



UNIVERSIDADE FEDERAL DA BAHIA

ESCOLA POLITÉCNICA

**CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE AGRIMENSURA E
CARTOGRÁFICA**

PABLO DE ALMEIDA DOS SANTOS

**Banco de dados geográficos para modernização da gestão dos
dados geoespaciais na Defesa Civil: Estudo de caso em Salvador-
Bahia**

Salvador-BA

2021

PABLO DE ALMEIDA DOS SANTOS

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 como pré-requisito parcial para graduação no curso de Engenharia de Agrimensura e Cartográfica.

Orientadora: Prof.^a Msc. Fabíola Andrade Souza.

Salvador-BA

2021

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, gostaria de agradecer a Deus e aos meus pais, pois, apesar de não terem tido a mesma oportunidade que tive, puderam me propiciar condições para que eu pudesse chegar até aqui, pelo imenso incentivo aos estudos e por me entenderem nos momentos em que mais precisei. Quero agradecer a minha esposa Sara, pelo grande apoio desde o início do projeto, meu grande amigo Diogo que me iniciou nos caminhos da pesquisa, me ajudando a amadurecer como profissional e Eunice e Carmelita, minhas queridas avós que me ajudaram muito e que veem de lá de cima meus esforços e desenvolvimento. Agradeço ao meu irmão Bruno por ter acreditado no meu potencial e contribuído em nossas discussões sobre gestão de risco, me ajudando a estabelecer laços interdisciplinares com ciências humanas, conhecimento do qual parti para, junto a outras ferramentas teóricas, desenvolver minhas reflexões. Amo você meu irmão, obrigado por tudo que fez e que faz por mim.

Quero agradecer, também, à Prof^ª. Msc. Fabíola Andrade, minha orientadora, que me acolheu com muita atenção durante todos os anos de pesquisa que desenvolvi, sempre muito solícita em todos os momentos em que mais precisei, apontando as diretrizes teóricas e me incentivando a buscar mais conhecimento e superar meus limites. Também responsável por alimentar minha motivação e me fazer pensar no desenvolvimento e potencialidade da cartografia. Agradeço imensamente pela paciência e esforços para que esse TCC pudesse ser concluído. Muito obrigado por ter mudado minha carreira e forma de ver o mundo, me ajudando a encontrar os caminhos para que eu pudesse agregar mais solidez às minhas reflexões.

A equipe da CODESAL que sempre acreditou em mim desde meu ingresso no quadro de colaboradores, que auxiliaram e motivaram para a modernização dos dados geoespaciais da Defesa Civil, em especial a Reginaldo Araújo, Gabriela Morais, que em 2017 me incentivaram a pesquisar, mostrando os caminhos dentro da CODESAL, e Sosthenes Macêdo, pelo apoio ao projeto. Gostaria também de mencionar os valiosos ensinamentos do Prof. Dr. Mauro Alixandrini e Prof^ª. Dra. Vivian Fernandes.

Aos colegas da UFBA e aos companheiros do NTI, que sempre estiveram prontos a dar um suporte dedicado e sincero, também importantes nos momentos de humor e de reflexões científicas.

A Ester de Almeida e Raimundo César, meus pais;
Bruno de Almeida, meu irmão, e Sara, minha
esposa, te amo.

“Honra teu pai e tua mãe, a fim de que tenhas vida longa na terra que o Senhor, o teu Deus, te dá.”

Êxodo 20:12

RESUMO

Em 2015, a Defesa Civil de Salvador (CODESAL) resolveu mudar sua metodologia de ação quanto à estruturação e execução dos trabalhos frente a ocorrências, sobretudo eventos referentes a desastres ocasionados por movimentação da terra. Nesse contexto, esses eventos, resultantes de fortes chuvas, levaram a uma mudança na orientação da CODESAL: de remediação para prevenção. Esse foco confere suporte ao novo modelo de gestão com o mapeamento de riscos de áreas críticas. No começo de 2016, deu-se início ao desenvolvimento de uma ferramenta para gestão eficiente de áreas de risco, que consiste no cadastramento de imóveis e elaboração de mapas, isto é, estudos que fomentam ações de prevenção, portanto ferramentas destinadas a subsidiar a Defesa Civil na gestão, prevenção e redução de riscos. Com isso, a estruturação de um banco de dados com inteligência espacial e a disponibilização destes dados através de geoserviços Web pode permitir a disponibilização dos dados de modo mais atualizado. Assim, elaborou-se um modelo conceitual para os dados, constituindo relevância e contribuições únicas para a área de geoprocessamento dos órgãos da Prefeitura, em particular para a cartografia temática produzida pela CODESAL, em aderência às especificações cartográficas previstas para o mapeamento de Salvador, como a Especificação Técnica para Estruturação de Dados Geospaciais Vetoriais – ET-EDGV Salvador.

ABSTRACT

In 2015, the Salvador Civil Defense (CODESAL) came to change its methodological approach in terms of workflow processes regarding events, namely disaster-driven ones led by ground movements. In this sense, such events resulting from heavy downpour drove CODESAL to shift the mindset: from response to prevention. Such attention supplies the new management model with risk mapping of critical areas. Early 2016 saw the development of tools for streamlined management of critical areas. It consists of real estate registration and map development, that is, assessments that encourage preventive actions, so these tools aim at supporting the Civil Defense in terms of managing, preventing and reducing risks. Thus, the structuring of a database with space-based intelligence and data serving through web geoservices can improve the process of making data available. Accordingly, a conceptual model for the data was developed, whose relevance contributes extensively to the geoprocessing department of the City Hall bodies, particularly the thematic cartography produced by CODESAL, in accordance with cartographic standards foreseen for mapping the city of Salvador, such as the ET-EDGV Salvador.

LISTA DE IMAGENS

Figura 01: Classes de vulnerabilidade	19
Figura 02: Classes de risco.....	20
Figura 03: Meta modelo OMT-G.....	27
Figura 04: Geo-campos.....	28
Figura 05: Geo-objetos.....	29
Figura 06: Na esquerda, a representação completa, na direita a simplificada.....	30
Figura 07: Relacionamentos.....	30
Figura 08: Esquema de Aplicação de Transporte Coletivo.....	32
Figura 09: Comandos em SQL.....	38
Figura 10: Alinhamento de data.....	41
Figura 11: Áreas de Risco de Salvador / BA.....	46
Figura 12: Gestão de Risco.....	50
Figura 13: Identificação do Risco.....	51
Figura 14: Análise do Risco.....	53
Figura 15: Medida de Prevenção.....	55
Figura 16: Treinamento.....	56
Figura 17: Situação de Emergência.....	58
Figura 18: Criação do Banco.....	59
Figura 19: Criação do schema para a categoria Redução de Risco.....	60
Figura 20: Criação da tabela de Susceptibilidade.....	61
Figura 21: Criação da function e da trigger.....	62
Figura 22: Visão geral do banco.....	67
Figura 23: Visualização do acesso interno dos usuários da CODESAL.....	68
Figura 24: Lista de código e seu preenchimento no registro do dado.....	69
Figura 25: A esquerda, visualização interna e a direita a visualização externa (WFS).....	70
Figura 26: Ambiente Geoserver da Defesa Civil de Salvador com os dados inseridos.....	71
Figura 27: Visualização externa via WFS.....	72
Figura 28: Sobreposição das áreas de risco.....	74
Figura 29: Falta de padronização nos dados.....	75
Figura 30: Comando para inserção de dados via SQL.....	76
Figura 31: Inserindo feições colando em uma tabela do banco.....	77

Figura 32: Diferença de nomenclatura.....	78
Figura 33: Sobreposição dos setores de risco.....	79

LISTA DE TABELAS

Tabela 01: Tipos de Integridade	37
Tabela 02: Relações Espaciais	63
Tabela 03: Problemas encontrados e correções aplicadas.....	64

LISTA DE APÊNDICES

APÊNDICE A – TABELAS DO MODELO CONCEITUAL	86
APÊNDICE B – LISTAS DE DOMÍNIOS DAS CLASSES DE OBJETOS	102
APÊNDICE C – MODELO CONCEITUAL GERAL	109

SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO	13
2.	OBJETIVOS	15
2.1.	OBJETIVO GERAL	15
2.2.	OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	15
3.	JUSTIFICATIVA	16
4.	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	18
4.1.	CONCEITOS BÁSICOS DE RISCO E DE ÁREAS DE RISCO.....	18
4.2.	GESTÃO DE RISCO.....	21
4.2.1.	REDUÇÃO DO RISCO	22
4.2.2.	GERENCIAMENTO DE DESASTRES	23
4.2.3.	INFORMAÇÕES PÚBLICAS E TREINAMENTO	23
4.3.	MODELAGEM DE DADOS GEOGRÁFICOS.....	24
4.3.1.	PARADIGMA DOS 4 UNIVERSOS	25
4.3.2.	MODELO DE DADOS OMT-G	25
4.3.3.	MODELO DE DADOS DA ET-EDGV	33
4.4.	BANCO DE DADOS GEOGRÁFICOS	35
4.4.1.	RESTRIÇÕES EM SGBD	36
4.4.2.	A LINGUAGEM SQL	37
4.5.	SISTEMAS DE INFORMAÇÃO GEOGRÁFICA - SIG.....	39
4.5.1.	WEB SERVICE	42
5.	METODOLOGIA	44
5.1.	ÁREA DE ESTUDO.....	46
5.2.	ELABORAÇÃO DO MODELO CONCEITUAL DE BANCO DE DADOS	47
5.3.	ELABORAÇÃO DO MODELO FÍSICO DO BANCO DE DADOS GEOGRÁFICOS E CARGA DE DADOS.....	48
5.4.	DISPONIBILIZAÇÃO DOS DADOS GEOGRÁFICOS POR CONEXÃO DE BANCO E GEOSERVIÇO.....	49
6.	RESULTADOS	50
6.1.	ELABORAÇÃO DO MODELO CONCEITUAL DE BANCO DE DADOS	50
6.2.	ELABORAÇÃO DO MODELO FÍSICO DO BANCO DE DADOS GEOGRÁFICOS E COMPATIBILIZAÇÃO DOS DADOS PARA CARGA	59

6.3.	DISPONIBILIZAR OS DADOS GEOGRÁFICOS POR CONEXÃO DE BANCO E GEOSERVIÇO.....	68
7.	DISCUSSÕES.....	73
7.1.	MODELO CONCEITUAL DE BANCO DE DADOS	73
7.2.	MODELO FÍSICO DOS DADOS GEOGRÁFICOS	73
7.3.	DISPONIBILIZAÇÃO DOS DADOS GEOGRÁFICOS POR CONEXÃO DE BANCO E GEOSERVIÇO.....	80
8.	CONSIDERAÇÕES FINAIS	81
9.	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	83

1. INTRODUÇÃO

A ocupação urbana de forma irregular e desordenada em áreas de encostas é um dos principais problemas enfrentados pela Administração Municipal. Os crescentes assentamentos populacionais nessas áreas trazem como consequência deslizamentos de terra e desabamentos de imóveis que fazem vítimas a cada ano nos períodos de grandes pluviosidades.

A ausência ou má aplicação de uma política de habitação e de desenvolvimento urbano levou boa parte da população a ocupar áreas ambientalmente frágeis, especialmente em margens de rios e encostas. Em regiões marcadas por períodos chuvosos mais severos, tais ocupações, caracterizadas por baixo padrão construtivo e pela ausência de infraestrutura urbana, tornam-se extremamente vulneráveis a eventos como os deslizamentos de encostas e inundações que, por sua vez, implicam acidentes envolvendo danos materiais e perdas humanas. (Carvalho et al., 2007, p.3)

Em 27 de março de 2015, ocorreu em Salvador, nas comunidades do Barro Branco – situada no bairro de Alto do Peru – e do Bom Juá, no bairro de Bom Juá, uma tragédia envolvendo vítimas de um deslizamento de terra, que resultou num total de 12 mortes confirmadas. A movimentação de terra teve como vetor as prolongadas e torrenciais chuvas que precipitaram na cidade durante o período.

Tal ocorrência grave, no entanto, não se tratou de um episódio isolado, pois, ao resgatarmos o histórico do local afetado, nos deparamos com 19 anos de tragédias com chuvas na mesma região, com destaques para o ano de 1996, com 22 mortes também no final de abril (mais precisamente no dia 22), e o ano de 2011, em que não houve vítimas fatais, porém 10 (dez) pessoas ficaram desabrigadas.

A Defesa Civil de Salvador vem atuando desde a década de 70 com a missão de promover a segurança da população através da redução de risco de desastres. As ações para colocar esse objetivo em prática geralmente iniciavam através do canal de telefonia 199, para registro de solicitações. Os profissionais de atendimento então registravam e armazenavam as ocorrências em fichas de papel, que mais tarde eram encaminhadas a um engenheiro encarregado para a vistoria. O engenheiro responsável utilizava também uma ficha com um breve relatório dos elementos de interesse para a avaliação da ocorrência em questão. Após 2004, surgiu a implantação do SGDC (Sistema de Gestão da Defesa Civil), um banco de dados que traria modernização para o registro, armazenamento e consultas das solicitações e vistorias na CODESAL (Comissão Municipal de Defesa Civil de Salvador). Apesar dos

benefícios que um banco de dados pode oferecer a um sistema, isso ainda não era suficiente para suscitar uma mudança de postura, que até o momento era de remediação dos eventos: um exercício que contraria a missão de prevenção do órgão.

Após o episódio de 2015, a Administração Municipal reestruturou a Defesa Civil de Salvador (CODESAL) a partir da Lei Municipal nº 8969/2016, entendendo a necessidade de aparelhar todo o órgão para dar respostas às demandas da cidade, objetivando minimizar a ocorrência de acidentes. Assim, a CODESAL abandonou a proposta de remediação dos eventos para atuar prioritariamente na prevenção, através da intensificação de trabalhos educativos e inclusivos, da elaboração de planos de prevenção e de mapeamentos das áreas de risco. Esse foco confere suporte ao novo modelo de gestão com a implantação do Centro de Monitoramento e Alerta da Defesa Civil do Salvador – CEMADEC, inaugurado em 9 de junho de 2016. Concomitante à elaboração de mapeamentos de riscos de áreas críticas no começo de 2016, deu-se início ao desenvolvimento de uma ferramenta para gestão eficiente de áreas de risco que consiste no cadastramento de imóveis e elaboração de mapas, isto é, estudos que fomentam ações de prevenção, portanto ferramentas destinadas a subsidiar a Defesa Civil na gestão, prevenção e redução de riscos.

Contudo, as informações espaciais produzidas no órgão ainda são administradas através de armazenamento em pastas digitais em rede, dificultando sua segurança, atualização e disseminação, além de não apresentarem uma padronização cartográfica para o relacionamento topológico e o sistema de referência geodésica. Do exposto, este trabalho tem como objetivo modernizar a administração dos dados georreferenciados da CODESAL, mediante a padronização dos dados para armazenamento num ambiente de banco de dados com inteligência geográfica, sendo assim viável a disponibilização em geoserviços através, por exemplo, de um *Web Feature Service* (WFS).

2. OBJETIVOS

2.1. Objetivo Geral

Organizar a gestão de dados geoespaciais, modernizar a administração desses dados através de um banco de dados com inteligência geográfica e desenvolver geoserviços para a disseminação dessas informações, implementando esse conjunto de ações na Defesa Civil no município de Salvador-Bahia.

2.2. Objetivos Específicos

- a. Elaborar um modelo conceitual de banco de dados para representar, documentar e normalizar o ambiente da defesa civil, em consonância com o modelo de Estruturação de Dados Geoespaciais Vetoriais de Salvador (ET-EDGV Salvador).
- b. Elaborar um modelo físico do banco de dados geográficos de acordo com a estrutura conceitual proposta, incluindo padronização, conversão e carga de dados.
- c. Disponibilizar os dados geográficos por conexão de banco e geoserviço para utilização com foco na Defesa Civil.

3. JUSTIFICATIVA

Os dados referentes ao monitoramento de risco, como, por exemplo, a delimitação das áreas de risco, suscetibilidades de alagamento e deslizamento e pontos de ocupação nestas áreas, possuem um fator que chama a atenção: o fato de estarem armazenados em pasta digital, tornando a manutenção, atualização e distribuição mais vulnerável a perdas, dado o caráter da segurança que o meio de armazenamento é propenso.

A realidade mencionada acerca da administração de dados espaciais é comum também em outros órgãos administrativos públicos. Por esse motivo, é relevante a abordagem de modernização para armazenamento, segurança e disseminação de dados geoespaciais. Essa visada advém de uma proposta de unificação dos dados dessa natureza e de tecnologias pela Administração Municipal, através do projeto de Infraestrutura de Dados Espaciais – IDE para a cidade, que pretende seguir os padrões das Especificações Técnicas para Estruturação de Dados Geoespaciais Vetoriais de Salvador (SEFAZ, 2017).

Essa Especificação Técnica tem como foco a cartografia de referência, o que torna difícil a sua utilização como modelo para os dados da Defesa Civil, que tratam de uma cartografia temática. Com isso, faz-se necessária a elaboração de um modelo conceitual para tais dados específicos, constituindo, assim, relevância e contribuições únicas para a área de geoprocessamento dos órgãos da Prefeitura, em particular para a cartografia temática produzida pela CODESAL. O lócus para a pesquisa foi escolhido devido ao fato de que o pesquisador integra o corpo técnico da Defesa Civil, tendo proximidade com as regras de negócio, a tecnologia e os dados georreferenciados produzidos pelo órgão.

O produto final da pesquisa tem como foco criar um ambiente para atualização, consulta e disseminação dos dados para o uso interno e para outras instituições, principalmente órgãos dentro da Administração Municipal.

Com isso, a estruturação de um banco de dados com inteligência espacial e a disponibilização destes dados através de geoserviços *Web* permitirá a disponibilização de modo mais atualizado dos dados que até então encontravam-se sob difícil transmissão. A partir desta estrutura proposta, a visualização e acesso aos dados se tornarão mais fáceis para os interessados, uma vez que estes, atualmente, estão armazenados em pastas da rede local da CODESAL. A aliança entre a cartografia e a tecnologia de informação permite agilidade e praticidade, a partir do acesso por Sistemas de Informação Geográfica (SIG), por exemplo. A modernização nos serviços acarreta numa melhor administração espacial da cidade,

principalmente no que diz respeito ao planejamento e à tomada de decisão na prevenção dos eventos de risco.

Características e funções geradas por serviços *Web*, como um mapa interativo, podem ser aproveitadas em ambiente SIG, tanto *Web* quanto *desktop*: por exemplo, um órgão administrativo municipal que precise confrontar os seus próprios dados georreferenciados pode ter ciência do que está sendo produzido pela Defesa Civil através do ambiente *Web* e acessar a camada de dados de interesse através de um geoserviço (exemplo: *Web Feature Service* – WFS ou *Web Map Service* - WMS) para trabalhar em um ambiente local. Isso pode ser feito copiando o *link* da URL gerada num *web service* para importá-lo num projeto de mapa temático de uma maneira mais fluida, sem necessidade de cópia e com acesso *on-line* às atualizações.

4. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

4.1. Conceitos Básicos de Risco e de Áreas de Risco

O **risco** é um conceito amplamente difundido, seja na esfera empresarial ou até mesmo de vida, é a incerteza sobre a ocorrência de um evento adverso. Uma vez que “um evento adverso pode ser definido como o fenômeno que produz mudanças desfavoráveis nas pessoas, na economia, nos sistemas sociais ou no meio ambiente; pode ser de origem natural, gerado pela atividade humana ou de origem mista e pode causar uma emergência ou um desastre.” (Líderes, 2004, p.1).

Ogura (2007), aborda que numa emergência, as ações-resposta podem ser gerenciadas com os recursos localmente disponíveis; em contrapartida, um desastre supera a capacidade de resposta da comunidade afetada. Para que um dano de qualquer magnitude se apresente, é preciso que haja interação entre a ameaça e a vulnerabilidade num contexto específico, o qual configura o risco de se produzir efetivamente o dano num determinado nível afetado.

A **ameaça** é definida como o fator externo de risco, representado pela possibilidade de que ocorra um fenômeno ou um evento adverso que poderia gerar dano nas pessoas ou em seu entorno. Esse fenômeno ou evento adverso pode ser derivado da natureza, da atividade humana ou de uma combinação de ambos e pode se manifestar num momento e lugar específicos, com uma determinada magnitude. Complementando a definição, “ameaça é um fenômeno ou processo do meio físico cuja dinâmica pode gerar consequências negativas (perdas e danos) em relação aos elementos expostos (pessoas, edificações, infraestrutura, bens materiais, serviços, recursos naturais); a caracterização da ameaça, existente ou potencial, não inclui qualquer tipo de previsão.” (CPRM, 2018, p.170).

No Manual de Mapeamento de Perigo e Risco a Movimentos Gravitacionais de massa da CPRM, ainda há classificação das ameaças, conforme sua origem, natural, atividade humana e a relação do impacto dessa atividade na natureza. Ameaças de origem natural são as que geralmente ocasionam danos de grande magnitude e intensidade. Entre outros, temos os terremotos, os maremotos, as erupções vulcânicas, os furacões, os tornados e os deslizamentos espontâneos, que não requerem a ação do homem para que se apresentem. Ameaças derivadas da atividade humana, são aquelas relacionadas com atividades de desenvolvimento, urbanização, gerenciamento do meio ambiente e de recursos. Nesta categoria incluem-se os acidentes de trânsito, aéreos e aquáticos, o desabamento de obras civis, o derramamento de substâncias químicas, as guerras, a contaminação ambiental, os incêndios, as explosões, etc.

Ainda podemos citar o abuso e descuido da ação humana em sua relação com o meio ambiente, por exemplo, deslizamentos, secas e inundações no agravamento dessa dinâmica.

Já a **vulnerabilidade**, pode ser definida como a suscetibilidade ou a predisposição intrínseca de um elemento ou de um sistema de ser afetado gravemente. Isto é, trata-se do fator interno do risco, dado que essa situação depende da atividade humana. Além disso, a vulnerabilidade pode ser entendida por “um grau de perda para um dado elemento, grupo ou comunidade dentro de uma determinada área passível de ser afetada por um fenômeno ou processo” (Ogura et al, 2007, p.26).

A vulnerabilidade não é geral, mas deve ser considerada em função de cada tipo de ameaça. Por exemplo, uma moradia ou qualquer outro tipo de construção podem ser vulneráveis aos terremotos se não contam com um projeto adequado ou podem ser vulneráveis aos deslizamentos se sua localização é inadequada, entre outros.

A CPRM (2018) ainda emprega no seu manual, 4 (quatro) classes de vulnerabilidade (figura 01), as quais são classificadas desde muito alta, que considera edificações precárias associadas a assentamentos não legalizados espalhados pelas várias regiões brasileiras, até as construções que apresentam laudo técnico que assegure a integridade da edificação para determinado tipo de movimento gravitacional de massa.



Figura 01: Classes de vulnerabilidade.
Fonte: CPRM, 2018, p. 89.

Uma vez que a análise da vulnerabilidade das construções está associada ao fator físico, ou seja, à resistência que elas oferecem ao avanço do movimento gravitacional de massa, as edificações podem exercer influência sobre o resultado final dos efeitos adversos.

A ameaça e a vulnerabilidade e a interação entre elas poderão acarretar, em determinado momento e circunstância, o surgimento de um risco, isto é, a probabilidade calculada de ocorrência de danos, cujos fatores intervêm em diferentes graus e que podem ser estimados se forem conhecidas as características da ameaça (a magnitude da apresentação) e as características da vulnerabilidade (de infraestrutura, social, econômica, de liderança etc.).

Complementando o conceito dessa interação, “o risco é uma relação entre a possibilidade de ocorrência de um dado processo ou fenômeno, e a magnitude de danos ou consequências sociais e/ou econômicas sobre um dado elemento, grupo ou comunidade. Quanto maior a vulnerabilidade, maior o risco.” (Ogura et al, 2007, p.26)

A CPRM (2018) também qualifica o risco e está fundamentada em histórico de ocorrências, identificação dos tipos de movimento gravitacional de massa, delimitação da estimativa de alcance dos eventos, reconhecimento de feições de instabilidade no terreno e resistência das construções. As classes de risco (figura 02) são expressas nas cores semafórica: verde para risco baixo; amarelo para risco médio; laranja para risco alto; vermelho para risco muito alto.

Grau de risco	Descrição
R1 Baixo	Não há indícios de desenvolvimento de processos destrutivos em encostas e margens de drenagens. Mantidas as condições existentes, não se espera a ocorrência de eventos destrutivos.
R2 Médio	Observa-se a presença de alguma(s) evidência(s) de instabilidade (encostas e margens de drenagens), porém incipiente(s). Mantidas as condições existentes, é reduzida a possibilidade de ocorrência de eventos destrutivos durante episódios de chuvas intensas e prolongadas.
R3 Alto	Observa-se a presença de significativa(s) evidência(s) de instabilidade (trincas no solo, degraus de abatimento em taludes, etc.). Mantidas as condições existentes, é perfeitamente possível a ocorrência de eventos destrutivos durante episódios de chuvas intensas e prolongadas.
R4 Muito Alto	As evidências de instabilidades (trincas no solo, degraus de abatimento em taludes, trincas em moradias ou em muros de contenção, árvores ou postes inclinados, cicatrizes de escorregamento, feições erosivas, proximidade da moradia em relação ao córrego, etc.) são expressivas e estão presentes em grande número e/ou magnitude. Mantidas as condições existentes, é muito provável a ocorrência de eventos destrutivos durante episódios de chuvas e prolongadas.

Figura 02: Classes de risco.
Fonte: CPRM, 2018, p. 107.

Mesmo com a possibilidade de um risco eminente, “existe o risco aceitável, que implica que a comunidade conhece o dano que pode gerar a apresentação deste ou daquele fenômeno esperado e se prepara para a resposta no caso deste se apresentar. Esta aceitação do risco está relacionada com a análise custo-benefício ou custo-oportunidade que tiver sido feita.” (Líderes, 2004, p.2)

Seguindo o definido no Líderes, **desastre** é a materialização de algumas condições de risco existentes, expandindo esse conceito, existe um risco de desastre que implica que os danos que se apresentam podem exceder as possibilidades da comunidade solucioná-los e assumi-los, já que demandariam uma resposta superior aos recursos existentes e alterariam significativamente seu desenvolvimento.

4.2. Gestão de Risco

A gestão de risco inicia com a prevenção e mitigação, buscando medidas para avaliar e reduzir o risco de desastres, que são

[...] a materialização de algumas condições de risco existentes, que dependem não só da possibilidade de que se apresentem eventos ou fenômenos intensos, mas também de que existam condições de vulnerabilidade, que são os agentes que favorecem ou facilitam a manifestação do desastre diante da presença dos fenômenos. (Líderes, 2004, p.2).

A vulnerabilidade em suas diferentes modalidades implica falta de desenvolvimento e fragilidades ambientais, razão pela qual se devem dirigir os esforços do planejamento do desenvolvimento, com o fim de reduzir ou evitar as consequências sociais, econômicas e ambientais. A degradação do meio ambiente, o empobrecimento e a apresentação de desastres estão intimamente ligados.

Existem dois fundamentos principais para o gerenciamento de áreas com risco de deslizamentos, enchentes e inundações. O primeiro fundamento é a previsão

[...] que possibilita a identificação das áreas de risco e indica os locais onde poderão ocorrer acidentes, estabelecendo as condições e as circunstâncias para a ocorrência dos processos. [O segundo é a prevenção] que fornece a possibilidade de adotar medidas preventivas, visando impedir a ocorrência dos processos ou a redução das magnitudes, minimizando os impactos e agindo diretamente sobre edificações e/ou a própria população. (Ogura et al, 2007, p.18).

A UNDRO (Agência de Coordenação das Nações Unidas para o Socorro em Desastres), no ano de 1991, elaborou um método para enfrentar os acidentes naturais, que se baseia em

duas atividades: prevenção e preparação. As atividades de prevenção estão relacionadas a estudos de natureza técnico-científica, na definição da magnitude de um desastre e no estabelecimento das medidas que possibilitem a proteção da população e de seus bens materiais. Assim,

[...] tais atividades compreendem a fenomenologia dos processos, os estudos de análise de risco e a formulação de métodos, técnicas e ações de prevenção de desastres. As atividades de preparação têm caráter logístico, auxiliando no enfrentamento de situações de emergência ligadas aos trabalhos de defesa civil. São indicadas quais populações devem ser evacuadas e/ou protegidas quando localizadas em áreas de muito alto risco ou logo após a ocorrência do processo (Ogura et al, 2007, p. 18-19).

Ainda de acordo com esta linha de abordagem, os programas de Mitigação de Desastres da UNDRP incluem uma sequência de ações de prevenção e preparação, que são: identificação dos riscos, análise dos riscos, medidas de prevenção, planejamento para situações de emergência e informações públicas e treinamento.

Neste trabalho utilizou-se o entendimento de que gestão do risco é o processo eficiente de planejamento, organização, direção e controle dirigido à redução de riscos e gerenciamento de desastres.

4.2.1. Redução do Risco

As atividades realizadas na área de Redução do Risco destinam-se a eliminar ou reduzir o risco, num esforço de se evitar a apresentação de desastres. A redução dos riscos fica sob responsabilidade de uma equipe multidisciplinar, devendo-se abordar o tema de uma maneira proativa e integral. As etapas de estudo que gerencia a redução de risco são:

Identificação dos Riscos. Esta ação se refere aos trabalhos de reconhecimento de ameaças ou perigos e da identificação das respectivas áreas de risco. Para cada tipo de ameaça, deve-se entender os fatores condicionantes, os agentes deflagradores e os elementos sob risco. Os trabalhos de identificação apresentam-se, geralmente, sob a forma de mapas de identificação espacial das áreas de risco. Estudos de retro-análise de acidentes associados aos diferentes tipos de processos passíveis de ocorrer em uma dada localidade, são um dos métodos aplicados na identificação dos riscos para o reconhecimento prévio do problema.

Análise de Riscos. A análise de riscos inicia-se a partir dos resultados gerados pela identificação dos riscos, objetivando reconhecer mais detalhadamente o cenário

presente num determinado espaço físico, de acordo com os diferentes tipos de processos previamente reconhecidos.

Medidas de Prevenção. A partir dos dados obtidos nos estudos de análise de risco são realizadas atividades para o gerenciamento das áreas de risco, o que compreende a definição, formulação e execução de medidas estruturais e não estruturais mais adequadas ou factíveis de serem executadas a curto, médio e longo prazos, no sentido de reduzir o risco de acidentes. Os produtos obtidos nos estudos de análise de risco permitem a formulação de um plano de prevenção de acidentes. Este plano deve priorizar a aplicação de medidas de prevenção nas áreas que apresentam os cenários de risco mais críticos, considerando as avaliações de custo/benefício para as medidas passíveis de serem implantadas. Estas medidas podem ser estruturais ou não estruturais. (Ogura et al, 2007, p. 19-21).

4.2.2. Gerenciamento de Desastres

Esta etapa prevê medidas de como enfrentar o impacto dos desastres e seus efeitos sobre uma região ou comunidade. As medidas englobam a execução de ações necessárias para uma resposta rápida, ágil e oportuna, como o atendimento da população afetada, a evacuação e a redução das perdas nas propriedades.

Planejamento para situações de emergência. No caso dos desastres naturais, os acidentes podem acontecer mesmo que diversas ações estruturais e não estruturais de prevenção sejam executadas. Para poder enfrentar condições potencialmente adversas, há que se planejar ações logísticas para o atendimento das emergências. O planejamento para situações de emergência trata, principalmente, da determinação de como uma dada população em uma área de risco deve ser preventivamente evacuada ou protegida quando o risco é muito alto. (Ogura et al, 2007, p. 21).

4.2.3. Informações Públicas e Treinamento

Existem dois tipos de medidas preventivas, as estruturais e não estruturais.

As medidas estruturais envolvem obras de engenharia, mas se caracterizam em obras complexas e caras. As medidas não estruturais geralmente envolvem ações de planejamento e gerenciamento, como sistemas de alerta e zoneamento ambiental, mas as medidas não estruturais, de caráter educativo, apesar dos resultados a médio e longo prazo, são de baixo custo, de fácil aplicação e permitem uma correta percepção do risco. (Carvalho et al, 2013, p. 58).

Difundir uma cultura de prevenção, é o melhor instrumento para reduzir os desastres, mas para isso deve existir um sistema educativo eficaz. Devem ser elaborados e organizados cursos, oficinas, palestras, manuais, livros e cartilhas que possibilitem a capacitação de equipes locais e da população. Seguindo a ideia, “deve ser incentivada a utilização dos meios massivos de informação como rádio, televisão e imprensa escrita. O conteúdo desses instrumentos deve abranger a identificação dos perigos, vulnerabilidades, medidas de prevenção e mitigação, legislação e sistemas de alerta.” (Ogura et al, p. 22).

4.3. Modelagem de Dados Geográficos

Por modelo de dados, segundo Elmasri e Navathe (2004), entende-se que seja um conjunto de conceitos que podem ser usados para descrever a estrutura e as operações em um banco de dados. O modelo busca sistematizar o entendimento desenvolvido a respeito de objetos e fenômenos a serem representados em um sistema informatizado. Contudo, objetos e fenômenos reais compreendem uma complexidade muito grande para garantir e permitir uma representação completa, considerando os recursos à disposição dos sistemas gerenciadores de bancos de dados (SGBD) atuais. Do exposto, Borges et al. (2005) propõe que seja necessário construir uma abstração dos objetos e fenômenos do mundo real, de modo a se obter uma forma de representação conveniente, embora simplificada, porque adequada às finalidades das aplicações do banco de dados.

Os sistemas de informação são importantes para o desenvolvimento seguro e coeso de manipulação de dados e geração de informação e para isso,

[...] o êxito de qualquer implementação em computador de um sistema de informação é dependente da qualidade da transposição de entidades do mundo real e suas interações para um banco de dados informatizado. A abstração funciona, assim, como uma ferramenta que permite compreender o sistema, dividindo-o em componentes separados. Cada um desses componentes pode ser visualizado em diferentes níveis de complexidade e detalhe, de acordo com a necessidade de compreensão e representação das diversas entidades de interesse do sistema de informação e suas interações. (Borges et al., 2005, p.83)

Classifica-se os modelos em: modelos de dados conceituais, de dados lógicos e de dados físicos. Também conhecidos como modelos clássicos, os modelos de dados lógicos, se destinam a descrever a estrutura de um banco de dados apresentando um nível de abstração mais próximo das estruturas físicas de armazenamento de dados. Já os mais adequados para capturar a semântica dos dados, os modelos de dados conceituais, destinam-se a descrever a estrutura de

um banco de dados em um nível de abstração independente dos aspectos de implementação. E os modelos de dados físicos são utilizados para descrever as estruturas físicas de armazenamento computacional (Elsmani e Navathe, 2004).

4.3.1. Paradigma dos 4 universos

Como abordado anteriormente, a abstração dos dados do mundo real para a produção de representações computacionais é um problema fundamental, também para a Geoinformação. Com isso, o processo de modelagem é a forma que se dispõe para traduzir o mundo real em outros domínios, e um conceito importante é o paradigma dos 4 universos, segundo Gomes e Velho (1995), que se distinguem em:

- a) o universo do mundo real, que inclui as entidades da realidade a serem modeladas no sistema;
- b) o universo matemático (conceitual), que abrange uma definição matemática (formal) das entidades a serem incluídas no modelo;
- c) o universo de representação, no qual as diversas entidades formais são mapeadas para representações geométricas;
- d) o universo de implementação, onde as estruturas de dados e algoritmos são escolhidos, baseados em considerações como desempenho, capacidade do equipamento e tamanho da massa de dados. É neste nível que ocorre a codificação.

Como é visto em Medeiros (2001), é importante que a interface para um usuário de um Sistema de Informação Geográfica (SIG) deve se preocupar em refletir o universo conceitual e esconder detalhes dos universos de representação e implementação, já que ele, o usuário, lida com conceitos próximos de sua realidade, minimizando a complexidade envolvida nos diferentes tipos de representação geométrica.

4.3.2. Modelo de Dados OMT-G

Os bancos de dados geográficos (BDG) têm como função de armazenar, ordenar e realizar consultas sobre os dados geográficos, mas para que essas funções sejam executadas de forma consistente, é necessário especificar um modelo de representação. O mais indicado é que essa etapa denominada modelagem de dados seja realizada no início das organizações de implantação. Essa é uma atividade complexa, que envolve transformar o espaço em uma representação discreta adequada ao fenômeno que se deseja trabalhar vindo ser necessário uma abordagem criteriosa dos dados envolvidos. Os modelos de dados tradicionais apresentam

limitações para aplicações geográficas, pois não possuem primitivas apropriadas para representar corretamente a semântica dos dados geográficos (Queiroz e Ferreira, 2006).

Diante dessa dificuldade, Borges (1997) desenvolveu um modelo para dados geográficos, denominado OMT-G - *Object Modeling Technique for Geographic Applications*, que supre essa carência de primitivas e busca ser mais fiel à realidade a ser modelada, utilizando um conjunto menor de objetos gráficos do que seria utilizado em outros modelos para dados geográficos. Para acrescentar as informações, vemos que

[...] o modelo OMT-G parte das primitivas definidas para o diagrama de classes da *Unified Modeling Language* (UML), introduzindo primitivas geográficas com o objetivo de aumentar a capacidade de representação semântica daquele modelo, e, portanto, reduzindo a distância entre o modelo mental do espaço a ser modelado e o modelo de representação usual. Os principais pontos fortes do modelo são sua expressividade gráfica e suas capacidades de representação, uma vez que anotações textuais são substituídas pelo desenho de relacionamentos explícitos, representando a dinâmica da interação entre os diversos objetos espaciais e não espaciais. (Davis Jr., 2000, p.2)

Com isso vemos que o modelo OMT-G, “provê primitivas para modelar a geometria e a topologia dos dados geográficos” (Borges et al, p. 88), sendo de grande importância para a implantação de sistemas com enfoque em Geoinformação, oferecendo suporte a estruturas de representações de objetos e relacionamentos espaciais.

O modelo OMT-G é baseado em duas primitivas básicas, definidas como classes e relacionamentos. A **classe** é representada por três grandes grupos de dados (contínuos, discretos e não-espaciais) que podem ser encontrados nas aplicações geográficas, proporcionando assim, uma visão integrada do espaço modelado. Podem ser distintas em georreferenciadas (conjunto de objetos que possuem representação espacial e estão associados a regiões da superfície da terra) ou convencionais (conjunto de objetos que possuem relações como propriedades, comportamento e semântica com os objetos espaciais, mas que não possuem propriedades geométricas). Definições essas baseadas em Borges (2005). Observa-se esta estrutura na Figura 03.

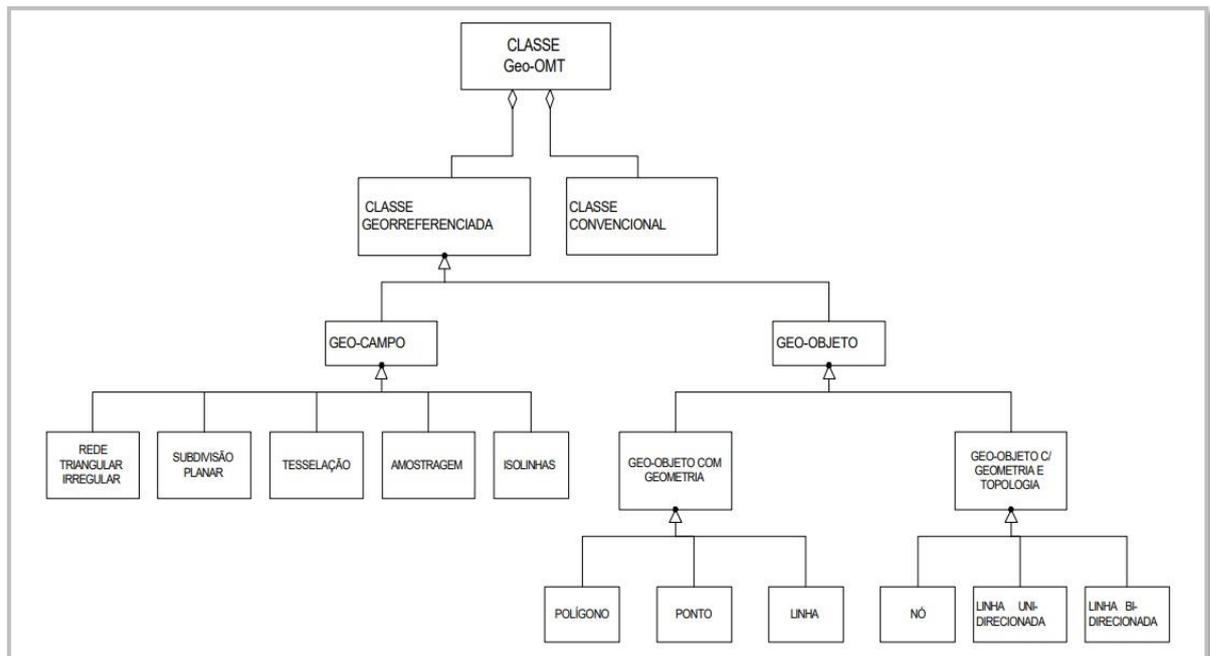


Figura 03: Meta modelo OMT-G.

Fonte: Borges, 1997, p 23.

A distinção entre classes convencionais e classes georreferenciadas permite que diferentes aplicações possam compartilhar dados não-espaciais, auxiliando no desenvolvimento dessas aplicações e na reutilização dos dados (Oliveira et al.,1997).

Tanto as classes georreferenciadas como as classes convencionais podem ser especializadas, utilizando o conceito de herança da orientação a objetos. O modelo OMT-G formaliza a especialização das Classes Georreferenciadas em classes do tipo Geo-Campo e Geo-Objeto, como visto em Borges et al (2005) e apresentado a seguir.

Geo-campo, representa objetos distribuídos continuamente pelo espaço, correspondendo a grandezas como tipo de solo, topografia e teor de minerais. Suas classes descendentes são Amostragem, Isolinhas, Subdivisão Planar, Tesselação, e Rede Triangular Irregular. Cada uma dessas classes possui um padrão simbólico de representação.

A Amostragem representa uma coleção de pontos regular ou irregularmente distribuídos por todo o espaço geográfico. As Isolinhas são coleção de linhas fechadas que não se cruzam nem se tocam. A subclasse Subdivisão Planar, se trata de um conjunto de subdivisões de todo o domínio espacial em regiões simples que não se sobrepõem e que cobrem completamente este domínio. Tesselação que representa o conjunto das subdivisões de todo o domínio espacial em células regulares que não se sobrepõem e que cobrem completamente este domínio, como por exemplo, imagem de satélite. E por fim, a Rede Triangular Irregular, um conjunto de grades

triangulares de pontos que cobrem todo o domínio espacial, a exemplo é o visto em modelagem de terreno (TIN - rede irregular triangularizada). Todas as suas representações podem ser vistas na figura 04.

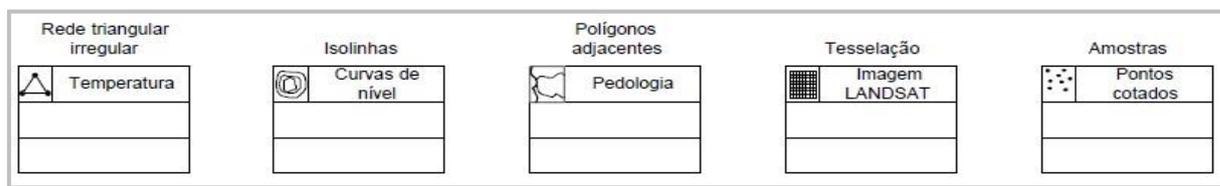


Figura 04: Geo-campos.

Fonte: Borges, 1997, p 25.

Seguindo a referência de Borges et al (2005), foi entendido que o geo-objeto representa objetos geográficos individualizáveis, que possuem identificação com elementos do mundo real, como lotes, rios e postes. Esses objetos podem ter ou não atributos não-espaciais, e podem estar associados a mais de uma representação geométrica, dependendo da escala em que é representado, ou de como ele é percebido pelo usuário. Suas duas classes descendentes são geo-objeto com geometria e geo-objeto com geometria e topologia.

A classe com Geometria representa objetos que possuem apenas propriedades geométricas, especializada em classes do tipo Ponto, Linha e Polígono, vistas na figura 05.

A classe com Geometria e Topologia, além das propriedades geométricas, representa objetos que possuem propriedades topológicas de conectividade, ou seja, representados por segmentos orientados (linha uni-direcional e bi-direcional) e nós. As subclasses dessa classe são 5 (figura 05):

- Polígono - representa objetos de área, como lotes dentro de uma quadra, no caso se caracterizando como uma área conectada, ou como uma ilha, representando uma área isolada, por exemplo;
- Ponto - representa objetos pontuais, possuem um único par de coordenadas e temos como exemplo a representação de postes, hidrante, etc;
- Linha - representa objetos lineares sem a obrigação de conectividade. A exemplo podemos citar a representação de meios-fios, etc;
- Nó - representa os objetos pontuais nos quais as linhas se cruzam, garantindo a conexão com a linha através da propriedade de conectividade;

- e) Subclasses Linha Uni-direcionada e Linha Bi-direcionada - representa objetos lineares que começam e terminam em um nó e que possuem uma direção (uni-direcional) ou dois sentidos (bi-direcional).

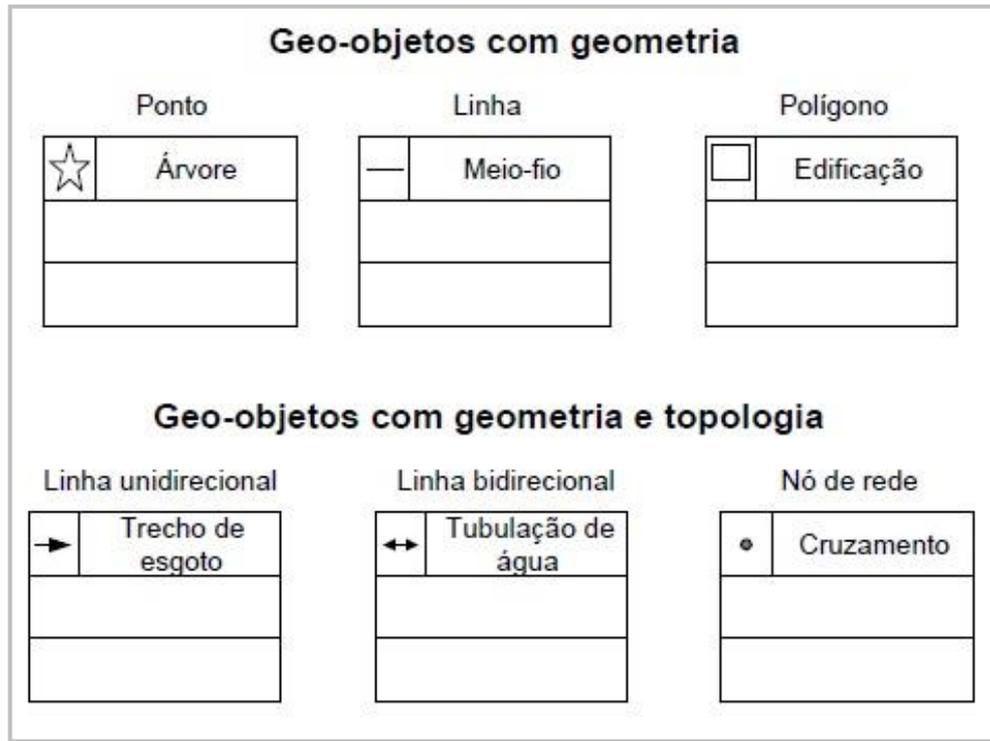


Figura 05: Geo-objetos.

Fonte: Borges, 1997, p 27.

As classes georreferenciadas são simbolizadas no modelo OMT-G de forma semelhante, incluindo no canto superior esquerdo um retângulo que é usado para indicar a geometria da representação, figura 05. Em ambos os casos, símbolos simplificados podem ser usados, figura 06. Os objetos podem ter ou não atributos não espaciais associados, listados na seção central da representação completa.

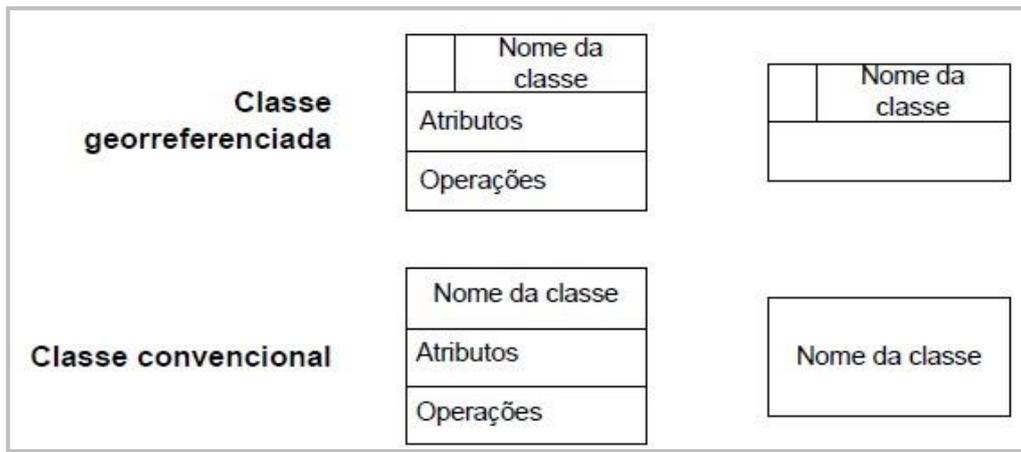


Figura 06: Na esquerda, a representação completa, na direita a simplificada.

Fonte: Borges, 1997, p 25.

Para Casanova et al. (2005), considerando a importância das relações espaciais e não espaciais na compreensão do espaço modelado, a primitiva **relacionamentos** no modelo OMT-G representa três tipos: associações simples (representam relacionamentos estruturais entre objetos de classes diferentes, convencionais ou georreferenciadas), relacionamentos topológicos em rede (relacionamentos entre objetos que estão conectados uns aos outros) e relacionamentos espaciais (representam relações topológicas, métricas, de ordem e *fuzzy*). Observa-se esta estrutura na Figura 07.

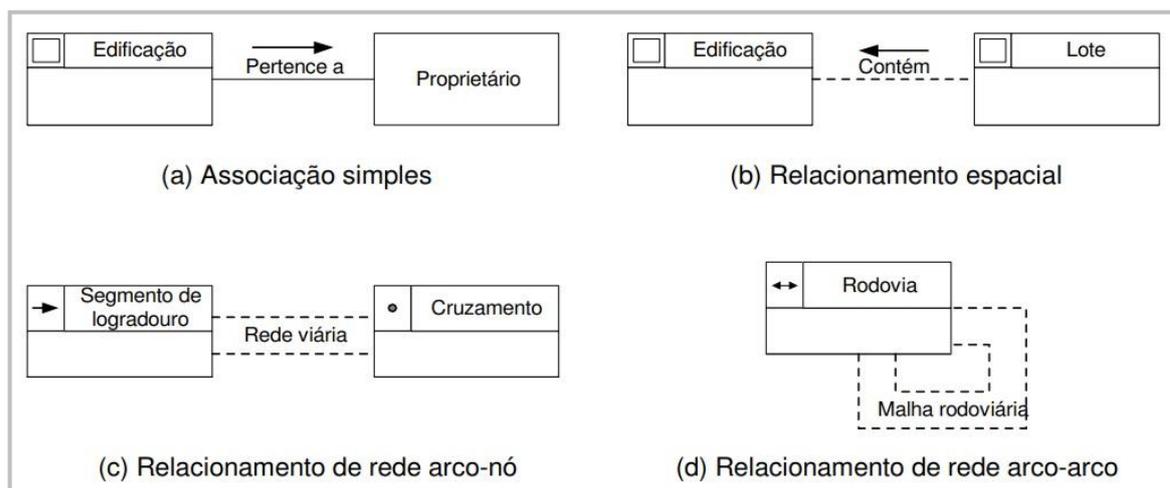


Figura 07: Relacionamentos.

Fonte: Casanova et al, 2005, p. 94.

Destaca-se, para este trabalho, o relacionamento espacial representado pela linha tracejada, pois será muito usada para o modelo conceitual que será construído. De acordo com

Queiroz e Ferreira (2006, p. 58), relacionamento espacial, também chamada de predicado espacial, mapeia pares de geometrias em valores booleanos, ou seja, valor Verdadeiro (*True*) ou Falso (*False*), esses valores são úteis para representar, por exemplo, o resultado de uma comparação. Esta classe pode ser dividida em:

- a) Relacionamento topológico: um relacionamento que não é alterado por transformações topológicas, como translação, rotação e mudança de escala. Como exemplos, temos: contém (*contains*), disjunto (*disjoint*), intercepta (*intersects*), cruza (*crosses*).
- b) Relacionamento direcional: um relacionamento que expressa uma noção de direção. Como exemplos, temos: acima de (*above*), ao norte de (*northOf*), dentre outras.
- c) Relacionamento métrico: um relacionamento que expressa uma noção métrica. Por exemplo, o relacionamento que retorna “Verdadeiro” se duas geometrias estão a menos de uma determinada distância uma da outra.

Em Borges (1997) pode-se encontrar exemplos de aplicação do modelo OMT-G para áreas urbanas, como pode ser visto na figura 08. Neste modelo, pode-se destacar, por exemplo, a representação das classes Setor, Quadra e Lote; enquanto setor representa um geo-campo, com áreas contínuas, as quadras e lotes são representados como geo-objetos, permitindo sua individualização em objetos geométricos vetoriais do tipo polígono, refletindo a realidade das classes no mundo real. Além disso, deve-se atentar para a existência das relações entre as classes, como Lote, especializadas em duas classes: Lote com representação em polígono (área) e Lote com representação em linha (testada), cujas relações espaciais com as demais classes são diferentes. O Lote polígono coincide com a classe Quadra, por sua vez incluído na classe Setor, enquanto o Lote linha se relaciona “em frente a” Trecho que é uma agregação para Logradouro; refletindo diferentes formas de identificação do Lote.

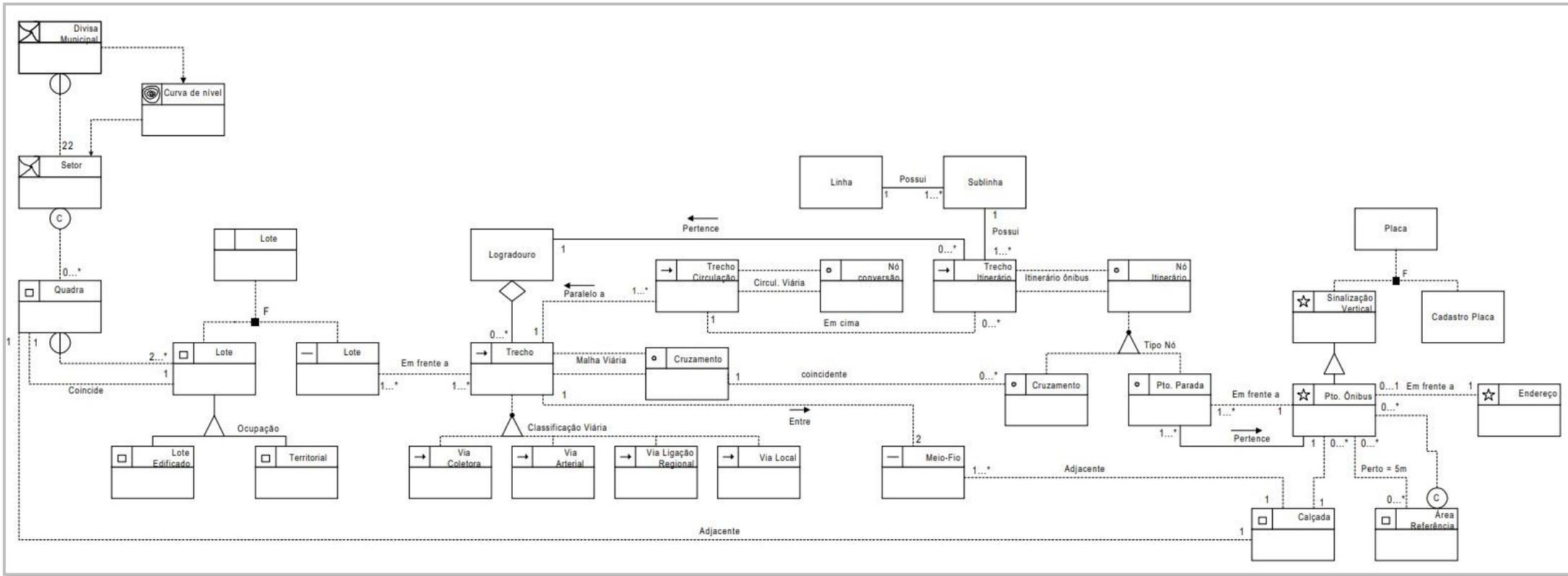


Figura 08: Esquema de Aplicação de Transporte Coletivo.
 Fonte: Borges, 1997, p. 104.

4.3.3. Modelo de Dados da ET-EDGV

Uma Infraestrutura de Dados Espaciais (IDE) pode ser definida, segundo a DSG (2016), como um conjunto integrado com propósito de catalogar, integrar e harmonizar dados geoespaciais nas suas padronizações, procedimentos de coordenação e monitoramento, existentes nas instituições do governo brasileiro (federal, estadual, distrital e municipal), produtoras e mantenedoras desse dados geoespaciais, de maneira que possam ser facilmente localizados, explorados e acessados para os mais diversos usos, por qualquer cliente que tenha acesso à internet. Os dados que compõem uma IDE devem seguir padrões estabelecidos para ela. Um dos instrumentos utilizados para formalizar um padrão é uma Especificação Técnica.

Dentre as especificações da Infraestrutura Nacional de Dados Espaciais do Brasil (INDE) deve estar presente uma que defina apropriadamente a estrutura empregada na aquisição, armazenamento, disseminação e disponibilização de informações geoespaciais. Dessa forma esta estrutura possibilita otimizar o compartilhamento e maximizar a utilidade dos recursos da Tecnologia da Informação, nos diferentes níveis de governo, no setor privado, no terceiro setor, na comunidade acadêmica e na sociedade como um todo (DSG, 2016).

Segundo a DSG (2016), a Especificação Técnica para Estruturação de Dados Geoespaciais Vetoriais (ET-EDGV) é uma norma do mapeamento sistemático terrestre, adotada como um dos padrões da INDE e da arquitetura e-PING para Governo Eletrônico no Brasil. A principal finalidade da EDGV é padronizar as estruturas de dados geoespaciais vetoriais de referência produzidos para comporem bases cartográficas relativas às escalas de 1:1.000 e menores. O modelo de dados apresentado na norma descreve a semântica da informação geoespacial discreta, ou seja, os objetos ou dados vetoriais.

Nesta especificação as categorias de Informação são divididas em dois grupos. O primeiro apresenta as categorias das classes de objetos produzidos usualmente nos mapeamentos topográficos de pequenas escalas, elaborada no Mapeamento Sistemático do SCN (escalas de 1:25.000 e menores). O segundo grupo apresenta as categorias das classes de objetos que são normalmente adquiridas nos mapeamentos topográficos de grandes escalas (DSG, 2016).

Neste contexto, em 2016, a Secretaria da Fazenda de Salvador – SEFAZ contratou uma empresa para produção dos dados geográficos na escala de 1: 1.000 de todos os 415 km² da região do Município de Salvador, definindo a adoção da Especificação Técnica para

Estruturação dos Dados Geoespaciais Vetoriais - ET-EDGV Salvador elaborada em sua primeira versão em 2012, seguindo a versão da época da ET-EDGV nacional (versão 2.3.1), no escopo da INDE. Paralelamente, contratou os serviços de consultoria especializada para atualizar a ET-EDGV Salvador, utilizando como fonte a norma nacional, que estava em processo de atualização para a versão 3.0, publicada para consulta pública, e os requisitos considerados fundamentais para que garantisse que futuros trabalhos na produção de dados temáticos da Prefeitura se tornassem possíveis, segundo informações disponibilizadas pela Assessoria Técnica do Projeto Cartográfico do Município (SEFAZ, 2017).

Dessa forma, para atender à IDE da Prefeitura de Salvador – IDE Salvador, a nova versão da ET-EDGV Salvador 2017, será inserida no contexto da construção de padrões para este trabalho, que trata de cartografia temática relativa à Defesa Civil. Tornando-se um padrão que permitirá a essa IDE propiciar um ambiente para interoperabilidade da informação geoespacial entre as diversas unidades da Prefeitura e a realização de ações para a tomada de decisões em várias áreas do governo municipal, de forma mais equilibrada e com economia de recursos.

As técnicas de modelagem empregadas no modelo de dados, presente na ET-EDGV Salvador 2017 são as mesmas utilizadas pela ET-EDGV nacional, ou seja, UML (*Unified Modeling Language*) com a inclusão de alguns conceitos da OMT-G.

A estrutura dos dados da ET-EDGV Salvador 2017 é apresentada por uma modelagem conceitual e lógica na forma de Diagramas de Classes Simplificadas (DC) e uma Relação de Classes (RCO). Cada DC está organizado em categorias de informação e dividida para o mapeamento topográfico de pequena (MapTopoPE) e grande (MapTopoGE) escalas, a seguir é demonstrado esse conjunto de categorias, respectivamente:

Categorias de Informações do MapTopoPE

- a) Energia e Comunicações (ENC);
- b) Estrutura Econômica (ECO);
- c) Hidrografia (HID);
- d) Limites e Localidades (LML);
- e) Pontos de Referência (PTO);
- f) Relevo (REL);
- g) Saneamento Básico (SAB);
- h) Sistema de Transporte (TRA);

- i) Sistema de Transporte/ Subsistema Aeroportuário (AER);
- j) Sistema de Transporte/ Subsistema Dutos (DUT);
- k) Sistema de Transporte/ Subsistema Ferroviário (FER);
- l) Sistema de Transporte/ Subsistema Hidroviário (HDV);
- m) Sistema de Transporte/ Subsistema Rodoviário (ROD);
- n) Vegetação (VEG).

Categorias de Informações do MapTopoGE

- a) Área Verde (VER);
- b) Classes Base do Mapeamento Topográfico em Grandes Escalas (CBGE);
- c) Classes Base do Mapeamento Topográfico em Grandes Escalas/ Cultura e Lazer (LAZ);
- d) Edificações (EDF);
- e) Classes Base do Mapeamento Topográfico em Grandes Escalas/ Estrutura de Mobilidade Urbana (EMU).

4.4. Banco de Dados Geográficos

Segundo Bittencourt (2004), banco de dados envolve a especificação dos tipos de dados a serem armazenados no Banco de Dados (BD), mais a descrição de cada tipo de dado. E sua construção é um processo de armazenamento de dados em um meio controlado pelo sistema gerenciador de banco de dados (SGBD). Ainda para ele, a sua manipulação envolve a execução de operações de consulta e recuperação de dados específicos, além de atualização de dados para refletir, no BD, mudanças no mundo sendo modelado. A manipulação inclui, também, a geração de relatórios a partir dos dados do BD.

Para Farneda (2016), Banco de Dados é um conjunto de informações organizadas que podem estar em um sistema manual ou em um sistema computadorizado. Em um sistema manual, as informações são armazenadas em arquivos, dentro de gavetas, e a recuperação e consulta destas informações é bastante trabalhosa, pois exige uma pesquisa manual. Em um sistema de computador, as informações são armazenadas em meios magnéticos, e a recuperação das informações é feita através de softwares específicos.

Os Sistemas Gerenciadores de Banco de Dados (SGBD) oferecem serviços de armazenamento, consulta e atualização de bancos de dados e funcionam independentemente dos sistemas aplicativos que utilizam os dados, proporcionando integridade, eficiência e

persistência ao sistema. Câmara & Queiroz (2001) ensinam que há basicamente três diferentes arquiteturas de SIG que utilizam os recursos de um SGBD: dual, integrada baseada em SGBD relacionais e integrada baseada em extensões espaciais sobre SGBD objeto-relacionais.

Para os autores, na **arquitetura dual** utiliza-se um sistema gerenciador de banco de dados relacional (SGBDR) para armazenar os atributos descritivos dos objetos geográficos e arquivos convencionais para guardar as representações geométricas desses objetos. Um identificador comum liga os componentes geométricos e descritivos do objeto geográfico. Para recuperar um objeto, os dois subsistemas devem ser pesquisados e a resposta é uma composição de resultados. A principal vantagem dessa estratégia é a possibilidade de utilizar SGBD relacionais de mercado. Por outro lado, uma vez que as representações geométricas dos objetos espaciais não são gerenciadas pelo SGBD, há dificuldade para equacionamento de questões como otimização de consultas e controle de integridade.

Ainda para eles, a **arquitetura integrada** do sistema pode ser baseada em SGBD relacionais, que utilizam campos longos, chamados BLOBs (cadeias binárias), para armazenar a componente espacial do dado, ou baseada em extensões espaciais sobre SGBD objeto-relacionais, que contém funcionalidades específicas e procedimentos que permitem armazenar, acessar e analisar dados espaciais de formato vetorial.

Assim, conforme ensina Câmara et al (2005), a arquitetura integrada consiste em abranger todo o dado espacial em um SGBD, possibilitando o controle e manipulação de dados espaciais, como gerência de transações, controle de integridade e concorrência. A seguir, na subdivisão deste tópico, serão tratados temas que estão relacionados ao SGBD e sua estruturação, permitindo o adequado uso das ferramentas disponíveis e o tratamento dos dados de interesse.

4.4.1. Restrições em SGBD

A integridade dos dados, segundo Queiroz e Ferreira (2006), é normalmente aplicada em um sistema de banco de dados por uma série de restrições de integridade ou regras. Três tipos de restrições de integridade são uma parte inerente do modelo de dados relacionais: integridade de domínio, de entidade e referencial (tabela 01).

Tipos de integridade	Tipos de constraint
Domínio	DEFAULT / CHECK / NOT NULL
Entidade	PRIMARY KEY
Referencial	FOREIGN KEY / CHECK

Tabela 01: Tipos de Integridade.

De acordo com Elmasri e Navathe (2011, p. 61), podemos especificar restrições de atributo, chave e integridade referencial como parte da criação de tabelas nos bancos de dados através do acréscimo de algumas cláusulas que são condições de modificação utilizadas para definir os dados que deseja selecionar ou modificar em uma consulta, a exemplo de:

- a) **not null**: usada para especificar atributos cujo valor não possa ser vazio, ou seja, estabelece que a coluna da tabela não conterá valores nulos.
- b) **default**: define um valor padrão para dado atributo. Deste modo, ao se criar uma nova linha na tabela, esse valor será automaticamente atribuído à coluna caso nenhum valor seja explicitamente informado. Se a cláusula default for omitida, o valor padrão é *null* (vazio) para aqueles atributos que não contenham a restrição *not null*.
- c) **check**: empregada para limitar os valores de um atributo. Assim, toda linha da tabela deve satisfazer a condição especificada na cláusula *check*.
- d) **primary key**: define qual é a chave primária da tabela. Ou seja, qual é o conjunto de colunas que deve identificar um registro de forma única e não-ambígua.
- e) **foreign key**: ou chave estrangeira, é o campo que estabelece o relacionamento entre duas tabelas. Assim, uma coluna de chave estrangeira corresponde à mesma coluna que é a chave primária de outra tabela. Dessa forma, deve-se especificar na tabela que contém a chave estrangeira quais são essas colunas e à qual tabela está relacionada.
- f) **constraint**: opcionalmente utilizada para nomear uma restrição. Restrições com um nome são passíveis de exclusão ou substituição, caso necessário.

Selecionar as chaves primárias, definir chaves estrangeiras e organizar a estrutura geral de um banco de dados são processos complexos. Fazer esse trabalho com antecedência fornece um modelo conceitual e lógico que facilita começar a criar o banco de dados físico no software e no padrão de sua escolha, com base em critérios pré-definidos.

4.4.2. A Linguagem SQL

A *Structured Query Language* (SQL) ou Linguagem de Consulta Estruturada foi criada pela IBM *Research*, e adotada pela maioria dos Sistemas Gerenciadores de Banco de Dados Relacionais (SGBDR) e Sistemas Gerenciadores de Banco de Dados Objeto-Relacional

(SGBD-OR) comerciais. Baseada nas linguagens de Álgebra e Cálculo Relacional, SQL hoje é “a linguagem padrão para SGBDR, sendo mais compreensível do que suas linguagens maternas – consideradas técnicas demais para o usuário final.” (ELMASRI e NAVATHE, 2011, p. 57). A SQL oferece também recursos para definir a estrutura dos dados, atualizar – incluir, excluir e alterar dados, mostrada na figura 09. A SQL possui, entre outros, os seguintes componentes:

Linguagem de definição de dados (SQL DDL): Um esquema de banco de dados é especificado por um conjunto de definições que são expressas em uma linguagem especial chamada linguagem de definição de dados (DDL). O resultado da execução de instruções DDL é um conjunto de tabelas que são armazenadas num arquivo especial chamado dicionário de dados (ou diretório de dados). Um diretório de dados é um arquivo que contém metadados; isto é, “dados acerca dos dados”. Este arquivo é consultado antes que os dados reais sejam lidos ou modificados no sistema de banco de dados.

Linguagem de manipulação de dados (SQL DML): Entenda-se por manipulação de dados onde é possível a recuperação de informação armazenada no banco de dados, a inserção de novas informações no banco de dados e a remoção de informações do banco de dados. No nível físico, precisamos definir algoritmos que permitam o acesso aos dados de forma eficiente. Em níveis mais altos de abstração a ênfase está na facilidade de uso. O objetivo principal é proporcionar uma eficiente interação humana com o sistema. Uma linguagem de manipulação de dados (DML) é uma linguagem que permite aos usuários acessar ou manipular dados organizados por um modelo de dados apropriado. (Ferneda, 2016, p.4).

<i>Comando</i>	<i>Descrição</i>	<i>Tipo</i>
<i>select</i>	Recupera dados de uma ou mais tabelas	DML
<i>insert</i> <i>update</i> <i>delete</i>	Servem para incluir, alterar e eliminar registros de uma tabela, respectivamente	DML
<i>commit</i> <i>rollback</i>	Responsáveis pelo controle de transações, permitem que o usuário desfça (<i>rollback</i>) ou confirme (<i>commit</i>) alterações em tabelas	DML
<i>create</i> <i>alter</i> <i>drop</i>	Usados para definir, alterar e remover tabelas de um banco de dados	DDL

Figura 09: Comandos em SQL.
Fonte: Câmara, 2005, p. 185.

Ferneda (2016) ainda explica que uma visão (view) é uma tabela virtual cujo conteúdo é definido por uma consulta ao banco de dados. A visão não é uma tabela física, mas um conjunto

de instruções que retorna um conjunto de dados. Uma visão pode ser composta por algumas colunas de uma única tabela ou por colunas de várias tabelas.

O autor ainda enfatiza que o uso de visões é particularmente útil quando se deseja dar foco a um determinado tipo de informação mantida pelo banco de dados. Imagine um banco de dados corporativo que é acessado por usuários de vários departamentos. As informações que a equipe de vendas manipula certamente são diferentes daquelas do departamento de faturamento. Por meio de visões é possível oferecer ao usuário apenas as informações que necessita, não importando se elas são oriundas de uma ou várias tabelas do banco de dados.

Segundo Ferneda (2016), as visões permitem que diferentes usuários vejam as mesmas informações sob um ponto de vista diferente. As visões permitem que informações sejam combinadas para atender a um determinado usuário e até mesmo serem exportadas para outros aplicativos. Uma das maiores vantagens de se criar uma visão é facilitar as consultas dos usuários que só utilizam determinadas informações, diminuindo assim o tamanho e a complexidade dos comandos SELECT (selecionar). Uma outra vantagem de utilizar visões é quanto à segurança, pois evita que usuários possam acessar dados de uma tabela que podem ser confidenciais.

Geralmente, ao trabalhar em um banco de dados relacionais há a necessidade de realizarmos uma determinada ação como inserir, apagar ou até mesmo realizar uma atualização de acordo com algum evento. E para que venha se realizar essa ação, utiliza-se um *trigger* ou gatilhos. Para uma explicação mais completa Delva explana:

[...] um procedimento armazenado no banco de dados que é chamado automaticamente sempre que ocorre um evento especial no banco de dados. Por exemplo, um acionador pode ser chamado quando uma linha é inserida em uma tabela especificada ou quando determinadas colunas da tabela estão sendo atualizadas. Geralmente essas ações que acionam os triggers são alterações nas tabelas por meio de operações de inserção, exclusão e atualização de dados (insert, delete e update). (Delva, 2020)

4.5. Sistemas de Informação Geográfica - SIG

Segundo Câmara et al (2005):

[...] o termo Sistemas de Informação Geográfica (SIG) é aplicado para sistemas que realizam o tratamento computacional de dados geográficos e recuperam informações não apenas com base em suas características alfanuméricas, mas também através de

sua localização espacial; oferecem ao administrador (urbanista, planejador, engenheiro) uma visão inédita de seu ambiente de trabalho, em que todas as informações disponíveis sobre um determinado assunto estão ao seu alcance, interrelacionadas com base no que lhes é fundamentalmente comum - a localização geográfica. Para que isto seja possível, a geometria e os atributos dos dados num SIG devem estar georreferenciados, isto é, localizados na superfície terrestre e representados numa projeção cartográfica. (Câmara et al, 2005, p.12)

Um dos elementos importantes de composição de um SIG é utilizar um sistema de coordenadas para os dados geográficos. De acordo com Vivian Paiva (2007), os SIGs utilizam um sistema de coordenadas, denominado de Sistema de Referência Espacial, que expressa a posição do objeto em relação à superfície da terra e, através de identificador numérico, determina qual sistema de referência espacial está sendo utilizado para representar determinada geometria. Desse modo, cada classe geométrica é associada a esse Sistema de Referência Espacial (*Spatial Referencing System – SRS*), que descreve as coordenadas no espaço em que a classe é definida. A latitude e a longitude são formas de expressar o espaço, de uma maneira unívoca e exata. O SRS é um conjunto de valores de parâmetros que inclui:

- a) coordenadas que definem a máxima extensão possível de espaço referido por um determinado intervalo de coordenadas;
- b) nome do sistema de coordenadas a partir do qual as coordenadas são derivadas;
- c) números que, quando aplicados em certas operações matemáticas, convertem coordenadas recebidas como entrada em valores que podem ser processados com eficiência máxima.

Com a finalidade de referenciar da mesma maneira todos os objetos relacionados, segundo Vivian Paiva (2007), utiliza-se de um SRID que, por sua vez, adota um ponto inicial DATUM. Este representa um conjunto de valores que podem ser utilizados como referência ou base de cálculo para outros valores. Cita-se como exemplo a medição, que permite a realização de projeções geométricas. *Data*¹ são muito úteis na análise de dados de uma área local. Um datum local alinha seu esferoide para ajustar a superfície da Terra em uma determinada área. A figura 10 mostra as diferenças de alinhamento de *data* com a superfície da Terra.

¹ Plural de datum.

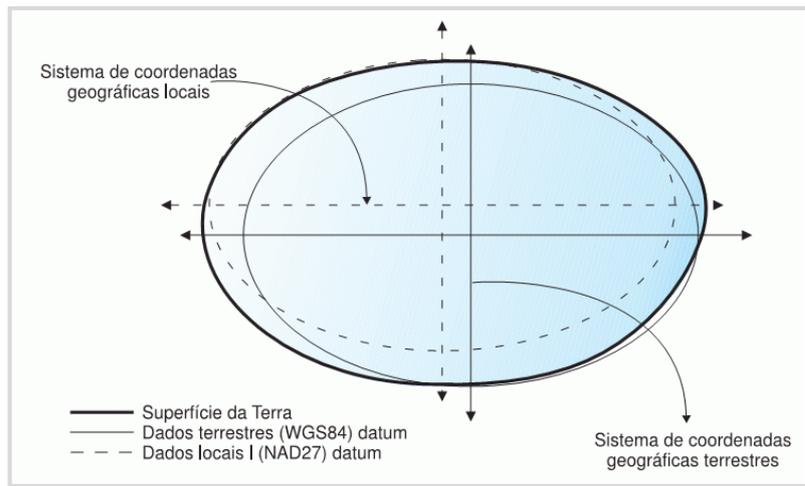


Figura 10: Alinhamento de *data*.
 Fonte: IBM DB2 Spatial Extender, 2007, p. 71.

De acordo com os conhecimentos adquiridos no tutorial de geoprocessamento da SPRING (2006), o SIG pode ser utilizado de forma a ser uma ferramenta para produção de dados visuais, como um suporte para análises espacial de ocorrências de variados temas ou até mesmo como um banco de dados geográficos, com funções de armazenamento e recuperação de informação espacial. Estes exemplos são possíveis por ele pode armazenar a geometria dos objetos geográficos e seus atributos sendo assim possível processar várias representações gráficas associadas. Como principal característica de um SIG pode-se citar a capacidade de confrontar, numa única base de dados, informações espaciais provenientes de dados cartográficos, dados censitários e cadastro urbano e rural, além de utilização de bases de imagens de satélite e modelos numéricos de terreno. Essas combinações podem ser auxiliadas através de algoritmos de manipulação e análise, bem como para consultar, recuperar, visualizar e plotar o conteúdo da base de dados georreferenciados.

Câmara et al ainda afirmam que:

Para um SIG, devem estar presentes os subsistemas: interface homem-máquina, ou seja, o nível de operação e controle; nível intermediário, onde ocorre o processamento de dados espaciais de um SIG como a conversão dos dados de entrada, consulta e análise espacial e a visualização que deve oferecer suporte adequado para a apreensão cognitiva dos aspectos relevantes dos dados pesquisado (MacEachren, 2004) (Tuft, 1983) (Monmonier, 1993); nível mais interno do sistema, um sistema de administração de bancos de dados geográficos que ofereça armazenamento e recuperação dos dados espaciais e seus atributos. (Câmara et al, 2005, p.43).

4.5.1. *WEB Service*

Utilizado para transferir dados através de protocolos de comunicação para diferentes plataformas, o *Web Service* – WS efetua o processamento e envia os dados para a aplicação que requereu a operação. Borges ainda complementa no cunho geoespacial que:

Para a transmissão de dados geográficos em formato vetorial pela Internet tem um obstáculo: nenhum dos browsers, as ferramentas de navegação na Internet por excelência, está preparado para receber e apresentar informações neste formato. Para que isto seja possível, existem duas alternativas. A primeira, que vem sendo adotada por diversos desenvolvedores de SIG, consiste em criar um plug-in², ou seja, um programa que funciona no computador do usuário, conectado ao browser. Este plug-in reconhece os dados vetoriais à medida que chegam, geralmente agrupados em um arquivo com extensão padronizada, e os exibe na tela. Esta alternativa tem a desvantagem de exigir a transmissão (download) dos plug-ins a partir do site do desenvolvedor, o que pode ser uma operação demorada. Além disso, exige a execução de um procedimento de instalação. Como os plug-ins são específicos para os principais browsers do mercado, que estão em constante evolução, é preciso atualizá-los periodicamente. (Borges, 2005, p.363).

De acordo com Davis e Monteiro (2001):

Todas estas dificuldades estão no caminho da interoperabilidade entre aplicações distintas de geoprocessamento, e ocorrem em todo o mundo. Para buscar uma solução para estes problemas, foi criado em 1994 o Open Geospatial Consortium³ (OGC), a partir da associação de representantes dos desenvolvedores de software, das universidades e dos diversos níveis de governo, provenientes de diversos países, especialmente os Estados Unidos e a Europa. Este consórcio tem elaborado padrões denominados OGIS (Open Geodata Interoperability Specification), que são especificações abrangentes da arquitetura de software para acesso distribuído a dados geoespaciais e a recursos de geoprocessamento em geral. Os produtos do trabalho do OGC são apresentados sob forma de especificações de interfaces e padrões de intercâmbio de dados. Dentre as especificações, este trabalho tem interesse particular nos Web Services, mais especificamente no WFS. (Davis e Monteiro, 2001, p.22).

Para Queiroz e Ferreira (2006), um WS é uma aplicação *Web* que pode realizar uma tarefa específica ou um conjunto de tarefas, cuja interface é descrita através de uma notação *XML* (*eXtensible Markup Language*) que fornece os detalhes necessários para interagir com o serviço. Esta tecnologia, cada vez mais empregada no desenvolvimento de aplicações *Web*, fornece um modelo de programação independente de linguagem e plataforma, que facilita a integração (interoperabilidade) entre sistemas.

Dentre os diferentes tipos de WS existentes, podemos citar a especificação **WFS - *Web Feature Service***, que pode ser definida por uma interface de um serviço complementar (OGC, 2005b), cujo acesso e manipulação dos dados geográficos que estão por trás dos mapas é

2 Uma extensão que aumenta e melhora as funcionalidades de um *site* (*Hostinger Tutoriais*).

3 Define especificações, ou padrões quais produtos e serviços precisam se adequar para que a interação entre diversas fontes de dados e informações espaciais seja facilitada (CLICKGEO).

permitido, empregando GML (*Geography Markup Language*) como formato de intercâmbio dos dados. O serviço pode ser implementado de três formas, segundo o site CLICKGEO (2020):

- a) **WFS Básico:** onde apenas operações de consulta ao dado vetorial ficam disponíveis.
- b) **WFS com suporte a XLink:** deve suportar a operação *GetGmlObject*⁴, que permite recuperar objetos (*features*) através do seu identificador, com XLinks⁵ locais ou remotos.
- c) **WFS Transacional:** implementa o serviço completo, que inclui operações de inserção, exclusão, atualização, consulta de objetos (*features*) geográficos, ficando opcional a implementação da operação *GetGmlObject*.

Vale ressaltar que existe um outro *web service* muito comum de ser utilizado, o WMS (*Web Map Service*). De acordo com a OGC (2005), a sua diferença com o WFS é a definição do seu serviço que se trata da produção de mapas dinâmicos, ou seja, os dados geográficos são vistos como imagens, nos formatos PNG, GIF e JPEG, e não os dados de fato, não possibilitando o processamento sobre eles.

⁴ Retorna feições geoespaciais (GeoServer User Manual).

⁵ Mais informações em https://www.w3schools.com/xml/xml_xlink.asp

5. METODOLOGIA

A pesquisa realizada é de cunho exploratório, dada a trajetória de aprofundamentos necessários à familiarização com o núcleo do projeto, isto é, a elaboração de um modelo conceitual de banco de dados. Como um recurso recentemente estruturado pela Defesa Civil de Salvador, o modelo apresenta potencialidades para futuras pesquisas. Além disso, o projeto contou com etapas de entrevistas a título de coleta de dados, aspecto que reforça a denominação exploratória deste trabalho.

O processo metodológico se inicia pela revisão de literatura, com o intuito de conhecer quais os conceitos de modelagem e suas etapas de produção, de se aprofundar e entender o desenvolvimento do modelo da ET-EDGV Salvador, seus conceitos e particularidades.

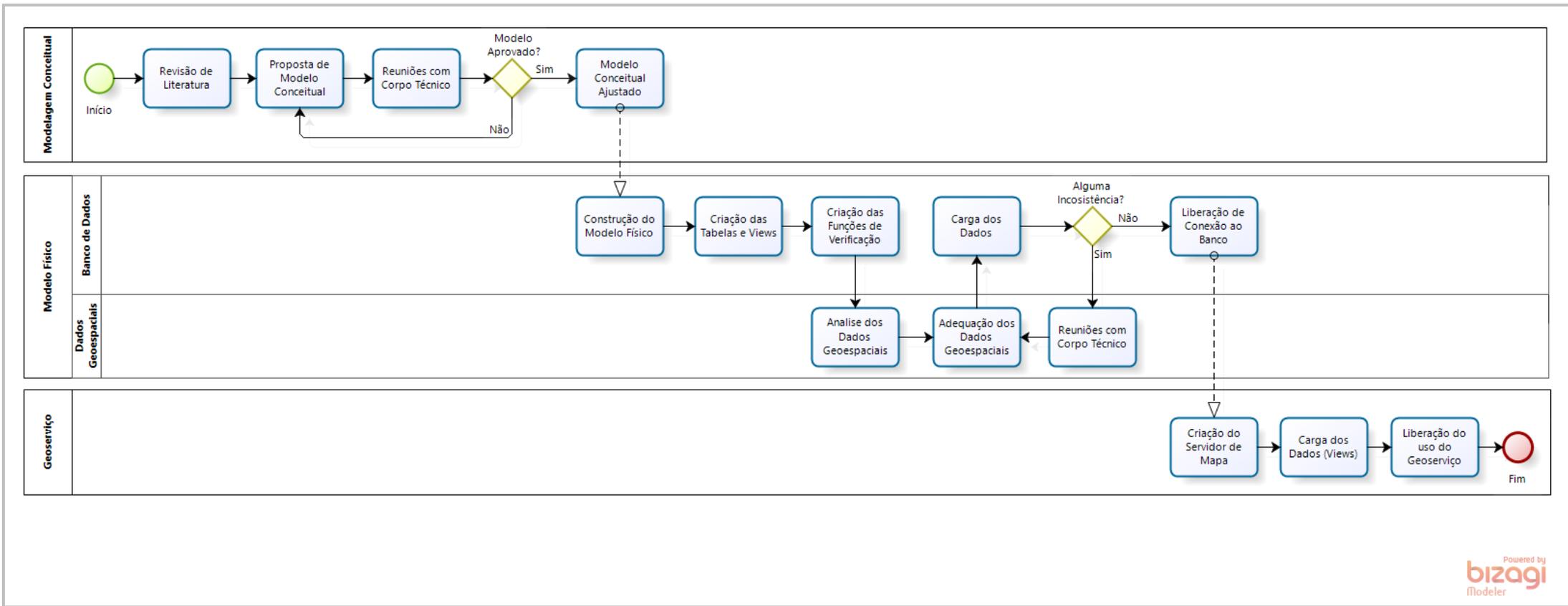
Em seguida foi feita uma proposta de modelo conceitual que fora discutida por marcações de reuniões entre o pesquisador e gestores e coordenadores dos setores produtores dos dados geoespaciais na CODESAL. A cada versão desenvolvida pelo pesquisador, tendo como base as informações e sugestões dos participantes, eram marcados encontros quinzenais para discussão da versão até a aprovação do modelo.

Ao ser aprovado e definido o modelo conceitual da Defesa Civil, partiu-se para a criação do modelo físico, começando pela criação das tabelas auxiliares alfanuméricas para normalização, as geoespaciais e as *views*. Para a verificação topológica e das regras de negócio da Defesa Civil de Salvador, foram estudadas e implementadas funções e *triggers*.

O próximo passo foi a adequação dos dados já existentes na CODESAL do mapeamento de risco, como delimitação das áreas de risco, manchas de susceptibilidades de alagamento e deslizamento, por exemplo, para a devida adição ao banco, seguindo o modelo conceitual já definido. Caso os dados possuíssem alguma inconsistência era convocada uma reunião com o corpo técnico responsável pelo dado para a realização de ajustes nos dados e realizado mais uma vez a carga até não haver problemas no processo. Após a finalização dessa etapa, foi realizado a liberação da conexão ao acesso ao banco.

Para o uso do Geoserviço, primeiro foi realizada a criação do ambiente de servidor de mapa, carregando todas as *views* e por último, junto à equipe de NTI⁶ da Defesa Civil, foi liberado o uso do serviço WFS. A sintetização do fluxo da metodologia de trabalho pode ser vista no fluxograma da figura 01.

⁶ Núcleo de Tecnologia da Informação.



Fluxograma 01: Fluxograma da metodologia de trabalho.

5.1. Área de Estudo

A Defesa Civil tem como área atuante todo município de Salvador, incluindo as ilhas de Maré e dos Frades. Atualmente foram mapeadas 130 áreas (ver figura 11), onde são realizados diagnósticos e levantamento de vulneráveis ao risco de deslizamento e alagamento – estas áreas correspondem a 16 km² que representam 5% do território do município e estão concentradas nas regiões que apresentam maior declividade. O mapeamento das áreas de risco constitui importante instrumento de política pública na medida em que permite hierarquizar os problemas, priorizar o atendimento em caso de desastre, avaliar os custos de investimentos e dar suporte técnico às negociações com a comunidade. Ou seja, os mapas das áreas constituem a base de uma política de prevenção. Entre os principais objetivos, o mapeamento de risco propõe:

- a) orientar as ações de planejamento urbano;
- b) definir áreas prioritárias para intervenções;
- c) monitorar os pontos críticos onde os riscos são mais altos;
- d) definir o tipo de tratamento da área em função do processo atuante;
- e) direcionar as intervenções estruturais (obras de engenharia).

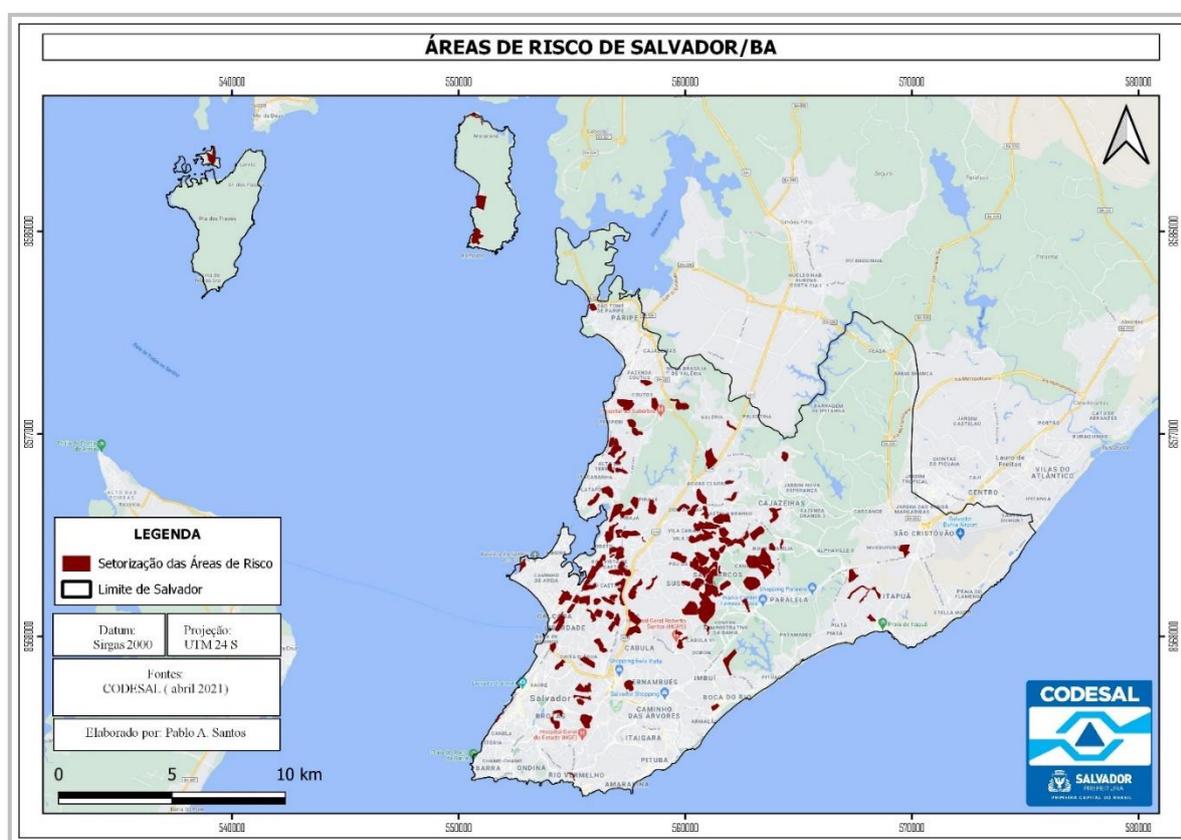


Figura 11: Áreas de Risco de Salvador / BA.
Fonte: Defesa Civil de Salvador, 2021.

Tendo como propósito ampliar as estratégias de gestão, a partir de 2016, após a sua reestruturação, a Defesa Civil de Salvador passou a realizar o mapeamento das áreas de riscos, no sentido de criar estratégias mais amplas de prevenção, em vez de atuar apenas com respostas em cenário pós desastre, como também possibilitou a capacitação das comunidades para transformar condições perigosas e reduzir as vulnerabilidades.

Vale citar os materiais utilizados para a produção deste trabalho, todos eles de propriedade da Defesa Civil. Na parte de *hardware*, foi utilizado um computador com processador INTEL (R) CORE (TM)i7 6700 3.41GHz, uma placa-mãe ASRock Z170, uma placa de vídeo AMD RADEON r5 430, 2GB dedicado (HD) + 2 TB (SATA) de armazenamento e 16GB de memória RAM. Os *softwares* utilizados foram StarUML 3.1.0 para a modelagem conceitual e PostgreSQL 9.5 + PostGIS 2.3 para o modelo físico. A versão do QGIS foi o 3.10 e o servidor Geoserver foi utilizado 2.10.

5.2. Elaboração do modelo conceitual de banco de dados

As estruturas previstas para o armazenamento em banco de dados do mapeamento foram apenas vetoriais, que consistem no principal conjunto de dados geográficos produzidos pela Defesa Civil de Salvador. Pelo pioneirismo em relação à proposição de um modelo de banco de dados geográficos e pelo teor específico dos dados temáticos da Defesa Civil, a proposta da modelagem conceitual teve como referência as regras de negócio da CODESAL, como, por exemplo, a individualidade da delimitação das áreas de risco, ou seja, elas não podem compartilhar um espaço, para a construção dos elementos por parte dos setores responsáveis pelo dado. A modelagem temática dos dados da CODESAL contribuirá para complementar a EDGV Salvador 2017, inserindo os tipos de dados mapeados pela Defesa Civil na sua estrutura.

Apesar da modelagem ter tido como base os dados produzidos na Defesa Civil de Salvador, sua estrutura teve como referência os conceitos gerais de Defesa Civil, assim abrangendo os aspectos conceituais da área, para que o modelo atenda além da realidade dos dados do Estudo de Caso, facilitando a compreensão e leitura do agrupamento.

A ET-EDGV Salvador tem como foco a cartografia de referência, o que torna difícil a sua adaptação como modelo para os dados da Defesa Civil, que tratam de uma cartografia temática. Com isso, fez-se necessária a elaboração de um modelo conceitual para os seus dados, constituindo, assim, relevância e contribuições únicas para a área de geoprocessamento dos órgãos da Prefeitura,

em particular para a cartografia temática produzida pela CODESAL. Apesar disso, para não se distanciar do padrão presente na norma, utilizou-se as regras gerais, a exemplo da forma de nomenclatura dos campos presente e em comum aos dados da CODESAL, como a abreviação da palavra “número” que é apresentada como “nr”, onde essa abreviatura foi utilizada quando o campo tinha como descrição a quantidade de algo ou de algum elemento.

5.3. Elaboração do modelo físico do banco de dados geográficos e carga de dados

Criado o modelo conceitual, para atendimento do segundo objetivo específico, foi efetuada a construção do modelo físico no banco de dados PostgreSQL, versão 9.5, com a extensão espacial PostGIS, versão 2.3, uma extensão espacial gratuita e de código fonte livre que permite o armazenamento e tratamento de dados geográficos em banco de dados.

O primeiro passo foi a criação do banco de dados através do pgAdmin III, versão 1.22, ferramenta gráfica para administração do SGBD PostgreSQL, utilizando o seu recurso de programação em SQL (*Structure Query Language*).

O campo *geom* associa ao objeto a sua primitiva geométrica e o sistema de referência cartográfica, que é composto por figuras geométricas posicionadas no espaço que representam a superfície da Terra. Isso permite que cada ponto dessa mesma superfície tenha um único par de coordenadas (X e Y) ou trio de coordenadas (X, Y, Z, por exemplo); todos os dados produzidos pela Defesa Civil de Salvador se enquadram, unicamente, em informações bidimensionais (X e Y). Todos os objetos estão referenciados e projetados no sistema métrico Universo Transversa de Mercator – UTM em SIRGAS 2000 24 S (SRID 31984), processo esse realizado através de uma padronização estruturada, a ser discutido mais adiante neste trabalho.

Após a criação do ambiente físico, o processo para a carga dos dados tratados em *shapefile* para o banco foi realizado através de uma transferência da tabela de atributo e de geometria do *shapefile* dos dados das áreas de risco para a tabela vazia criada no banco (para cada uma das classes elencadas), considerando as regras de negócio e relacionamentos estabelecidos conceitualmente. Essa atividade foi realizada através da ferramenta *PostGIS Shapefile and DBF Loader* que é um aplicativo instalado automaticamente junto com o PostGIS, cuja finalidade é criar uma tabela ou adicionar registros em uma tabela já existente.

5.4. Disponibilização dos dados geográficos por conexão de banco e geoserviço

Os dados da CODESAL produzidos em banco, vão ser acessíveis tanto para o público interno quanto externo, estes públicos estão classificados como perfis de:

- **Corpo Técnico:** perfil destinado aos produtores das informações geoespaciais da CODESAL. O acesso será através de conexão de banco via QGIS e terão a permissão de apenas inserir e editar os dados dos seus respectivos setores.
- **Visualização:** perfil destinado a gestores e público externo, devidamente autorizado. O acesso será através de *Web Feature Service* (WFS), terão a permissão de apenas visualização e consulta dos dados.

Entendendo a estrutura e administração do acesso, com os dados devidamente armazenados, o próximo ponto foi a realização do acesso interno em ambiente SIG e conexão externa. Para a acesso ao banco pelo corpo técnico, a opção escolhida foi a mais intuitiva e de fácil manuseio, assim a ferramenta Gerenciador de Fonte de Dados para PostgreSQL via QGIS se mostrou mais familiar e de interface mais amigável ao corpo técnico, diferente do uso direto de um Gerenciador de Banco de Dados, que requer um conhecimento mais profundo de banco de dados e linguagem SQL, limitando o número de colaboradores para a atividade.

A próxima etapa tratou da disseminação dos dados ao usuário externo, e para isso foi criado o ambiente no Geoserver, que segue a estrutura proposta pelo modelo conceitual, como no banco. O Geoserver é um software livre que permite aos usuários visualizar e disponibilizar dados geoespaciais através de *web services*, integrando diversos repositórios de dados geográficos com simplicidade, alta performance e possibilitando flexibilidade na elaboração de mapas e compartilhamento de dados. A instalação do Geoserver foi realizada de forma padrão e localmente no mesmo ambiente em que se encontra o modelo físico do banco de dados. As informações disponibilizadas via WFS pelo Geoserver são possíveis através da criação de uma conexão de acesso ao banco de dados geoespacial da CODESAL. O conteúdo das informações chega de uma única entrada de acesso permitida pelo banco, através do *schema* chamado informações públicas – *schema* esse criado e destinado com o único propósito de armazenar em formato de *views* a disposição dos conteúdos de todas as informações geoespaciais produzidas na CODESAL. O usuário externo acessará os dados atualizados via SIG com total segurança.

6. RESULTADOS

6.1. Elaboração do modelo conceitual de banco de dados

O modelo conceitual foi elaborado seguindo conceitos gerais de Gestão de Risco. O intuito do modelo é tornar clara a leitura e a compreensão da estrutura e dos elementos dos dados de risco da CODESAL. Em seguida serão descritos os processos.

Todo o universo de informações está inserido na Gestão do Risco, conforme figura 12. Nesse contexto, a gestão foi subdividida em dois grupos: Redução de Risco e Gerenciamento de Desastre (cujas categorias atendem à Lei Federal nº 12.608, de 10 de abril de 2012).

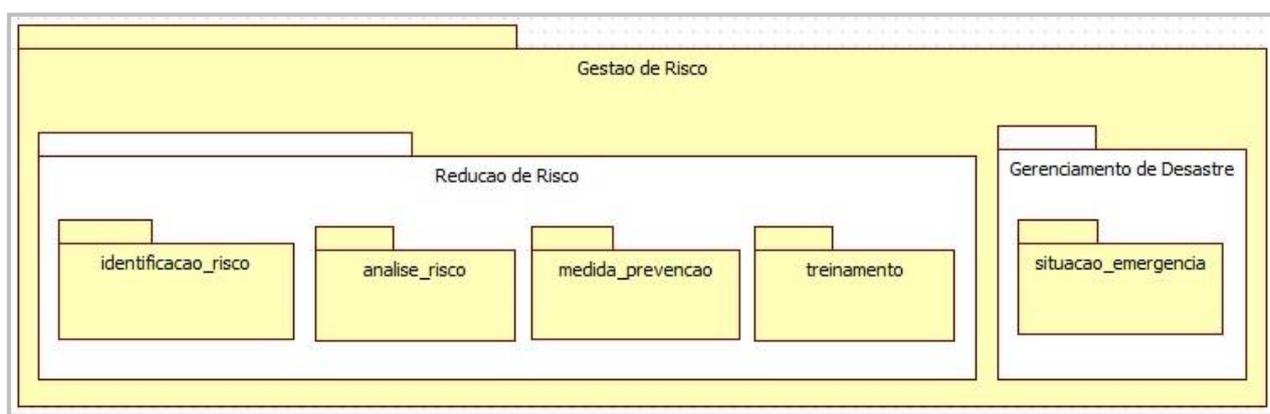


Figura 12: Gestão de Risco.

A estrutura dos dados da modelagem conceitual foi organizada em categorias que estão distribuídas nos grupos de Redução de Risco e Gerenciamento de Desastre e suas definições e conceitos, além de utilizar o referencial teórico, passaram por discussões internas na CODESAL, com o corpo técnico que atua na temática. A seguir será demonstrado esse conjunto de categorias, ou seja, o resultado das reflexões que culminaram na definição teórica desses grupos e dos elementos contidos neles.

Vale ressaltar que para a composição do modelo se fez necessário a adição de classes importadas convencionais, mais precisamente as classes logradouro e bairro (figura 13). Essas classes são elementos da cartografia temática, sendo assim também não estão previstas para o modelo da EDGV Salvador. Entretanto existe um padrão de cadastramento que é realizado na Secretaria Municipal de Desenvolvimento e Urbanismo – SEDUR, vindo assim ser atribuição da SEDUR a modelagem dessas classes, a qual está em discursão, no momento do desenvolvimento deste trabalho - a definição dos atributos e da estrutura final. As informações para o modelo da Defesa Civil são o código e a descrição dos logradouros e dos bairros; mesmo parcialmente discutidas, como são dados importantes para o trabalho da CODESAL, foram incorporadas como classes convencionais

importadas, representadas pela cor azul, cor essa sugerida pelo autor para as classes que ainda não foram modeladas pela área responsável.

a) **Redução de Risco:** As atividades de identificação, análise de fenômenos potencialmente perigosos, a medida de prevenção em áreas de risco e a capacitação da comunidade formam o conjunto de dados geospaciais de identificação e análise de risco, visando sua redução.

i) **Identificação do Risco (IDR):** Essa categoria refere-se aos trabalhos de reconhecimento de ameaças ou perigos e da identificação das respectivas áreas de risco, conforme observado na figura 13 e nas classes que se seguem.

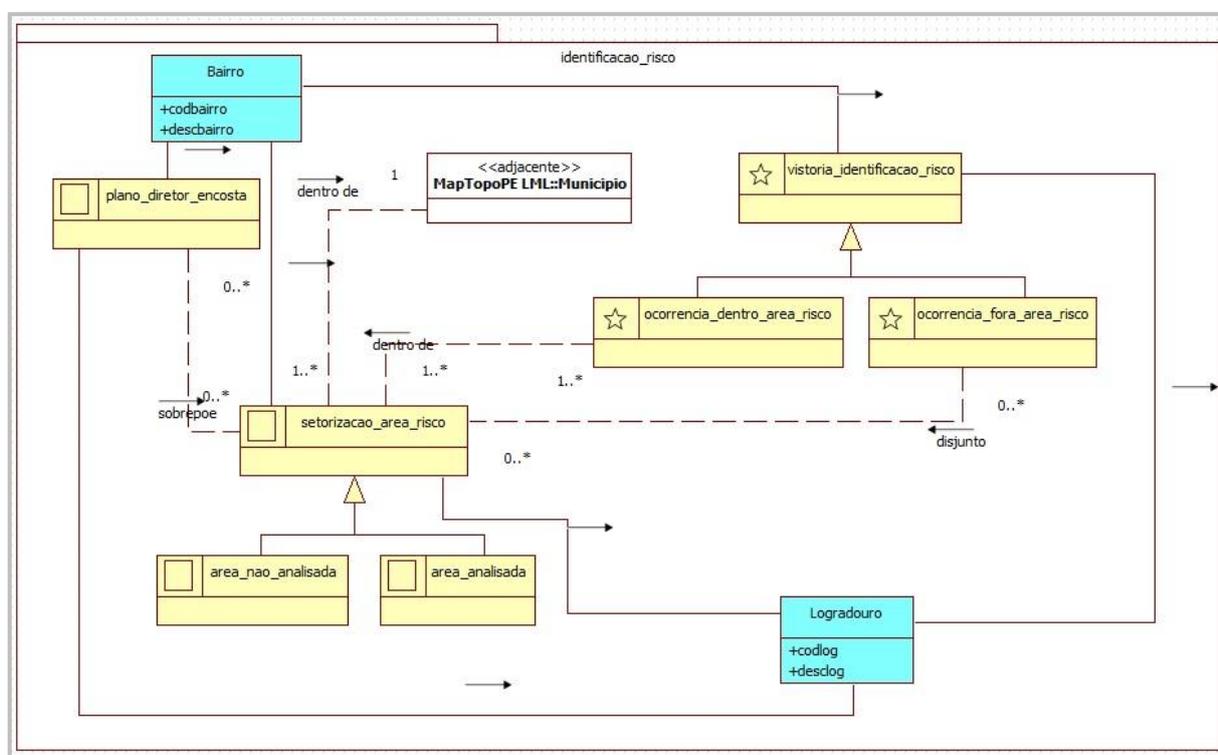


Figura 13: Identificação do Risco.

- **vistoria_identificacao_risco:** Informações atualizadas de ocorrências, que são inseridas no sistema em função das solicitações da população. Eventuais ocorrências são avaliadas e confirmadas a partir das vistorias técnicas. Equipes da CODESAL avaliam e registram, nessa confirmação, diversos aspectos da ocorrência, tais como a natureza, dimensão e o potencial de danos associados. Este dado é representado na primitiva geométrica de ponto e se especializa em ocorrência dentro da área de risco e ocorrência fora da área de

risco que se distinguem pelo posicionamento das informações em relação à setorização da área de risco;

- plano_diretor_encosta: Identificação das encostas em Salvador. Insumo oriundo do Plano Diretor de Encostas em 2004. Este dado é representado na primitiva geométrica de polígono;
- setorizacao_area_risco: Área passível de ser atingida por fenômenos ou processos naturais e/ou induzidos que causem efeito adverso. As pessoas que habitam essas áreas estão sujeitas a danos à integridade física, perdas materiais e patrimoniais. Essa área é delimitada através de estudos fenomenológicos dos processos. Este dado é representado na primitiva geométrica de polígono e se especializa em área não analisada e área analisada, que se distinguem pelas informações do status de inicialização do mapeamento;
- Município: classe importada do mapeamento topográfico de pequena escala da categoria Limites da EDGV Salvador;
- Logradouro: classe convencional, não modelada e de atribuição da SEDUR;
- Bairro: classe convencional, não modelada e de atribuição da SEDUR.

Vale ressaltar que a escolha da relação topológica de sobreposição entre plano diretor de encosta e setorização de área de risco é devido a existir a possibilidade de não haver coincidência total entre os polígonos destas classes.

As ocorrências fora da área de risco não têm relação espacial com ela devido ao limite da área de atuação dessa setorização, não havendo uma distância mínima definida, mas ainda assim, são ocorrências importantes de serem tratadas.

ii) Análise do Risco (ANR): A categoria análise de riscos inicia-se a partir dos resultados gerados pela identificação dos riscos, objetivando reconhecer mais detalhadamente o cenário presente num determinado espaço físico, de acordo com os diferentes tipos de processos previamente reconhecidos. Esta categoria é apresentada na figura 14.

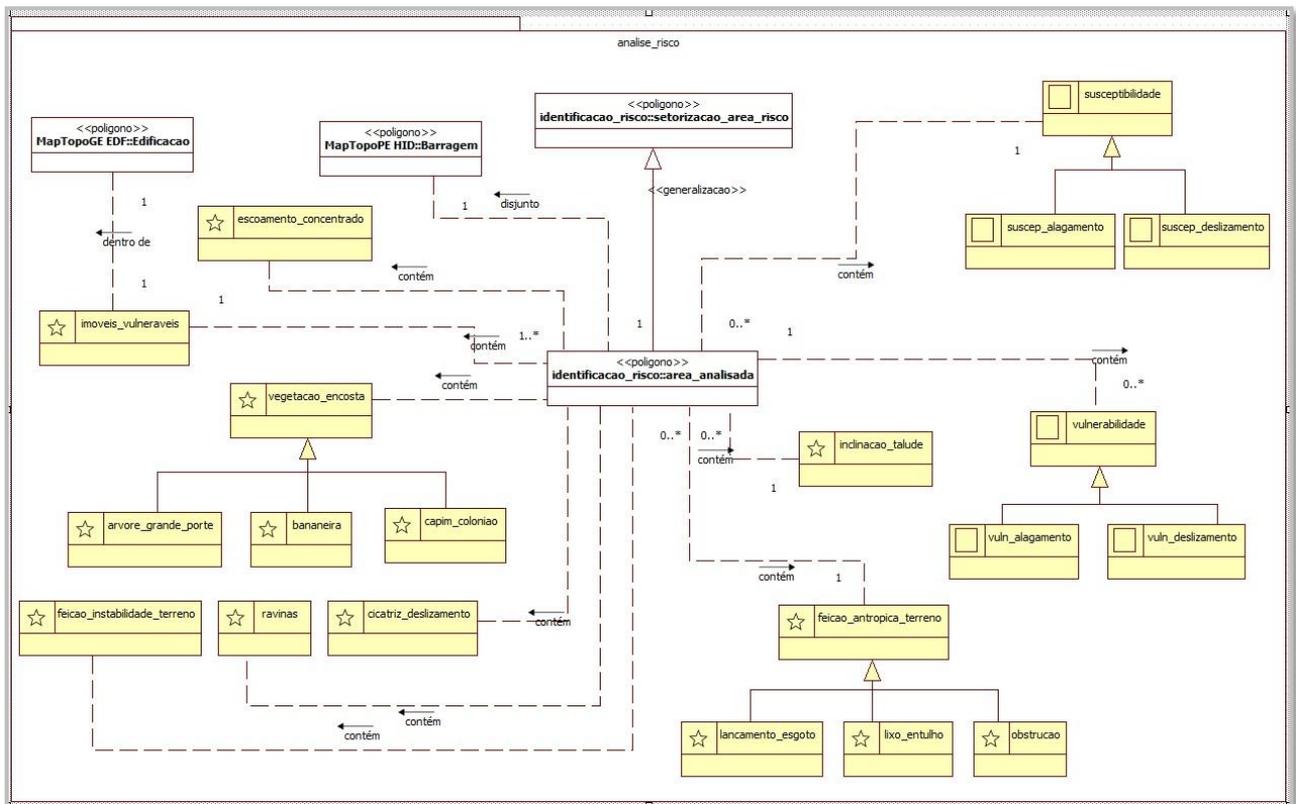


Figura 14: Análise do Risco.

- cicatriz_deslizamento: Feições resultantes da movimentação total ou parcial do talude. Normalmente causadas por fatores externos que minoram a resistência do solo. Este dado é representado na primitiva geométrica de linha;
- inclinação_talude: Ângulo ou inclinação do talude é o ângulo, em graus, entre a horizontal e a reta média entre a crista e o pé. Este dado é representado na primitiva geométrica de ponto;
- feição_instabilidade_terreno: Indícios do início da movimentação de solo nos taludes. São exemplos de feições de instabilidade: trincas no solo e nas moradias, degraus de abatimento, muros e paredes embarrigados, inclinação de árvores, muros e postes, entre outros. Este dado é representado na primitiva geométrica de ponto, embora os elementos tenham formas variadas no contexto real, a primitiva ponto se enquadra de forma satisfatória para as análises da Defesa Civil de Salvador;
- feição_antropica_terreno: Elementos que promovem instabilidade a taludes que são originários da ação humana (acúmulo de lixo/entulho, lançamento de

águas pluviais servidas na encosta, entre outros). Este dado é representado na primitiva geométrica de ponto e se especializa em lançamento de esgoto, lixo entulho e obstrução que se distinguem pelas informações do tipo de intervenção antrópica;

- ravinhas: Tipo de feição de instabilidade, produto da erosão gerada pela ação de córregos e enxurradas. Este dado é representado na primitiva geométrica de ponto;
- vegetacao_encosta: Vegetação inapropriada nas encostas, que contribui para a movimentação de terra, por exemplo, capim colonião e bananeira. Este dado é representado na primitiva geométrica de ponto e se especializa em árvore de grande porte, bananeira e capim-colonião que se distinguem pelas características do tipo de vegetação que apresente risco de movimentação de terra;
- imoveis_vulneraveis: Edificações localizadas em áreas de risco, vulneráveis a deslizamento e/ou alagamento. Este dado é representado na primitiva geométrica de ponto;
- susceptibilidade: Disposição que encosta ou talude possuem de sofrer deslizamentos e do corpo d'água para a promoção de alagamentos. Este dado é representado na primitiva geométrica de polígono e se especializa em susceptibilidade de alagamento e susceptibilidade de deslizamento que se distinguem pelas informações do tipo de ocorrência;
- vulnerabilidade: Grau de perda para um dado elemento, grupo ou comunidade dentro de uma determinada área passível de ser afetada por um fenômeno ou processo. Este dado é representado na primitiva geométrica de polígono e se especializa em vulnerabilidade de alagamento e vulnerabilidade de deslizamento que se distinguem pelas informações do tipo de ocorrência;
- escoamento_concentrado: Escoamento de águas pluviais com vazão acima da adequada por falta de rede drenagem no logradouro, ou por imperfeições na pavimentação do mesmo. Este dado é representado na primitiva geométrica de ponto;
- Edificacao: classe importada do mapeamento topográfico de grande escala da categoria Edificação da EDGV;

- Barragem: classe importada do mapeamento topográfico de pequena escala da categoria Hidrografia da EDGV.

A relação entre a informação de susceptibilidade e de setorização de área de risco escolhida foi a de contida, pois as susceptibilidades devem estar completamente contidas na área de risco. Importante destacar que, mesmo se tratando de uma área urbana, o elemento barragem entra no modelo, isso por estar presente nas proximidades de algumas comunidades, por conta do processo de ocupação urbana desordenado, a exemplo da região do Bate Facho, próxima à barragem de Pituáçu.

iii) Medida de Prevenção (MPR): A partir dos dados obtidos nos estudos de análise de risco são realizadas atividades para o gerenciamento das áreas de risco, o que compreende a definição, formulação e execução de medidas estruturais e não estruturais mais adequadas ou factíveis de serem executadas a curto, médio e longo prazos, no sentido de reduzir o risco de acidentes, conforme visto na figura 15.

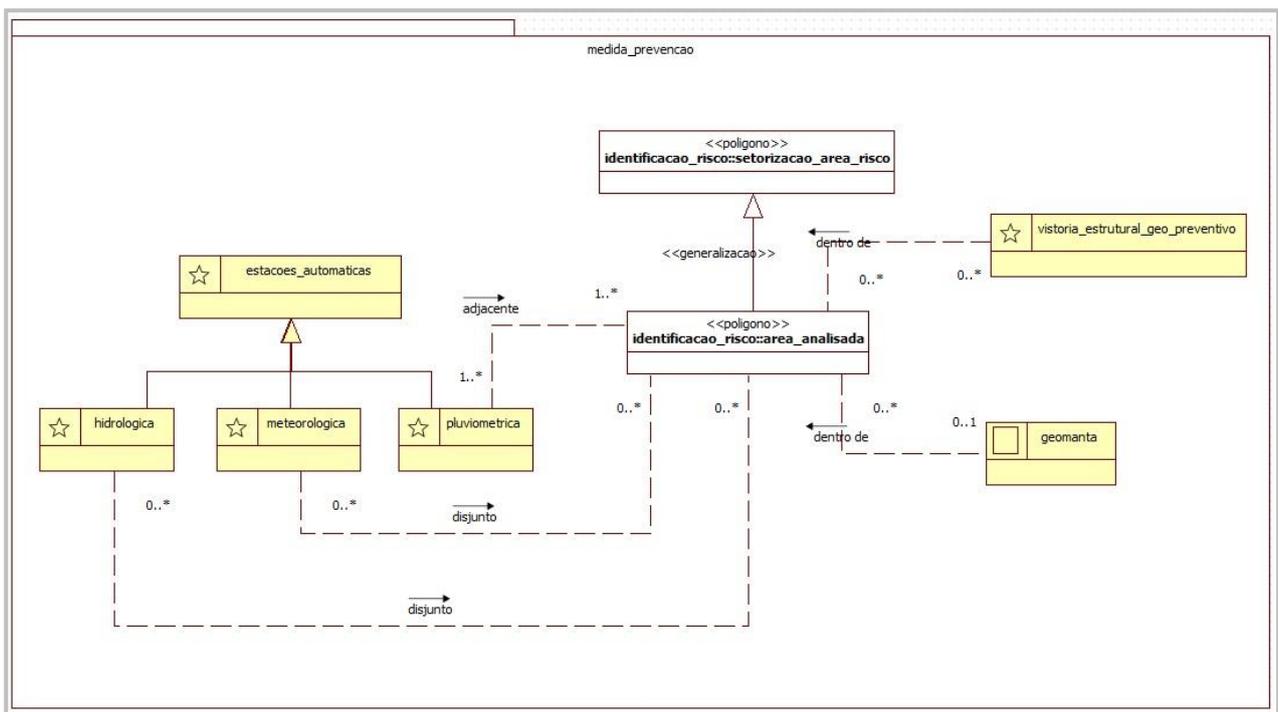


Figura 15: Medida de Prevenção.

- geomanta; Tecnologia de cobertura provisória das encostas pra impermeabilização, de rápida execução e baixo custo, utiliza um geocomposto de PVC e geotêxtil com cobertura de cimento jateado. Este dado é representado na primitiva geométrica de polígono;

- **vistoria_estrutural_geo_preventivo**: Vistoria técnica acionada pelos critérios do plano preventivo da Defesa Civil, com o intuito de identificar situações de risco iminente de escorregamentos. Este dado é representado na primitiva geométrica de ponto;
- **estacoes_automaticas**: Estações automáticas utilizadas para o monitoramento do tempo. Este dado é representado na primitiva geométrica de ponto e se especializa em hidrológica, meteorológica e pluviômetro que se distinguem pelas informações do tipo de estação.

iv) **Treinamento (TRE)**: Identificação de locais de atuação da Defesa Civil na difusão da cultura de prevenção, seja através de organizações de cursos, oficinas e palestras, possibilitando a capacitação de equipes locais e da população. Observa-se a categoria na figura 16.

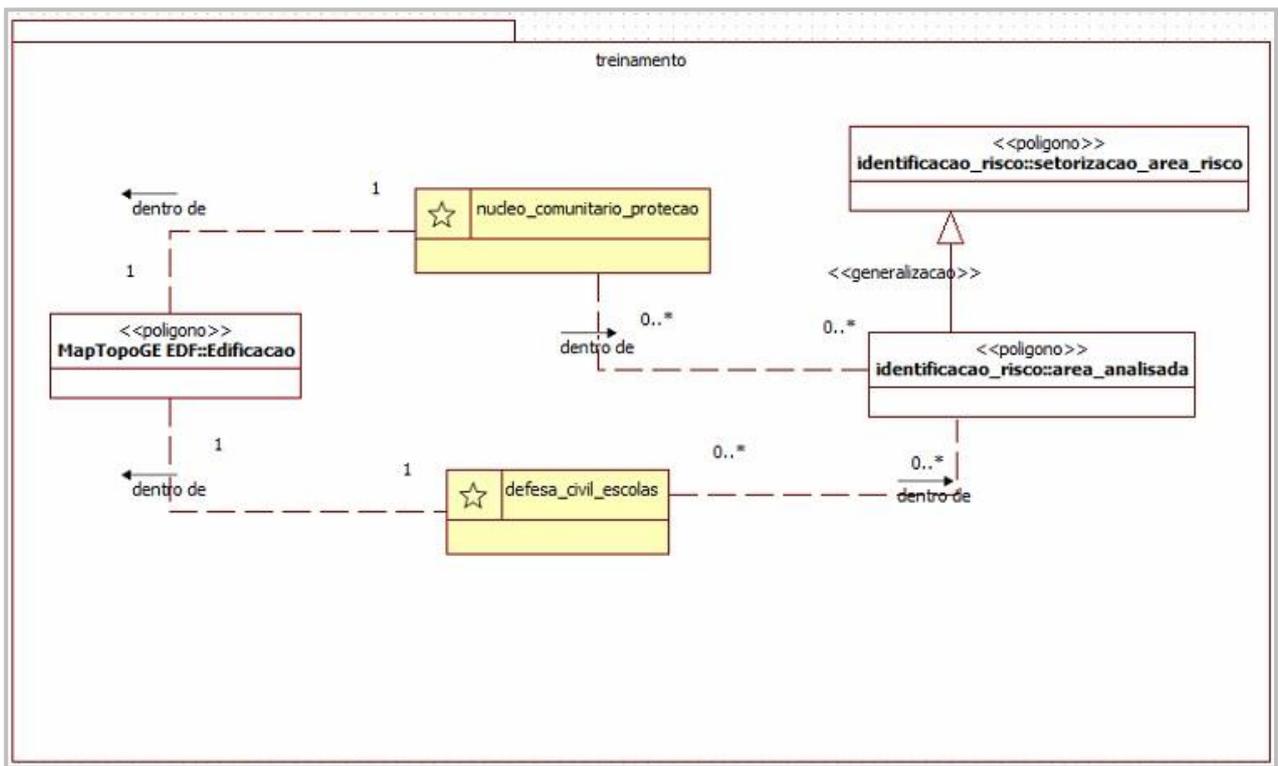


Figura 16: Treinamento.

- **nucleo_comunitario_protecao**: Desenvolvimento da resiliência das pessoas quando um desastre acontece, reduzindo a vulnerabilidade e ajudando as comunidades a terem mais consciência das ameaças. Este dado é representado na primitiva geométrica de ponto;

- defesa_civil_escolas: projeto dirigido a alunos das escolas municipais de Salvador, que estudem ou residam em áreas de risco. Este dado é representado na primitiva geométrica de ponto;
- Edificacao: classe importada do mapeamento topográfico de grande escala da categoria Edificação da EDGV.

A escolha da classe geral de Edificação foi a mais abrangente para o modelo, já que na EDGV Salvador existe a especialização de edificação chamada edif_escolas, que atende as edificações referente a classe defesa_civil_escolas, porém não para a classe nucleo_comunitario_protecao que não necessariamente são somente realizados nas escolas, os treinamentos podem ser realizados em Igrejas ou até mesmo Associações. Ainda sobre essas classes, a relação entre as informações pontuais de núcleo comunitário e de escolas com a camada de edificação da EDGV Salvador foi “dentro de”, pois estes equipamentos devem estar completamente contidos na edificação, que é representada pela primitiva polígono.

b) **Gerenciamento de Desastre:** No caso dos desastres naturais, os acidentes podem acontecer mesmo que diversas ações estruturais e não estruturais de prevenção sejam executadas. Para poder enfrentar condições potencialmente adversas, há que se gerenciar ações logísticas para o atendimento das emergências. Este grupo contém dados referentes a delimitação de setores de risco, rota de fuga para remoção da população, localização de abrigos e o sistema de monitoramento e alerta, que fazem parte da categoria única de situação de emergência.

- i) Situação de Emergência (SDE): O planejamento para situações de emergência trata, principalmente, da determinação de como uma dada população em uma área de risco deve ser preventivamente evacuada ou protegida quando o risco é muito alto. Esta categoria está representada na figura 17.

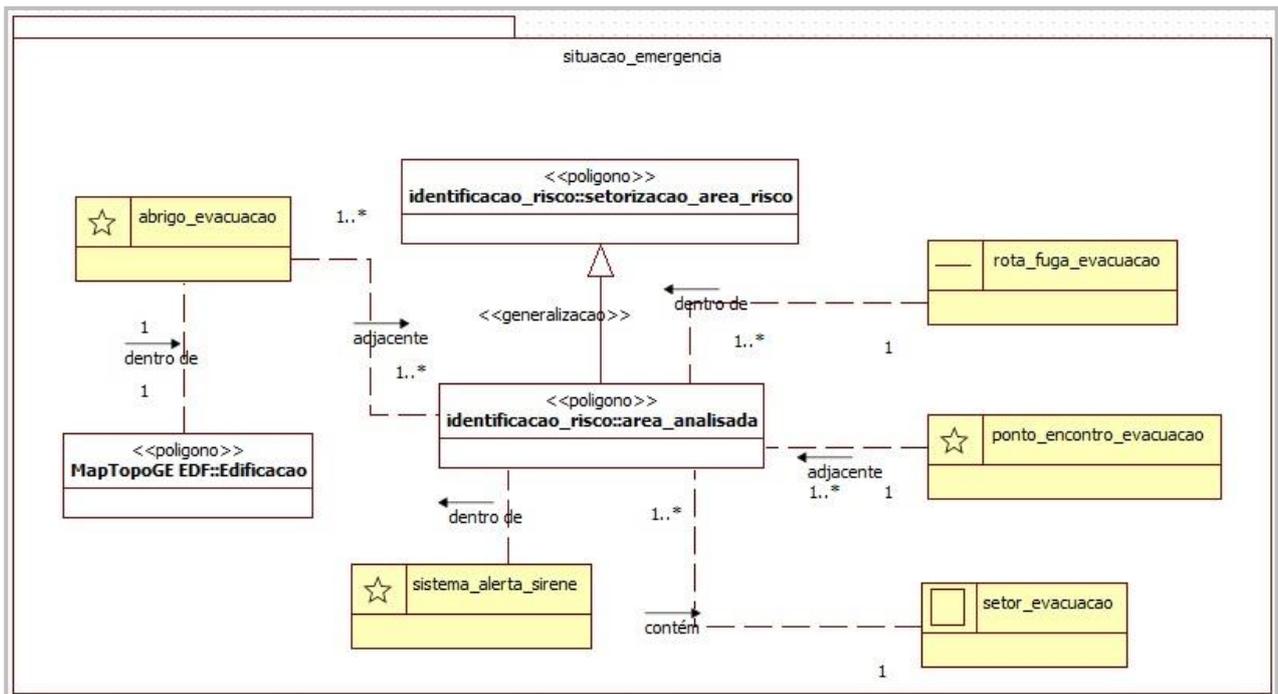


Figura 17: Situação de Emergência.

- **sistema_alerta_sirene**: Sistema de alarme sonoro instalados em áreas de risco com intuito de atuar preventivamente no município, objetivando minimizar as perdas de vida relacionadas às chuvas. O sistema é gerenciado pelo Centro de Monitoramento e Alerta da Defesa Civil – CEMADEC. Este dado é representado na primitiva geométrica de ponto;
- **ponto_encontro_evacuacao**: Pontos de encontro para a evacuação e orientação da população para um abrigo seguro. Este dado é representado na primitiva geométrica de ponto;
- **abrigo_evacuacao**: Local destinado a abrigar a população evacuada de uma área de risco. Este dado é representado na primitiva geométrica de ponto;
- **rotas_fuga_evacuacao**: Rotas de guia para os pontos de encontros e abrigo. Este dado é representado na primitiva geométrica de linha;
- **setor_evacuacao**: Divisão de setores dentro da área de risco para o processo de evacuação da população. Este dado é representado na primitiva geométrica de polígono.

Vale ressaltar que a escolha da relação topológica de “dentro de” entre o sistema de alerta e sirene e setorização de área de risco é devido ao elemento ter que rigorosamente estar dentro do setor de área de risco.

As informações sobre atributos alfanuméricos das classes apresentadas nas figuras 13 a 17 podem ser consultadas nos Apêndices A e B. Em sua maioria, as relações entre as classes ocorrem de maneira espacial, não havendo necessidade de criação de chave estrangeira para implementação do modelo, entretanto, ocorreram algumas exceções, a exemplos dos casos de logradouro e bairro e da relação entre setorização da área de risco e a susceptibilidade. Essa última relação pode acarretar um erro de correspondência, por um preenchimento equivocado do campo codSetorRisco (Apêndice A), não basta apenas a susceptibilidade estar dentro de qualquer setorização, mas sim da sua setorização de estudo.

Finalizada a elaboração do modelo conceitual (que pode ser visto completo no Apêndice C), o próximo passo foi a construção do modelo físico no banco de dados.

6.2. Elaboração do modelo físico do banco de dados geográficos e compatibilização dos dados para carga

O banco foi criado e nomeado como `gestao_risco_defesa_civil_salvador` e em seguida foi instalada a extensão PostGIS, como pode ser observado no trecho de código SQL da figura 18.

```
-- Criação da Database: gestao_risco_defesa_civil_salvador
CREATE DATABASE gestao_risco_defesa_civil_salvador
WITH OWNER = postgres
ENCODING = 'UTF8'
TABLESPACE = pg_default
LC_COLLATE = 'Portuguese_Brazil.1252'
LC_CTYPE = 'Portuguese_Brazil.1252'
CONNECTION LIMIT = -1;
```

Figura 18: Criação do Banco.

Em seguida, foram criados os *schemas* ou esquemas⁷ para refletir os grupos do modelo conceitual proposto, ou seja, os *schemas*: `reducao_risco` e `gerenciamento_desastre`. Além dos dois citados, também foram criados um *schema* para as tabelas auxiliares, chamado `lista_codigo`, e um outro *schema* dedicado à administração da disseminação dos dados, chamado de `informacoes_publicas`. Este último será utilizado para o terceiro objetivo no item 5.4. Um exemplo de criação do *schema* `reducao_risco` está na figura 19.

⁷ Coleção de objetos de banco de dados.

```
-- Schema: reducao_risco
-- DROP SCHEMA reducao_risco;

CREATE SCHEMA reducao_risco
  AUTHORIZATION postgres;

GRANT ALL ON SCHEMA reducao_risco TO postgres;
```

Figura 19: Criação do schema para a categoria Redução de Risco.

O próximo passo consistiu na criação das tabelas, ainda sem informações carregadas, refletindo o modelo conceitual proposto no item 6.1. Para a estrutura de nomenclatura de cada uma delas, foi utilizada a referência da ET-EDGV Salvador. Ela se inicia com a sigla referente à categoria que o elemento pertence, acompanhada pelo nome do elemento e, por fim, por uma letra que representa a sua primitiva geométrica (**p** para ponto, **l** para linha e **a** para polígono), como por exemplo: *mpr_estacoes_automaticas_p*, *anr_cicatriz_deslizamento_l* e *idr_setorizacao_area_risco_a*.

Os campos (atributos) das tabelas, seguindo as estruturas vistas no Apêndice A, foram criados e junto a eles as chaves primárias (pkey) e estrangeiras (fk), havendo referência, também, às tabelas auxiliares (*code list*) criadas no *schema* *lista_codigo*, conforme apresentadas no Apêndice B. Para guardar informações da estrutura geográfica e das propriedades dos *ObjetosGeo*, utilizou-se uma tabela de metadado que é a *geometry_columns*, que permite criar, em cada tabela, o campo dedicado a armazenar a codificação cartográfica, que será chamado de *geom*. Exemplo de código SQL de criação de tabela na figura 20.

```

-- Table: reducao_risco.anr_susceptibilidade_a
-- DROP TABLE reducao_risco.anr_susceptibilidade_a;

CREATE TABLE reducao_risco.anr_susceptibilidade_a
(
  gid serial NOT NULL,
  codsetorrisco integer NOT NULL,
  riscopredominante integer NOT NULL,
  graurisco integer NOT NULL,
  geom geometry(MultiPolygon,31984),
  CONSTRAINT anr_susceptibilidade_pkey PRIMARY KEY (gid),
  CONSTRAINT fk_grau_risco FOREIGN KEY (graurisco)
    REFERENCES lista_codigo.grau_risco (graurisco) MATCH SIMPLE
    ON UPDATE NO ACTION ON DELETE NO ACTION,
  CONSTRAINT fk_risco_predominante FOREIGN KEY (riscopredominante)
    REFERENCES lista_codigo.risco_predominante (riscopredominante) MATCH SIMPLE
    ON UPDATE NO ACTION ON DELETE NO ACTION,
  CONSTRAINT fk_setorizacao_area_risco FOREIGN KEY (codsetorrisco)
    REFERENCES reducao_risco.idr_setorizacao_area_risco_a (codsetorrisco) MATCH SIMPLE
    ON UPDATE NO ACTION ON DELETE NO ACTION
)
WITH (
  OIDS=FALSE
);
ALTER TABLE reducao_risco.anr_susceptibilidade_a
  OWNER TO postgres;
GRANT ALL ON TABLE reducao_risco.anr_susceptibilidade_a TO postgres;

```

Figura 20: Criação da tabela de Susceptibilidade.

A setorização de área de risco⁸ é a área de estudo e, devido a isso, ao que vale as informações referentes à análise de risco, os objetos devem estar inseridos totalmente dentro desse limite. Para os dados que desconfiguraram dessa regra de negócio existiu um impacto, onde houve a necessidade de reuniões, com os produtores da informação, na CODESAL, para a adequação desses objetos.

Para a verificação dos relacionamentos entre as classes, foram criadas *functions* (funções) e *triggers* (gatilhos), que permitem a execução de operações que normalmente levariam várias consultas, tudo isso em uma única função dentro do banco de dados. Por exemplo, na figura 11 do modelo conceitual, que trata das relações da área de risco com as classes área de risco e a susceptibilidade e vulnerabilidade, a relação de contém foi tratada com o comando *ST_Contains*, que testa se uma geometria contém totalmente outra geometria, de outra classe, atendendo a relação proposta, ou seja, testa se um elemento *area_analisada* da classe *identificação_risco* contém totalmente objetos susceptibilidade e vulnerabilidade da classe *analise_risco*. Essa função é disparada a partir da *trigger* (figura 21) que é acionada a partir do momento do comando de inserção do objeto criado para o banco de dados, onde ele é salvo no banco, apenas se as condições da relação

⁸ Como definida na página 43.

espacial forem verdadeiras, caso contrário será emitida uma mensagem de erro referenciando o elemento em questão.

```
-- Function: reducao_risco.check_relacao_espacial_setorizacao_area_risco()
-- DROP FUNCTION reducao_risco.check_relacao_espacial_setorizacao_area_risco();

CREATE OR REPLACE FUNCTION reducao_risco.check_relacao_espacial_setorizacao_area_risco()
  RETURNS trigger AS
  $BODY$
BEGIN
-- also tried IF NOT EXISTS instead of IF count >0
IF (SELECT COUNT(*) FROM (SELECT gid FROM reducao_risco.idr_setorizacao_area_risco_a AS
a WHERE st_contains(a.geom, NEW.geom) AND a.codsetorrisco = NEW.codsetorrisco) AS foo) <1
THEN
  RAISE Exception 'A relação espacial é incompatível, por favor, verifique o gid % ',NEW.gid;
  --RETURN NULL;
END IF;

RETURN NEW;
END;
$BODY$
LANGUAGE plpgsql VOLATILE
COST 100;
ALTER FUNCTION reducao_risco.check_relacao_espacial_setorizacao_area_risco()
  OWNER TO postgres;

-- Trigger: relacao_espacial_area_risco_susceptibilidade on reducao_risco.anr_susceptibilidade_a
-- DROP TRIGGER relacao_espacial_area_risco_susceptibilidade ON reducao_risco.anr_susceptibilidade_a;

CREATE TRIGGER relacao_espacial_area_risco_susceptibilidade
  BEFORE INSERT OR UPDATE
  ON reducao_risco.anr_susceptibilidade_a
  FOR EACH ROW
  EXECUTE PROCEDURE reducao_risco.check_relacao_espacial_setorizacao_area_risco();
```

Figura 21: Criação da *function* e da *trigger*.

Em outra situação, a regra de negócio da classe setorização de área de risco da categoria identificação_risco, diz que áreas de risco não devem se sobrepor entre elas e nem mesmo estar contidas uma na outra, por questão administrativa e de análise. Para isso, os comandos *ST_Contains* e *ST_Overlaps* foram utilizados em *functions*, onde testam se a geometria está contida ou se sobrepõe, respectivamente. Exemplo de listagem das relações existentes entre classes e funções aplicadas no banco de dados na tabela 02.

Categoria	Classe 1	Classe 2	Relação	Função
Identificação do Risco (IDR)	area_analisada	vistoria_identificacao_risco (ocorrencia_dentro_area_risco)	Dentro de	ST_Contains
		vistoria_identificacao_risco (ocorrencia_fora_area_risco)	Disjunto	ST_Disjoint
		plano_diretor_encosta	Sobreposição	ST_Overlaps
Análise do Risco (ANR)	area_analisada	cicatriz_deslizamento	Contém	ST_Contains
		inclinação_talude	Contém	ST_Contains
		feição_instabilidade_terreno	Contém	ST_Contains
		feição_antropica_terreno	Contém	ST_Contains
		ravinas	Contém	ST_Contains
		vegetacao_encosta	Contém	ST_Contains
		imoveis_vulneraveis	Contém	ST_Contains
		susceptibilidade	Contém	ST_Contains
		vulnerabilidade	Contém	ST_Contains
		escoamento_concentrado	Contém	ST_Contains
		edificação	Contém	ST_Contains
		barragem	Contém	ST_Contains
Medida de Prevenção (MPR)	area_analisada	Geomanta	Dentro de	ST_Contains
		vistoria_estrutural_geo_preventivo	Dentro de	ST_Contains
		estacoes_automaticas (hidrologica)	Disjunto	ST_Disjoint
		estacoes_automaticas (meteorologica)	Disjunto	ST_Disjoint
		estacoes_automaticas (pluviometrica)	Adjacente	ST_Intersects
Treinamento (TRE)	area_analisada	nucleo_comunitario_protecao	Contém	ST_Contains
		defesa_civil_escolas	Contém	ST_Contains
Situação de Emergência (SDE)	area_analisada	sistema_alerta_sirene	Dentro de	ST_Contains
		ponto_encontro_evacuacao	Adjacente	ST_Intersects
		abrigo_evacuacao	Adjacente	ST_Intersects
		rota_fuga_evacuacao	Dentro de	ST_Contains
		setor_evacuacao	Contém	ST_Contains

Tabela 02: Relações Espaciais.

Na tabela 03 são descritas as ações executadas para tornar o dado compatível ao modelo conceitual.

Categoria	Nome da classe	Problema identificado	Ação executada
reducao_risco	anr_cicatriz_deslizamento_p	Feição não está dentro da área de risco	Encaminhado ao setor para ajuste
		Sistema de Referência Geodésica incompatível (WGS84)	Transformação de Sistemas de Referência Geodésica (SIRGAS 2000 24S)
	anr_escoamento_concentrado_p	Feições não estão dentro da área de risco	Encaminhado ao setor para ajuste
		Geometria inválida	Ferramenta de Geoprocessamento (Corrigir geometria)
		Sistema de Referência Geodésica incompatível (WGS84)	Transformação de Sistemas de Referência Geodésica (SIRGAS 2000 24S)
	anr_feicao_instabilidade_terreno_p	Feições não estão dentro da área de risco	Encaminhado ao setor para ajuste
		Geometria inválida	Ferramenta de Geoprocessamento (Corrigir geometria)
		Sistema de Referência Geodésica incompatível (WGS84)	Transformação de Sistemas de Referência Geodésica (SIRGAS 2000 24S)
	anr_imoveis_vulneraveis_p	Geometria inválida	Ferramenta de Geoprocessamento (Corrigir geometria)
	anr_ravinas_l	Feições não estão dentro da área de risco	Encaminhado ao setor para ajuste
		Sistema de Referência Geodésica incompatível (SAD69)	Transformação de Sistemas de Referência Geodésica (SIRGAS 2000 24S)
	idr_plano_diretor_encosta_a	Falta de padronização alfanumérica	Edição realizada pelo pesquisador
	idr_setorizacao_area_risco_a	Sobreposição entre as próprias áreas de risco	Encaminhado ao setor para ajuste
		Falta de padronização alfanumérica	Edição realizada pelo pesquisador
	mpr_geomanta_a	Geometria inválida	Ferramenta de Geoprocessamento (Corrigir geometria)

		Falta de padronização alfanumérica	Edição realizada pelo pesquisador
		Sistema de Referência Geodésica incompatível (WGS84)	Transformação de Sistemas de Referência Geodésica (SIRGAS 2000 24S)
	tre_defesa_civil_escolas_p	Geometria inválida	Ferramenta de Geoprocessamento (Corrigir geometria)
gerenciamento_desastre	sde_rota_fuga_evacuacao_1	Falta de padronização alfanumérica	Edição realizada pelo pesquisador
		Geometria inválida	Ferramenta de Geoprocessamento (Corrigir geometria)
		Feições não estão dentro da área de risco	Encaminhado ao setor para ajuste
		Sistema de Referência Geodésica incompatível (WGS84)	Transformação de Sistemas de Referência Geodésica (SIRGAS 2000 24S)
	sde_setor_evacuacao_a	Geometria inválida	Ferramenta de Geoprocessamento (Corrigir geometria)
		Sistema de Referência Geodésica incompatível (WGS84)	Transformação de Sistemas de Referência Geodésica (SIRGAS 2000 24S)
	sde_sistema_alerta_sirene_p	Falta de padronização alfanumérica	Edição realizada pelo pesquisador
		Sistema de Referência Geodésica incompatível (SIRGAS2000)	Transformação de Sistemas de Referência Geodésica (SIRGAS 2000 24S)

Tabela 03: Problemas encontrados e correções aplicadas.

Vale ressaltar que todos os erros citados foram detectados e impedidos pelo banco, em especial a relação topológica, colocando em teste as *functions* e *triggers* criadas para validar os relacionamentos entre as classes, mostrando a eficácia do gerenciamento do banco. Justamente esse é o papel destas *functions* que é de validar as relações topológicas previstas no modelo durante a criação e edição dos dados. Cabe ressaltar que os dados criados antes da definição do modelo acarretaram problemas, que obrigaram o tratamento destes antes da carga no banco (Tabela 03), porém com o início do uso desse banco modelado, as *functions* passam a fazer essa verificação para os novos dados inseridos, trazendo como vantagem a confiabilidade das regras de negócio definidas para os dados produzidos na Defesa Civil.

Por fim dessa etapa, foi criado o *schema* `informacoes_publicas`, *schema* responsável por servir de fonte dos dados que serão disponibilizados ao público externo, para o servidor de mapa. Nele foram criadas apenas *views* dos objetos encontrados nos *schemas*: `reducao_risco` e `gerenciamento_desastre`, e os atributos de cada dado são filtrados seguindo a orientação dos gestores do que se deve ser disponibilizado, conforme será apresentado no tópico 6.4.

A figura 22 apresenta a imagem geral da finalização da criação do banco `gestao_risco_defesa_civil_salvador`.

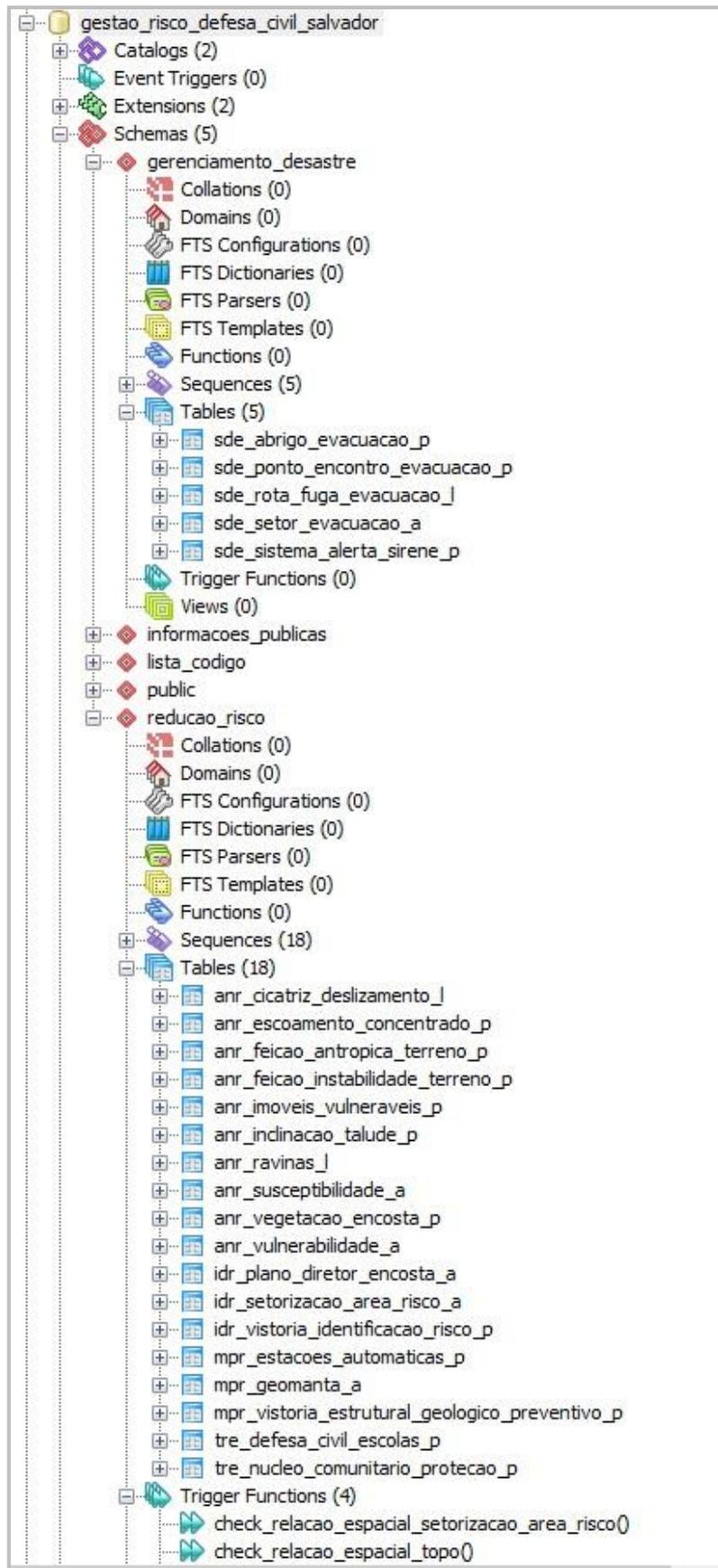


Figura 22: Visão geral do banco.

6.3. Disponibilizar os dados geográficos por conexão de banco e geoserviço

O usuário interno, configurado como **corpo técnico**, realizará uma conexão ao banco via QGIS, inserindo os parâmetros necessários para isso, mas tudo gerenciado por perfis e permissões criadas por um administrador do banco de dados geoespaciais da CODESAL. Para a avaliação do desempenho e agilidade no processo de adição do objeto na área de trabalho do QGIS, foram realizados testes que permitia edição vetorial direta em SIG (Figura 23). A outra avaliação referiu-se ao teste de solicitação dos dados ao se realizar conexões simultâneas.

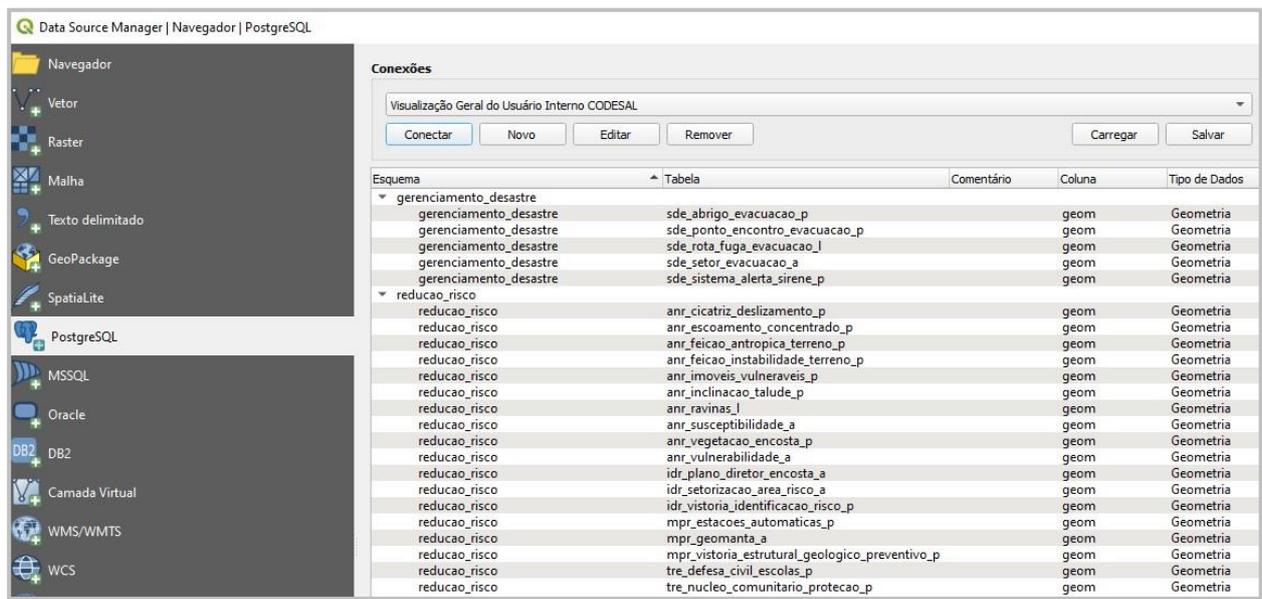


Figura 23: Visualização do acesso interno dos usuários da CODESAL.

Agora com a permissão de acesso ao banco via QGIS o usuário interno realizará as ações de inserção e atualização dos dados geoespaciais. Para a inserção dos dados na tabela de atributos, o corpo técnico irá digitar apenas códigos em vez de digitar a descrição de um registro. Por exemplo, para inserir um dado no campo *graurisco*, o usuário interno em vez de digitar *Muito Alto*, digitará o código correspondente a esse valor, que é *5*, correspondente a tabela auxiliar desse tema. Com isso será evitado erros de digitação e falta de padronização dos valores inseridos. Porém, como visto na figura 24, a tabela de atributos possuirá apenas os códigos para os campos normalizados, sendo um obstáculo ao usuário externo no momento de compreender o que cada código significa.

	graurisco [PK] integer	descricao character varying(10)	gid	nomesetorrisco	anoanalise	riscopredominante	graurisco
1	1	Sem Risco	36	116 Calafate	2019	2	4
2	2	Baixo	37	73 Candinho Fernandes	2018	2	5
3	3	Médio	38	74 Churupita	2017	2	3
4	4	Alto	39	75 Creche	2017	2	4
5	5	Muito Alto	40	21 Daniel Gomes	2020	2	4
6	6	Sem Inform					
*							

Figura 24: Lista de código e seu preenchimento no registro do dado.

No Geoserver, primeiro foi criado um espaço de trabalho, nomeado informações públicas, o mesmo título do último *schema* criado, uma vez que esse *schema* possui a finalidade de fonte de dados para o Geoserver. A ideia é limitar ao servidor a leitura de apenas um *schema*, permitindo rapidez e agilidade nas solicitações do banco, evitando, pois, o congestionamento de solicitações de dados.

O *schema* mencionado acima tem como regra a disponibilização de objetos e informações. Essa regra de permissões adapta-se a diferentes cenários, porém sempre prioriza os interesses administrativos de segurança de dados do órgão, no sentido de que ela atua de forma a isolar o restante do banco de dados de uso interno, disponibilizando apenas dados para finalidades específicas, ou seja, um agrupamento seletivo de dados presentes nas *views*. Lembrando que o Geoserver é o ambiente responsável por disponibilizar as *views* para o público externo (perfil Visualização, item 5.4) através do geoserviço WFS.

Para os dados de visualização externa, as *views* produzidas e inseridas para o Geoserver mostram a correspondência entre o código e seu significado, para a facilitação e compreensão do usuário externo na leitura dos dados. Na figura 25, podemos ver o resultado da diferença de visualização entre o usuário interno, o corpo técnico e o usuário externo.

gid	nomesetorrisko	graurisko	ocorrenciatotal	ocorrenciaoperacaochuva	gid	nomesetorrisko	riscopredominante	graurisko
32	25 de Maio	4	47	42	1	32 25 de Maio	Deslizamento	Alto
11	Adutora	4	5	5	2	11 Adutora	Alagamento	Alto
6	Agda Ferreira	4	54	47	3	6 Agda Ferreira	Deslizamento	Alto
111	Alecrim	4	41	30	4	111 Alecrim	Deslizamento	Alto
12	Alto da Igreja	6	31	28	5	12 Alto da Igreja	Deslizamento	Sem Inform
90	Alto do Bom Viver	4	73	66	6	90 Alto do Bom Viver	Deslizamento	Alto
91	Alto do Para	3	29	24	7	91 Alto do Para	Deslizamento	Médio
92	Ana Lucia	3	125	77	8	92 Ana Lucia	Alagamento e Deslizamento	Médio
30	Antonio Soares	4	30	22	9	30 Antonio Soares	Deslizamento	Alto
93	Antonio Teixeira	4	30	27	10	93 Antonio Teixeira	Deslizamento	Alto

Figura 25: A esquerda, visualização interna e a direita a visualização externa (WFS).

Os dados foram adicionados ao servidor (ver figura 26) e a partir daí, foi criado um *web service* para a disponibilização desses dados via padrão WFS (*Web Feature Service*), completamente funcional e seguindo as especificações do *Open Geospatial Consortium* (OGC). O foco foi facilitar o uso e suporte para os padrões abertos, a fim de permitir a Defesa Civil de compartilhar suas informações geoespaciais de uma maneira interoperável. Esse servidor será o ambiente de administração desses dados para a *WEB*, proporcionando segurança e meios de disponibilização.



Figura 26: Ambiente Geoserver da Defesa Civil de Salvador com os dados inseridos.

Com o serviço WFS criado, o próximo passo foi o teste de conexão interna e externa com o geoserviço via QGIS. Com o teste interno sendo favorável, foi aberta uma solicitação para a liberação da porta de segurança do Geoserver da Defesa Civil, para assim serem realizados novos testes, agora fora da rede interna. O teste de conexão, foi realizado no computador pessoal do autor, sendo essa a visualização para o público externo (ver figura 27).

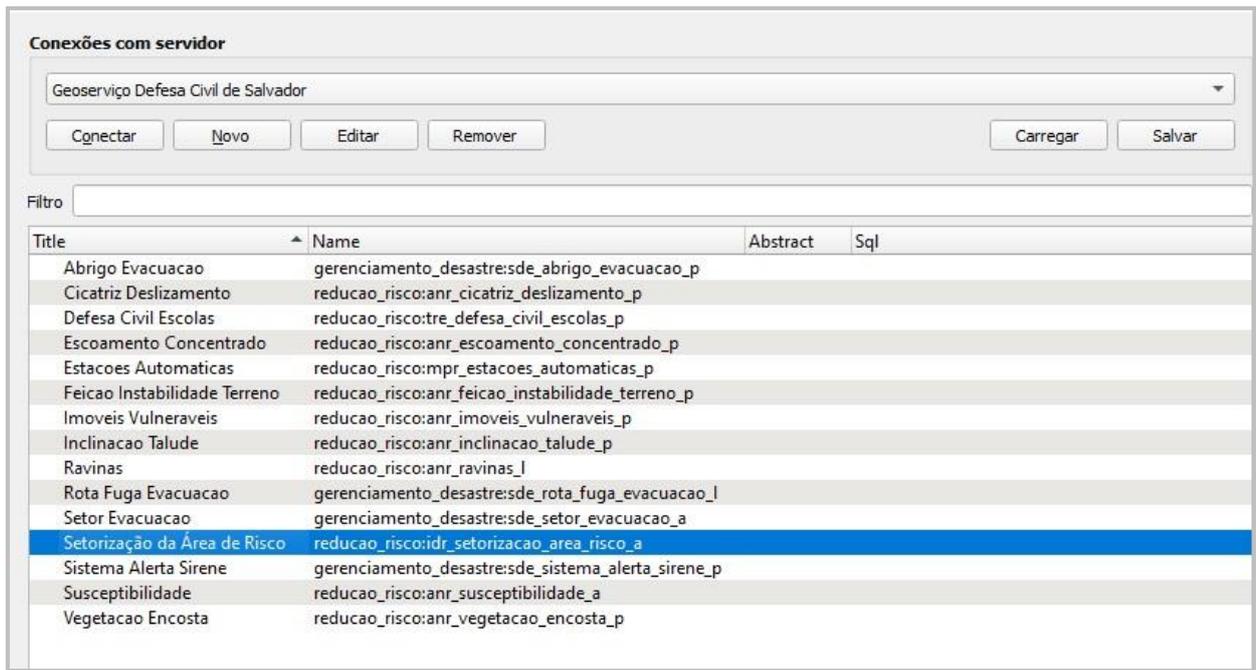


Figura 27: Visualização externa via WFS.

Com isso foi finalizado e entregue ao Órgão, o meio mais ágil e seguro de disseminação dos dados geoespaciais da Defesa Civil de Salvador. Sendo assim, o perfil de público externo, ou seja, de visualização, poderá acessar o WFS através de um *link* que será disponibilizado pela administração dos dados geoespaciais da Defesa Civil.

7. DISCUSSÕES

7.1. Modelo Conceitual de Banco de Dados

A produção do modelo conceitual foi tecida a partir de uma série de encontros envolvendo os produtores e os usuários internos das informações geoespaciais da Defesa Civil de Salvador. O processo de discussão do modelo conceitual trouxe grandes contribuições para o próprio processo de trabalho, não só no que diz respeito à definição do modelo, mas também no entendimento da regra de negócio, na definição dos conceitos das classes e na definição da forma operacional de coleta dos dados. Antes disso, os dados eram produzidos de forma independente dentro dos setores, ainda que se tratasse de informações interligadas, de forma que muitas vezes não havia diálogo entre si, fruto das próprias metodologias definidas por cada setor, configurando verdadeiras “ilhas” de produção. As reuniões integradas trouxeram a oportunidade desses produtores debaterem a metodologia e, o mais importante, padronizarem esses dados temáticos, dissolvendo, assim, essas “ilhas”.

7.2. Modelo Físico dos Dados Geográficos

A importância da produção do dado coerente com o modelo conceitual definido veio à tona a partir do momento em que foi realizada a carga de dados, com o intuito de testar o comportamento de armazenamento e processamento do banco, onde foram detectados problemas cartográficos e de padronização textual, por exemplo. As delimitações da setorização das áreas de risco eram realizadas de forma independente, ou seja, não se levava em conta as delimitações realizadas anteriormente, não havia um único dado contendo todas as áreas de risco, mas sim *shapefiles* individuais para cada setorização. Na forma de armazenamento anterior, uma mesma informação temática possuía diferentes Sistemas de Referência Geodésico, além de dispor de muitas ocorrências de sobreposição entre as áreas vizinhas, como visto na figura 28.

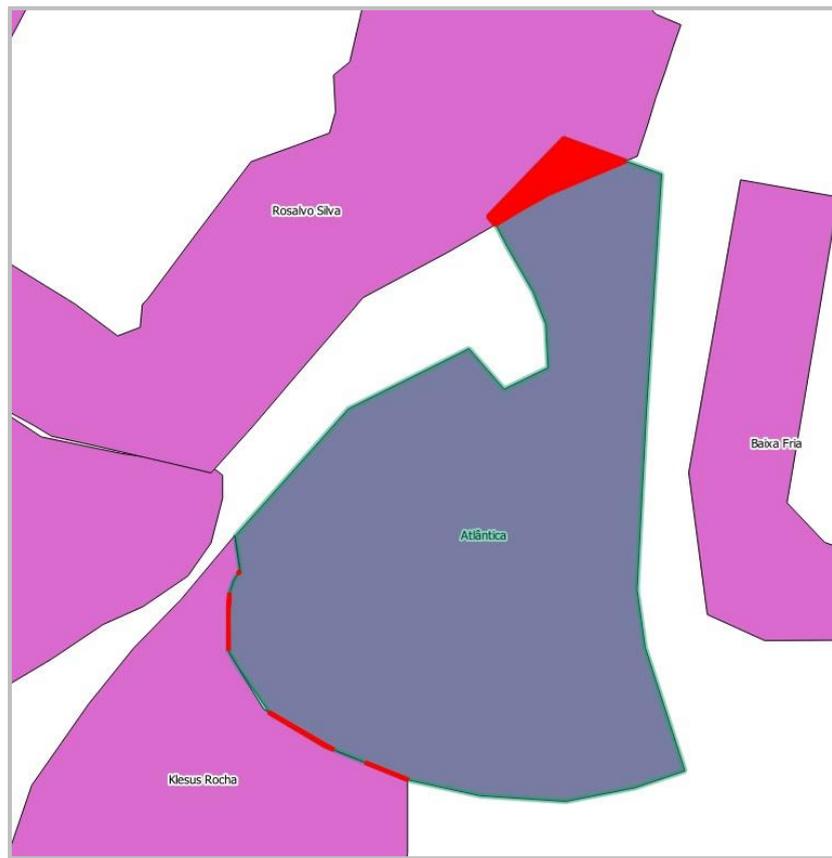


Figura 28: Sobreposição das áreas de risco.

Vale ressaltar, também, a falta de padronização textual, como visto na figura 29 que mostra a incoerência nos dados de susceptibilidade de deslizamento. A área de risco, por exemplo, relaciona-se não só pelo atributo espacial, mas também textual. Esse problema interferia na tomada de decisão, pois, ao confrontar com os dados de análise, os mesmos não se encontravam espacialmente na mesma posição, gerando um falso positivo ou até mesmo ambiguidade desses levantamentos em relação à área de risco pertencente.

The screenshot shows a QGIS window titled 'susceptibilidade_deslizamento ...'. It displays a table with three columns: 'grau', 'id', and 'observacao'. The 'grau' column contains 23 entries with varying spellings and capitalizations, such as 'Muito alta', 'alto', 'Muito Alto', 'Alto', 'Médio', 'Alto', 'Muito Alto', 'alta', 'médio', and 'medio'. Some cells are highlighted with colored boxes: red for 'Muito alta' (row 1) and 'Muito Alto' (row 5); green for 'Alto' (row 7) and 'alta' (row 17); and blue for 'médio' (row 19) and 'medio' (row 21).

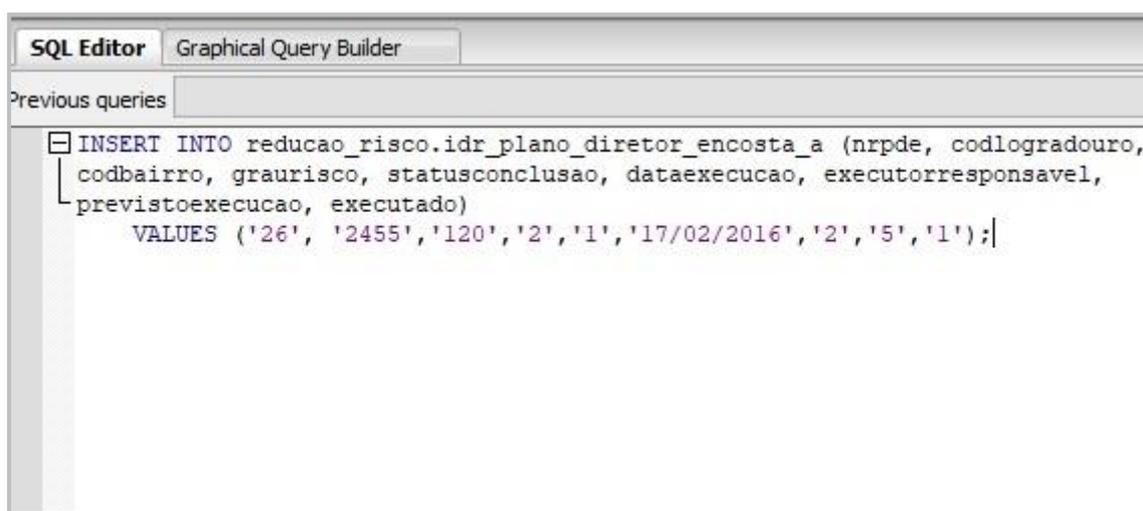
	grau	id	observacao
1	Muito alta	807	
2	alto	808	
3	Muito alta	813	
4	alto	814	
5	Muito Alto	811	
6	Alto	812	
7	Alto	817	
8	Médio	819	
9	Alto	815	
10	Alto	816	
11	Médio	822	
12	muito alto	828	
13	Médio	820	
14	Muito Alta	821	
15	alto	833	
16	alto	834	
17	alta	831	
18	Muito alto	832	
19	médio	837	
20	médio	838	
21	medio	835	
22	médio	836	
23	medio	841	

Figura 29: Falta de padronização nos dados.

As ações executadas para tornar o dado compatível com o modelo conceitual foram realizadas através do *software* QGIS. A ação “Transformação de Sistemas de Referência de Coordenadas (SRC)” solucionou a falta de padronização de referência cartográfica, todas, individualmente, foram transformadas para coordenadas planas SIRGAS 2000 24 S. Através de edição de tabela, os nomes dos campos dos *shapefiles* originais foram editados para corresponder à mesma estrutura dos campos das tabelas definidas para o banco de dados. Através de edição de tabela, os nomes dos

campos dos *shapefiles* originais foram editados para corresponder à mesma estrutura dos campos das tabelas definidas para o banco de dados.

Esse método foi escolhido em lugar da inserção via SQL no banco, devido aos inúmeros registros em muitos dados, uma vez que as tabelas já existem no banco, e o processo de carga foi realizado como adição dos registros na tabela, vindo a ocasionar erros caso os nomes dos campos dos *shapefiles* não correspondessem aos já existentes no banco. Exemplificando, para inserir registros da classe *idr_plano_diretor_encosta_a* via SQL teríamos que digitar o comando visto na figura 30, porém é para apenas 1 registro de 433 existentes para essa classe, vindo ser necessário digitar 9 valores para cada campo para 433 registros e tudo isso para apenas essa classe, vindo a custar um grande tempo para a carga no banco.



```
SQL Editor  Graphical Query Builder
Previous queries
[ ] INSERT INTO reducao_risco.idr_plano_diretor_encosta_a (nrpde, codlogradouro,
  |  codbairro, graurisco, statusconclusao, dataexecucao, executorresponsavel,
  |  previstoexecucao, executado)
  |  VALUES ('26', '2455', '120', '2', '1', '17/02/2016', '2', '5', '1');|
```

Figura 30: Comando para inserção de dados via SQL (não utilizado).

Diferente da ação escolhida pelo pesquisador, que foi de selecionar e copiar a tabela de atributos e colar na tabela já criada no banco, vindo realizar em 3 ações a carga para o banco (ver figura 31).

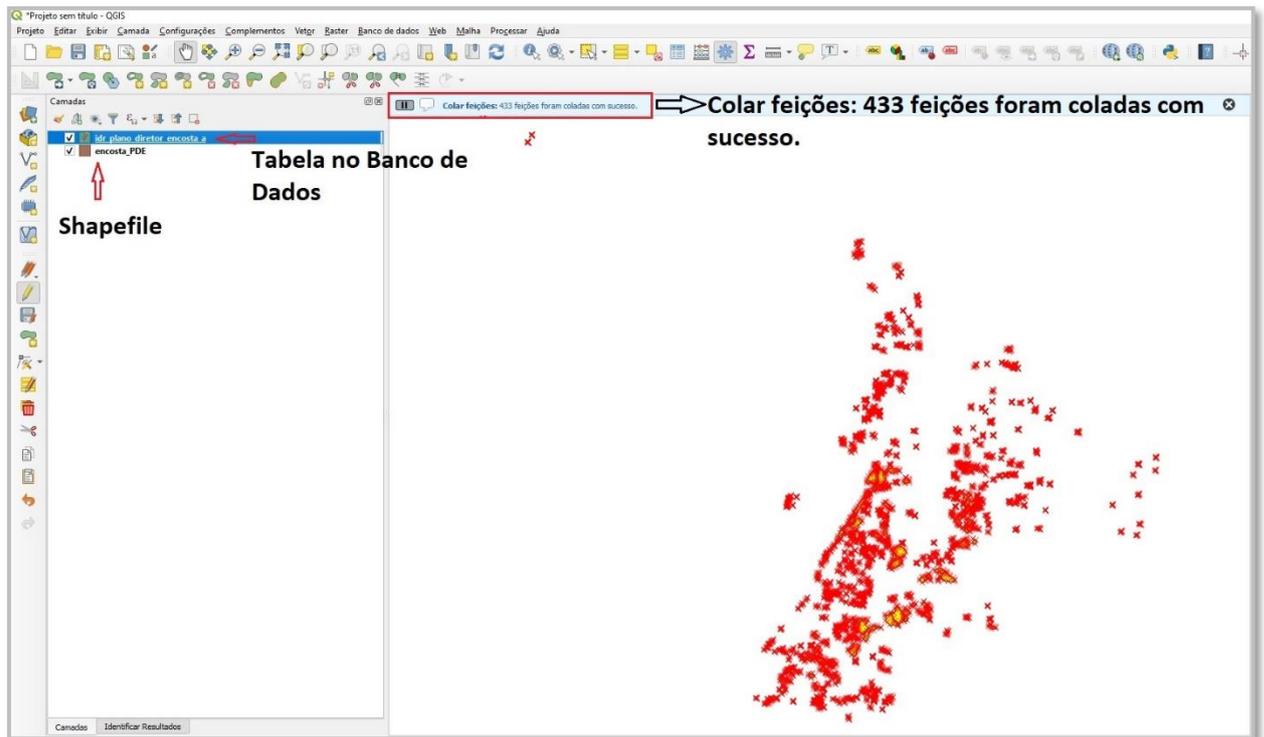


Figura 31: Inserindo feições colando em uma tabela do banco.

Uma grande dificuldade na adequação foi a inserção do código do logradouro, já que essa informação não existia em algumas classes. O uso do código evita a inserção de apelidos, abreviações e digitação equivocada dos nomes dos logradouros, além do fato de agilizar o processo de registro dessa informação na tabela. A informação de logradouro consiste, basicamente, no registro de um código do logradouro e na descrição oficial dos endereços, tal como ruas e avenidas da cidade de Salvador. Podemos citar a classe *plano_diretor_encosta*, que originalmente possui apenas a descrição do logradouro, muitas vezes de forma errônea em relação à base oficial. Na figura 32, é mostrado um exemplo da diferença de nomenclatura, à esquerda da foto a nomenclatura oficial e à direita a informação preenchida no *shapefile*.

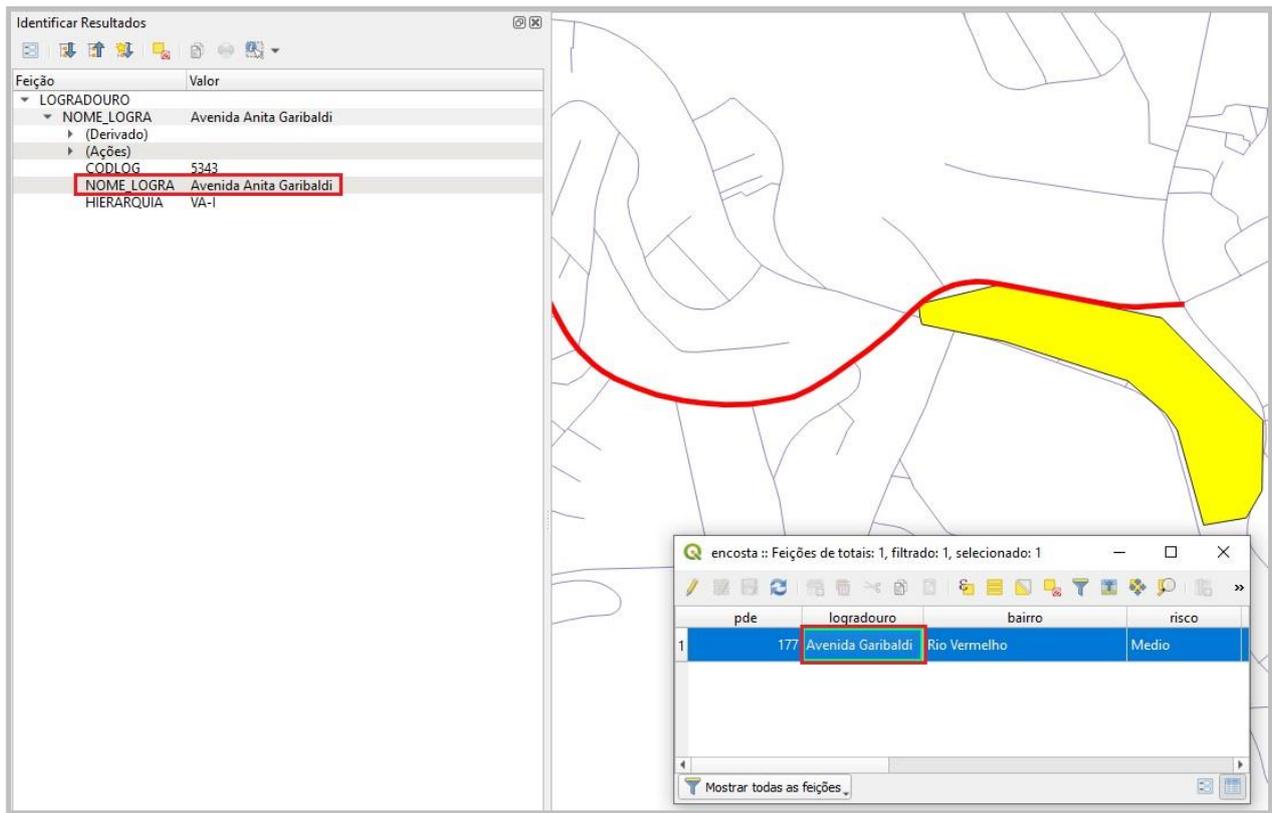


Figura 32: Diferença de nomenclatura.

Outro processo realizado foi a verificação de registros vazios de informação, que incompatibilizou a carga do dado. Essa incompatibilidade ocorre pela regra proposta pelo modelo para os campos que não permitem registro nulo, que, uma vez inserido no campo como uma informação vazia, inviabiliza o carregamento do dado no banco. A título de exemplo, temos o grau de risco, da setorização de área de risco que através do banco por meio do comando *NOT NULL*, exigindo valores aos campos, foi possível identificar esse tipo de problema, tendo como resposta a sinalização do pesquisador ao corpo técnico responsável pela produção do dado a verificar e corrigir esse registro. Uma vez que esse dado retornasse tendo esse valor inserido, a carga para o banco poderia ser viabilizada.

Por fim, acerca das inconsistências topológicas, podemos citar a sobreposição entre os setores de área de risco, onde foi necessário verificar e corrigir a geometria. Como já visto no tópico 6.1, a setorização de área de risco é representada por um polígono, que é um tipo de geometria plana e fechada que possui um interior e um exterior. Essa geometria pode compartilhar suas fronteiras, mas é gerada uma intersecção quando uma sobreposição entre polígonos ocorre, ocasionando um erro topológico, conforme pode ser visto nas áreas em vermelho da figura 33. Além disso, por regra

de negócio da Defesa Civil, setorizações de risco não devem compartilhar uma mesma área, por questões administrativas e de análise definidas pelo setor técnico responsável pela produção dessa informação.

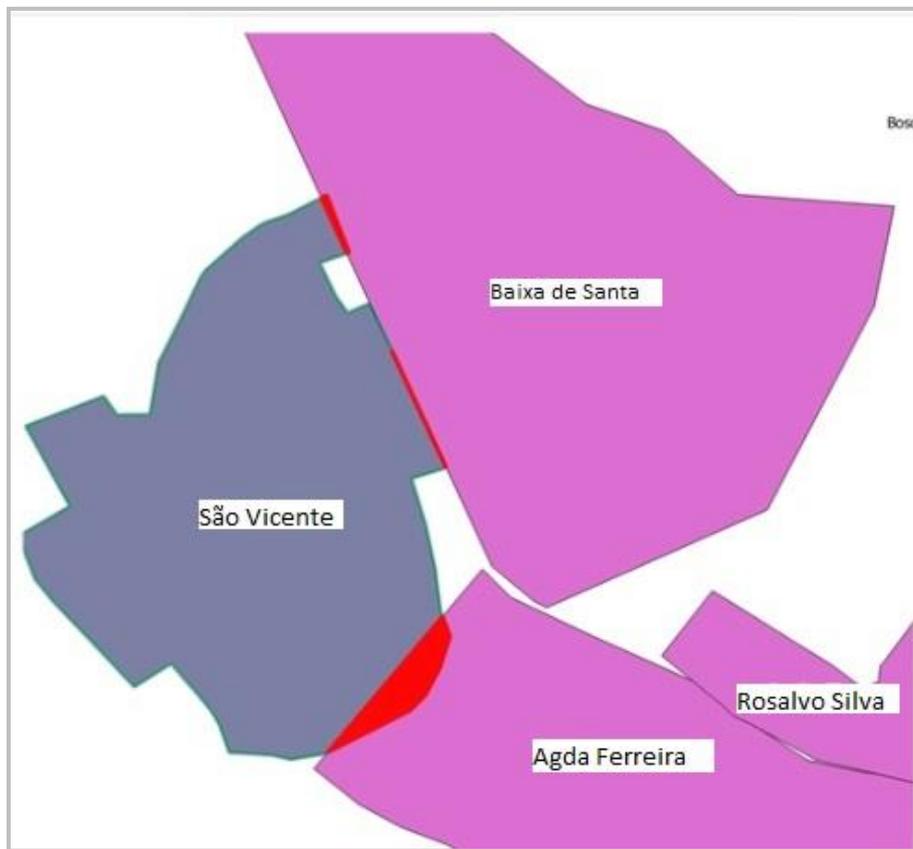


Figura 33: Sobreposição dos setores de risco.

Vale ressaltar que todos os erros citados foram detectados e impedidos pelo banco, em especial a relação topológica, colocando em teste as *function trigger* criadas para as classes, mostrando a eficácia do gerenciamento do banco. Com a construção do ambiente do banco, a Defesa Civil pôde ter os seus dados seguros e de forma organizada. Esse processo expôs o quanto os dados estavam inconsistentes cartograficamente e organizacionalmente, indicando a necessidade de realização de correção dos dados por parte do corpo técnico. Essas inconstâncias impactaram na agilidade da finalização da construção do modelo físico.

A normalização do banco sanou o problema de falta de padrão e demora no preenchimento dos registros dos dados, trazendo organização e agilidade na produção, pois o corpo técnico, em vez de digitar por extenso todas as informações, apenas digitam os códigos correspondentes, como foi visto na figura 24, além de terem acesso a essa tabela de códigos a qualquer momento, carregando

essas tabelas não espaciais para dentro do ambiente de trabalho no QGIS através da conexão via banco. A partir desse ponto, os técnicos da Defesa Civil estão assessorados pela gerência do banco de dados, tendo a informação de forma ágil, organizada e cartograficamente consistente.

7.3. Disponibilização dos Dados Geográficos por Conexão de Banco e Geoserviço

O dado final disseminado, tanto interno quanto externo, como era esperado, segue a estrutura proposta pelo modelo conceitual, como no banco. Sua fonte de dados vem do *schema* *informacoes_publicas*, acesso único e exclusivo do servidor de mapa ao banco *gestao_risco_defesa_civil_salvador*, ou seja, a sua visualização será apenas permitida através do *WFS*. Nenhum usuário terá acesso a esse *schema*, apenas o administrador do banco. Essa tomada de decisão foi assertiva, pois isola o resto do banco de dados de uso interno, seja pra consulta ou atualizações, do que será disponibilizado, pois dentro do *schema* encontram-se apenas *views*, facilitando alterações do que será mostrado no geoserviço, não impactando, portanto, nos dados originais.

Com isso, a Defesa Civil agora possui um ágil controle de disponibilização dos dados, vindo a dar notoriedade na transmissão para pesquisadores, instituições, parceiros e outros Órgãos do município, além de poder posteriormente integrar com a Infraestrutura de Dados Espaciais de Salvador.

8. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os dados geoespaciais da Defesa Civil de Salvador encontravam-se armazenados em pasta digital, tornando sua manutenção, atualização e distribuição mais suscetível a perdas, dado o caráter da baixa segurança que o meio de armazenamento é propenso, além de não apresentarem uma padronização cartográfica para o relacionamento topológico e o sistema de referência geodésica.

O produto final da pesquisa trouxe padronização, segurança e agilidade na administração dos dados georreferenciados da CODESAL, através da padronização dos dados para armazenamento num ambiente de banco de dados com inteligência geográfica, proporcionando maior integridade, segurança e agilidade aos seus dados temáticos.

O processo da elaboração do modelo conceitual mostrou-se satisfatório para o que foi previsto na regra de negócio, resultado de reuniões com os agentes principais na produção dos dados geoespaciais – cabe destacar que a participação dos produtores de dados e usuários finais é essencial para o bom andamento do modelo. Como foi mencionado no item 6.1, faz-se necessária a adição das classes logradouro e bairro cujo padrão e responsabilidade de cadastramento é por parte da Secretaria Municipal de Desenvolvimento e Urbanismo, a qual está discutindo e definindo o modelo da estrutura final. Vale ressaltar, como recomendações para trabalhos futuros, realizar uma revisão do modelo conceitual, quando a SEDUR estiver finalizada a modelagem dos logradouros e bairros.

O banco de dados, suas funcionalidades, organização e operabilidade, refletiram o modelo conceitual, sendo útil na tomada de decisões. Mas vale ressaltar a dificuldade na padronização cartográfica dos dados para a carga no banco, mostrando a importância que foi a pesquisa para a garantia de um dado seguro e preciso, cartograficamente. Com isso, mostra o quão importante é a modelagem conceitual para a construção de um banco consistente.

Por fim, a pesquisa mostrou-se relevante para a administração dos dados geoespaciais produzidos, não só para a Defesa Civil, mas para o município de Salvador como um todo. Quanto mais seguros, precisos e ágeis são essas informações, mais e melhor são os resultados extraídos para a gerência da administração espacial. Para uma maior excelência na segurança da informação é recomendado como trabalho futuro a discussão acerca de estratégias de *backup* e proteção de dados para a criação de mecanismos de segurança.

Apesar da finalização desta pesquisa, os trabalhos na Defesa Civil continuarão por parte do pesquisador, já que faz parte da equipe técnica da CODESAL. A partir desse ponto já existe um

banco de dados modelado e um servidor de mapa, dando subsídio para suplementar ainda mais a modernização da gestão dos dados geoespaciais com ações futuras, como, por exemplo, o desenvolvimento de um mapa interativo, um SIG *Web*, com visão responsiva para dispositivos *mobiles*.

9. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BITTENCOURT, R. G. **Aspectos Básicos de Bancos de Dados Geográficos**. Florianópolis, 2004.
- BORGES, K. A. V. **Modelagem de Dados Geográficos: Uma extensão do modelo OMT para aplicações geográficas**. Belo Horizonte, 1997. 139 p. Dissertação (Mestrado) – Escola de Governo, Fundação João Pinheiro. Disponível em: <http://www.dpi.inpe.br/geopro/referencias/karla_tese.pdf>. Acesso em jun. 2020.
- BRASIL. Lei nº 12.608, de 10 de abril de 2012. **Institui a Política Nacional de Proteção e Defesa Civil - PNPDEC; dispõe sobre o Sistema Nacional de Proteção e Defesa Civil - SINPDEC e o Conselho Nacional de Proteção e Defesa Civil - CONPDEC; autoriza a criação de sistema de informações e monitoramento de desastres**. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2011-2014/2012/Lei/L12608.htm>. Acesso em 05 jun. 2020.
- CÂMARA, G. et al. **Bancos de Dados Geográficos**. Curitiba: Editora MundoGeo, 2005. Disponível em: <<http://www.dpi.inpe.br/gilberto/livro/bdados/capitulos>>. Acesso em jun. 2020.
- _____. **Introdução à ciência da geoinformação**. São Paulo: INPE, 2001. Disponível em: <[www-di.inf.puc-rio.br/~casanova/Publications/Books/2005-BDG.pdf](http://www.di.inf.puc-rio.br/~casanova/Publications/Books/2005-BDG.pdf)>. Acesso em jun. 2019.
- _____. **Modelagem de dados em geoprocessamento**. São Paulo: INPE, 2001.
- CARVALHO, C. S.; MACEDO, E. S.; OGURA, A. T. (Org.). **Mapeamento de Riscos em Encostas e Margem de Rios**. Brasília: Ministério das Cidades; Instituto de Pesquisas Tecnológicas - IPT, 2007. 176 p. Disponível em: <http://www.cidades.gov.br/images/stories/ArquivosSNPU/Biblioteca/PrevencaoErradicacao/Livro_Mapeamento_Enconstas_Margens.pdf>. Acesso em jun. 2020.
- CARVALHO, D. W.; DAMACENA, F. D. L. **Direito dos desastres**. Porto Alegre: Livraria do Advogado, 2013. 152 p.
- CLICKGEO. **Padrões Open Geospatial Consortium – Parte 1**. 2020. Disponível em: <<https://www.clickgeo.com.br/ogc-parte1/>>. Acesso em dez. 2020.
- CPRM. **Manual de Mapeamento de Perigo e Risco a Movimentos Gravitacionais de Massa**, versão 1.1, Rio de Janeiro, 2018.
- DELVA, F. **O que é como usar trigger**. Alura - Data Science, 2020. Disponível em: <https://www.alura.com.br/artigos/trigger-em-sql?gclid=Cj0KCCQjA-K2MBhC-ARIsAMtLKRsanb3HQVYXQrRBsklhNw6tEfcS9AGYjj_JQcwo0ndSf64kDsxrJvoaAiMJEALw_wcB>. Acesso em jun. 2021.
- DAVIS, C; MONTEIRO, A. M. V. **Introdução a Ciência da Geoinformação**. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais: São José dos Campos, 2001.
- DEFESA CIVIL DE SALVADOR. **A CODESAL**. Disponível em: <<http://www.codesal.salvador.ba.gov.br/index.php/a-codesal>>. Acesso em jun. 2020.
- DSG – Diretoria de Serviço Geográfico. **Especificações Técnicas para a Aquisição de Dados Geoespaciais Vetoriais da Força Terrestre – ET-ADGV DefesaFT**, 2a versão. Brasília: DSG, 2016.
- ELMASRI, R.; NAVATHE, S. **Fundamentals of Database Systems**. Pearson Education, 2004.
- _____. **Sistemas de Banco de Dados**. 6. ed. São Paulo: Addison Wesley, 2011.

ESTEIO Engenharia e Aerolevantamentos S.A, **SIRGAS 2000, quando iniciar a sua utilização?** 2008. Disponível em: <<http://www.esteio.com.br/downloads/2008/sirgas2000.pdf>>. Acesso em jun. 2020.

FERNEDA, E. **Introdução à linguagem SQL**. 2016. Disponível em: <<https://sites.ffclrp.usp.br/cid/docentes/edberto/Apostilas/Apostila%20SQL.pdf>>. Acesso em jul. 2020.

Geoserver. **GeoServer User Manual**. Disponível em: <<https://docs.geoserver.org/stable/en/user/index.html>>. Acesso em set. 2020.

GOMES, J.M.; VELHO, L. **Computação Visual: Imagens**. Rio, SBM, 1995.

HOSTINGER Tutoriais. **O Que é Plugin? Guia Completo para Iniciantes do WordPress**. Disponível em: <<https://www.hostinger.com.br/tutoriais/o-que-e-plugin/#O-que-e-plugin-e-como-funciona>>. Acesso em dez. 2020.

IBM DB2 Spatial Extender. **User's Guide and Reference**. Versão 8. Disponível em: <<http://users.sdsc.edu/~jrowley/db2/Spatial%20Users%20Gd%20and%20Ref.pdf>>. Acesso em out. 2020.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE. **Introdução aos Geoserviços**. MundoGeo #connect, São Paulo, 2012. Disponível em: http://cartografia.salvador.ba.gov.br/images/cartografia/Biblioteca/Referencias_Bibliograficas/IBGE---Curso-Int_Geoservios_2012_compressed.pdf . Acesso em dez. 2020.

Líderes, **Curso Internacional para gerentes sobre saúde, desastres e desenvolvimento** 2004. Disponível em: <http://www.disaster-info.net/lideres/portugues/04/pdfs/conceitos_gerais.pdf>. Acesso em jun. 2020.

LONGLEY, P. et al. **Sistemas e Ciência da Informação Geográfica**. Editora Bookman, 2013.

MANHÃES, A. **Uso de aplicações sig web com software livre: estudo de caso sobre zoneamento municipal**. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GEOMÁTICA. 2. ed., 2007, São Paulo. Anais. São Paulo: USP, 2007. p. 447-455.

OGC, 2005b, **Web Feature Service Implementation Specification**.

OLIVEIRA, Juliano L., PIRES, Fátima, MEDEIROS, Claudia. B. **An environment for modeling and design of geographic applications**. GeoInformatica, Boston, n.1, p.29-58, 1997

PAIVA, V. **Banco de Dados Geográficos: Estudo de Caso da Aplicação das Extensões**. Juiz de Fora, 2007. 32 p. Monografia – Departamento de Ciência da Computação do Instituto de Ciências Exatas da Universidade Federal de Juiz de Fora. Disponível em: <<http://monografias.nrc.ice.ufjf.br/tcc-web/exibePdf?id=5>>. Acesso em out. 2020.

POSTGIS. **DEV Manual**. Disponível em: <<https://postgis.net/docs/manual-dev/postgis-br.html>>. Acesso em set. 2020.

POSTGIS. **Documentação do PostgreSQL**. Disponível em: <<http://pgdocptbr.sourceforge.net/pg80/>>. Acesso em nov. 2020.

PREFEITURA MUNICIPAL DE SALVADOR; GEOHIDRO. **Plano Diretor de Encostas do Município de Salvador - relatório do inventário das áreas de risco módulo I**. Salvador, PMS, 2003.

PREFEITURA MUNICIPAL DE SALVADOR; Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo. **Assessoria técnica especializada para elaboração de Plano Municipal de Redução de Riscos de Salvador, BA Relatório Final**. Salvador, PMS, 2017.

QUEIROZ, G. R.; FERREIRA, K. R. **Tutorial sobre Bancos de Dados Geográficos**. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais: São José dos Campos, 2006.

RATIONAL Software Corporation. **The Unified Language: notation guide**, 1997.

SANTANA, S. **O Uso do WEBGIS como Ferramenta de Gestão de um Município**: Estudo de Caso de Lagoa Santa. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO. 13,2007, Florianópolis. Anais.Paraná: INPE, 2007. p. 5487-5489.

Secretaria Municipal da Fazenda - SEFAZ. **ET-EDGV Salvador 2017**. Disponível em: <http://cartografia.salvador.ba.gov.br/images/cartografia/ET_EDGV_SALVADOR_VS_2017.pdf> . Acesso em ago. 2020.

SETZER, V. W.; SILVA, F. S. C. **Bancos de dados**. São Paulo, Ed. Edgar Blücher Ltda, 2005.

SPRING. **Tutorial de Geoprocessamento**. 2006. Disponível em:

< http://www.dpi.inpe.br/spring/portugues/tutorial/introducao_geo.html >

APÊNDICE A – TABELAS DO MODELO CONCEITUAL

1. REDUÇÃO DE RISCO

1.1. Identificação do Risco (IDR)

Classe	Descrição		Código	Geometria
vistoria_identificacao_risco	Informações atualizadas de vistorias e ocorrências, que são inseridas no sistema em função das solicitações da população. Eventuais ocorrências são avaliadas e confirmadas a partir das vistorias técnicas. Equipes da CODESAL avaliam e registram, nessa confirmação, diversos aspectos da ocorrência, tais como a natureza, dimensão e o potencial de danos associados.		1.1.1	★
Atributo	Tipo (tamanho)	Descrição	Domínio	Requisito
gid	Chave primária	Identificação unívoca do elemento geométrico.	Sequencial	1
nrProcesso ⁹	Inteiro	Indica o número de registro do processo ao cadastrar uma solicitação.	A ser preenchido (não nulo).	1
dataProcesso	Data	Indica data de registro da solicitação da ocorrência.	A ser preenchido (não nulo). (aaaa/mm/dd)	1..*
tipoRisco	tipo_risco	Indica o tipo de risco da ocorrência da vistoria.	codeList ¹⁰ 1.12	1..*
grauRisco	grau_risco	Indica o grau de risco.	codeList 1.04	1..*
codLogradouro	cod_logradouro	Indica o código oficial dos logradouros de Salvador, registrado da ocorrência.	código oficial (SEDUR)	1..*
codBairro	cod_bairro	Indica o código oficial dos bairros de Salvador, registrado da ocorrência.	código oficial (SEDUR)	1..*

⁹ A informação consiste em um número padronizado oriundo do Sistema de Gestão da Defesa Civil – SGDC.

¹⁰ Código que referência a lista de código (CodeList) do APÊNDICE B – LISTA DE DOMÍNIOS DAS CLASSES DE OBJETOS.

Classe	Descrição		Código	Geometria
plano_diretor_encosta	Identificação das encostas em Salvador. Insumo oriundo do Plano Diretor de Encostas em 2004.		1.1.2	<input type="checkbox"/>
Atributo	Tipo (tamanho)	Descrição	Domínio	Requisito
gid	Chave primária	Identificação unívoca do elemento geométrico.	Sequencial	1
nrPde	Inteiro	Indica o número PDE da encosta.	A ser preenchido (não nulo).	1
codLogradouroRef	cod_logradouro	Indica o código oficial dos logradouros de Salvador, de referência à encosta.	código oficial (SEDUR)	1..*
codBairroRef	cod_bairro	Indica o código oficial dos bairros de Salvador, de referência à encosta	código oficial (SEDUR)	1..*
grauRisco	grau_risco	Indica o grau de risco.	codeList 1.04	1..*
statusConclusao	status_conclusao	Indica o status de conclusão das obras na encosta.	codeList 1.07	1..*
dataExecucao	Data	Indica data de início da execução da obra de intervenção na encosta.	A ser preenchido (não nulo). (aaaa/mm/dd)	1..*
executorResponsavel	responsavel	Indica o responsável pela execução da intervenção na encosta.	codeList 1.05	1..*
previstoExecucao	Alfanumérico (80)	Indica as intervenções que serão executadas na encosta.	A ser preenchido (não nulo).	1..*
executado	Alfanumérico (80)	Indica as intervenções que foram executadas na encosta.	A ser preenchido (não nulo).	1..*

Classe	Descrição		Código	Geometria
setorizacao_area_risco	Área passível de ser atingida por fenômenos ou processos naturais e/ou induzidos que causem efeito adverso. As pessoas que habitam essas áreas estão sujeitas a danos à integridade física, perdas materiais e patrimoniais. Essa área é delimitada através de estudos fenomenológicos dos processos.		1.1.3	
Atributo	Tipo (tamanho)	Descrição	Domínio	Requisito
gid	Chave primária	Identificação unívoca do elemento geométrico.	Sequencial	1
nomeSetorRisco	Alfanumérico (30)	Indica o nome da área de risco.	A ser preenchido (não nulo).	1
codLogradouroRef	cod_logradouro	Indica o código oficial dos logradouros de Salvador, de referência à setorização.	código oficial (SEDUR)	1..*
codBairroRef	cod_bairro	Indica o código oficial dos bairros de Salvador, de referência à setorização	código oficial (SEDUR)	1..*
anoAnalise	Alfanumérico (10)	Indica o ano de análise da área de risco.	A ser preenchido (não nulo).	1..*
riscoPredominante	risco_predominante	Indica o tipo de risco predominante na área de risco.	codeList 1.06	1..*
grauRisco	grau_risco	Indica o grau de risco.	codeList 1.04	1..*
ocorrenciTotal	Inteiro	Indica a quantidade de ocorrência de vistorias referente a deslizamento e alagamento, dentro da área de risco.	A ser preenchido (não nulo).	1..*
ocorrenciaOperacaoChuva	Inteiro	Indica a quantidade de ocorrência de vistorias referente a deslizamento e alagamento, dentro da área de risco no período de operação chuva.	A ser preenchido (não nulo).	1..*
nrObito	Inteiro	Indica o número de óbitos causado por deslizamento e/ou alagamento na área de risco.	A ser preenchido (não nulo).	1..*
analizada	Booleano	Indica se a área já foi analisada.	-	1..*
areaKm2	Real	Indica a área em quilômetros quadrados da área de risco.	A ser preenchido (não nulo).	1..*

1.2. Análise do Risco (ANR)

Classe	Descrição		Código	Geometria
cicatriz_deslizamento	Feições resultante da movimentação total ou parcial do talude. Normalmente causadas por fatores externos que minoram a resistência do solo.		1.2.1	★
Atributo	Tipo (tamanho)	Descrição	Domínio	Requisito
gid	Chave primária	Identificação unívoca do elemento geométrico.	Sequencial	1
codSetorRisco	Inteiro	Indica o gid da área de risco.	Sequencial (não nulo).	1..
direcaoAzimute	Inteiro	Indica o ângulo de direção da cicatriz.	A ser preenchido (não nulo).	1..*

Classe	Descrição		Código	Geometria
escoamento_concentrado	Escoamento de águas pluviais com vazão acima da adequada por falta de rede drenagem no logradouro, ou por imperfeições na pavimentação do mesmo.		1.2.9	★
Atributo	Tipo (tamanho)	Descrição	Domínio	Requisito
gid	Chave primária	Identificação unívoca do elemento geométrico.	Sequencial	1
codSetorRisco	Inteiro	Indica o gid da área de risco.	Sequencial (não nulo).	1..
direcaoAzimute	Inteiro	Indica o ângulo de direção do escoamento.	A ser preenchido (não nulo).	1..*

Classe	Descrição		Código	Geometria
imóveis_vulneraveis	Edificações localizadas em áreas de risco, vulneráveis a deslizamento e/ou alagamento		1.2.10	★
Atributo	Tipo (tamanho)	Descrição	Domínio	Requisito
gid	Chave primária	Identificação unívoca do elemento geométrico.	Sequencial	1
codSetorRisco	Inteiro	Indica o gid da área de risco.	Sequencial (não nulo).	1..
nomeMorador	Alfanumérico (40)	Indica o nome do morador do imóvel vulnerável.	A ser preenchido (não nulo).	1
codLogradouro	cod_logradouro	Indica o código oficial dos logradouros de Salvador, registrado da ocorrência.	código oficial (SEDUR)	1..*
codBairro	cod_bairro	Indica o código oficial dos bairros de Salvador, registrado da ocorrência.	código oficial (SEDUR)	1..*
nrMorador	Inteiro	Indica a quantidade de moradores em um imóvel vulnerável.	A ser preenchido (não nulo).	1..*
nrPne	Inteiro	Indica a quantidade de pessoas com necessidade especial em um imóvel vulnerável.	A ser preenchido (não nulo).	1..*
tipoRisco	tipo_risco	Indica o tipo de risco, levando em conta apenas um, o de maior gravidade entre o risco estrutural ou geológico do imóvel vulnerável.	codeList 1.12	1..*
tipoImovel	tipo_edificacao	Indica o tipo do imóvel vulnerável.	codeList 1.10	1..*
tipoMaterial	tipo_material	Indica o tipo de material do imóvel vulnerável.	codeList 1.11	1..*
nrPavimento	Inteiro	Indica a quantidade de pavimentos em um imóvel vulnerável.	A ser preenchido (não nulo).	1..*
estadoEdificacao	estado_edificacao	Indica o estado do imóvel vulnerável.	codeList 1.03	1..*
grauRisco	grau_risco	Indica o grau de risco.	codeList 1.04	1..*

Classe	Descrição		Código	Geometria
inclinacao_talude	Ângulo ou inclinação do talude é o ângulo, em graus, entre a horizontal e a reta média entre a crista e o pé.		1.2.2	★
Atributo	Tipo (tamanho)	Descrição	Domínio	Requisito
gid	Chave primária	Identificação unívoca do elemento geométrico.	Sequencial	1
codSetorRisco	Inteiro	Indica o gid da área de risco.	Sequencial (não nulo).	1..
direcaoAzimute	Inteiro	Indica o ângulo de inclinação do talude.	A ser preenchido (não nulo).	1..*

Classe	Descrição		Código	Geometria
feicao_instabilidade_terreno	Indícios do início da movimentação de solo nos taludes. São exemplos de feições de instabilidade: trincas no solo e nas moradias, degraus de abatimento, muros e paredes embarrigados, inclinação de árvores, muros e postes, entre outros.		1.2.3	★
Atributo	Tipo (tamanho)	Descrição	Domínio	Requisito
gid	Chave primária	Identificação unívoca do elemento geométrico.	Sequencial	1
codSetorRisco	Inteiro	Indica o gid da área de risco.	Sequencial (não nulo).	1..
direcaoAzimute	Inteiro	Indica o ângulo de direção da cicatriz.	A ser preenchido (não nulo).	1..*

Classe	Descrição		Código	Geometria
feicao_antropica_terreno	Elementos que promovem instabilidade a taludes que são originários da ação humana (acúmulo de lixo/entulho, lançamento de águas pluviais servidas na encosta, entre outros).		1.2.4	★
Atributo	Tipo (tamanho)	Descrição	Domínio	Requisito
gid	Chave primária	Identificação unívoca do elemento geométrico.	Sequencial	1
codSetorRisco	Inteiro	Indica o gid da área de risco.	Sequencial (não nulo).	1..
tipoAcaoHumana	tipo_acao_humana	Indica o tipo de ação humana na área de risco.	codeList 1.08	1..*

Classe	Descrição		Código	Geometria
Ravinas	Tipo de feição de instabilidade, produto da erosão gerada pela ação de córregos e enxurradas.		1.2.5	—
Atributo	Tipo (tamanho)	Descrição	Domínio	Requisito
gid	Chave primária	Identificação unívoca do elemento geométrico.	Sequencial	1
codSetorRisco	Inteiro	Indica o gid da área de risco.	Sequencial (não nulo).	1..

Classe	Descrição		Código	Geometria
susceptibilidade	Disposição que encosta ou talude possuem de sofrer deslizamentos e do corpo d'água para a promoção de algamentos.		1.2.6	□
Atributo	Tipo (tamanho)	Descrição	Domínio	Requisito
gid	Chave primária	Identificação unívoca do elemento geométrico.	Sequencial	1
codSetorRisco	Inteiro	Indica o gid da área de risco.	Sequencial (não nulo).	1..

riscoPredominante	risco_predominante	Indica o tipo de risco predominante na área de risco.	codeList 1.06	1..*
grauRisco	grau_risco	Indica o grau de risco.	codeList 1.04	1..*

Classe	Descrição		Código	Geometria
vegetacao_encosta	Vegetação inapropriada nas encostas, que contribui para a movimentação de terra, por exemplo, capim colômbio e bananeira.		1.2.7	★
Atributo	Tipo (tamanho)	Descrição	Domínio	Requisito
gid	Chave primária	Identificação unívoca do elemento geométrico.	Sequencial	1
codSetorRisco	Inteiro	Indica o gid da área de risco.	Sequencial (não nulo).	1..
tipoVegetacao	tipo_vegetacao	Indica o tipo de vegetação inapropriada na área de risco.	codeList 1.01	1..*

Classe	Descrição		Código	Geometria
vulnerabilidade	Qualquer edificação (casa, prédio, pista) que pode sofrer danos com a ocorrência de deslizamento e alagamento.		1.2.8	□
Atributo	Tipo (tamanho)	Descrição	Domínio	Requisito
gid	Chave primária	Identificação unívoca do elemento geométrico.	Sequencial	1
codSetorRisco	Inteiro	Indica o gid da área de risco.	Sequencial (não nulo).	1..
riscoPredominante	risco_predominante	Indica o tipo de risco predominante na área de risco.	codeList 1.06	1..*
grauRisco	grau_risco	Indica o grau de risco.	codeList 1.04	1..*

1.3. Medida de Prevenção (MPR)

Classe	Descrição		Código	Geometria
geomanta	Tecnologia de cobertura provisória das encostas pra impermeabilização, de rápida execução e baixo custo, utiliza um geocomposto de PVC e geotêxtil com cobertura de cimento jateado.		1.3.1	
Atributo	Tipo (tamanho)	Descrição	Domínio	Requisito
gid	Chave primária	Identificação unívoca do elemento geométrico.	Sequencial	1
Id	Inteiro	Indica um número de identificação da geomanta.	A ser preenchido (não nulo).	1
codLogradouro	cod_logradouro	Indica o código oficial dos logradouros de Salvador, registrado da ocorrência.	código oficial (SEDUR)	1..*
codBairro	cod_bairro	Indica o código oficial dos bairros de Salvador, registrado da ocorrência.	código oficial (SEDUR)	1..*
dataConclusao	Data	Data de registro da solicitação da ocorrência.	A ser preenchido (não nulo). (aaaa/mm/dd)	1..*
statusConclusao	status_conclusao	Indica o status de conclusão da obra de geomanta.	codeList 1.07	1..*
popBeneficiada	Inteiro	Indica a quantidade de pessoas beneficiada pela obra de geomanta.	A ser preenchido (não nulo). (aaaa/mm/dd)	1..*
famBeneficiada	Inteiro	Indica a quantidade de famílias beneficiada pela obra de geomanta.	A ser preenchido (não nulo). (aaaa/mm/dd)	1..*

Classe	Descrição		Código	Geometria
vistoria_estrutural_geologico_preventivo	Vistoria técnica acionada pelos critérios do plano preventivo da Defesa Civil, com o intuito de identificar situações de risco iminente de escorregamentos.		1.3.2	★
Atributo	Tipo (tamanho)	Descrição	Domínio	Requisito
gid	Chave primária	Identificação unívoca do elemento geométrico.	Sequencial	1
codVistoria	Inteiro	Indica o número de registro da vistoria ppdc.	A ser preenchido (não nulo).	1
codLogradouro	cod_logradouro	Indica o código oficial dos logradouros de Salvador, registrado da ocorrência.	código oficial (SEDUR)	1..*
codBairro	cod_bairro	Indica o código oficial dos bairros de Salvador, registrado da ocorrência.	código oficial (SEDUR)	1..*
dataVistoria	Data	Data de registro da vistoria ppdc.	A ser preenchido (não nulo). (aaaa/mm/dd)	1..*
evacuacaoPreventiva	Booleano	indica uma evacuação preventiva.	-	1..*
riscoIminente	tipo_risco	Indica o risco eminente.	codeList 1.12	1..*
registroCrea	Inteiro	Indica o registro do crea	A ser preenchido (não nulo).	1

Classe	Descrição		Código	Geometria
estacoes_automaticas	Estações automáticas utilizadas para o monitoramento do tempo.		1.3.3	★
Atributo	Tipo (tamanho)	Descrição	Domínio	Requisito
gid	Chave primária	Identificação unívoca do elemento geométrico.	Sequencial	1

idEstacao	Alfanumérico (10)	Indica o código de identificação da estação.	A ser preenchido (não nulo).	1
tipoEstacao	tipo_estacao	Indicação o tipo de estação.	codeList 1.09	1..*
proprietarioResponsavel	responsavel	Indica o responsável pela administração da estação.	codeList 1.05	1..*
nomeEstacao	Alfanumérico (30)	Indica o nome da estação.	A ser preenchido (não nulo).	1
codBairro	cod_bairro	Indica o código oficial dos bairros de Salvador, registrado da ocorrência.	código oficial (SEDUR)	1..*
possuiSirene	Booleano	Indica se existe sirene ou um conjunto sirene-estação.	-	0..1

1.4. Treinamento (TRE)

Classe	Descrição		Código	Geometria
nucleo_comunitario_protecao	Desenvolvimento da resiliência das pessoas quando um desastre acontece, reduzindo a vulnerabilidade e ajudando as comunidades a terem mais consciência das ameaças.		1.4.1	★
Atributo	Tipo (tamanho)	Descrição	Domínio	Requisito
gid	Chave primária	Identificação unívoca do elemento geométrico.	Sequencial	1
codSetorRisco	Inteiro	Indica o gid da área de risco.	Sequencial (não nulo).	1..
dataVisita	Data	Data de capacitação.	A ser preenchido (não nulo). (aaaa/mm/dd)	1..*
codLogradouro	cod_logradouro	Indica o código oficial dos logradouros de Salvador, registrado da ocorrência.	código oficial (SEDUR)	1..*
codBairro	cod_bairro	Indica o código oficial dos bairros de Salvador, registrado da ocorrência.	código oficial (SEDUR)	1..*
nomeLocal	Alfanumérico (30)	Indica o nome do local da realização da atividade.	A ser preenchido (não nulo).	1..*
nomeResponsavel	Alfanumérico (30)	Indica o nome do responsável pelo local da realização da atividade.	A ser preenchido (não nulo).	1..*
telefone	Alfanumérico (20)	Indica o telefone do local da realização da atividade.	A ser preenchido (não nulo).	1..*
nrParticipante	Inteiro	Indica a quantidade de participantes na capacitação.	A ser preenchido (não nulo).	1..*

Classe	Descrição		Código	Geometria
defesa_civil_escolas	Vistoria técnica acionada pelos critérios do plano preventivo da Defesa Civil, com o intuito de identificar situações de risco iminente de escorregamentos.		1.4.2	★
Atributo	Tipo (tamanho)	Descrição	Domínio	Requisito
gid	Chave primária	Identificação unívoca do elemento geométrico.	Sequencial	1
gre	Alfanumérico (30)	Indica a Gerência Regional de Educação.	A ser preenchido (não nulo).	1..*
nomeEscola	Alfanumérico (30)	Indica o nome da escola.	A ser preenchido (não nulo).	1
codLogradouro	cod_logradouro	Indica o código oficial dos logradouros de Salvador, registrado da ocorrência.	código oficial (SEDUR)	1..*
codBairro	cod_bairro	Indica o código oficial dos bairros de Salvador, registrado da ocorrência.	código oficial (SEDUR)	1..*
anoVisita	Inteiro	Indica o ano de visita.	A ser preenchido (não nulo).	1..*

2. GERENCIAMENTO DE DESASTRE

2.1. Situação de Emergência (SDE)

Classe	Descrição		Código	Geometria
abrigo_evacuacao	Local destinado a abrigar a população evacuada de uma área de risco.		2.1.3	★
Atributo	Tipo (tamanho)	Descrição	Domínio	Requisito
gid	Chave primária	Identificação unívoca do elemento geométrico.	Sequencial	1
codSetorRisco	Inteiro	Indica o gid da área de risco.	Sequencial (não nulo).	1..
nomeAbrigo	Alfanumérico (30)	Indica o nome do abrigo destinado a evacuação.	A ser preenchido (não nulo).	1..*

Classe	Descrição		Código	Geometria
ponto_encontro_evacuacao	Pontos de encontro para a evacuação e orientação da população para um abrigo seguro.		2.1.2	★
Atributo	Tipo (tamanho)	Descrição	Domínio	Requisito
gid	Chave primária	Identificação unívoca do elemento geométrico.	Sequencial	1
codSetorRisco	Inteiro	Indica o gid da área de risco.	Sequencial (não nulo).	1..

Classe	Descrição		Código	Geometria
rota_fuga_evacuacao	Rotas de guia para os pontos de encontros e abrigo.		2.1.5	
Atributo	Tipo (tamanho)	Descrição	Domínio	Requisito
gid	Chave primária	Identificação unívoca do elemento geométrico.	Sequencial	1
codSetorRisco	Inteiro	Indica o gid da área de risco.	Sequencial (não nulo).	1..
elementoRota	Alfanumérico (50)	Indica elementos que dificulte na locomoção de idosos ou PNE na rota de fuga, como por exemplo a presença de escadaria e/ou ladeira.	A ser preenchido (não nulo).	1..

Classe	Descrição		Código	Geometria
setor_evacuacao	Divisão de setores dentro da área de risco para o processo de evacuação da população		2.1.4	
Atributo	Tipo (tamanho)	Descrição	Domínio	Requisito
gid	Chave primária	Identificação unívoca do elemento geométrico.	Sequencial	1
codSetorRisco	Inteiro	Indica o gid da área de risco.	Sequencial (não nulo).	1..*
corSetor	cor_setor	Indica a cor de identificação do setor de evacuação.	codeList 1.02	1..*

Classe	Descrição		Código	Geometria
sistema_alerta_sirene	Sistema de alarme sonoro instalados em áreas de risco com intuito de atuar preventivamente no município, objetivando minimizar as perdas de vida relacionadas às chuvas. O sistema é gerenciado pelo Centro de Monitoramento e Alerta da Defesa Civil - CEMADEC.		2.1.1	★
Atributo	Tipo (tamanho)	Descrição	Domínio	Requisito
gid	Chave primária	Identificação unívoca do elemento geométrico.	Sequencial	1
proprietarioResponsavel	responsavel	Indica o responsável pela administração da sirene.	codeList 1.05	1..*
nomeSirene	Alfanumérico (30)	Indica o nome da estação.	A ser preenchido (não nulo).	1
codLogradouro	cod_logradouro	Indica o código oficial dos logradouros de Salvador, registrado da ocorrência.	código oficial (SEDUR)	1..*
codBairro	cod_bairro	Indica o código oficial dos bairros de Salvador, registrado da ocorrência.	código oficial (SEDUR)	1..*

APÊNDICE B - LISTAS DE DOMÍNIOS DAS CLASSES DE OBJETOS

1. LISTAS DE CÓDIGOS (CodeList)

1.01. Tipo_vegetacao

Nome	Descrição
Tipo_vegetacao	Indica o tipo de vegetação encontrada numa encosta
Árvore de Grande Porte	-
Bananeira	-
Capim Colonião	-

1.02. Cor_setor

Nome	Descrição
Cor_setor	Indica a cor da divisão de setores dentro da área de risco para o processo de evacuação da população
Amarelo	-
Verde	-
Vermelho	-
Azul	-

1.03. Estado_edificacao

Nome	Descrição
Estado_edificacao	Indica o estado do imóvel
Abandonado	-
Bom Estado	-
Condenada	-
Em Construção	-
Em Reforma	-
Precária	-
Ruina	-
Terreno	-
Totalmente Destruído	-

1.04. Grau_risco

Nome	Descrição
Grau_risco	Indica o grau de um risco
Sem Risco	-
Baixo	-
Médio	-

Alto	-
Muito Alto	-
Sem Informações	-

1.05. Responsavel

Nome	Descrição
Responsavel	Indica o responsável por alguma ação ou coisa
CODESAL	Defesa Civil de Salvador
PMS	Prefeitura Municipal de Salvador
INMET	Instituto Nacional de Meteorologia
CEMADEN	Centro Nacional de Monitoramento e Alertas de Desastres Naturais
CONDER	Companhia de Desenvolvimento Urbano do Estado da Bahia
Particular	-
Sem Informações	-

1.06. Risco_predominante

Nome	Descrição
Risco_predominante	Indica o risco predominante em uma área
Alagamento	-
Deslizamento	-

Alagamento e Deslizamento	-
----------------------------------	---

1.07. Status_conclusao

Nome	Descrição
Status_conclusao	Indica o status de uma ação
A executar	-
A selecionar	-
Em execução	-
Executada	-
Executada Parcialmente	-

1.08. Tipo_acao_humana

Nome	Descrição
Tipo_acao_humana	Indica a ação humana na encosta
Lançamento de Esgoto na Encosta	-
Lixo/Entulho	-
Obstrução e/ou rompimento de rede (esgoto/água)	-
Pedreira	-
Rompimento de Drenagem	-

1.09. Tipo_estacao

Nome	Descrição
Tipo_estacao	Indica a finalidade da estação
Pluviômetro	-
Est. Meteorológica	-
Est. Hidrológica	-

1.10. Tipo_imovel

Nome	Descrição
Tipo_imovel	Indica o tipo de uso do imóvel
Bar	-
Barraco	-
Box	-
Casa	-
Comércio	-
Creche	-
Depósito	-

Edifício	-
Escola	-
Galpão	-
Garagem	-
Igreja	-
Oficina	-
Terreno	-
Quadra	-
Residência	-
Institucional	-
Misto	Envolve mais de um tipo de uso
Sem Informações	-

1.11. Tipo_material

Nome	Descrição
Tipo_material	Indica o tipo de material para a construção do imóvel
Adobe	-
Bloco	-
Concreto	-
Madeira	-

Mista	-
Taipa	-

1.12. Tipo_risco

Nome	Descrição
Tipo_risco	Indica o tipo do risco de vistorias realizada pela Defesa Civil de Salvador que subsidiará a identificação de pontos de risco
Ameaça de Deslizamento	-
Deslizamento de Terra	-
Alagamento de Área	-
Alagamento de Imóvel	-

