_DOM. Também atua como chave estrangeira da tabela <u>area_estudo</u> . | Tabela <u>area_estudo</u> (não nulo) | 1 |
| COD_QUART | Inteiro | Código do quarteirão. Parte da chave primária composta com ID_ARE_EST e ID_DOM. Também atua como chave estrangeira da tabela <u>quarteirao</u> . | Tabela quarteirão (não nulo) | 1 |
| NR_INQUER | Inteiro | Identificador do inquérito. | A ser preenchido (não nulo). | 1 |

Fonte: Elaborado pelo autor (2025).

No que concerne à lista de códigos (codeList) que compõe a relação de classes de objetos, com o intuito de padronizar e organizar os dados, foi proposta a utilização de listas de códigos para distinguir os tipos de área de estudo (TP_ARE_EST) em áreas de intervenção e áreas controle, conforme demonstrado no Quadro 7. Convém

salientar que, para outras classes, também está sendo proposta a utilização de codeLists, podendo ser consultado no Apêndice D.

Quadro 7 - Classe de objeto: Tipos de áreas de estudo.

| Valor | Nome/Valor | Descrição |
|--------|-------------------------|---|
| Código | TP_ARE_ESTUDO | Indica o tipo de área do projeto |
| 1 | Intervenção/Engajamento | Áreas com intervenções de engenharia e que ocorrem engajamento comunitário. |
| 2 | Controle | São locais de risco para a incidência de leptospirose, com características idênticas ou muito semelhantes às áreas de intervenção, que não terão intervenção durante todo o período do projeto. |

Fonte: Elaborado pelo autor (2025).

Nesse sentido, acredita-se que o modelo conceitual proposto está aderente às principais práticas de modelagem para bancos de dados geográficos, abrangendo aspectos como a hierarquização das unidades espaciais, a proposição de chaves compostas, garantido a unicidade dos atributos, a distinção entre primitivas geográficas e atributos descritivos, além da utilização de predicados espaciais⁴ nas relações topológicas.

⁴ “Um predicado espacial é uma restrição espacial definida através de um relacionamento topológico (dentro de, toca, cruza, sobrepõe e disjunto) ou de um relacionamento métrico (distância)” (CÂMARA et al., 2005, p. 13).

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O enfoque deste trabalho foi apresentar uma proposta de modelagem conceitual considerando os dados geoespaciais produzidos em um projeto relacionado à saúde coletiva, mais especificamente à epidemiologia. Cabe ressaltar que a definição das camadas modeladas é resultado da análise de requisitos e da experiência de trabalho no próprio projeto. Assim, as camadas basilares para o desenvolvimento das principais atividades foram incluídas nesse escopo. Ressalta-se, ainda, que as demais camadas a serem produzidas ou utilizadas pelo referido projeto poderão seguir os padrões sugeridos na modelagem conceitual realizada.

É pertinente salientar que a modelagem conceitual apresentada representa um passo importante para o desenvolvimento da governança dos dados geoespaciais do projeto, considerando a sistematização das entidades, de seus respectivos atributos e relacionamentos, tornando viável a organização e a padronização dos dados. Soma-se a isso a necessidade de articulação com outras práticas para o aprimoramento da governança, como a implementação de um banco de dados geográfico, a utilização de ferramentas para controle de qualidade e o fortalecimento da cultura de dados geoespaciais entre os principais produtores e usuários.

A participação dos usuários na construção de um banco de dados é crucial, pois são eles os principais atores. Por isso, o levantamento e a análise de requisitos não podem ser desprezados durante sua construção. Os integrantes da equipe de mapeamento, por serem os responsáveis pelos dados geoespaciais do projeto, deverão participar ativamente da definição dos requisitos de dados para um possível banco de dados geográfico no futuro.

O processo de adoção de melhores práticas na construção e estruturação dos dados geoespaciais também envolve a cultura de utilização e produção desses dados. Por isso, sugere-se o fortalecimento de iniciativas que promovam a disseminação da estruturação de dados geoespaciais no projeto, por meio de oficinas, palestras ou cursos, especialmente entre os pesquisadores responsáveis pela produção de dados geoespaciais.

Como etapa antecedente à implementação de um banco de dados geográfico, a modelagem conceitual subsidiará a resolução dos problemas e das expectativas estabelecidas nos requisitos. Tratando-se de um modelo voltado para dados

geográficos, a adoção de um modelo orientado a objetos, como o OMT-G, faz-se necessária para viabilizar a descrição dos objetos geoespaciais, bem como suas relações e restrições de integridade.

Ademais, sugere-se que, após a construção do modelo conceitual, seja realizada a transformação do modelo para os modelos lógico e físico, viabilizando a implementação de um banco de dados geográfico no projeto. Essa implementação não apenas contribuirá para a organização dos dados espaciais produzidos, mas também servirá de suporte para o desenvolvimento de novas aplicações que auxiliem na mitigação ou divulgação dos problemas enfrentados pelas comunidades participantes do projeto.

A adoção de metodologias que envolvem a modelagem de dados não é comum em trabalhos relacionados à saúde coletiva, de modo que sua utilização representa um avanço significativo tanto para a sistematização dos dados geoespaciais do projeto quanto para outras pesquisas de natureza similar.

Por fim, espera-se que este trabalho contribua para a disseminação de análises e pesquisas futuras, incentivando o uso mais assíduo e estratégico dos dados geoespaciais no apoio à tomada de decisão. Ademais, que seja possibilitado aos geógrafos envolvidos, neste e em futuros projetos, não apenas o exercício de funções técnicas, como comumente ocorre, mas também o reconhecimento de sua capacidade de trabalhar com a ciência de dados para promover leituras e interpretações do território, colocando esse conhecimento, no caso específico, a serviço de um bem maior: a saúde coletiva das comunidades.

REFERÊNCIAS

- ALVARENGA, Geoflavia Guillarducci de. **Aplicações práticas de inteligência artificial para modelagem conceitual de banco de dados**. Goiânia: Instituto de Informática da Universidade Federal de Goiás, 2005. RT-INF_001-05. Disponível em: <https://ww2.inf.ufg.br/sites/default/files/uploads/relatorios-tecnicos/RT-INF_001-05.pdf> Acesso em: 01 de mar. 2025.
- ARAÚJO, M. A. P. **Modelagem de dados – teoria e prática**. Saber Digital, v. 01, n. 1, p. 27-64, 2008. Disponível em: <<https://revistas.faa.edu.br/SaberDigital/article/view/1029>>. Acesso em: 14 nov. 2024.
- BIRMAN, Joel. **A physis da saúde coletiva**. Physis: Revista de Saúde Coletiva, v. 1, p. 7-11, 1991. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/physis/a/fqkg3x8mLX3PYrK9BZMpftM/?format=pdf&lang=pt>>. Acesso em: 14 nov. 2024.
- BITTENCOURT, Geraldo. **Aspectos Básicos de Banco de Dados**. 3. ed. São Paulo, UNESP, 2004. Disponível em: <<https://www.marilia.unesp.br/Home/Instituicao/Docentes/EdbertoFerneda/BD%20-%20Aspectos%20Basicos.pdf>> Acesso em: 14 nov. 2024.
- BORGES, Karla A. V.; DAVIS Jr., Clodoveu A.; LAENDER, Alberto H. F. **Modelagem conceitual de dados geográficos**. In: CASANOVA, Marco Antonio et al. (Org.). Bancos de Dados Geográficos. Curitiba: EspaçoGEO, 2005. p. 93–112. Disponível em: <https://www-di.inf.puc-rio.br/~casanova/Publications/Books/2005-BDG.pdf> Acesso em 8 de abr. 2025.
- BORGES, Karla Albuquerque de Vasconcelos. **Modelagem de Dados Geográficos**. Belo Horizonte: Universidade Federal de Minas Gerais/Instituto de GeoCiências, 2002. Disponível em: <https://www.kufunda.net/publicdocs/Modelagem%20de%20dados%20geografico.pdf> Acesso em: 15 de fev. 2025.
- BORGES, Karla A. V.; DAVIS Jr., Clodoveu A. **Modelagem de Dados Geográficos**. In: CÂMARA, G.; DAVIS, C.; MONTEIRO, A. M. V. 2001. (Orgs./Eds.) Introdução à Ciência da Geoinformação. Disponível em: <<http://www.dpi.inpe.br/gilberto/livro/introd/index.html>>. Acesso em 5 de jun. de 2025.
- BRASIL. **Censo Demográfico 2010: características da população e dos domicílios – resultados do universo**. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Rio de Janeiro: IBGE, 2011. Disponível em: <https://censo2010.ibge.gov.br/>. Acesso em: 15 de fev. 2025.
- BRASIL. **Censo Demográfico 2022: primeiros resultados**. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Rio de Janeiro: IBGE, 2023. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/>. Acesso em: 15 de fev. 2025.

BRASIL. Comissão Nacional de Cartografia (CONCAR). **Especificações Técnicas para Estruturação de Dados Geoespaciais Vetoriais (ET-EDGV 3.0)**. Versão 3.0 – Dezembro de 2017. Brasília: Ministério do Planejamento, Desenvolvimento e Gestão, 2018. Disponível em: <http://www.concar.ibge.gov.br/>. Acesso em: 30 nov. 2024.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. Departamento de Vigilância das Doenças Transmissíveis. **Leptospirose: diagnóstico e manejo clínico**. Brasília: Ministério da Saúde, 2014. 44 p. ISBN 978-85-334-2159-2. Disponível em: <https://bvsms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/leptospirose-diagnostico-manejo-clinico2.pdf>. Acesso em: 30 nov. 2024.

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. Disponível em: , https://www.researchgate.net/profile/Gilberto-Camara/publication/43653652_Modelos_linguagens_e_arquiteturas_para_bancos_d_e_dados_geograficos/links/00b495378f2a7cf3a6000000/Modelos-linguagens-e-arquiteturas-para-bancos-de-dados-geograficos.pdf. Acesso em: 14 nov. 2024.

CÂMARA, G.; BARBOSA, C.; FREITAS, U. **Operações de Análise Geográfica**. In: CÂMARA, G.; MEDEIROS, J. S. (Orgs.) *Geoprocessamento para Projetos Ambientais*. 2. ed., 1998. Disponível em: http://www.dpi.inpe.br/gilberto/tutoriais/gis_ambiente/. Acesso em: 05 jun. 2025.

CASANOVA, M. A.; TUCHERMAN, L.; MEDEIROS, C. B. **Banco de Dados: dos modelos convencionais à realidade virtual**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2005. Disponível em: <https://www-di.inf.puc-rio.br/~casanova//Publications/Books/2005-BDG.pdf>. Acesso em: 20 de dez. 2024.

CERQUEIRA, Erika do Carmo. **Vulnerabilidade socioambiental na cidade de Salvador-Bahia: análise espacial das situações de risco e ações de resiliência**. 2019. 353. Tese (Doutorado em Geografia) – Programa de Pós-Graduação em Geografia, Instituto de Geociências, Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2019. Disponível em: <https://repositorio.ufba.br/handle/ri/3193>>1. Acesso em: 2 de jun. de 2025.

COUTO, Rodrigo de Souza et al. **Proposição de modelo conceitual de banco de dados geoespacial para o Cadastro Ambiental Rural**. *Revista Brasileira de Cartografia*, [S. l.], v. 69, n. 7, 2018. Disponível em: <https://seer.ufu.br/index.php/revistabrasileiracartografia/article/view/43991>. Acesso em: 20 dez. 2024.

COCKCROFT, S. **A taxonomy of spatial integrity constraints**. *Geoinformatica*, v. 1, n. 4, p. 327–343, 1997. Apud DAVIS JR., Clodoveu A.; BORGES, Karla A. V.; LAENDER, Alberto H. F. **Restrições de integridade em bancos de dados geográficos**. III Workshop Brasileiro de Geoinformática (GeoInfo 2001), Rio de Janeiro (RJ). Disponível em: <https://homepages.dcc.ufmg.br/~clodoveu/files/100.40/AC030.%202001%20Restricao>

[es%20de%20integridade%20em%20bancos%20de%20dados%20geograficos.pdf](#)

Acesso em: 14 fev. 2025.

DATE, Christopher, J. **Introdução a sistemas de bancos de dados**. Editora Campus LTDA, 1984. Disponível em:

[https://www.kufunda.net/publicdocs/Introdu%C3%A7%C3%A3o%20a%20Sistemas%20de%20Banco%20de%20Dados%20\(C.%20J.%20Date\).pdf](https://www.kufunda.net/publicdocs/Introdu%C3%A7%C3%A3o%20a%20Sistemas%20de%20Banco%20de%20Dados%20(C.%20J.%20Date).pdf)> Acesso em: 02 de jan. 2025.

DAVIS Jr., C. A., BORGES, K. A. V.; Laender, A. H. F. (2001). **Restrições de integridade em bancos de dados geográficos**. III Workshop Brasileiro de GeoInformática (GeoInfo 2001), Rio de Janeiro (RJ). Disponível em:

<https://homepages.dcc.ufmg.br/~clodoveu/files/100.40/AC030.%202001%20Restricoes%20de%20integridade%20em%20bancos%20de%20dados%20geograficos.pdf>

Acesso em: 14 fev. 2025.

ELMASRI, Ramez; NAVATHE, Shamkant B. **Sistemas de banco de dados**.

Tradução de Daniel Vieira. Revisão técnica de Enzo Seraphim e Thatyana de Faria Piola Seraphim. 6. ed. São Paulo: Pearson Addison Wesley, 2011.

FRANCO, Matheus. **Sistemas de Gerenciamento de Banco de Dados**. São João da Boa Vista: Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo, 2013. Disponível em: <http://proedu.ifce.edu.br/123456789/354> Acesso em: 20 dez. 2024.

GIL, A. C. Como elaborar projetos de pesquisa. São Paulo: Atlas, 2002.

HEUSER, Carlos Alberto. **Projeto de Banco de Dados**. Editora Bookman. 4a Edição, 1998.

LAGO, Décio. **Modelagem de banco de dados geográfico para subsídio à gestão integrada de recursos hídricos**. Revista de Exatas e Tecnologia, Matão, v. 1, n. 1, p. 79–90, 2006. Disponível em:

<https://exatastechnologias.pgsscogna.com.br/rcext/article/view/2399>> Acesso em: 04 de jun. de 2025.

LAKATOS, Eva Maria; MARCONI, Marina de Andrade. **Fundamentos de metodologia científica**. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2003.

LISBOA FILHO, Jugurta. **Projeto conceitual de banco de dados geográficos através da reutilização de esquemas, utilizando padrões de análise e um framework conceitual**. 2000. Tese (Doutorado em Ciência da Computação) –

Programa de Pós-Graduação em Computação, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2000. Disponível em:

http://www.cartografia.salvador.ba.gov.br/images/cartografia/Biblioteca/ReferenciasBibliograficas/TESE_Projeto_Conceitual_de_BDG_Jagurta_Lisboa_Filho.pdf.>

Acesso em: 14 de nov. de 2024.

LISBOA FILHO, J.; IOCHPE, C. **Modelagem de dados geográficos: uma visão geral e tendências**. XX Congresso Brasileiro de Cartografia. 2001. Disponível em:

<<https://docs.ufpr.br/~frsantos1/SIG/filho%20e%20iochpe%202001%20-%20texto%202.pdf>> Acesso em: 18 de dez. 2024.

OPEN GEOSPATIAL CONSORTIUM. **Standards. [s.d.]**. Disponível em: <https://www.ogc.org/standards/>. Acesso em: 14 dez. 2024.

PEREYRA, Marcos Fidel Espinoza. **Uso de entidades geométricas para el análisis de entidades geográficas en los Sistemas de Información Geográfica usando el modelado de datos orientado a objetos**. Revista del Instituto de Investigación FIGMMG-UNMSM, v. 21, n. 41, p. 53-60, 2018. Disponível em: <https://core.ac.uk/outputs/304894303/?utm_source=pdf&utm_medium=banner&utm_campaign=pdf-decoration-v1> Acesso em: 14 nov. 2024.

RAMOS, Ismael Fiuza. **Especificações técnicas de dados geoespaciais para sistema de suporte à decisão do direito de uso de recursos hídricos no estado da Bahia**. Dissertação (Mestrado Profissional em Gestão e Regulação de Recursos Hídricos) – Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2022. Disponível em: <<https://repositorio.ufba.br/handle/ri/37824/>>. Acesso em: 14 nov. 2024.

Ramos, T. M. V., Balassiano, I. T., Silva, T. S. M., & Nogueira, J. M. R. **Leptospirose: Características da enfermidade em humanos e principais técnicas de diagnóstico laboratorial**. (2021). Revista Brasileira de Análises Clínicas, 53(3), 211-218. Disponível em: <https://www.rbac.org.br/artigos/leptospirose-caracteristicas-da-enfermidade-em-humanos-e-principais-tecnicas-de-diagnostico-laboratorial/> Acesso em: 30 nov. 2024.

REGINATO, Vivian da Silva Celestino et al. **MODELAGEM CONCEITUAL E GEOGRÁFICA: O ESTADO DA ARTE NO NOVO MILÊNIO**. In: ANAIS DO XX SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 2023, Florianópolis. Anais eletrônicos..., São José dos Campos, INPE, 2023. Disponível em: <<https://proceedings.science/sbsr-2023/trabalhos/modelagem-conceitual-e-geografica-o-estado-da-arte-no-novo-milenio?lang=pt-br>>. Acesso em: 14 nov. 2024.

SALVADOR. Fundação Mário Leal Ferreira (FMLF). **Salvador Dados**. Salvador, 2025. Disponível em: <https://dados.salvador.ba.gov.br/>. Acesso em: 05 jul. 2025.

SALVADOR. **Especificação Técnica para Estruturação de Dados Geoespaciais Vetoriais de Salvador (ET-EDGV Salvador)**. Versão 1.1. Salvador-Ba. 2019. Disponível em: <http://cartografia.salvador.ba.gov.br/images/cartografia/ET-EDGV_SALVADOR_Versao_1_1_Publicacao_2019.pdf>. Acesso em: 14 de nov. de 2024.

SANTANA, Juliet Oliveira. **Publicação de dados espaciais na web para uso em Sistema de Informação Geográfica e monitoramento de casos de leptospirose na cidade de Salvador-BA**. TCC – Universidade Federal da Bahia, Instituto de Geociências, 2023. Disponível em: <https://geografia.ufba.br/TCC_Juliet.pdf>. Acesso em: 14 de nov. de 2024.

SANTOS, Pablo de Almeida dos. **Banco de dados geográficos para modernização da gestão dos dados geoespaciais na Defesa Civil: Estudo de**

caso em Salvador-Bahia. Projeto apresentado para a disciplina ENGJ43 - Trabalho de Conclusão de Curso II, Universidade Federal da Bahia, Escola Politécnica, Curso de Engenharia de Agrimensura e Cartográfica, Salvador, 2021. Disponível em: <<https://repositorio.ufba.br/handle/ri/40472>>. Acesso em: 14 nov. 2024.

TANAKA, Oswaldo Yoshimi; DRUMOND JÚNIOR, Marcos; BROCHE CRISTO, Elier; SPEDO, Sandra Maria; SILVA PINTO, Nicanor Rodrigues da. **Uso da análise de clusters como ferramenta de apoio à gestão no SUS.** Saúde e Sociedade, São Paulo, v. 24, n. 1, p. 34–45, 2015. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/sausoc/a/SVkvZFN7PDXy58GyVJJYW5K/?lang=pt&format=pdf>> Acesso em: 8 abr. 2025.

VIEIRA DA-SILVA, Lígia Maria; PAIM, Jairnilson S.; SCHRAIBER, Lilia Blima. **O que é Saúde Coletiva. Saúde coletiva: teoria e prática.** Rio de Janeiro: MedBook, p. 3-12, 2014. Disponível em: <<https://www.unirv.edu.br/conteudos/fckfiles/files/O%20que%20%C3%A9%20sa%C3%BAdade%20coletiva.pdf>>. Acesso em: 14 nov. 2024.

APÊNDICE A: FORMULÁRIO PARA LEVANTAMENTO DE REQUISITOS

Levantamento de Requisitos

Este formulário tem como objetivo levantar informações para a análise de requisitos da modelagem conceitual de dados geoespaciais do projeto de intervenções sanitárias e prevenção da leptospirose urbana.

Solicita-se que as questões sejam respondidas com base no conhecimento técnico e nas atribuições do(a) respondente. Contudo, caso haja questões que não sejam aplicáveis ou, eventualmente, não haja informação disponível no momento, orienta-se o uso das expressões "não se aplica" ou "não sei". A colaboração de todos(as) é essencial para o desenvolvimento do projeto.

Este formulário está coletando automaticamente os e-mails de todos os participantes. [Alterar configurações](#)

1. Qual é a sua função no projeto de intervenções sanitárias e prevenção da leptospirose urbana, e a qual equipe você está vinculado(a)? *

Texto de resposta curta

2. Há quanto tempo você atua neste projeto? *

Texto de resposta curta

3. Qual é o objetivo da equipe de mapeamento no projeto? *

Texto de resposta longa

4. Quais problemas específicos a equipe de mapeamento busca resolver com a modelagem conceitual? *

Texto de resposta longa

5. Quais tipos de dados estão sendo coletados ou utilizados? (Selecione todas as opções aplicáveis) *

- ☐ Vetoriais
- ☐ Raster
- ☐ Tabulares
- ☐ Não se aplica
- ☐ Outros...

6. Existem elementos não espaciais que também precisam ser considerados? *

Texto de resposta longa

7. Existe alguma mensuração em valores absolutos da quantidade de dados que pode compor o modelo conceitual? Se sim, qual? *

Texto de resposta longa

8. Quais atributos são essenciais para cada dado mapeado? (Selecione todas as opções aplicáveis) *

- ☐ Chave-primária
- ☐ Nome/Identificação
- ☐ Localização
- ☐ Data de criação
- ☐ Categoria/Tipo
- ☐ Não se aplica
- ☐ Outros...

9. Quais camadas temáticas são consideradas essenciais para o projeto? *

Texto de resposta longa

10. Existe a necessidade de categorizar os fenômenos em temas distintos? Se sim, quais? *

Texto de resposta curta

11. Existem dados geográficos externos que precisam ser integrados ao projeto? Se sim, quais? *

Texto de resposta curta

12. Quais dados geográficos precisam ser atualizados regularmente? *

Texto de resposta longa

13. Quais são as principais unidades espaciais utilizadas? *

Texto de resposta longa

14. Existem fenômenos que precisam ser representados de formas diferentes, considerando a escala? *

Texto de resposta longa

15. Existe a preocupação da equipe com os relacionamentos espaciais, como os relacionamentos topológicos (adjacência, conectividade, interseção, sobreposição, etc.) Se sim, quais são considerados? *

Texto de resposta longa

16. Quais análises espaciais são necessárias? *

Texto de resposta longa

17. Existe algum componente temporal associado aos dados geográficos? Se sim, quais? *

Texto de resposta longa

18. Existem processos manuais que poderiam ser automatizados? Se sim, quais? *

Texto de resposta longa

19. Quais ferramentas ou softwares estão sendo usados para gerenciar os dados? *

Texto de resposta longa

20. Quais são os problemas recorrentes de qualidade nos dados? *

Texto de resposta longa

21. Quais produtos cartográficos ou outros a equipe de mapeamento precisa gerar? *

Texto de resposta longa

22. Existem regras, práticas ou necessidades identificadas para garantir a consistência, atualização ou rastreabilidade dos dados geoespaciais do projeto? Se sim, quais? *

Texto de resposta curta

APÊNDICE B: RESPOSTAS DO FORMULÁRIO APLICADO AOS PARTICIPANTES DO PROJETO

| 1. Qual é a sua função no projeto de intervenções sanitárias e prevenção da leptospirose urbana, e a qual equipe você está vinculado(a)? | 2. Há quanto tempo você atua neste projeto? | 3. Qual é o objetivo da equipe de mapeamento no projeto? | 4. Quais problemas específicos a equipe de mapeamento busca resolver com a modelagem conceitual? | 5. Quais tipos de dados estão sendo coletados ou utilizados? (Selecione todas as opções aplicáveis) | 6. Existem elementos não espaciais que também precisam ser considerados? | 7. Existe alguma mensuração em valores absolutos da quantidade de dados que pode compor o modelo conceitual? Se sim, qual? | 8. Quais atributos são essenciais para cada dado mapeado? (Selecione todas as opções aplicáveis) |
|---|---|---|--|---|--|--|--|
| Gerente da equipe de engenharia | 1 ano e 9 meses | Auxiliar na delimitação das áreas de estudo do projeto, elabora mapas temáticos, realizar o georreferenciamento de pontos específicos nas áreas de estudo e auxiliar no reconhecimento e identificação das áreas. | Não Sei | Vetoriais, Raster | Acredito que o tempo para coleta de informações | Não Sei | Nome/Identificação, Localização, Data de criação, Categoria/Tipo |
| Participo da equipe de mapeamento, realizado atividades de reconhecimento geográfico das áreas e auxiliando as outras equipes nesse reconhecimento e também na produção de mapas com georreferenciamento de acordo as demandas das mesmas | 6 meses | Fazer produção de mapas das áreas de acordo as necessidades das outras equipes presentes no projeto, e também auxiliar no reconhecimento geográfico e qualquer dúvida sobre georreferenciamento como um todo. | Análise topográfica das áreas de estudo | Vetoriais | Não | Não | Nome/Identificação, Localização, Data de criação |
| Pesquisador associado, modelagem espacial | 2021 | Seu objetivo é mapear e identificar as localizações e | A dificuldade de mapear locais de difícil acesso, | Vetoriais, Raster, Tabulares | Sim, também precisamos considerar as | NA | Chave-primária, Nome/Identificação, Localização, Data de |


| | | | | | | | |
|--|--------|--|--|--|---|---|--|
| | | coordenadas de quaisquer pontos de interesse | incluindo estimativa de limites para áreas de estudo e localização de pontos de interesse | | percepções dos moradores, bem como a classificação do ambiente | | criação, Categoria/Tipo |
| Gerente de campo - BEPREP | 1 ano | Realizar os mapas com os pontos de capturas de animais silvestres. Analisar os dados espaciais. | Qual é a distribuição espacial dos animais capturados nas diferentes campanhas e comunidades | Vetoriais | não | não, depende do número de animais capturados | Nome/Identificação, Localização |
| Análises geográficas e produção de mapas. Equipe de mapeamento | 3 anos | Identificar, caracterizar e delimitar as áreas de estudo; armazenar dados geoespaciais e elaborar os mapas de campo a partir dos obtidos pelo projeto. | Armazenamento e distribuição dos dados geoespaciais do projeto. | Vetoriais, Raster, Tabulares | Sim. | Depende. | Chave-primária, Nome/Identificação, Data de criação, Categoria/Tipo |
| Gerente da Equipe de Engajamento Comunitário | 6 anos | Definição da área geográfica a ser estudada, elaboração dos mapas utilizados em campo, orientação às equipes de como fazer a leitura e se localizar através dos mapas elaborados, além do gerenciamento dos dados espaciais obtidos. | Facilitar o processo de compreensão dos estudos que considerem a dimensão espacial; gerenciar metadados associados à informações georreferenciadas | Vetoriais, Raster, Tabulares | Sim, os dados associados à essas coordenadas, como informações de participantes | Não | Nome/Identificação, Localização, Data de criação, Categoria/Tipo |
| co-coordenador, ecologia (BEPREP) | 3 anos | registrar e organizar os dados espaciais de amostragem para linkagem com as demais camadas de dados, análises geoestatísticas | quais os padrões espaciais dos impactos das intervenções na presença e abundância dos pequenos | Raster, Tabulares, imagens georreferenciadas | metadados associados aos dados tabulares presentes no REDCap | ponto de coleta, tipo de evento (trapset, captura), questionário ambiental, | Chave-primária, Nome/Identificação, Localização, Data de criação, Categoria/Tipo |

| | | | | | | | |
|--------------------------------------|--------|---|---|------------------------------|--|--|--|
| | | | mamíferos (ratos, sariguês) das comunidades | | | dados de animal capturado | |
| Pesquisador colaborador - Arbovirose | 4 anos | Realizar a descrição especializada das áreas de estudo | Descrever os diferentes fatores envolvidos no objeto de pesquisa e hierarquizar eles para estruturar o balanço de dados | Vetoriais, Raster, tabulares | Sim, tal vez os sociodemográficos e os temporais como eventos climáticos | Não sei | Chave-primária, Nome/Identificação, Localização, Data de criação, Categoria/Tipo |
| Gerente - Mapeamento | 5 anos | Selecionar as áreas de estudo para inclusão no projeto, gerenciar os dados espaciais produzidos pelo grupo ou recebidos de outras instituições, realizar controle de qualidade dos dados, manter o backup dos dados atualizados e realizar análises espaciais diversas. | Evitar a duplicidade de dados, manter os dados atualizados. | Vetoriais, Raster, tabulares | Sim. Documentos, mapas, figuras. | A curto prazo: 2 TB e a longo prazo 4 TB | Chave-primária, Nome/Identificação, Localização, Data de criação, Categoria/Tipo |
| | | | | | | | |


APÊNDICE C – RELAÇÕES DE CLASSES DE OBJETOS (RCO)

1.0 Áreas de Estudo do Projeto


1.1 Áreas de Estudo

| Classe | Descrição | | Código | Geometria |
|-------------|--|---|---|---|
| area_estudo | Limites das áreas de atuação do projeto, compreendendo territórios situados em fundos de vale ou com características associadas à exposição e vulnerabilidade ambiental e sanitária. | | 1.1.1 |  |
| Atributo | Tipo (tamanho) | Descrição | Domínio | Requisito |
| ID_ARE_EST | Inteiro | Indica a numeração da área de estudo (chave primária). | Sequencial (não nulo) | 1 |
| TP_ARE_EST | Inteiro | Tipo de classificação da área de estudo, utilizada para diferenciar territorialmente as áreas segundo critérios metodológicos estabelecidos no projeto. | codeList 1.01 | 1 |
| NM_ARE_EST | Texto (50) | Denominação das áreas de estudo. | A ser preenchido (não nulo). | 1 |
| AREA_M2 | Real | Área da feição em metros quadrados. | A ser preenchido (não nulo). | 1 |
| AREA_KM2 | Real | Área da feição em quilômetros quadrados. | A ser preenchido (não nulo). | 1 |
| DATA_INIC | Data | Data da composição inicial dos limites das áreas de estudo | A ser preenchido (não nulo). (yyyy-mm-dd) | 1 |
| DATA_EXTEN | Data | Data da extensão dos limites das áreas de estudo | A ser preenchido (não nulo). (yyyy-mm-dd) | 1 |

1.2 Quarteirão


| Classe | Descrição | | Código | Geometria |
|------------|--|---|-----------------------|---|
| quarteirao | Delimitação dos quarteirões das áreas de estudo, sendo considerado a representação de determinado número de imóveis limitados por ruas, avenidas, caminhos, rios, córregos, estradas, linhas férreas, e outras, totalmente circundadas ou não. | | 1.1.2 |  |
| Atributo | Tipo (tamanho) | Descrição | Domínio | Requisito |
| COD_QUART | Inteiro | Código do quarteirão. Parte da chave primária composta com ID_ARE_EST. | Sequencial (não nulo) | 1 |
| ID_ARE_EST | Inteiro | Código da área de estudo. Parte da chave primária composta com COD_QUART. Também atua como chave estrangeira da tabela area_estudo. | Sequencial (não nulo) | 1 |

1.3 Domicílios

| Classe | Descrição | | Código | Geometria |
|------------|---|--|-------------------------------|--|
| domicilio | Relação de domicílios georreferenciados na área de estudo, a partir de fotointerpretação. | | 1.1.3 |  |
| Atributo | Tipo (tamanho) | Descrição | Domínio | Requisito |
| ID_DOM | Inteiro | Código sequencial identificador do domicílio mapeado. Parte da chave primária composta com ID_ARE_EST e COD_QUART. | Sequencial (não nulo) | 1 |
| ID_ARE_EST | Inteiro | Código da área de estudo. Parte da chave primária composta com COD_QUART e ID_DOM. Também atua como chave estrangeira da tabela area_estudo. | Tabela area_estudo (não nulo) | 1 |
| COD_QUART | Inteiro | Código do quarteirão. Parte da chave primária composta com ID_ARE_EST e | Tabela quarteirão (não nulo) | 1 |


| | | | | |
|-----------|------------|--|---|------|
| | | ID_DOM. Também atua como chave estrangeira da tabela quarteirao. | | |
| NR_INQUER | Inteiro | Identificador do inquérito. | A ser preenchido (não nulo). | 1 |
| DOM_UNIF | Inteiro | Indicador de unificação com outro domicílio. | A ser preenchido (nulo). | 0..1 |
| DOM_REMOV | Inteiro | Campo indicativo de domicílios removidos. | A ser preenchido (nulo). | 0..1 |
| RESP_GEO | Texto (30) | Responsável pela georreferenciamento. | A ser preenchido (não nulo). | 1 |
| DATA_GEO | Data | Data do georreferenciamento do domicílio. | A ser preenchido (não nulo). (yyyy-mm-dd) | 1 |
| DOM_X | Real | Coordenadas dos domicílios em UTM, zona 24S, referenciados no sistema de referência geodésico SIRGAS 2000. | A ser preenchido (não nulo). | 1 |
| DOM_Y | Real | Coordenadas dos domicílios em UTM, zona 24S, referenciados no sistema de referência geodésico SIRGAS 2000. | A ser preenchido (não nulo). | 1 |

1.4 Saneamento básico - pontual

| Classe | Descrição | | Código | Geometria |
|-----------|--|--|------------------------------|---|
| eng_san_p | Distribuição dos elementos vetoriais (pontuais) do componente de saneamento básico identificados em campo nas áreas de estudo. | | 1.1.4 |  |
| Atributo | Tipo (tamanho) | Descrição | Domínio | Atributo |
| ID_ELEM | Inteiro | Identificação do elemento. Parte da chave primária composta com ID_ARE_EST e COD_QUART. | A ser preenchido (não nulo). | 1 |
| COD_QUART | Inteiro | Código do quarteirão. Parte da chave primária composta com ID_ARE_EST e ID_ELEM. Também atua como chave estrangeira de quarteirao. | Tabela quarteirao (não nulo) | 1 |


| | | | | |
|-------------|------------|--|---|---|
| ID_ARE_EST | Inteiro | Código da área de estudo. Parte da chave primária composta com ID_ELEM. Também atua como chave estrangeira de area_estudo. | Tabela area_estudo (não nulo) | 1 |
| ELEME_ENG_P | Inteiro | Designação do elemento de engenharia. | codeList 1.03 | 1 |
| RESP_COLET | Texto (30) | Responsável pelo levantamento dos dados em campo. | A ser preenchido (não nulo). | 1 |
| DATA_COLET | Data | Data da coleta dos elementos de engenharia. | A ser preenchido (não nulo). (yyyy-mm-dd) | 1 |
| COORD_X | Real | Coordenadas dos elementos em UTM, zona 24S, referenciadas no sistema geodésico SIRGAS 2000, com precisão mínima de 0,50 m. | A ser preenchido (não nulo). | 1 |
| COORD_Y | Real | Coordenadas dos elementos em UTM, zona 24S, referenciadas no sistema de referência geodésico SIRGAS 2000, com precisão mínima de 0,50 m. | A ser preenchido (não nulo). | 1 |
| ALTITUDE | Real | Altitude do ponto obtida por receptores GNSS, em relação ao elipsoide de referência. | A ser preenchido (não nulo). | 1 |

1.5 Saneamento básico - linear


| Classe | Descrição | | Código | Geometria |
|-----------|--|---|------------------------------|---|
| eng_san_l | Distribuição dos elementos vetoriais (lineares) do componente de saneamento básico identificados em campo nas áreas de estudo. | | 1.1.5 |  |
| Atributo | Tipo (tamanho) | Descrição | Domínio | Atributo |
| ID_ELEM | Inteiro | Identificação do elemento. Parte da chave primária composta com ID_ARE_EST e COD_QUART. | A ser preenchido (não nulo). | 1 |

| | | | | |
|-------------|------------|---|---|---|
| ELEME_ENG_L | Inteiro | Designação do elemento de engenharia. | codeList 1.02 | 1 |
| RESP_COLET | Texto (30) | Responsável pelo levantamento dos dados em campo. | A ser preenchido (não nulo). | 1 |
| DATA_COLET | Data | Data da coleta dos elementos de engenharia. | A ser preenchido (não nulo). (yyyy-mm-dd) | 1 |

1.6 Saneamento básico – linear x quarteirão


| Classe | Descrição | | Código | Geometria |
|------------------------|---|--|-------------------------------|---|
| quarteirao_x_eng_san_l | Classe associativa que explicita a relação espacial entre quarteirões e elementos lineares de saneamento básico, permitindo identificar quais trechos de infraestrutura atendem ou perpassam cada quarteirão. | | 1.1.6 |  |
| Atributo | Tipo (tamanho) | Descrição | Domínio | Atributo |
| ID_ELEM | Inteiro | Identificação do elemento. Parte da chave primária composta com ID_ARE_EST e COD_QUART. | A ser preenchido (não nulo). | 1 |
| COD_QUART | Inteiro | Código do quarteirão. Parte da chave primária composta com ID_ARE_EST e ID_ELEM. Também atua como chave estrangeira de quarteirao. | Tabela quarteirao (não nulo) | 1 |
| ID_ARE_EST | Inteiro | Código da área de estudo. Parte da chave primária composta com ID_ELEM e COD_QUART. Também atua como chave estrangeira de area_estudo. | Tabela area_estudo (não nulo) | 1 |

1.7 Placas de coleta ambiental

| Classe | Descrição | Código | Geometria |
|----------------------|---|--------|---|
| placas_col_ambiental | Placas de monitoramento da circulação de roedores nas áreas de estudo. Inicialmente randomizadas e posteriormente validadas em campo. | 1.1.7 |  |


| Atributo | Tipo (tamanho) | Descrição | Domínio | Atributo |
|------------|----------------|---|-------------------------------|----------|
| ID_PLACA | Inteiro | Identificação das placas situadas nas áreas de estudo. Parte da chave primária composta com ID_ARE_EST e COD_QUART. | Sequencial (não nulo) | 1 |
| ID_ARE_EST | Inteiro | Código da área de estudo. Parte da chave primária composta com ID_PLACA e COD_QUART. Também atua como chave estrangeira de area_estudo. | Tabela area_estudo (não nulo) | 1 |
| COD_QUART | Inteiro | Código do quarteirão. Parte da chave primária composta com ID_ARE_EST e ID_ELEM. Também atua como chave estrangeira de quarteirao. | Tabela quarteirao (não nulo) | 1 |
| COORD_X | Real | Coordenadas das placas em UTM, zona 24S, referenciados no sistema de referência geodésico SIRGAS 2000. | A ser preenchido (não nulo). | 1 |
| COORD_Y | Real | Coordenadas das placas em UTM, zona 24S, referenciados no sistema de referência geodésico SIRGAS 2000. | A ser preenchido (não nulo). | 1 |

1.8 Buffer no entorno das placas de coleta ambiental

| Classe | Descrição | | Código | Geometria |
|-----------------------------|---|---|-------------------------------|---|
| buffer_placas_col_ambiental | Raio de 5 metros gerado a partir das placas de monitoramento de roedores, utilizado para auxiliar na inserção das placas em campo e na avaliação da área de influência da presença de roedores. | | 1.1.8 |  |
| Atributo | Tipo (tamanho) | Descrição | Domínio | Requisito |
| ID_BUFFER | Inteiro | Código identificador do buffer. Parte da chave primária composta com ID_ARE_EST e COD_QUART | Sequencial (não nulo) | 1 |
| ID_ARE_EST | Inteiro | Código da área de estudo. Parte da chave primária composta com COD_QUART e | Tabela area_estudo (não nulo) | 1 |

| | | | | |
|-----------|---------|--|------------------------------|---|
| | | ID_BUFFER. Também atua como chave estrangeira de area_estudo. | | |
| COD_QUART | Inteiro | Código do quarteirão. Parte da chave primária composta com ID_ARE_EST e ID_BUFFER. | Tabela quarteirao (não nulo) | 1 |

1.9 Amostra ambiental

| Classe | Descrição | | Código | Geometria |
|-------------------|--|---|-------------------------------|---|
| amostra_ambiental | Localização dos pontos de coleta de amostras de água e solo nas áreas de estudo. | | 1.1.9 |  |
| Atributo | Tipo (tamanho) | Descrição | Domínio | Atributo |
| ID_AMOSTRA | Inteiro | Código identificador da amostra. Parte da chave primária composta com ID_ARE_EST e COD_QUART | Sequencial (não nulo) | 1 |
| ID_ARE_EST | Inteiro | Código da área de estudo. Parte da chave primária composta com COD_QUART e ID_AMOSTRA. Também atua como chave estrangeira de area_estudo. | Tabela area_estudo (não nulo) | 1 |
| TP_AMOSTRA | Inteiro | Indica o tipo de amostra. | codeList 1.04 | 1 |
| COD_QUART | Inteiro | Código do quarteirão. Parte da chave primária composta com ID_ARE_EST e ID_AMOSTRA. | Tabela quarteirao (não nulo) | 1 |
| COORD_X | Real | Coordenadas das amostras em UTM, zona 24S, referenciados no sistema de referência geodésico SIRGAS 2000. | A ser preenchido (não nulo). | 1 |
| COORD_Y | Real | Coordenadas das amostras em UTM, zona 24S, referenciados no sistema de referência geodésico SIRGAS 2000. | A ser preenchido (não nulo). | 1 |

APÊNDICE D – QUADRO DE CLASSES DE OBJETOS

1.0 Listas de Códigos

1.01 TP_ARE_ESTUDO

| Valor | Nome/Valor | Descrição |
|--------|-------------------------|---|
| Código | TP_ARE_ESTUDO | Indica o tipo de área do projeto |
| 1 | Intervenção/Engajamento | Áreas com intervenções de engenharia e que ocorrem engajamento comunitário. |
| 2 | Controle | São locais de risco para a incidência de leptospirose, com características idênticas ou muito semelhantes às áreas de intervenção, que não terão intervenção durante todo o período do projeto. |

1.02 ELEM_ENG_L

| Valor | Nome/Valor | Descrição |
|--------|--------------------|---|
| Código | ELEMEN_ENG_L | Indica os elementos vetoriais lineares do componente de saneamento básico analisados nas áreas de estudo |
| 1 | Trecho de Rua | Segmento linear de via identificado em campo, delimitado por interseções, diferenciados por tipologias (carroçável ou peatonal), mudanças de pavimentação ou outros marcos físicos. |
| 2 | Trecho de Drenagem | Segmento linear que representa parte do sistema de escoamento de águas pluviais, podendo corresponder a sarjeta, escadarias drenantes ou outros. |

1.03 ELEM_ENG_P

| Valor | Nome/Valor | Descrição |
|--------|-------------------------|--|
| Código | ELEM_ENG_P | Indica os elementos vetoriais pontuais do componente de saneamento básico analisados nas áreas de estudo |
| 3 | Dispositivo de Drenagem | Estruturas que integram o sistema de escoamento de águas pluviais, como bocas de lobo, poços de visita, canaletas ou galerias. |

| | | |
|---|----------------------|--|
| 4 | Órgão Acessório | Equipamento sanitário identificado no território, como caixas de inspeção, poços de visita, ou outros dispositivos visíveis que integram a rede de esgotamento sanitário |
| 5 | Vulnerabilidade | Refere-se à exposição inadequada do esgoto sanitário, incluindo tubulações expostas, vazamentos ou lançamento a céu aberto. |
| 6 | Descarte de Resíduos | Acumulo de materiais sólidos nas áreas de estudo, podendo ocorrer de forma regular, em dispositivos próprios disponibilizados pelo serviço público armazenados em caixas estacionárias, ou de forma irregular, em locais inadequados como calçadas, vias, terrenos e fundos de residência. |
| 7 | Terreno Baldio | Local sem edificação, manutenção ou uso definido, geralmente caracterizado por acúmulo de vegetação espontânea, entulho ou resíduos. Devido à dificuldade em definir seus limites, é representado como elemento pontual. |

1.04 TP_AMOSTRA

| Valor | Nome/Valor | Descrição |
|--------|------------|---|
| Código | TP_AMOSTRA | Indica qual é o tipo de amostras nas áreas de estudo. |
| 1 | Água | - |
| 2 | Solo | - |