

UNIVERSIDADE FEDERAL DE JUIZ DE FORA
FACULDADE DE ENGENHARIA
ESPECIALIZAÇÃO EM GESTÃO PÚBLICA EM PROTEÇÃO E DEFESA CIVIL

Sady Júnior Martins da Costa de Menezes

Uso do *Business Intelligence* junto ao alerta via *Short Message Service*: análise de dados e confecção de um *dashboard* interativo para evento de inundação em Paraíba do Sul/RJ

Juiz de Fora

2024

Sady Júnior Martins da Costa de Menezes

Uso do *Business Intelligence* junto ao alerta via *Short Message Service*: análise de dados e confecção de um *dashboard* interativo para evento de inundação em Paraíba do Sul/RJ

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Faculdade de Engenharia da Universidade Federal de Juiz de Fora como requisito parcial à obtenção do título de Especialista em Gestão Pública em Proteção e Defesa Civil:

Orientador: Doutor Marcelo Caniato Renhe

Juiz de Fora

2024

Ficha catalográfica elaborada através do programa de geração automática da Biblioteca Universitária da UFJF, com os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

Martins da Costa de Menezes, Sady Júnior.

Uso do Business Intelligence junto ao alerta via Short Message Service: análise de dados e confecção de um dashboard interativo para evento de inundação em Paraíba do Sul/RJ / Sady Júnior
Martins da Costa de Menezes. -- 2024.

66 p. : il.

Orientador : Marcelo Caniato Renhe

Trabalho de Conclusão de Curso (especialização) - Universidade Federal de Juiz de Fora, Faculdade de Engenharia. Especialização em Gestão Pública em Proteção e Defesa Civil, 2024.

1. powerbi. 2. gis. 3. dashboard. I. Caniato Renhe, Marcelo, orient. II. Título.



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL DE JUIZ DE FORA

ATA DE DEFESA DE TRABALHO DE CONCLUSÃO DO CURSO DE ESPECIALIZAÇÃO EM GESTÃO PÚBLICA EM PROTEÇÃO E DEFESA CIVIL

Ata da sessão pública referente à defesa do Trabalho de Conclusão de Curso, intitulado "Uso do Business Intelligence junto ao alerta via Short Message Service: análise de dados e confecção de um dashboard interativo para evento de inundação em Paraíba do Sul/RJ" pelo discente Sady Júnior Martins da Costa de Menezes, matrícula 112960071, sob orientação do Prof. Dr. Marcelo Caniato Renhe.

Aos 06 dias do mês de junho do ano de 2024, às 14 horas, na modalidade virtual, reuniu-se a Banca Examinadora do TCC em epígrafe, com a seguinte composição:

Orientador: Dr. Marcelo Caniato Renhe (UFJF).

Examinadora 1: Dr. Celso Bandeira de Melo Ribeiro (UFJF).

Examinadora 2: Dr. Jordan Henrique de Souza (UFJF)

Tendo o senhor Presidente declarado aberta a sessão, mediante o prévio exame do referido trabalho por parte de cada membro da Banca, o discente procedeu a apresentação de seu Trabalho de Conclusão de Curso de Pós-graduação lato sensu e foi submetido à arguição pela Banca Examinadora que, em seguida, com base na nota 10,0 calculada pela planilha de avaliação do curso, deliberou sobre o seguinte resultado:

() Reprovação por nota (Conceito R)

(x) Aprovação por nota (Conceito A)

Nada mais havendo a tratar, foi lavrada a presente ata, que segue assinada pelos membros da Banca Examinadora.



Documento assinado eletronicamente por **Celso Bandeira de Melo Ribeiro, Professor(a)**, em 22/07/2024, às 15:56, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **Marcelo Caniato Renhe, Professor(a)**, em 22/07/2024, às 15:57, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **Jordan Henrique de Souza, Professor(a)**, em 22/07/2024, às 18:47, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no Portal do SEI-Ufjf (www2.ufjf.br/SEI) através do ícone Conferência de Documentos, informando o código verificador **1877882** e o código CRC **0175C647**.

Dedico este trabalho a minha esposa, companheira e amiga Maria Odete Alves de Souza que está sempre ao meu lado e compreende minha busca constante e incansável por conhecimento.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus e Nossa Senhora pela vida e bênçãos em meu caminho.

Agradeço aos meus Pais por todo o zelo e dedicação que sempre despenderam comigo.

Agradeço à minha Família sempre unida e iluminada.

Agradeço aos meus amigos e a todos que me acompanham em minha jornada.

RESUMO

O Centro de Pesquisa sobre Epidemiologia de Desastres (CRED) desenvolveu o *Emergency Events Database* (EM-DAT), uma fonte confiável que registra eventos naturais e tecnológicos desde 1988, contendo dados compilados a partir de 1900 e atualizados diariamente. No Brasil, de 2000 a 2023, foram registrados 249 eventos, resultando em 7.263 mortes e perdas econômicas de 31,67 milhões de dólares. No entanto, a comunicação eficaz de alertas para desastres é crucial, como evidenciado pela baixa adesão em Curitiba e falhas de alerta em desastres anteriores, como no Litoral Norte de São Paulo em 2023. No Brasil, novas formas de alerta, como alertas *pop-up* (*Flash SMS*) em celulares, estão sendo exploradas. Para melhorar a resposta a desastres, este trabalho propõe o aprimoramento do envio de informações de desastres via SMS, incluindo *links* interativos contendo *dashboards* de análise de dados no Power BI, focando na região de Paraíba do Sul, RJ. Essa abordagem visa contribuir com a promoção de ações preventivas de desastres, fortalecer a cultura de prevenção e coletar, analisar e transformar dados em informações para valorizar estudos científicos e projetos técnicos de gestão de riscos e desastres, especialmente para eventos de inundação. A metodologia incluiu a análise de dados geoespaciais e de recenseamento para identificar áreas de risco de inundação, utilizando ferramentas como o QGIS para processar dados de suscetibilidade a inundação e o Power BI para criar *dashboards* interativos. Este trabalho destaca a importância da integração de tecnologias de informação e geoespaciais para uma resposta eficiente a desastres, fornecendo informações valiosas não apenas para especialistas, mas também para usuários finais na tomada de decisões. Como sugestão para trabalhos futuros, recomenda-se o desenvolvimento de novas formas de alerta e a conscientização de um maior número de pessoas em parceria com instituições locais, visando aprimorar a resposta a desastres e mitigar seus impactos na sociedade.

Palavras-chave: dashboard; gis; powerbi.

ABSTRACT

The Centre for Research on the Epidemiology of Disasters (CRED) has developed the Emergency Events Database (EM-DAT), a reliable source that records natural and technological events since 1988, containing data compiled from 1900 onwards and updated daily. In Brazil, from 2000 to 2023, 249 events were recorded, resulting in 7,263 deaths and economic losses of 31.67 million dollars. However, effective disaster alert communication is crucial, as evidenced by low adherence in Curitiba and alert failures in previous disasters, such as in the North Coast of São Paulo in 2023. In Brazil, new alert forms, such as pop-up alerts (*Flash SMS*) on cell phones, are being explored. To enhance disaster response, this work proposes improving disaster information dissemination via SMS, including interactive dashboard links for data analysis in Power BI, focusing on the Paraíba do Sul region, RJ. This approach aims to contribute to the promotion of disaster prevention actions, strengthen prevention culture, and collect, analyze, and transform data into information to enhance scientific studies and technical projects on risk and disaster management, especially for flooding events. The methodology included the analysis of geospatial and census data to identify flood-prone areas, using tools such as QGIS to process flood susceptibility data and Power BI to create interactive dashboards. This work highlights the importance of integrating information and geospatial technologies for efficient disaster response, providing valuable information not only to experts but also to end-users in decision-making. As a suggestion for future work, it is recommended to develop new alert forms and raise awareness among a larger number of people in partnership with local institutions, aiming to improve disaster response and mitigate its impacts on society.

Keywords: dashboard; gis; powerbi.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1	– Cadastro por CEP e recebimento de resposta via SMS	19
Figura 2	– Cadastro via Telegram (a) e Whatsapp (b) com recebimento de informações e menu de interação	20
Figura 3	– Uma Entidade sendo representada. Notação utilizada no software ERWIN.....	26
Figura 4	– Exemplo de um Diagrama Entidade Relacionamento, contendo as Entidades, Atributos e Relacionamentos entre eles	27
Figura 5	– Composição de um SIG	29
Figura 6	– Plataformas de aquisição de imagens de Sensoriamento Remoto.	30
Figura 7	– Constelação de Satélites GPS	30
Figura 8	– Segmentos do sistema GPS	31
Figura 9	– Junção das ferramentas (diagrama de Venn) envolvidas no estudo e análise da Geoinformática	32
Figura 10	– Representação dos modelos de serviços.....	34
Figura 11	– Plataformas populares SaaS	35
Figura 12	– Localização do município de Paraíba do Sul/RJ	38
Figura 13	– Municípios mapeados pelo SGB-CPRM para a confecção das Cartas de Suscetibilidade	40
Figura 14	– Visualização das informações (metadados) da carta de suscetibilidade a movimentos gravitacionais de massa e inundação do município de Paraíba do Sul/RJ	43
Figura 15	– Visualização dos arquivos shapefiles de inundação para uso em software SIG dentro do ambiente do Sistema Operacional Windows 10	44
Figura 16	– Visualização das manchas de inundação no município de Paraíba do Sul/RJ.....	45
Figura 17	– Visualização da Tabela de Atributos das manchas (ambiente SIG QGIS) de inundação no município de Paraíba do Sul/RJ	45
Figura 18	– Visualização dos domicílios recenseados inseridos no domínio das manchas de inundação no município de Paraíba do Sul/RJ	46

Figura 19	– Visualização da Tabela de Atributos dos domicílios recenseados (ambiente SIG QGIS) sobre as manchas de inundação no município de Paraíba do Sul/RJ	46
Figura 20	– Visualização da tela contendo o arquivo de inundação no formato CSV dentro do MS PowerBI	48
Figura 21	– Visualização da tela contendo o arquivo da classe Alta para inundação no formato CSV dentro do MS PowerBI	49
Figura 22	– Visualização da tela contendo o arquivo da classe Média para inundação no formato CSV dentro do MS PowerBI	49
Figura 23	– Visualização da tela contendo o arquivo da classe Baixa para inundação no formato CSV dentro do MS PowerBI	50
Figura 24	– Visualização da tela contendo os relacionamentos das respectivas entidades (Diagrama ER) dentro do MS PowerBI	51
Figura 25	– Visualização do dashboard contendo informações de inundação dentro do MS PowerBI	52
Figura 26	– Visualização do dashboard contendo informações de inundação para a classe Alta dentro do MS PowerBI	53
Figura 27	– Visualização do dashboard contendo informações de inundação para a classe Alta, Média e Baixa dentro do MS PowerBI	54
Figura 28	– Mensagem via SMS (teste de envio) contendo o link de acesso do dashboard pelo app do MS PowerBI	55
Figura 29	– Visualização do link de acesso do dashboard pelo app do MS PowerBI em tela de celular (smartphone com conexão de internet)	56
Figura 30	– Integração das Ferramentas e Ciências para a análise dos Dados Geoespaciais pelo Profissional	58

LISTA DE TABELA

Tabela 1	– Eventos extremos por estados/região no Brasil de 2018 a 2024	14
----------	--	----

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

BDG	Banco de Dados Geográfico
BI	<i>Business Intelligence</i>
CEMADEN	Centro Nacional de Monitoramento e Alertas de Desastres Naturais
CEP	Código de Endereçamento Postal
CRED	<i>Centre for Research on the Epidemiology of Disasters</i>
CSV	<i>Comma-Separated Values</i>
DBF	<i>Data Base File</i>
DEGET	Departamento de Gestão Territorial
DER	Diagrama de Entidades e Relacionamentos
EM-DAT	<i>Emergency Events Data</i>
ER	Entidade-Relacionamento
GPS	Sistema Global de Navegação por Satélite
IaaS	<i>Infrastructure as a Service</i>
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IPC	<i>Intergovernmental Panel on Climate Change</i>
MER	Modelo de Entidades e Relacionamentos
NIST	<i>National Institute of Standards and Technology</i>
PaaS	<i>Platform as a Service</i>
PRJ	<i>spatial reference</i>
RPAS	Sistemas de Aeronaves Remotamente Pilotadas
S2iD	Sistema Integrado de Informações sobre Desastres
SaaS	<i>Software as a Service</i>
SGB	Serviço Geológico do Brasil
SHP	<i>Shapefile</i>
SHX	<i>shapefile shape index</i>
SIG	Sistema de Informação Geográfica
SMS	<i>Short Message Service</i>
SR	Sensoriamento Remoto
TI	Tecnologia da Informação

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	13
2	REVISÃO DE LITERATURA	17
2.1	COMUNICAÇÃO E DIVULGAÇÃO AO PÚBLICO – ALERTAS VIA SMS PARA PREPARAÇÃO E RESPOSTA.....	17
2.2	MODELAGEM DA INFORMAÇÃO.....	24
2.3	GEOINFORMÁTICA – CIÊNCIA DA GEOINFORMAÇÃO.....	27
2.4	SOFTWARE COMO SERVIÇO – SAAS.....	32
3	OBJETIVO.....	37
3.1	OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	37
4	METODOLOGIA.....	38
5	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	41
6	TRABALHOS FUTUROS ENVOLVENDO A CIÊNCIA DE DADOS GEOESPACIAIS E AS ANÁLISES E FERRAMENTAS DE PREPARAÇÃO E PREVENÇÃO AOS EVENTOS EXTREMOS	57
7	CONCLUSÃO	61
	REFERÊNCIAS	62

1 INTRODUÇÃO

O CRED - *Centre for Research on the Epidemiology of Disasters* criou o *Emergency Events Database* – EM-DAT (2024) que, desde 1988, vem mantendo e publicando informações básicas sobre eventos naturais e tecnológicos com vítimas ocorridos em todo o planeta. O EM-DAT (2024) contém registros sobre ocorrências de eventos e seus efeitos a partir do ano de 1900. As informações são compiladas de diversas fontes como as Nações Unidas, Organizações Não-Governamentais, Companhias de Seguros, Institutos de Pesquisa e Agências de Notícia. Sua atualização é diária, e após a validação dos dados o registro é disponibilizado ao público.

De acordo com o *Emergency Events Database* – EM-DAT (Banco de Dados de Eventos de Emergência, 2021 *apud* Moura *et.al.*, 2023), em 2021 foram registrados 432 eventos catastróficos – aproximadamente 21% superior à média de eventos anuais para o período de 2001 a 2020 – relacionados a desastres ambientais em todo o mundo, com 10.492 mortes, 101,8 milhões de pessoas afetadas e aproximadamente 252,1 bilhões de dólares em perdas econômicas.

Analisando para o Brasil, de 2000 até 2023, incluindo eventos de nível Natural (enchentes, temperaturas extremas, movimentos de massa, secas, epidemia, tempestades, inundações, queimadas) e Tecnológico (acidentes em estradas, derramamento químico, incêndios em infraestruturas, explosões, descarrilamento, contaminação hídrica, contaminação aérea, envenenamento, ruptura/colapso em barragens) obtidos também na base de dados da EM-DAT (2024), temos registrados 249 eventos, com 7.263 mortes, 56,1 milhões de pessoas afetadas e 31,67 milhões de dólares em perdas econômicas. Considerando a análise apenas para os dados de 2021 a 2023, temos registrados 42 eventos, com 822 mortes, 3,13 milhões de pessoas afetadas e 8,97 milhões de dólares em perdas econômicas.

A Tabela 1 mostra os eventos críticos (impacto na mídia/sítios de reportagens na *internet*) de inundação e/ou deslizamentos, por estados/região no Brasil, de 2018 a 2024, com a contagem de mortes associadas ao evento:

Tabela 1 - Eventos críticos de inundação e/ou deslizamento por estados/região no Brasil, de 2018 a 2024.

Estado/Região	Evento	Ano	Mortes associadas
Rio Grande do Sul (RS)	Inundação/Deslizamento	2024	172
São Paulo (litoral/SP)	Deslizamento	2023	65
Petrópolis (RJ)	Deslizamento	2022	237
Petrópolis (RJ)	Deslizamento	2021	200
Pernambuco (PE)	Deslizamento	2020	100
Santa Catarina (SC)	Inundação	2019	100
Minas Gerais (MG)	Inundação	2018	200

Fonte: Elaborada pelo autor (2024).

Essas informações aqui demonstradas reforçam, ainda mais, a atenção e a necessidade de conhecimento e de informação acerca da temática e das análises a serem realizadas. Tais ações visam à tomada de decisão dos gestores e população para evitar perdas humanas e mitigar os efeitos deletérios destes eventos sobre a sociedade e o meio ambiente.

Os estudos sobre percepção de riscos, conforme Souza & Zanella (2010), constituem um tipo especial de investigação qualitativa iniciado na década de 1960, nos EUA, cujo enfoque é o aspecto subjetivo da relação entre as pessoas e as diferentes situações de risco ambiental que vivenciam. Compõem-se levantamentos com a capacidade de auxiliar no desenho de intervenções junto a comunidades em áreas de risco, assim como atividades de educação ambiental e de comunicação para a prevenção de acidentes.

Desta forma, a delimitação de áreas via mapeamento e uso das geotecnologias, nas quais um fenômeno climático, por exemplo, possa se desenvolver para um potencial desastre para esta população, motiva o desenvolvimento e disseminação quanto ao conceito sobre a percepção de riscos e suas ações de preparação e prevenção.

O avanço das geotecnologias tem possibilitado o seu uso para análise e delimitação de áreas e integração dos arquivos digitais gerados em outras plataformas (programas específicos) de forma a disponibilizar informação útil e essencial à sociedade.

A coleta de informações e análises em programas de geoprocessamento para elaboração de mapeamento, tabelas e dados geoespaciais para usos em ambientes integrados (por exemplo, Sistema de Informação Geográfica (SIG) integrado ao

Software as a Service (SaaS) ou *Software como Serviço*) nos permite obter análises temporais e conhecer tendências e repetições dos fenômenos em análise nos locais de estudo.

Estas ações fornecem aos gestores, por meio destas informações, subsídios para análises de causas e efeitos para futuras tomadas de decisão, avaliando o grau de risco que a população ou área está sujeita.

Para o desenvolvimento deste trabalho e uso em análise, foram utilizados o Sistema de Informação Geográfica (SIG): QGIS versão 3.28 Firenze (2024) e a plataforma SaaS: MicroSoft PowerBI (2024). Estes dois sistemas integrados nos possibilitam a análise espacial dos dados da área em estudo e, pela integração ao SaaS, tem-se a elaboração de um *dashboard* interativo, disponibilizado na internet para acesso aos usuários (sociedade civil e gestores) para consulta das informações e tomada de decisão por meio do conhecimento adquirido.

Tanto o SIG quanto o Banco de Dados Geográfico (BDG) possuem as seguintes características:

São sistemas capazes de armazenar, gerir e distribuir uma grande quantidade de informação que vão desde registros meteorológicos, imagens de satélite, até a localização de danos causados por eventos extremos por exemplo. No caso dos desastres naturais, os SIGs apresentam-se como a ferramenta perfeita para registro, consulta e difusão dessas informações (Coutinho, 2010, p.02).

Para o desenvolvimento do trabalho, utilizou-se o *software* QGIS. O QGIS possui um conjunto de funcionalidades e permite, pela comunidade de usuários e desenvolvimento compartilhado, obter vários complementos para uso na plataforma. Tais funções possibilitam visualizar, gerir, editar, analisar dados, e criar mapas para impressão.

Para analisar os dados vindos da tabela de atributos do QGIS e elaborar o *dashboard* de apresentação, utilizou-se o MS PowerBI, o qual em sua documentação técnica, nos apresenta a seguinte funcionalidade:

É uma coleção de serviços de *software*, aplicativos e conectores que trabalham juntos para transformar suas fontes de dados não relacionadas em informações coerentes, visualmente envolventes e interativas. Os dados podem estar em uma planilha do Excel ou em uma coleção de *data warehouses* híbridos locais ou baseados na nuvem. Com o Power BI, você pode se conectar facilmente a fontes de dados, visualizar e descobrir conteúdo importante e compartilhá-lo com todas as pessoas que quiser (MS PowerBI, 2024).

A junção destas duas ferramentas nos permite transformar dados em informação e este em conhecimento aplicado, dando assim subsídio aos gestores e à sociedade civil quanto ao entendimento e às ações de prevenção e proteção frente aos desastres.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 COMUNICAÇÃO E DIVULGAÇÃO AO PÚBLICO – ALERTAS VIA SMS PARA PREPARAÇÃO E RESPOSTA

De acordo com o *Intergovernmental Panel on Climate Change - IPCC (2023)*, a intensificação da urbanização de forma desordenada nas últimas décadas associada à geração de riscos socioambientais como consequência deste crescimento, tem gerado cada vez mais desastres, os quais tendem a ser potencializados pelas mudanças climáticas.

A redução desses impactos torna-se possível com a implantação de sistemas de monitoramento e alerta de eventos adversos e desastres. Um alerta é especialmente eficaz se for capaz de atingir todos os indivíduos localizados em uma área geográfica em tempo hábil (Bricker *et al.*, 2017, p.13). Na Europa, os benefícios monetários de um sistema de alerta alcançam 400 euros para cada 1 euro investido (Pappenberger *et al.*, 2015, p.278).

Os meios de comunicação utilizados durante essa fase variam entre as localidades, desde a utilização de meios tradicionais (como sirenes, rádio e televisão) até os digitais (redes sociais e sistemas móveis baseados em telefones celulares). Muitos países implantaram um sistema de alerta baseado na localização, tanto os desenvolvidos (Estados Unidos, Austrália, Japão, Bélgica, por exemplo) quanto aqueles em desenvolvimento (Sri Lanka, Porto Rico, Serra Leoa, Bangladesh, por exemplo) (Douvinet, 2020, p. 5).

Segundo a Portaria nº 2.216 - Brasil, de 4 de Julho de 2023, em seu Art 1º, determina-se:

Definir procedimentos para o envio de alertas à população sobre a possibilidade de ocorrência de desastres, em articulação com os órgãos e entidades estaduais, distritais e municipais de proteção e defesa civil, e para utilização do sistema Interface de Divulgação de Alertas Públicos (IDAP).

Pela Portaria nº 2.216 temos que, em seu Art 2º, a Secretaria Nacional de Proteção e Defesa Civil, por intermédio do Centro Nacional de Gerenciamento de Riscos e Desastres, é o órgão responsável pela gestão dos desastres em suas

ações preventivas, cadastro de instituições e responsáveis e pelo acompanhamento do serviço de difusão de alertas de desastres. Já em seu Art 3º, é de responsabilidade do Centro Nacional de Gerenciamento de Riscos e Desastres a manutenção de formulário em meio digital, no sistema Interface de Divulgação de Alertas Públicos - IDAP, para registro das instituições e responsáveis que poderão cadastrar, enviar e gerenciar alertas, de acordo com seu nível de atuação e instituição vinculada.

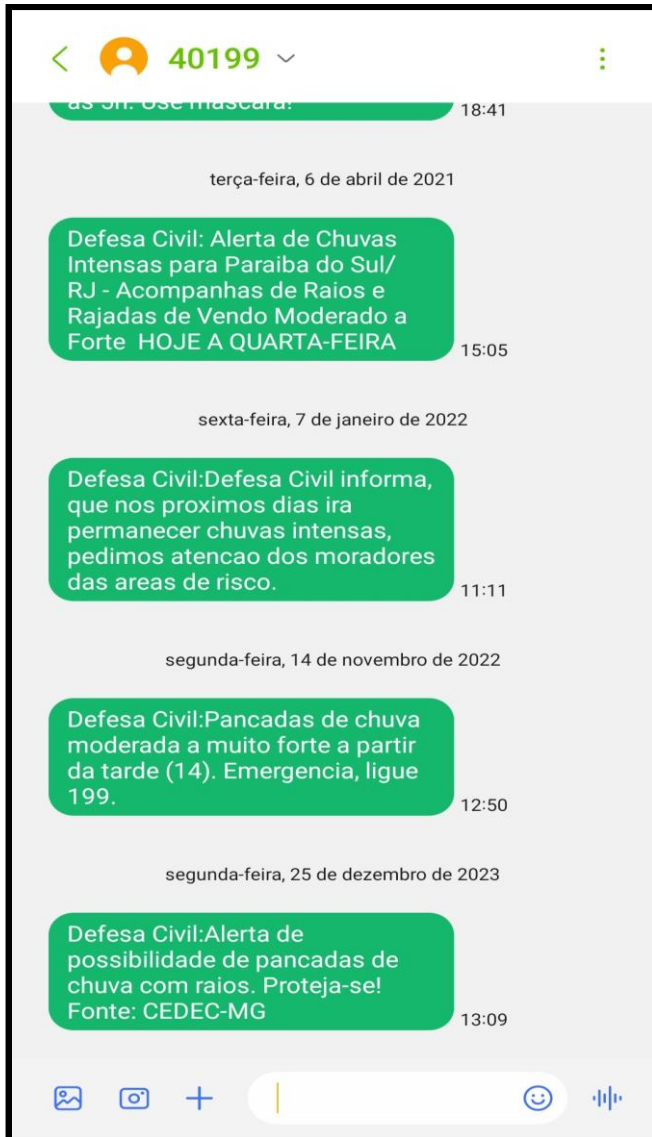
Mas o evento que iniciou esta construção de ações para comunicação e divulgação ocorreu na década de 60, segundo relatos de Arruda *et. al.* (2020, p. 55):

Por decorrência da enorme enchente que ocorreu no Sudeste no ano de 1966, acabou sendo instituído no então Estado da Guanabara, o pioneiro Plano Diretor de Defesa Civil, estipulando tarefas para cada órgão competente do Sistema Estadual de Defesa Civil. Foi então o Decreto Estadual nº 722, de 18.11.1966 que realizou a aprovação do Plano e elaborou as primeiras Coordenadorias Regionais de Defesa Civil – REDEC no país - no dia 19 de dezembro de 1966 foi administrada no Estado da Guanabara, a primeira Defesa Civil Estadual do Brasil. Todo este Sistema acabou sendo instituído de forma legal somente através da promulgação da Constituição Federal de 1988 (BRASIL, 1988), que apresenta o marco da Defesa Civil e Proteção Comunitária em ocasiões de desastres no Brasil. Até aquele momento as legislações se atentavam a questões associadas ao socorro público, calamidade pública, seca, desastres e perigos iminentes, entretanto, a Constituição Federal de 88 introduziu a Defesa Civil como um Sistema bem organizado e aberto com a participação dos governos locais e a população para que se desencadeassem as ações preventivas e de respostas aos desastres (Arruda *et. al.*, 2020, p. 55).

No Brasil, a emissão de mensagens de alerta, como forma de comunicação das informações à população, foi implantada em 2017, utilizando-se do sistema *Short Message Service* (SMS) via uso de aparelhos celulares, e atualmente tem cobertura em todos os estados. Desde 2017 a Secretaria Nacional de Proteção e Defesa Civil envia alerta por SMS (Figura 1) à população que, para receber essas

informações, faz um cadastro simples e rápido, enviando um SMS com seu CEP (Código de Endereçamento Postal) para o número 40199 (MIDR, 2021).

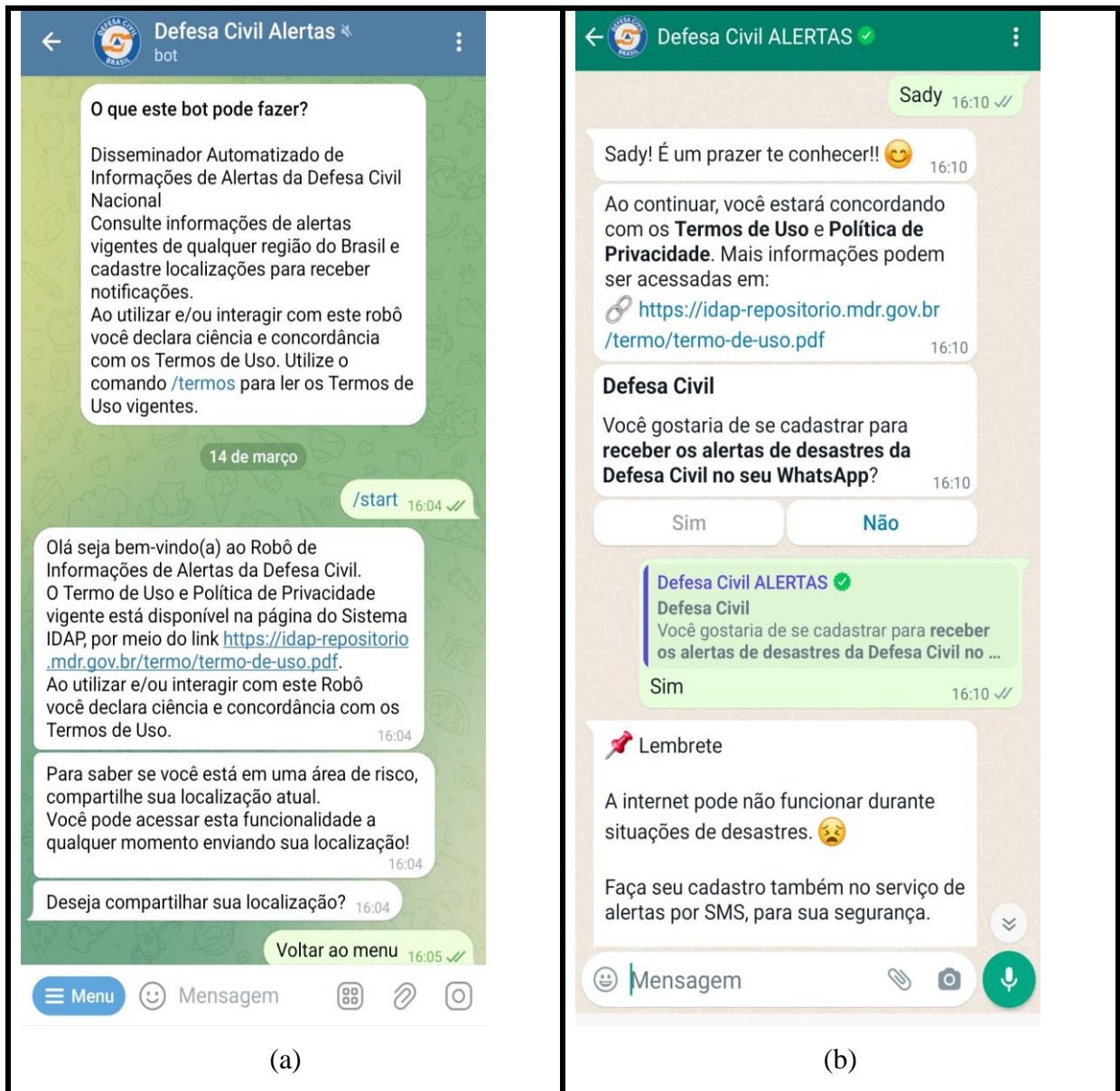
Figura 1: Cadastro por CEP e recebimento de resposta via SMS.



Fonte: Elaborada pelo autor (2024).

O sistema também conta com a emissão de alertas durante a programação dos canais de televisão por assinatura, no canal do *Telegram* (Figura 2a) e em várias plataformas do Google. Desde novembro de 2022, há o alerta por meio do georreferenciamento de localização em um canal no *WhatsApp* (Figura 2b) (Fonseca *et. al*, 2023, p. 924).

Figura 2: Cadastro via *Telegram* (a) e *Whatsapp* (b) com recebimento de informações e menu de interação.



Fonte: Elaborada pelo autor (2024).

Segundo pesquisa realizada por Fonseca et. al (2023, p. 924 e 925), estes fizeram a seguinte pergunta: “a emissão de alertas de eventos adversos e desastres via SMS com base na localização do CEP cadastrado pelas pessoas é um meio eficaz para torná-las preparadas, de forma igual e oportuna, para a ocorrência de um evento adverso?”

Para responder ao questionamento, os autores acima fizeram um recorte espacial para o município de Curitiba/PR, região sul do Brasil. A metodologia adotada utilizou-se do uso do *software* de geoprocessamento ArcGIS 10.8, obtendo

a distribuição dos celulares cadastrados para receber alerta de desastre via SMS entre setembro de 2017 e julho de 2022. Ao todo, foram analisados os celulares cadastrados e ativos que representaram 7,5% da população residente em 2021. Os resultados obtidos neste trabalho indicaram um baixo número de celulares cadastrados ativos no município de Curitiba, aproximadamente 7,5% da população, com diferenças expressivas do ponto de vista temporal e espacial.

Portanto, os resultados obtidos com a pesquisa indicaram a falta de identificação e a regularização de logradouros, implicando a inexistência de endereços e CEPs nos aglomerados cadastrados como subnormais. Logo, impossibilitou grupos vulneráveis de receberem alertas via SMS. A falta de regularização do assentamento e de endereço manifestou-se no comprometimento de diversas ações do poder público, tal como as tributárias, de planejamento, monitoramento e fiscalização e de investimento. Durante a realização do Censo Demográfico de 2022, por exemplo, os recenseadores do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) tiveram dificuldades em encontrar famílias que residiam em aglomerados subnormais em virtude da falta de endereço (Agência Brasil, 2023).

Portanto, o endereçamento e a atribuição de um código postal revelaram-se como elemento central da vida urbana, contribuindo no planejamento e na gestão urbana, na administração do território e no exercício de direitos civis. Porém, conforme apresentado por Fonseca *et al.* (2023), situações como essa indicam que o problema pode ser comum em aglomerados subnormais no Brasil. Concluindo a análise, a fragilidade na soberania do Estado sobre esses territórios comprometeu ações de monitoramento e alerta de eventos adversos e desastres baseados no CEP e potencializou os riscos de grupos vulneráveis, sobretudo na ausência de outros meios de comunicação, como as sirenes (Fonseca *et al.*, 2023, p. 937).

A demanda pelo serviço de emergência (prevenção, preparação e resposta ao evento adverso) em associação aos avanços da *Internet* e da Tecnologia da Informação (TI) nas últimas décadas vem mudando o modo como os gestores de cidades operam internamente e como eles interagem, levando ao usuário (neste caso o cidadão inserido na região geográfica analisada) as análises dos dados e informações obtidas.

Esse processo melhorou expressivamente os sistemas de monitoramento e alerta precoce de eventos adversos e desastres, possibilitando melhor

conhecimento, monitoramento e detecção de perigos e comunicação rápida de mensagens de aviso e alerta aos cidadãos. Isso permite uma preparação mais adequada, sobretudo em caso de eventos previsíveis e de início lento. No Brasil a forma mais utilizada pelo Sistema Nacional de Proteção e Defesa Civil é o envio de SMS para os celulares das pessoas que cadastraram o(s) CEP(s) do(s) local(is) para os quais desejavam receber alertas, totalizando cerca de 9,5 milhões de pessoas cadastradas em todo o país (Fonseca *et. al*, 2023, p. 935).

Porém, em outra situação de evento adverso, no desastre ocorrido em fevereiro de 2023 no Litoral Norte do estado de São Paulo, o sistema de alerta acabou não sendo eficiente em sua ação para parte da população que sofreu o impacto direto do evento. Contextualizando o ocorrido na região, foram registrados mais de 600 mm de chuva em 24 horas, intensidade nunca registrada no país desde o início dos registros no começo do século XX.

Mais uma vez, os mais atingidos foram os vulneráveis, sobretudo os moradores de assentamentos informais. Os moradores afirmaram que não foram alertados em tempo adequado e que não houve pedido para que deixassem suas casas, mesmo diante do risco alto e iminente de deslizamento e inundações (G1, 2023).

As mensagens divulgadas na imprensa e em redes sociais e por mensagens de SMS, porém, não deram a dimensão do risco. A primeira mensagem informando a dimensão do desastre ocorreu depois da deflagração do evento, quando a região já havia registrado (ocorrência) de deslizamentos, alagamentos e desabamentos para o fenômeno em curso (Fonseca *et. al*, 2023, p. 936).

Vislumbrando assim melhorias no envio dos alertas e das informações ali inseridas para a população, o desenvolvimento e uso de sistemas mais direcionados e contendo informações locais (segmentação) devem ser elaborados e disponibilizados para o usuário para que este saiba do risco real e das condições encontradas no momento da visualização da mensagem e demais informações ali presentes para uma eficaz análise e tomada de decisão por parte do usuário e dos gestores quanto à preparação e resposta ao evento.

Angra dos Reis/RJ foi escolhida como uma das primeiras cidades do país para participar do projeto piloto do governo federal devido às fortes chuvas que atingiram o município durante o verão nos últimos anos. Desta forma, no momento da possível ocorrência do evento (seja tempestade, enchentes e deslizamentos),

alertas serão emitidos via *pop-up* diretamente na tela dos celulares da população cadastrada.

O site oficial da Prefeitura Municipal de Angra dos Reis (PMAR, 2023) informa que alertas meteorológicos graves chegarão por SMS à população, ou seja, os avisos de riscos de eventos naturais de nível muito alto (tempestades, enchentes e deslizamentos de terra) serão enviados à população de Angra dos Reis/RJ em mensagens de SMS que sobressaem na tela dos celulares. O município irá utilizar a tecnologia *Flash SMS*, ou seja, a mensagem aparecerá em tela cheia no celular e não vai para a caixa de entrada até que o usuário leia o aviso. A mensagem (alerta) só sairá da tela inicial dos celulares depois de lido, não podendo, portanto ser ignorada.

No Estado do Rio de Janeiro, o Ministério da Integração e do Desenvolvimento Regional também escolheu Petrópolis (RJ) para participar do projeto piloto, além de Angra dos Reis. Outras cinco cidades de outros estados foram selecionadas: Anápolis (GO), Parauapebas (PA), Juiz de Fora (MG), Petrolina (PE) e Paranaguá (PR), municípios considerados críticos pelo Centro Nacional de Monitoramento e Alertas de Desastres Naturais (CEMADEN) e CENAD, com grande volume de alertas de emergência registrados entre outubro de 2021 e março de 2022 (PMAR, 2023).

As técnicas de emissão de alertas baseados em localização em tempo real usando redes de telecomunicações têm a capacidade de atingir muitas pessoas em um curto espaço de tempo. Elas possibilitam que uma mensagem de alerta seja adaptada segundo a natureza do perigo enfrentado em um local e a ação de proteção apropriada para alguém naquele local. O recebimento de uma mensagem com segmentação geográfica também fortalece a percepção do destinatário de que ele está em risco e deve tomar medidas de proteção. Como o recebimento de uma mensagem com segmentação geográfica pode substituir descrições extensas de quais áreas estão em risco, o conteúdo da mensagem pode se concentrar no perigo e nas ações recomendadas (Fonseca *et al.*, 2023, p. 938).

Segundo Aloudat *et al.* (2014, p.153), “a segmentação trata-se de um esforço de transmitir alertas para os destinatários localizados fisicamente em uma área geográfica passível de ser afetada por um evento e/ou estar em risco”.

Informações específicas e claras, incluindo quais locais estão ou não em risco, aumentam a probabilidade de as pessoas tomarem medidas de preparação e

proteção quanto ao evento adverso. Quanto menos precisa for a segmentação, maior a probabilidade de o destinatário ignorar o alerta, pois não tem certeza se a mensagem se aplica a ele.

2.2 MODELAGEM DA INFORMAÇÃO

Segundo Xexéo (2007) existe, no meio computacional, diferenças entre Dados, Informação e Conhecimento, e tais diferenças devem ser abordadas para o entendimento de cada processo, partindo da manipulação dos dados até o objetivo final que é o conhecimento aplicado.

Quanto aos Dados, estes são explicados da seguinte forma:

Dados são apenas os símbolos que usamos para representar a informação, o registro de diferentes aspectos de um fato ou fenômeno. Os números que guardamos em um banco de dados são, como diz o nome, “dados”. Dados não são interpretados, eles existem, são adquiridos de alguma forma, via coleta, pesquisa ou criação, guardados de outra forma e, possivelmente, apresentados em uma terceira. O computador é uma máquina que manipula dados (Xexéo, 2007, p.8).

Por outro lado, Informação é o dado com significado, normalmente processado de forma a ser útil. Uma informação deve permitir responder perguntas como “quando”, “quanto”, “quem”, “qual” e “onde” sobre alguma coisa (Xexéo, 2007, p.8).

No que compete ao Conhecimento, esta é a aplicação da informação. Podemos dizer que permite responder à pergunta “como”, pois envolve argumentos, explicações e justificativas (Xexéo, 2007, p.8).

Assim, após entendermos as respectivas diferenças entre Dados, Informação e Conhecimento, partimos para a concepção do Modelo a ser trabalhado quanto ao uso dos dados e informação na geração do conhecimento aplicado pelo usuário. Mas o que seria o Modelo? Qual sua definição?

Segundo Xexéo (2007, p. 31), “um modelo é uma representação de algum objeto, conceito, conjunto de conceitos ou realidade. Modelos são criados para que nós possamos estudar, normalmente segundo algum aspecto escolhido, o objeto

modelado. Na grande maioria das vezes, um modelo é uma versão simplificada ou abstrata do objeto modelado”.

Por estarmos definindo Modelo e utilizarmos associado ao Sistema de Informação Geográfica (SIG) integrado em um *Software* como Serviço (SaaS), temos assim a definição do Modelo Conceitual de Dados:

Este é um modelo abstrato que descreve as informações contidas no sistema, ou seja, a memória do sistema. O objetivo final do modelo de dados é a criação da base de dados do sistema, seja por meio de simples arquivos ou sofisticados sistemas de gerenciamento de banco de dados (SGDB). Em geral, as informações contidas no modelo serão aquelas que o sistema precisa ter para executar uma ou mais funções e que não são fornecidas pelo mundo exterior no momento que a função é solicitada, mas sim anteriormente, durante a execução de outra função do sistema. Dessa forma, o sistema precisa “se lembrar” dessa informação entre uma e outra utilização, devendo ela pertencer de sua “memória” (Xexéo, 2007, p.143).

Portanto, “o modelo de dados é um tipo de requisito do sistema, pois descreve tudo que o sistema tem que ‘saber’. Ele estabelece um vocabulário (termos e fatos – entidades e relacionamentos), indica que informação está sendo compartilhada e qual o escopo de conhecimento que está sendo considerado pelo sistema” (Ross, 2003, p.58).

Uma das formas de modelagem de dados adotada por esse trabalho é o Modelo de Entidades e Relacionamentos (MER):

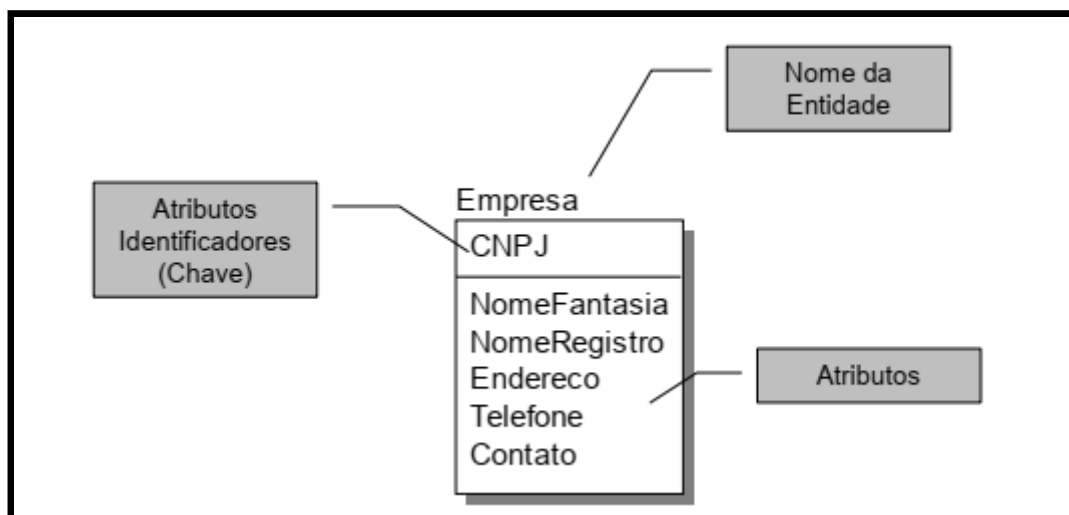
No Modelo de Entidades e Relacionamentos contamos com três abstrações para modelar o mundo: entidades, atributos e relacionamentos. De maneira simples, podemos dizer que entidades representam as “coisas e conceitos” do mundo, atributos representam as características dessas “coisas e conceitos” e relacionamentos representam as relações existentes entre essas “coisas e conceitos” (Xexéo, 2007, p.144).

O Modelo de Entidades e Relacionamentos, segundo Paulo Cougo (1999, p.33) descreve o mundo como: “cheio de coisas que possuem características próprias e que se relacionam entre si”.

Para um rápido entendimento sobre o conceito do Modelo de Entidade e Relacionamento, temos:

As Entidades (Figura 3) podem ser pessoas, objetos, conceitos, eventos, etc. Apenas algumas entidades do mundo real (ou imaginário) são de interesse para o sistema. Durante a modelagem conceitual nos preocupamos com as “coisas” que o sistema deve lembrar e colocamos essas “coisas” no modelo de entidade e relacionamentos. Uma entidade deve ser relevante para o objetivo do negócio e necessária para a sua operação. Cada entidade tem dois tipos de características importantes: seus atributos e seus relacionamentos. Os atributos são características que toda a instância de um tipo possui, mas que podem variar entre as instâncias. Atributos caracterizam a informação que deve ser guardada sobre uma entidade. Só devemos colocar como atributos aquelas informações que o sistema precisa lembrar em algum momento. Finalmente, como indica o nome do modelo, entidades podem se relacionar entre si. Essa característica é a principal força do modelo de entidades e relacionamentos, pois permite que, de certa forma, “naveguemos” no modelo (Xexéo, 2007, p.147).

Figura 3: Uma Entidade sendo representada. Notação utilizada no *software* ERWIN.



Fonte: Xexéo (2007).

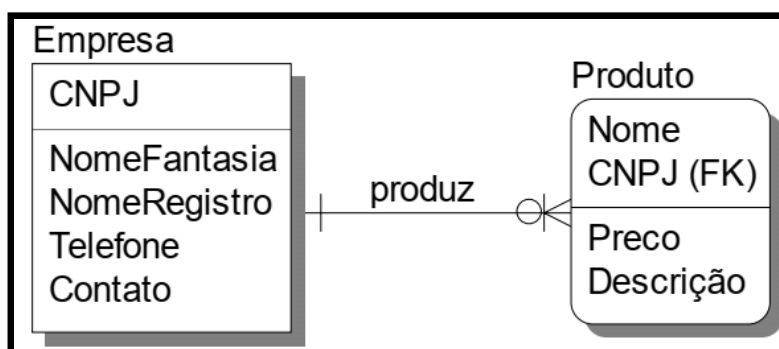
Portanto, o Modelo de Entidades e Relacionamentos representado graficamente por diagramas descrevem o mundo em geral ou um sistema em

particular de acordo com os objetos que o compõem e os relacionamentos entre esses objetos.

Segundo Qian (2013), o diagrama, também chamado de Diagrama de Entidades e Relacionamentos (Diagrama ER ou ainda DER) facilita a comunicação entre os integrantes da equipe, pois oferece uma linguagem comum utilizada tanto pelo analista, responsável por levantar os requisitos, e os desenvolvedores, responsáveis por implementar aquilo que foi modelado. Em sua notação original, proposta por Chen (Chen.1976 apud Qian, 2013, p.555), as entidades são representadas por retângulos, seus atributos por elipses e os relacionamentos por losangos, ligados às entidades por linhas, contendo também sua cardinalidade (1..1, 1..n ou n..n).

Notações mais modernas abandonaram o uso de elipses para atributos e passaram a utilizar o formato mais utilizado na UML, em que os atributos já aparecem listados na própria entidade. Essa forma torna o diagrama mais limpo e fácil de ser lido (Figura 4).

Figura 4: Exemplo de um Diagrama Entidade Relacionamento, contendo as Entidades, Atributos e Relacionamentos entre eles.



Fonte: Xexéo (2007).

2.3 GEOINFORMÁTICA – CIÊNCIA DA GEOINFORMAÇÃO

Segundo Ehlers (2008, p.22), “a Geoinformática é a arte, ciência ou tecnologia que lida com a aquisição, armazenamento, produção, processamento, apresentação e disseminação da informação geográfica. A sua essência é fundamentada sobre as tecnologias de aquisição, análise e visualização de dados espaciais”.

Dentre os ramos da Geoinformática podemos citar o Sistema de Informação Geográfica (SIG), o Sensoriamento Remoto (SR) e o Sistema Global de Navegação por Satélite (GPS), sendo estes uns dos mais utilizados atualmente.

Ao descrever o fundamento básico da Ciência da Geoinformação Câmara & Monteiro estabelecem:

Trabalhar com geoinformação significa, antes de mais nada, utilizar computadores como instrumentos de representação de dados espacialmente referenciados. Deste modo, o problema fundamental da Ciência da Geoinformação é o estudo e a implementação de diferentes formas de representação computacional do espaço geográfico (Câmara & Monteiro, 2001, p.7).

No Brasil, os termos Geoprocessamento e Geotecnologias ganharam ênfase em relação ao termo Geoinformática. Assim, buscou-se defini-los nos próximos parágrafos, visando demonstrar a junção destas terminologias e ferramentas aqui apresentadas.

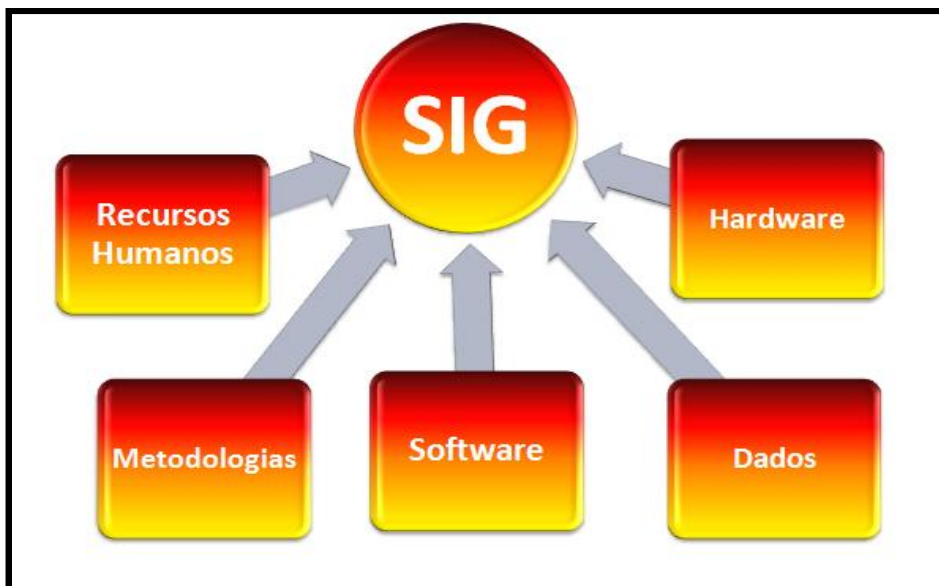
Geoprocessamento é o conjunto de técnicas de coleta, tratamento, manipulação e apresentação de informações espaciais. O principal objetivo do geoprocessamento é fornecer ferramentas para que os diferentes usuários determinem as evoluções espacial e temporal de um fenômeno geográfico e as interrelações entre diferentes fenômenos (Assad & Sano, 1998, p.5).

As Geotecnologias são ferramentas que possibilitam a coleta, armazenamento e análise de grande quantidade de dados contendo referências geográficas. Com estas ferramentas, produzem-se informações em pouco tempo e com baixo custo, combinando dados espaciais multifontes, a fim de analisar as interações existentes entre as variáveis, elaborar modelos preventivos e dar suporte às tomadas de decisões (Marcelino, 2008, p.32).

O Sistema de Informação Geográfica forma uma das Geotecnologias mais utilizadas e completas da atualidade, pois a partir deles é possível armazenar, recuperar, manipular, visualizar e analisar dados espaciais. Um SIG é um sistema constituído por um conjunto de programas computacionais (*softwares*), que integra dados, equipamentos (*hardwares*), pessoas (recursos humanos) e metodologias (Figura 5). A principal forma de aplicação do Geoprocessamento se dá por meio

dessa Geotecnologia. Podemos citar como ferramentas de SIG os *softwares* QGIS e ArcGIS, que são os mais utilizados mundialmente para uso em dados geoespaciais.

Figura 5: Composição de um SIG.



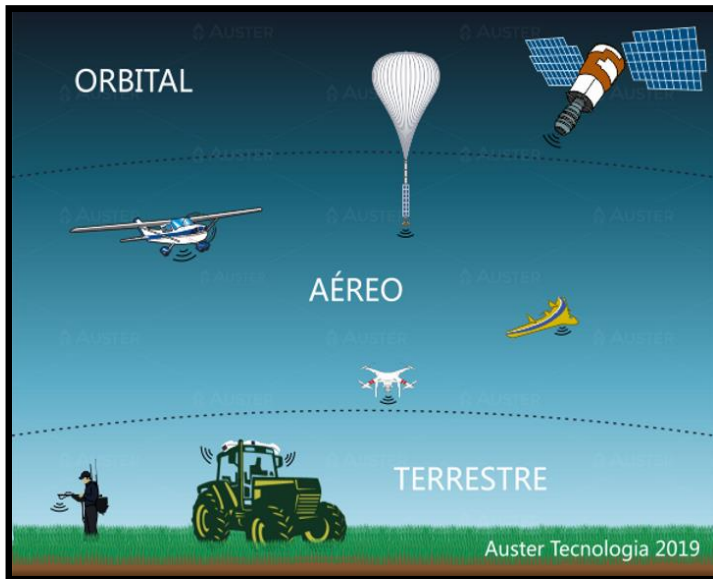
Fonte: Medeiros (2010).

Para atingir estes objetivos, o Geoprocessamento usa como base de estudo a informação geográfica, ou seja, uma informação de um determinado local (Latitude, Longitude, Altitude) sendo que estes dados podem ser coletados de diversas formas como por meio da aquisição de imagens via Sensoriamento Remoto e a coleta de pontos, linhas e/ou poligonais via Sistema de Posicionamento Global.

Quanto ao Sensoriamento Remoto esta é a ciência e a arte de realizar medição ou aquisição de informação de alguma propriedade de um objeto ou fenômeno, por um dispositivo de registro que não esteja em contato físico ou íntimo com o objeto ou fenômeno em estudo (Colwell, 1977 apud Jensen, 2009, p.3).

Dentre os sistemas mais utilizados (Figura 6), temos os satélites (plataformas orbitais), aerolevantamentos por avião e VANT/RPAS (Veículos Aéreos Não Tripulados/Sistemas de Aeronaves Remotamente Pilotadas) popularmente conhecidos por *Drones* (plataformas aéreas) e as câmeras terrestres (celulares, câmeras fotográficas, coletores de dados, etc. – plataformas terrestres).

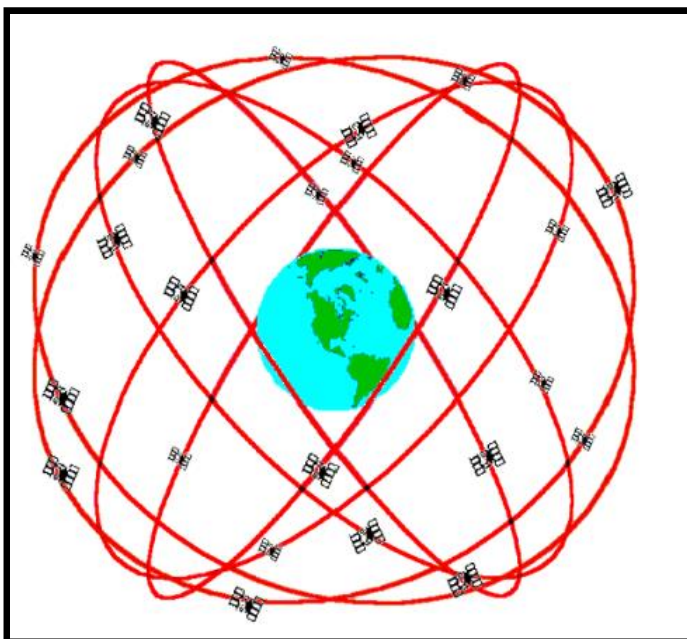
Figura 6: Plataformas de aquisição de imagens de Sensoriamento Remoto.



Fonte: Pereira (2019).

O Sistema de Posicionamento Global é um sistema de navegação baseado em satélites construído pelo Departamento de Defesa dos EUA no início da década de 1970 e que permite prover informações de posicionamento e tempo continuamente em qualquer parte do globo terrestre e sobre qualquer condição climática (Figura 7).

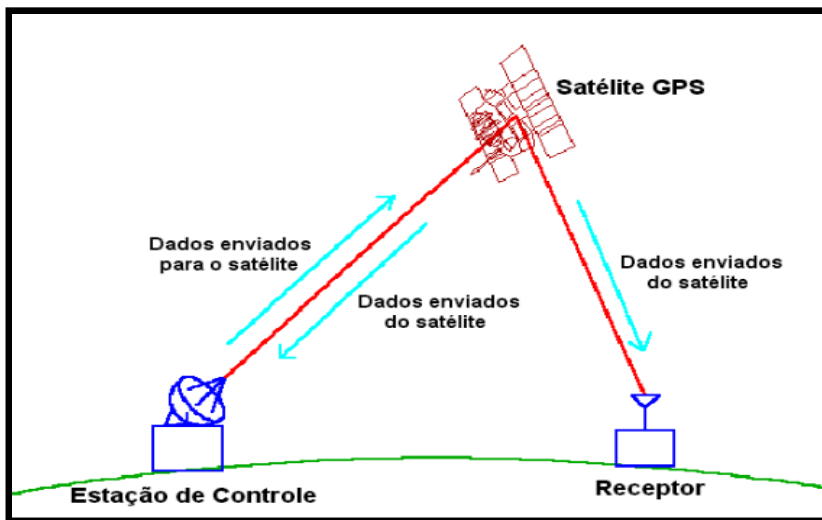
Figura 7: Constelação de Satélites GPS.



Fonte: Albuquerque & Santos (2003).

O sistema GPS divide-se em três segmentos (Figura 8), referentes à constelação de satélites (segmento espacial), às estações de controle (segmento de controle) e ao sistema de recepção (segmento do usuário). Os satélites são responsáveis em emitir informações sobre seu posicionamento, as estações de controle avaliam as rotas dos satélites e efetuam as devidas correções nas informações, e o receptor obtém as informações dos satélites, identifica os satélites em órbita e triangula sua posição para formar sua coordenada 3D (Latitude, Longitude e Altitude) (Albuquerque & Santos, 2003, p.16).

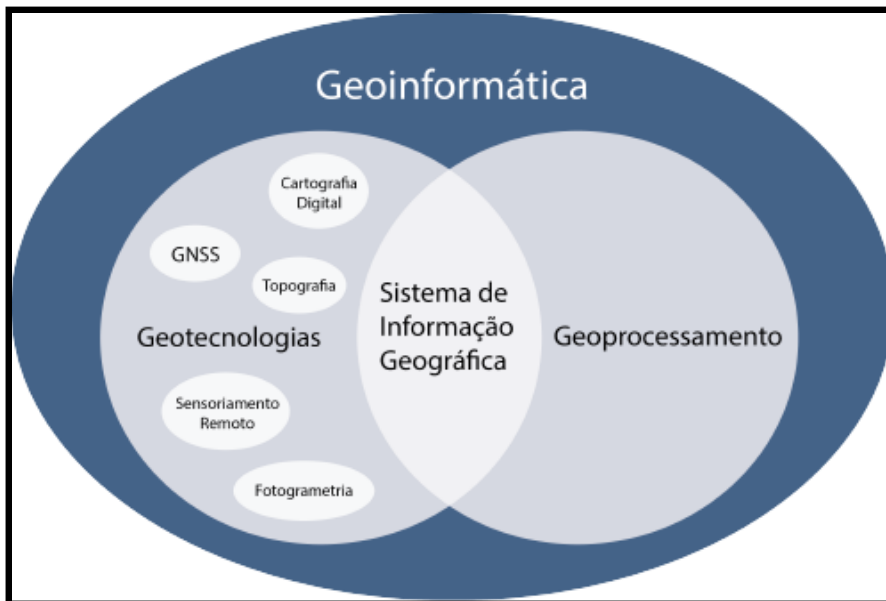
Figura 8: Segmentos do sistema GPS.



Fonte: Albuquerque & Santos (2003).

Resumindo todos os conceitos apresentados acima, Barros (2023) apresenta que “o termo mais adequado para tratar da integração de ciências e tecnologias com foco na informação espacial é a Geoinformática”. As Geotecnologias seriam os ramos da Geoinformática e o Geoprocessamento seria um conjunto de técnicas a serem realizadas em um ambiente SIG para transformar um dado espacial em informação (Figura 9).

Figura 9: Junção das ferramentas (diagrama de Venn) envolvidas no estudo e análise da Geoinformática.



Fonte: Barros (2023).

2.4 SOFTWARE COMO SERVIÇO – SAAS

Segundo o *National Institute of Standards and Technology - NIST* (2011, p.2), o conceito de *Cloud Computing* (Computação em Nuvem) se dá como um modelo que permite, de forma conveniente, o acesso à rede sob demanda para um conjunto compartilhado de recursos de computação configuráveis (por exemplo, redes, servidores, armazenamento, aplicativos e serviços) que podem ser rapidamente provisionados e acessados com o mínimo de esforço de gestão ou interação por parte de um provedor de serviços.

Este modelo de nuvem é composto por:

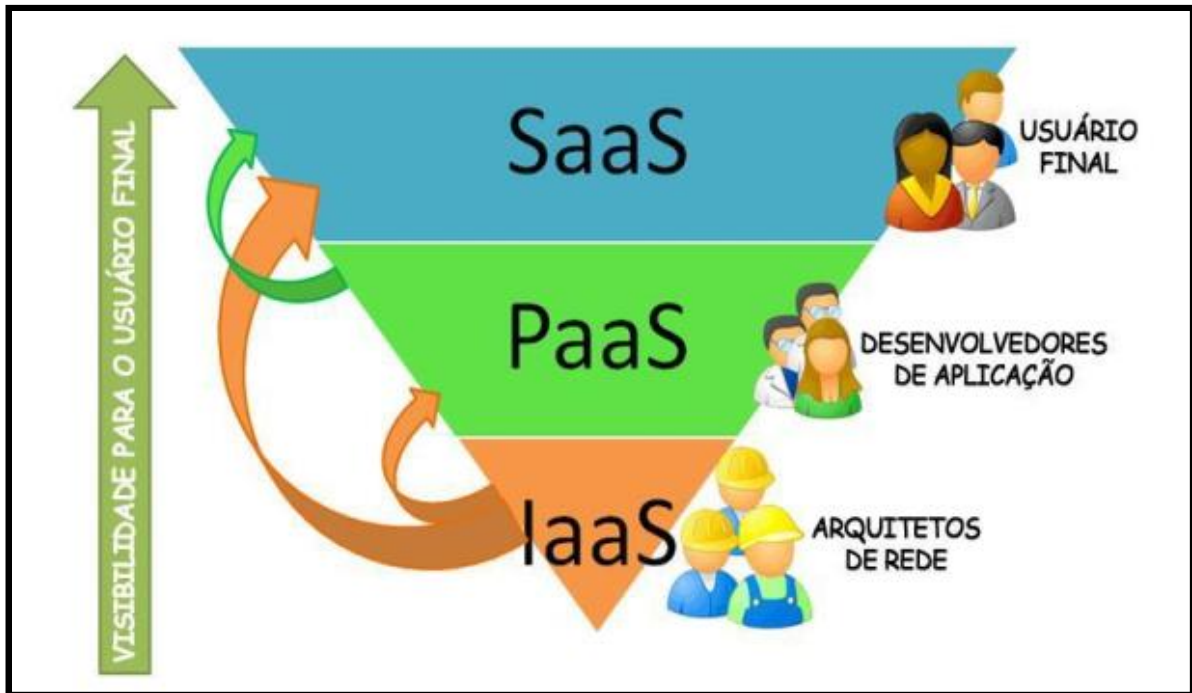
Cinco características essenciais (autoatendimento sob demanda, amplo acesso à rede, agrupamento de recursos, elasticidade rápida, e medição de serviço), três modelos de serviço (*Software como Serviço – SaaS*, *Plataforma como Serviço – PaaS*, e *Infraestrutura como Serviço – IaaS*) e quatro modelos de implantação (nuvem privada, nuvem comunitária, nuvem pública, e nuvem híbrida) (NIST 2011, p. 2 e 3).

Segundo a Zendesk (2023) e Google Cloud (2024), “as SaaS, PaaS e IaaS podem ser todas definidas como tecnologias de computação em nuvem que visam soluções para ajudar empresas ou indivíduos a resolver problemas específicos”.

De forma resumida, as diferenças entre SaaS, PaaS e IaaS são (Figura 10):

- SaaS (*Software as a Service*): os *softwares* como serviço são modelos de computação em nuvem mais utilizados por usuários finais. Fornece toda a pilha de aplicativos, oferecendo um aplicativo baseado na nuvem que os clientes podem acessar e usar. Os produtos SaaS são totalmente gerenciados pelo provedor de serviços e estão prontos para uso, incluindo todas as atualizações, correções de *bugs* e manutenção geral. A maioria dos aplicativos SaaS é acessada diretamente por meio de um navegador da *Web*, o que significa que os clientes não precisam fazer o download nem instalar nada nos dispositivos deles.
- PaaS (*Platform as a Service*): abreviação de “plataforma como serviço”, a PaaS foca em oferecer uma plataforma para desenvolvimento, testes, atualização e execução de apps de forma integrada e escalável. Fornece e gerencia todos os recursos de *hardware* e *software* para desenvolver aplicativos pela nuvem. Os desenvolvedores e as equipes de operações de TI podem usar PaaS para desenvolver, executar e gerenciar aplicativos sem precisar criar e manter a infraestrutura ou a plataforma por conta própria. Os clientes ainda precisam escrever o código e gerenciar dados e aplicativos, mas o ambiente para criar e implantar apps é gerenciado e mantido pelo provedor de serviços em nuvem.
- IaaS (*Infrastructure as a Service*): por fim, a infraestrutura como serviço fornece recursos de infraestrutura sob demanda às organizações por meio da nuvem, como computação, armazenamento, rede e virtualização. Os clientes não precisam gerenciar, manter ou atualizar a própria infraestrutura de *data center*, mas são responsáveis pelo sistema operacional, *middleware*, máquinas virtuais e quaisquer aplicativos ou dados.

Figura 10: Representação dos modelos de serviços.



Fonte: Fernandes (2013).

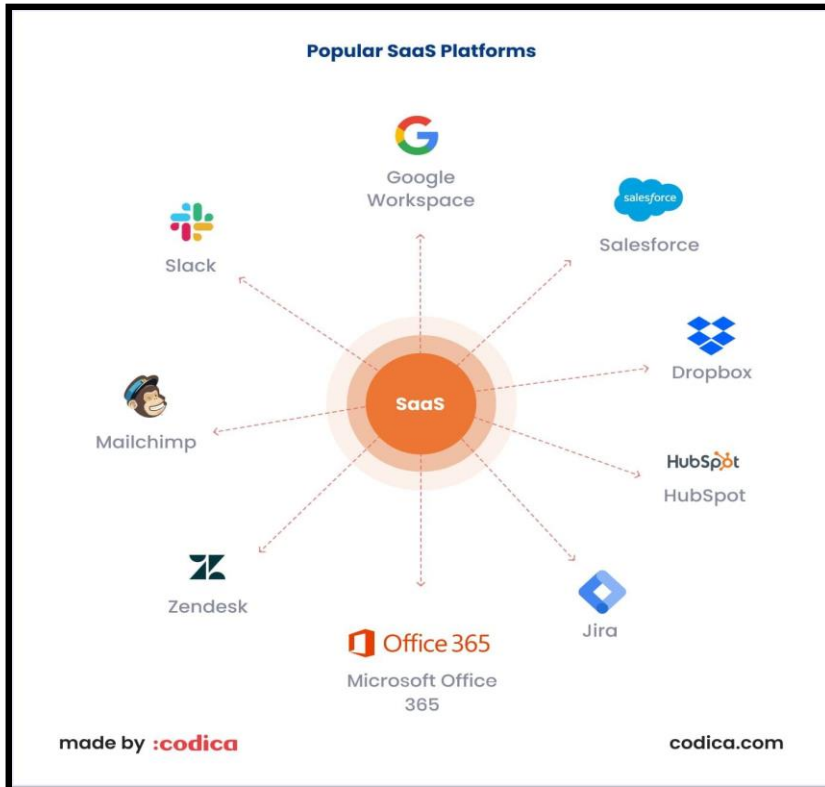
Para a proposta deste trabalho, iremos apresentar o *Software* como Serviço (*Software as a Service – SaaS*), pois este é utilizado diretamente pelos mais diversos usuários finais, em nível mundial.

A definição de SaaS é dada como:

“É um modelo de distribuição e fabricação de *software* em que os aplicativos são feitos buscando uma única solução para que todos os clientes possam utilizar (há alguns casos onde o cliente necessite de uma customização, o mesmo deve pagar por isso) e os dados armazenados pelo próprio fabricante, sendo colocados à disposição dos usuários muitas vezes em uma rede (nuvem) na *Internet*. Quem vai determinar o modelo não é necessariamente a tecnologia utilizada. O *software* utilizado pode ser totalmente *web* ou pode ter alguma instalação local. A característica principal é a não aquisição das licenças (mas sim pagar pelo uso como um “serviço”) e a responsabilidade do fornecedor pela disponibilização do sistema em produção (Silveira, 2013, p. 13).

Na Figura 11 temos alguns exemplos de SaaS comumente utilizados nos dias de hoje.

Figura 11: Plataformas populares SaaS.



Fonte: Codica (2023).

Conforme apresentado pela Zendesk (2023) em seu artigo:

“SaaS é a sigla para “*Software as a Service*”, *software* como serviço em português. Em suma, trata-se de soluções tecnológicas em forma de ferramentas com o objetivo de ajudar empresas a resolver problemas específicos. Na prática, a definição do que é SaaS funciona assim: ao invés de comprar softwares para serem instalados em seus sistemas para o seu negócio funcionar, você “assina” a solução e paga pela utilização de ferramentas ou aplicativos que ficam alocados na nuvem. Para deixar mais claro, lembra como antigamente você comprava o pacote *Office* da Microsoft, recebia um CD de instalação e tinha acesso ao *Word*, *Excel* e *PowerPoint*? Hoje, os produtos SaaS mudaram essa realidade, como o próprio *Google Docs*, *Sheets* e *Slides*”.

Segundo Guang (2014, p.857), “estas características direcionam o SaaS exclusivamente aos usuários finais (ao qual eles utilizam o termo em inglês *End Users*)”.

Os *softwares* com modelo de distribuição SaaS apresentam claramente diversos benefícios, como uma administração mais acessível, atualizações automáticas e providas a todos os usuários, compatibilidade simplificada, maior colaboração entre os usuários e um dos pontos mais interessantes, que é a acessibilidade.

Entre as principais vantagens de produtos SaaS para as empresas (públicas e/ou privadas) e usuários, podemos citar (Zendesk, 2023):

- redução e corte de custos operacionais;
- possibilidade de testar as ferramentas com antecedência;
- acesso remoto e por dispositivos móveis aos serviços;
- inúmeras opções de personalização das soluções;
- fácil implementação, acesso e integração entre apps;
- acesso a atualizações constantes;
- automatização de tarefas repetitivas de maneira rápida;
- pouca burocracia para cancelar ou mudar o plano de assinatura;
- possibilidade de integração simplificada com outros sistemas;
- mais segurança nos *softwares* utilizados.

3 OBJETIVO

Apresentar o cenário atual do envio de informações quanto a situações de desastres e ocorrência de eventos utilizando o sistema de SMS com a inclusão da localidade pelo cadastro do CEP e melhoria na informação enviada com o acréscimo de análise de dados e disponibilização ao usuário final (uso do BI – *Business Intelligence* – Inteligência de Negócios).

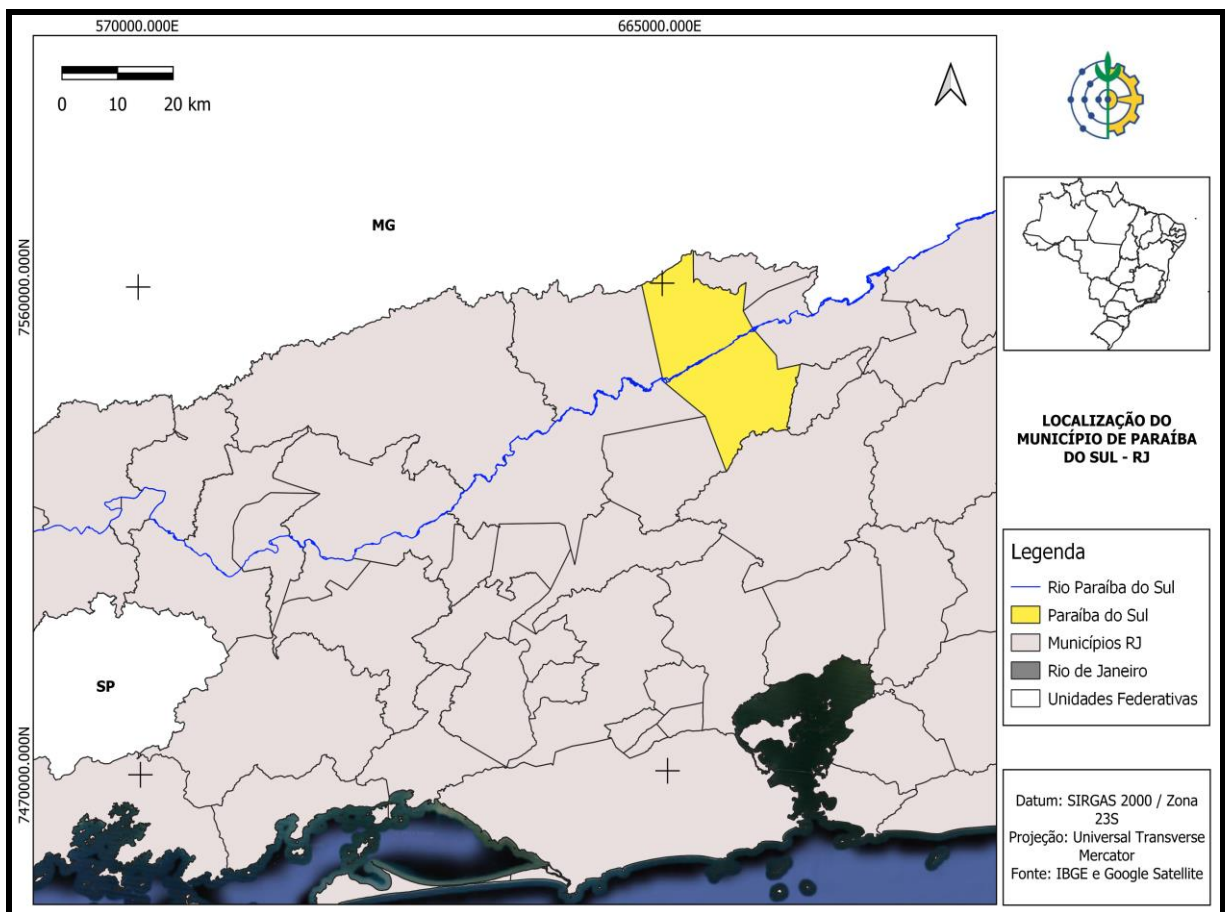
3.1 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Propor melhoria quanto ao envio de informações localizadas para a região de cadastro (segmentação) utilizando do recurso SaaS por meio do *Power BI* para o usuário final;
- Elaborar um *dashboard* interativo via recursos do Power BI e enviá-lo como um link de acesso junto a mensagem SMS para a localidade em análise, tomando como área de estudo o município de Paraíba do Sul/RJ;
- Contribuir com o Governo Municipal e Estadual no papel de promover ações voltadas à prevenção de eventos naturais no município de Paraíba do Sul-RJ;
- Contribuir com o Plano Nacional de Desastres Naturais pela aplicação da Lei de número 12.608;
- Fortalecer a compreensão de riscos e a cultura de prevenção dos desastres à sociedade;
- Coletar, analisar e transformar os dados obtidos em informações atualizadas e de uso contínuo com o propósito de acrescentar e valorizar a elaboração de novos estudos científicos e projetos técnicos de ação no município visando à gestão de riscos e de desastres para com os eventos de inundação analisados.

4 METODOLOGIA

A área de estudo deste trabalho está localizada na região urbana e rural do município de Paraíba do Sul, na Mesorregião Centro Fluminense do Estado do Rio de Janeiro (Figura 12). O município possui 42.063 habitantes em uma área total de 571,118 km² obtendo assim uma densidade demográfica de 73,65 hab./km² (IBGE, 2022). Localizada a uma latitude de 22°09'43" SGw. e longitude 43°17'34" OGw., Paraíba do Sul fica a uma altitude de 275 m acima do nível do mar, em uma região dotada de topografia formada por vales e pequenas formações rochosas, temperatura amena, água abundante, destacando o manancial hidromineral, que representa um grande potencial para o desenvolvimento econômico.

Figura 12: Localização do município de Paraíba do Sul/RJ.



Fonte: Elaborada pelo autor (2024).

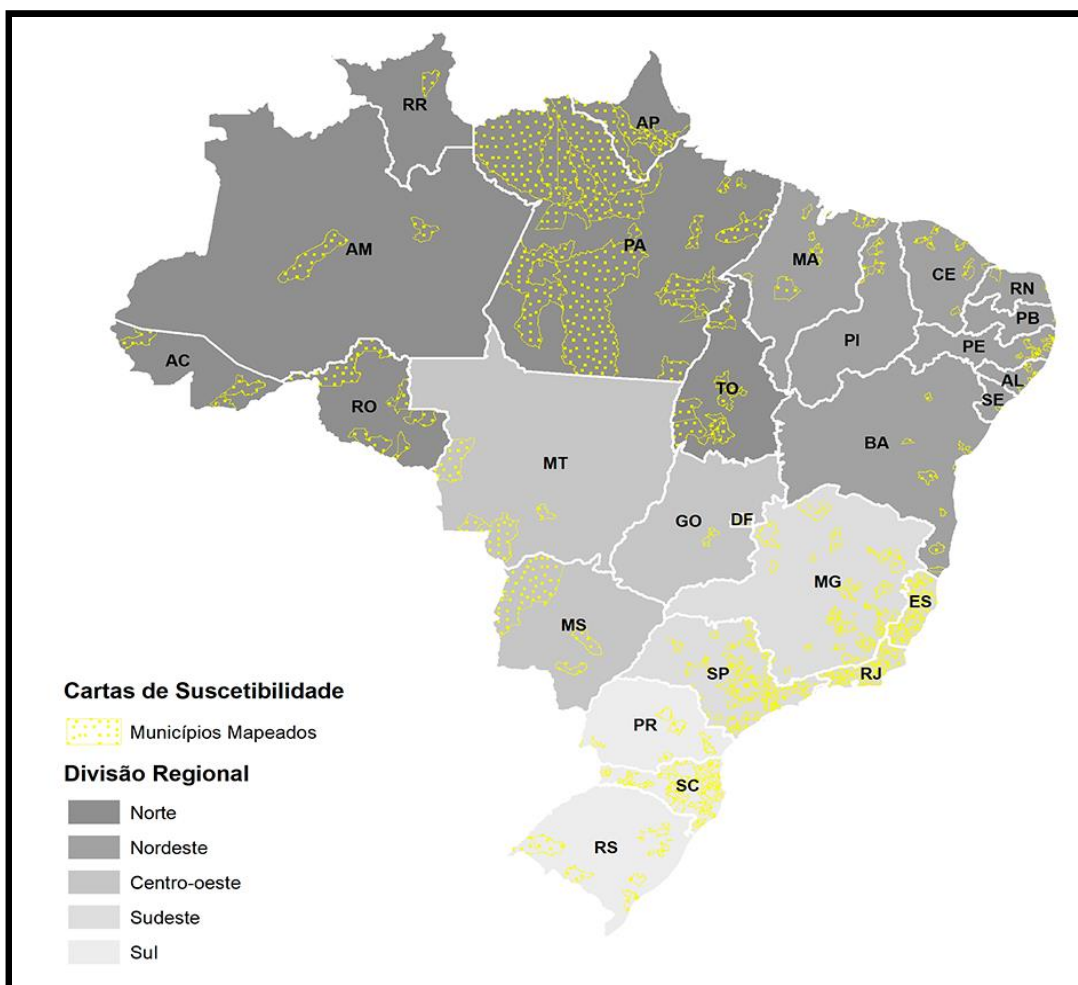
Para a elaboração deste trabalho foram utilizadas pesquisas bibliográficas, coleta e processamento de dados por meio do levantamento de informações em sítios contendo dados digitais (vetores) e uso das ferramentas de Geoprocessamento e Sensoriamento Remoto utilizando o *software* livre (*opensource* e *freeware*) QGIS em sua versão 3.18 e/ou superior.

Foram aplicadas técnicas cartográficas utilizando-se de analogia, observação e precisão na organização espacial dentro do *software* QGIS. O conteúdo da análise foi elaborado a partir de mapas temáticos vetoriais. As tabelas de atributos contendo as respectivas informações cadastrais e espaciais dos vetores foram convertidas para o formato CSV (*Comma-Separated Values* – valores separados por vírgulas) para uso dentro da ferramenta de BI (*Business Intelligence* – Inteligência de Negócios) para construção do *dashboard*.

O trabalho desenvolvido teve como finalidade analisar os dados geoespaciais e transformá-los em informações espaciais em formato de mapas e gráficos interativos, sendo estas de fácil entendimento pela sociedade, a fim de fornecer informações sobre as áreas consideradas de risco existentes no município e desta forma impulsionar o desenvolvimento da cultura local e regional na prevenção de desastres.

As fontes de dados utilizadas na elaboração do trabalho foram obtidas em sítios gratuitos na internet. Utilizou-se dos dados do SGB-CPRM – Serviço Geológico do Brasil – CPRM (2024) na obtenção dos vetores de inundação para o município de Paraíba do Sul/RJ. As ações desenvolvidas pelo Serviço Geológico do Brasil - SGB, no âmbito do Departamento de Gestão Territorial – DEGET (Figura 13), visam à coordenação, supervisão e execução de estudos do meio físico, no âmbito das geociências, voltados para Gestão Territorial, Geologia Ambiental e Geologia Aplicada, como suporte aos gestores governamentais na elaboração de políticas públicas e no atendimento à sociedade em geral.

Figura 13: Municípios mapeados pelo SGB-CPRM para a confecção das Cartas de Suscetibilidade.



Fonte: SGB-CPRM (2024).

Utilizou-se a base de coordenadas geográficas dos endereços e domicílios recenseados no Censo Demográfico do IBGE realizado no ano de 2022. Os dados de localização geográfica dos endereços coletados no censo são importantes para ilustrar a cobertura territorial da coleta realizada pelo IBGE, bem como para fornecer um panorama da distribuição da população pelo território brasileiro, permitindo visualizar as áreas onde ela encontra-se concentrada ou dispersa, inclusive internamente aos municípios. Os dados foram disponibilizados contendo um registro para cada edificação cadastrada, ou seja, se o domicílio é particular ou coletivo, detalhando se é um estabelecimento agropecuário, de saúde ou de ensino nas unidades visitadas pelos recenseadores. Foram identificadas as coordenadas geográficas das mesmas (pares de latitude e longitude), além da espécie, Município e Unidade da Federação (IBGE, 2024).

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

O processo de inundação envolve grande complexidade, uma vez que engloba diversos parâmetros pertencentes aos aspectos topográficos e hidrológicos de uma determinada região. Para modelar e estimar o alcance de uma mancha de inundação pode ser utilizado diversos métodos e variáveis, onde se destacam as variáveis topográficas e hidrológicas (SGB-CPRM, 2024).

No âmbito das Cartas de Sustentabilidade a Movimentos Gravitacionais de Massa e Inundações (Bitar, 2014, p.18), que têm a perspectiva de subsidiar a prevenção de eventos naturais, entende-se que a suscetibilidade “estaria associada às condições naturais do terreno que favorecem a elevação do nível d’água no canal de drenagem com transbordamento, atingindo as planícies aluviais e os terraços fluviais”. Portanto, para o desenvolvimento deste trabalho, os aspectos hidrológicos, relativos a períodos de retorno de chuva, volume hídrico e afins não foram abordados, pois são conceitos que têm maior relação com os temas Perigo e Risco. Portanto, as orientações para elaboração da modelagem de inundação refletiram a utilização de dados essencialmente topográficos, culminando em um modelo estático da mancha de inundação, o qual não infere condições temporais e hidrológicas.

Segundo dados do próprio IBGE para o município de Paraíba do Sul/RJ, coletados até o ano de 2010, o campo de “População exposta ao risco” consta como “Sem dados”. Este campo destina-se a coletar informações sobre a população exposta em áreas de risco a inundações, enxurradas e deslizamentos contabilizados para os municípios considerados críticos a eventos naturais no Brasil e monitorados pelo Centro Nacional de Monitoramento e Alertas de Desastres Naturais – CEMADEN. Municípios “sem dados” não são monitorados pelo CEMADEN ou não têm dados publicados em respeito ao sigilo estatístico (IBGE, 2022).

Porém, segundo dados do Atlas Brasileiro de Desastres Naturais (CEPED UFSC, 2013), verificando os anos de análise de 1991 a 2012 para o município de Paraíba do Sul (RJ), evidenciou-se as seguintes informações para os eventos listados (tipo: números de registros/ocorrências, anos):

- Enxurrada: 6 ocorrências (1992, 2000, 2003, 2008, 2010 e 2011);
- Inundação: 5 ocorrências (1 em 1999, 2 em 2009 e 2 em 2010)
- Alagamento: 2 ocorrências (ambas em 2010).

Conforme apresentado acima pelo Atlas Brasileiro de Desastres Naturais (2013), foram registradas 13 ocorrências de desastres relativas a enxurrada, inundação e alagamento no município de Paraíba do Sul entre 1991 e 2012.

Analisando as informações no sistema S2iD – Sistema Integrado de Informações sobre Desastres (MINISTÉRIO DO DESENVOLVIMENTO REGIONAL, DEFESA CIVIL, 2024), temos as seguintes ocorrências registradas:

- Enxurrada: 1 registro em 18/01/2016 - 112 pessoas desabrigadas, 850 pessoas desalojadas e 3.200 pessoas afetadas, 320 unidades habitacionais danificadas e 320 unidades habitacionais destruídas;
- Tempestade Local/Convectiva – Chuvas Intensas: 1 registro em 13/01/2022 - 22 pessoas desabrigadas e 20 pessoas desalojadas, 5 unidades habitacionais danificadas e 13 instalações públicas de saúde danificadas.

Pelos dados apresentados acima (CEPED UFSC, 2013 e Sistema S2iD, 2024), verifica-se a ocorrência de eventos de inundação, enxurradas e tempestades sobre o município. Tais eventos (inundação e enxurradas), potencializados por eventos extremos de precipitação, neste caso tempestades, estão associados ao tipo de relevo da região (locais com relevo abrupto e acentuado, declives e aclives) e à uma urbanização crescente que impermeabiliza o solo, diminuindo a infiltração natural da água e aumentando o seu escoamento superficial. Outro fator agravante é o não cumprimento do Plano Diretor do município quanto ao uso e ocupação do terreno de forma regular, não obedecendo aos códigos de postura do município (habitações irregulares e sem fiscalização devida).

Desta forma, as Cartas de Suscetibilidade a Inundações, em formato vetorial (arquivos vetoriais em formato *shapefile*, Figura 14), para o município de Paraíba do Sul/RJ foram extraídas no sítio do SGB-CPRM, de forma gratuita, realizando o *download* das mesmas para uso posterior em um *software* de geoprocessamento.

Figura 14: Visualização das informações (metadados) da carta de suscetibilidade a movimentos gravitacionais de massa e inundação do município de Paraíba do Sul/RJ.

Use este identificador para citar ou linkar para este item: <https://rigeo.sgb.gov.br/handle/doc/17782>

Título: Carta de suscetibilidade a movimentos gravitacionais de massa e inundação: município de Paraíba do Sul, RJ

Autor(es): PEDRAZZI, ANSELMO DE CARVALHO
JORGE, MARCELO DE QUEIROZ


Palavras-chave: CARTA DE SUSCETIBILIDADE
MOVIMENTOS GRAVITACIONAIS DE MASSA
DESLIZAMENTO
CORRIDA DE MASSA
QUEDA DE ROCHA
RASTEJO
ENXURRADA
INUNDAÇÃO
RIO DE JANEIRO
PARAÍBA DO SUL

Ano de publicação: Jun-2017

Editor: CPRM

Aparece nas coleções: [Mapas](#)

Arquivos associados a este item:

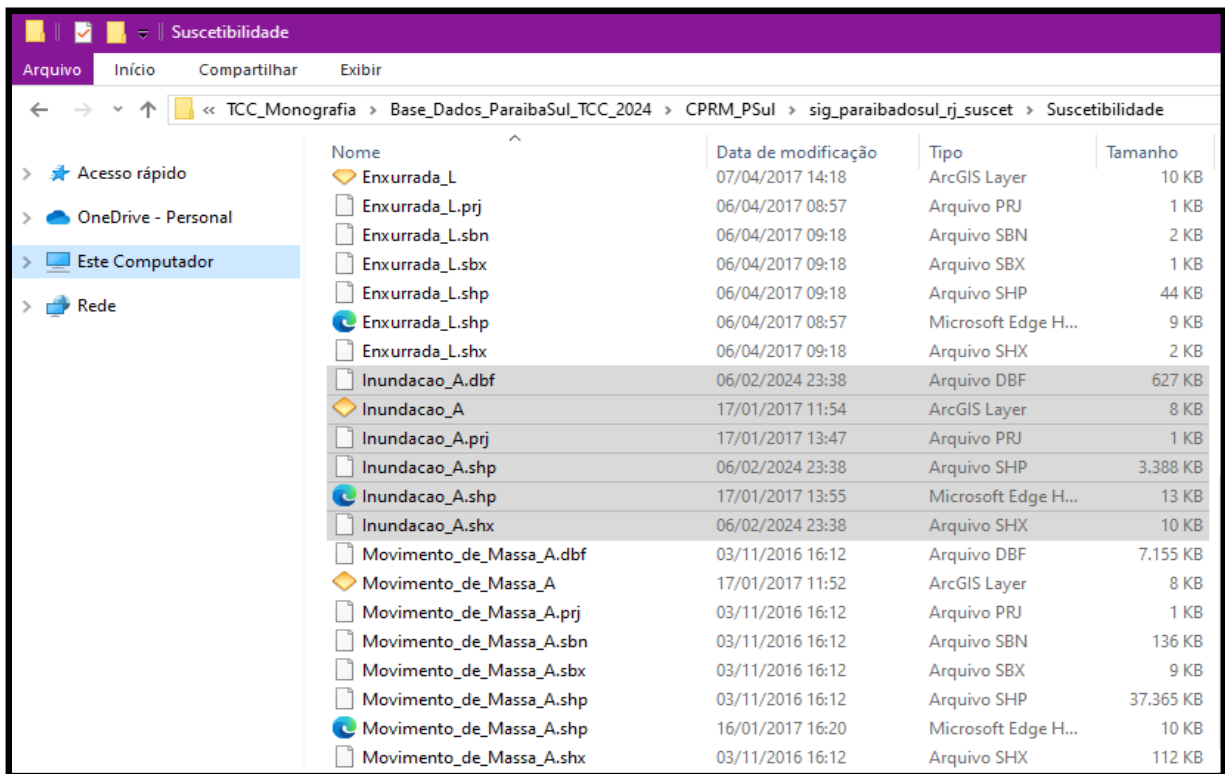
Arquivo	Descrição	Tamanho	Formato	
mapa_paraibadosul_rj_suscet.pdf	Mapa	15,33 MB	Adobe PDF	 Visualizar/Abriu
sig_paraibadosul_rj_suscet.zip	Arquivos vetoriais (SIG)	476,4 MB	WinZip	Visualizar/Abriu
mde_paraibadosul_rj_suscet.zip	Produtos MDE	15,51 MB	WinZip	Visualizar/Abriu

Fonte: SGB-CPRM (2024).

Como verificado na Figura 14, pelos metadados da base de dados em uso (Palavras-chave), os arquivos de *download* contêm informações vetoriais e seus respectivos dados de Classe de Risco (Baixo, Médio, Alto) sobre o evento de inundação para o município em estudo. Tais informações, segundo SGB-CPRM (2017) foram obtidas pela metodologia do órgão responsável utilizando-se de ortofotos, na escala 1:30.000 (voo médio, na escala 1:30.000, precisão vertical maior que 5m e *grid* de 10m x 10m), e confeccionado para uma base cartográfica digital na escala 1:25.000. Tais dados foram disponibilizados (publicados) como ano de referência para 2017.

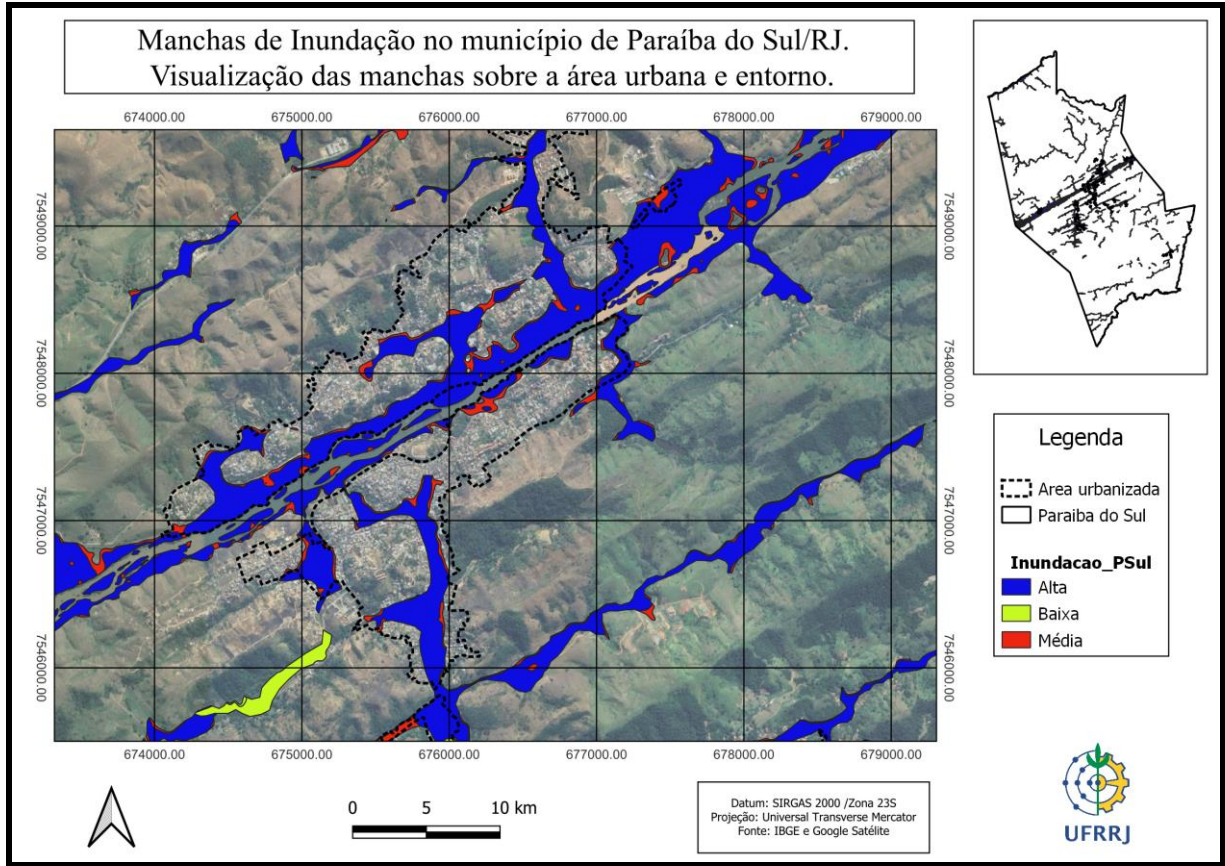
Os arquivos *shapefile* foram processados no *software* QGIS, conforme Figuras 15, 16 e 17, para demonstrar as análises realizadas pelo órgão responsável e que está disponível para uso do governo local para consulta, análise e futura tomada de decisão frente ao evento (inundação) evidenciado acima.

Figura 15: Visualização dos arquivos *shapefile* (SGB-CPRM, 2017) de inundação para uso em *software* SIG dentro do ambiente do Sistema Operacional Windows 10 (explorador de arquivos).



Fonte: Elaborada pelo autor (2024).

Figura 16: Visualização das manchas de inundação no município de Paraíba do Sul/RJ.



Fonte: Elaborada pelo autor (2024).

Figura 17: Visualização da Tabela de Atributos das manchas (ambiente SIG QGIS) de inundação no município de Paraíba do Sul/RJ.

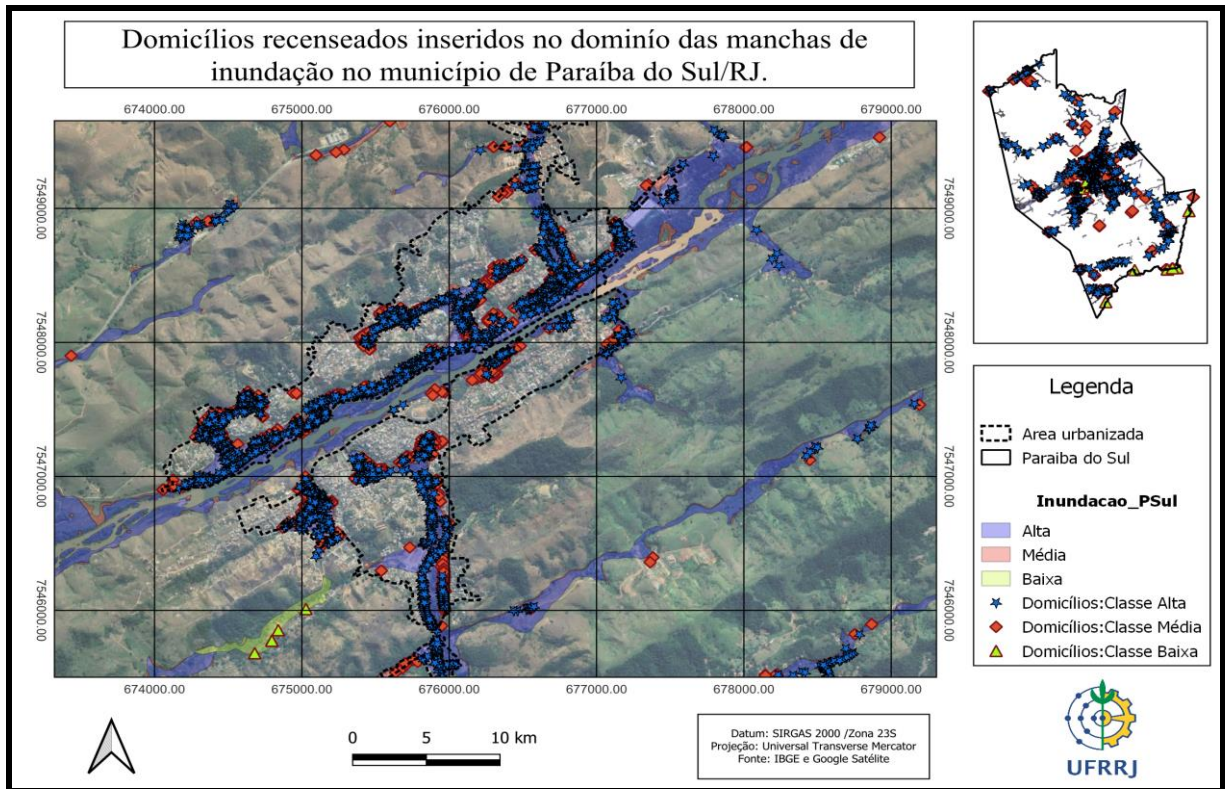
	GEOMETRIA	MUNICIPIO	UF	PROCESSO	CLASSE	OBS	FONTE	id	Lat	Long	Area
1	Sim	PARAÍBA DO SUL	RJ	Inundação	Média	NULL	Produto obtido...	0	-22,060	-43,436	1045,041
2	Sim	PARAÍBA DO SUL	RJ	Inundação	Baixa	NULL	Produto obtido...	1	-22,092	-43,420	40604,629
3	Sim	PARAÍBA DO SUL	RJ	Inundação	Média	NULL	Produto obtido...	2	-22,092	-43,421	83268,347
4	Sim	PARAÍBA DO SUL	RJ	Inundação	Alta	NULL	Produto obtido...	3	-22,092	-43,422	157737,992
5	Sim	PARAÍBA DO SUL	RJ	Inundação	Média	NULL	Produto obtido...	4	-22,133	-43,418	3123,807
6	Sim	PARAÍBA DO SUL	RJ	Inundação	Alta	NULL	Produto obtido...	5	-22,134	-43,387	1675815,099
7	Sim	PARAÍBA DO SUL	RJ	Inundação	Baixa	NULL	Produto obtido...	6	-22,216	-43,400	4797,662
8	Sim	PARAÍBA DO SUL	RJ	Inundação	Baixa	NULL	Produto obtido...	7	-22,212	-43,394	144302,076
9	Sim	PARAÍBA DO SUL	RJ	Inundação	Alta	NULL	Produto obtido...	8	-22,039	-43,397	1250268,920
10	Sim	PARAÍBA DO SUL	RJ	Inundação	Média	NULL	Produto obtido...	9	-22,214	-43,396	301508,266
11	Sim	PARAÍBA DO SUL	RJ	Inundação	Média	NULL	Produto obtido...	10	-22,225	-43,381	7358,605

Fonte: Elaborada pelo autor (2024).

Abaixo encontram-se os domicílios recenseados pelo IBGE (vetores de pontos para suas localizações, Figuras 18 e 19) em 2022, contendo as suas

respectivas coordenadas geográficas (Latitude e Longitude) em visualização sobre o mapa de inundação do município de Paraíba do Sul/RJ.

Figura 18: Visualização dos domicílios recenseados inseridos no domínio das manchas de inundação no município de Paraíba do Sul/RJ.



Fonte: Elaborada pelo autor (2024).

Figura 19: Visualização da Tabela de Atributos dos domicílios recenseados (ambiente SIG QGIS) sobre as manchas de inundação no município de Paraíba do Sul/RJ.

PowerBI_Domicilios_ClasseAlta_Psul — Total de feições: 5317, Filtrado: 5317, Selecionado: 0

DOMICILIO	COD_ESPECI	LATITUDE	LONGITUDE	GEOMETRIA	MUNICIPIO	UF	PROCESSO	CLASSE	OBS	FONTE
1	13	-22,1641389999...	-43,2983169999...	Sim	PARAIBA DO SUL	RJ	Inundação	Alta	NULL	Produto obtido...
2	14	-22,1641580000...	-43,2983070000...	Sim	PARAIBA DO SUL	RJ	Inundação	Alta	NULL	Produto obtido...
3	15	-22,1644089999...	-43,2982790000...	Sim	PARAIBA DO SUL	RJ	Inundação	Alta	NULL	Produto obtido...
4	37	-22,1628970000...	-43,2963269999...	Sim	PARAIBA DO SUL	RJ	Inundação	Alta	NULL	Produto obtido...

Mostrar todos os feições

PowerBI_Domicilios_ClasseMedia_Psul — Total de feições: 1214, Filtrado: 1214, Selecionado: 0

DOMICILIO	COD_ESPECI	LATITUDE	LONGITUDE	GEOMETRIA	MUNICIPIO	UF	PROCESSO	CLASSE	OBS	FONTE
1	1	-22,1638379999...	-43,2986450000...	Sim	PARAIBA DO SUL	RJ	Inundação	Média	NULL	Produto obtido...
2	2	-22,1639519999...	-43,2986709999...	Sim	PARAIBA DO SUL	RJ	Inundação	Média	NULL	Produto obtido...
3	3	-22,1638860000...	-43,2987090000...	Sim	PARAIBA DO SUL	RJ	Inundação	Média	NULL	Produto obtido...
4	4	-22,1639510000...	-43,2986229999...	Sim	PARAIBA DO SUL	RJ	Inundação	Média	NULL	Produto obtido...

Mostrar todos os feições

PowerBI_Domicilios_ClasseBaixa_Psul — Total de feições: 56, Filtrado: 56, Selecionado: 0

DOMICILIO	COD_ESPECI	LATITUDE	LONGITUDE	GEOMETRIA	MUNICIPIO	UF	PROCESSO	CLASSE	OBS	FONTE
1	11000	-22,3489010000...	-43,2765410000...	Sim	PARAIBA DO SUL	RJ	Inundação	Baixa	NULL	Produto obtido...
2	11240	-22,3043470000...	-43,2381579999...	Sim	PARAIBA DO SUL	RJ	Inundação	Baixa	NULL	Produto obtido...
3	11389	-22,2225170000...	-43,1662859999...	Sim	PARAIBA DO SUL	RJ	Inundação	Baixa	NULL	Produto obtido...
4	11478	-22,3007169999...	-43,1814380000...	Sim	PARAIBA DO SUL	RJ	Inundação	Baixa	NULL	Produto obtido...

Mostrar todos os feições

Fonte: Elaborada pelo autor (2024).

Os dados de domicílios por mancha de inundação nos fornece o quantitativo destes domicílios sob o efeito do evento de inundação. Conforme a Figura 19, temos que 5.317 domicílios estão dentro da classe Alta para inundação, 1.214 se encontram na classe Média e 56 na classe Baixa. Tais informações compuseram o *dashboard* no ambiente MS PowerBI e desta forma, foram organizados previamente dentro do ambiente QGIS fazendo as devidas análises espaciais para obtenção das informações apresentadas, tornando tal verificação dos dados contidos nas tabelas primordial para uma correta apresentação para os usuários.

Dentro do ambiente SIG, os arquivos fontes disponibilizados estão em suas extensões shp, prj, shx e dbf (Figura 15). O arquivo de extensão SHP (*shapefile*) contém os elementos geográficos, o arquivo PRJ (*spatial reference*) contém as informações de projeção (referência espacial), o DBF (*data base file*) é o arquivo de dados que será editado para inserir novos campos ou alterar valores já existentes, e o SHX (*shapefile shape index*) contém um índice que liga o SHP ao DBF. O formato SHX contém o índice posicional da geometria do recurso e o cabeçalho de 100 bytes semelhante ao arquivo SHP (FileFormat, 2024).

Todas as extensões acima devem estar associadas ao arquivo shp para leitura e acesso à informação. Qualquer problema em um dos arquivos, como exclusão indevida de um deles ou arquivo corrompido por algum problema físico no *hardware* de armazenamento ou problemas de gravação e salvamento, irão prejudicar a leitura e acesso ao arquivo fonte.

O arquivo DBF utilizado da base de dados do SGB-CPRM, "Inundacao_A.dbf", foi convertido em arquivo CSV utilizando o MS Excel e desta forma carregado dentro do ambiente BI. O formato CSV é um tipo de arquivo de texto fundamental para transferência de informações entre aplicativos diferentes. O CSV é um formato usado para armazenar dados e que pode ser importado e exportado em programas como *Microsoft Excel*, *Google Sheets*, *Apple Numbers*, *OpenOffice Calc* e outros aplicativos.

Para uso das informações apresentadas nas Figuras 17 e 19, vindo de suas respectivas Tabelas de Atributos, sendo o seu acesso à consulta dentro do ambiente SIG QGIS, buscou-se opções de conversão destas informações em arquivos que pudessem ser acessados e manipulados dentro do ambiente BI.

Foi usado o MS PowerBI para construção do *dashboard* de informações e interações, utilizando-se dos seguintes passos:

- 1) uso do arquivo fonte em formato dbf (*Data Base File* – arquivo de base de dados) já disponibilizado junto aos arquivos *shapefiles*;
- 2) uso *software* de edição e manipulação de planilha de dados utilizando o MS Excel para conversão deste arquivo fonte em formato dbf para o formato CSV (*Comma-Separated Values* – valores separados por vírgulas).

Este novo arquivo, renomeado como “Inundacao_Psul.csv”, foi lido e editado dentro do programa BI (Figura 20) para ajustes de sua estrutura (quando necessário) e posterior análise de dados visando à criação do *dashboard*.

Figura 20: Visualização da tela contendo o arquivo de inundação no formato CSV dentro do MS PowerBI.

GEOMETRIA	MUNICIPIO	UF	PROCESSO	CLASSE	id	Lat	Long	Area
Sim	PARAÍBA DO SUL	RJ	Inundação	Média	0	-22,06	-43,436	1045,041
Sim	PARAÍBA DO SUL	RJ	Inundação	Média	2	-22,092	-43,421	83268,347
Sim	PARAÍBA DO SUL	RJ	Inundação	Média	4	-22,133	-43,418	3123,807
Sim	PARAÍBA DO SUL	RJ	Inundação	Média	9	-22,214	-43,396	301508,266
Sim	PARAÍBA DO SUL	RJ	Inundação	Média	10	-22,225	-43,381	7358,605
Sim	PARAÍBA DO SUL	RJ	Inundação	Média	11	-22,224	-43,385	9344,732
Sim	PARAÍBA DO SUL	RJ	Inundação	Média	12	-22,221	-43,393	106840,614
Sim	PARAÍBA DO SUL	RJ	Inundação	Média	13	-22,34	-43,301	796,447
Sim	PARAÍBA DO SUL	RJ	Inundação	Média	19	-22,364	-43,284	5,93
Sim	PARAÍBA DO SUL	RJ	Inundação	Média	21	-22,336	-43,285	153561,714
Sim	PARAÍBA DO SUL	RJ	Inundação	Média	23	-22,006	-43,349	4422,938
Sim	PARAÍBA DO SUL	RJ	Inundação	Média	24	-22,009	-43,354	436,564
Sim	PARAÍBA DO SUL	RJ	Inundação	Média	25	-22,01	-43,364	397,539
Sim	PARAÍBA DO SUL	RJ	Inundação	Média	26	-22,011	-43,362	646,267
Sim	PARAÍBA DO SUL	RJ	Inundação	Média	27	-22,012	-43,365	1309,12
Sim	PARAÍBA DO SUL	RJ	Inundação	Média	28	-22,01	-43,356	4746,899
Sim	PARAÍBA DO SUL	RJ	Inundação	Média	30	-22,012	-43,365	11413,63
Sim	PARAÍBA DO SUL	RJ	Inundação	Média	31	-22,02	-43,367	12949,014
Sim	PARAÍBA DO SUL	RJ	Inundação	Média	33	-22,025	-43,373	293,305
Sim	PARAÍBA DO SUL	RJ	Inundação	Média	34	-22,027	-43,379	18,088
Sim	PARAÍBA DO SUL	RJ	Inundação	Média	35	-22,025	-43,376	1881,184
Sim	PARAÍBA DO SUL	RJ	Inundação	Média	36	-22,026	-43,372	14581,692
Sim	PARAÍBA DO SUL	RJ	Inundação	Média	37	-22,031	-43,381	2524,013

Fonte: Elaborada pelo autor (2024).

O mesmo procedimento foi realizado para as tabelas referentes aos domicílios nas respectivas classes de inundação (Alta, Média, Baixa), renomeando-os e editando-os dentro do programa BI (Figuras 21, 22 e 23).

Figura 21: Visualização da tela contendo o arquivo da classe Alta para inundação no formato CSV dentro do MS PowerBI.

DOMICILIO	COD_ESPECI	LATITUDE	LONGITUDE	GEOMETRIA	MUNICIPIO	UF	PROCESSO	CLASSE	id	Lat	Long
13	1	-22,1641389999999	-43,2983169999999	Sim	PARAÍBA DO SUL	RJ	Inundação	Alta	1149	-22,154	-43,288
14	1	-22,164158	-43,298307	Sim	PARAÍBA DO SUL	RJ	Inundação	Alta	1149	-22,154	-43,288
15	1	-22,1644089999999	-43,298279	Sim	PARAÍBA DO SUL	RJ	Inundação	Alta	1149	-22,154	-43,288
37	1	-22,162897	-43,2963269999999	Sim	PARAÍBA DO SUL	RJ	Inundação	Alta	1149	-22,154	-43,288
38	1	-22,1628119999999	-43,2962819999999	Sim	PARAÍBA DO SUL	RJ	Inundação	Alta	1149	-22,154	-43,288
39	1	-22,162835	-43,2962289999999	Sim	PARAÍBA DO SUL	RJ	Inundação	Alta	1149	-22,154	-43,288
118	1	-22,165171	-43,294832	Sim	PARAÍBA DO SUL	RJ	Inundação	Alta	1149	-22,154	-43,288
122	1	-22,166311	-43,2960709999999	Sim	PARAÍBA DO SUL	RJ	Inundação	Alta	1149	-22,154	-43,288
123	1	-22,1662679999999	-43,296052	Sim	PARAÍBA DO SUL	RJ	Inundação	Alta	1149	-22,154	-43,288
125	1	-22,166143	-43,296256	Sim	PARAÍBA DO SUL	RJ	Inundação	Alta	1149	-22,154	-43,288
129	1	-22,1659979999999	-43,296222	Sim	PARAÍBA DO SUL	RJ	Inundação	Alta	1149	-22,154	-43,288
130	1	-22,166155	-43,296177	Sim	PARAÍBA DO SUL	RJ	Inundação	Alta	1149	-22,154	-43,288
131	1	-22,166051	-43,296075	Sim	PARAÍBA DO SUL	RJ	Inundação	Alta	1149	-22,154	-43,288

Fonte: Elaborada pelo autor (2024).

Figura 22: Visualização da tela contendo o arquivo da classe Média para inundação no formato CSV dentro do MS PowerBI.

DOMICILIO	COD_ESPECI	LATITUDE	LONGITUDE	GEOMETRIA	MUNICIPIO	UF	PROCESSO	CLASSE	OBS	id	Lat	Long
9326	1	-22,159419	-43,290286	Sim	PARAÍBA DO SUL	RJ	Inundação	Média		421	-22,166	-43,3
9327	1	-22,159419	-43,290286	Sim	PARAÍBA DO SUL	RJ	Inundação	Média		421	-22,166	-43,3
9349	1	-22,159419	-43,290286	Sim	PARAÍBA DO SUL	RJ	Inundação	Média		421	-22,166	-43,3
9350	1	-22,159419	-43,290286	Sim	PARAÍBA DO SUL	RJ	Inundação	Média		421	-22,166	-43,3
9351	1	-22,159419	-43,290286	Sim	PARAÍBA DO SUL	RJ	Inundação	Média		421	-22,166	-43,3
9352	1	-22,159419	-43,290286	Sim	PARAÍBA DO SUL	RJ	Inundação	Média		421	-22,166	-43,3
9353	1	-22,159419	-43,290286	Sim	PARAÍBA DO SUL	RJ	Inundação	Média		421	-22,166	-43,3
9354	1	-22,159419	-43,290286	Sim	PARAÍBA DO SUL	RJ	Inundação	Média		421	-22,166	-43,3
9355	1	-22,159419	-43,290286	Sim	PARAÍBA DO SUL	RJ	Inundação	Média		421	-22,166	-43,3
9356	1	-22,159419	-43,290286	Sim	PARAÍBA DO SUL	RJ	Inundação	Média		421	-22,166	-43,3
9357	1	-22,159419	-43,290286	Sim	PARAÍBA DO SUL	RJ	Inundação	Média		421	-22,166	-43,3

Fonte: Elaborada pelo autor (2024).

Figura 23: Visualização da tela contendo o arquivo da classe Baixa para inundação no formato CSV dentro do MS PowerBI.

DOMICILIO	COD_ESPECI	LATITUDE	LONGITUDE	GEOMETRIA	MUNICIPIO	UF	PROCESSO	CLASSE	id	Lat	Long
11000	1	-22,348901	-43,276541	Sim	PARAÍBA DO SUL	RJ	Inundação	Baixa	903	-22,28	-43,209
11240	1	-22,304347	-43,2381579999999	Sim	PARAÍBA DO SUL	RJ	Inundação	Baixa	903	-22,28	-43,209
11389	1	-22,222517	-43,1662859999999	Sim	PARAÍBA DO SUL	RJ	Inundação	Baixa	903	-22,28	-43,209
11478	6	-22,3007169999999	-43,181438	Sim	PARAÍBA DO SUL	RJ	Inundação	Baixa	903	-22,28	-43,209
11479	1	-22,30063	-43,181361	Sim	PARAÍBA DO SUL	RJ	Inundação	Baixa	903	-22,28	-43,209
11480	6	-22,30063	-43,181361	Sim	PARAÍBA DO SUL	RJ	Inundação	Baixa	903	-22,28	-43,209
11481	1	-22,3006999999999	-43,18146	Sim	PARAÍBA DO SUL	RJ	Inundação	Baixa	903	-22,28	-43,209
11482	6	-22,3008099999999	-43,1814949999999	Sim	PARAÍBA DO SUL	RJ	Inundação	Baixa	903	-22,28	-43,209
11483	1	-22,3008209999999	-43,1815149999999	Sim	PARAÍBA DO SUL	RJ	Inundação	Baixa	903	-22,28	-43,209
11484	6	-22,3007789999999	-43,181499	Sim	PARAÍBA DO SUL	RJ	Inundação	Baixa	903	-22,28	-43,209
11485	1	-22,3005819999999	-43,181355	Sim	PARAÍBA DO SUL	RJ	Inundação	Baixa	903	-22,28	-43,209
11516	1	-22,3031429999999	-43,1940809999999	Sim	PARAÍBA DO SUL	RJ	Inundação	Baixa	903	-22,28	-43,209
11517	6	-22,303025	-43,1942799999999	Sim	PARAÍBA DO SUL	RJ	Inundação	Baixa	903	-22,28	-43,209

Fonte: Elaborada pelo autor (2024).

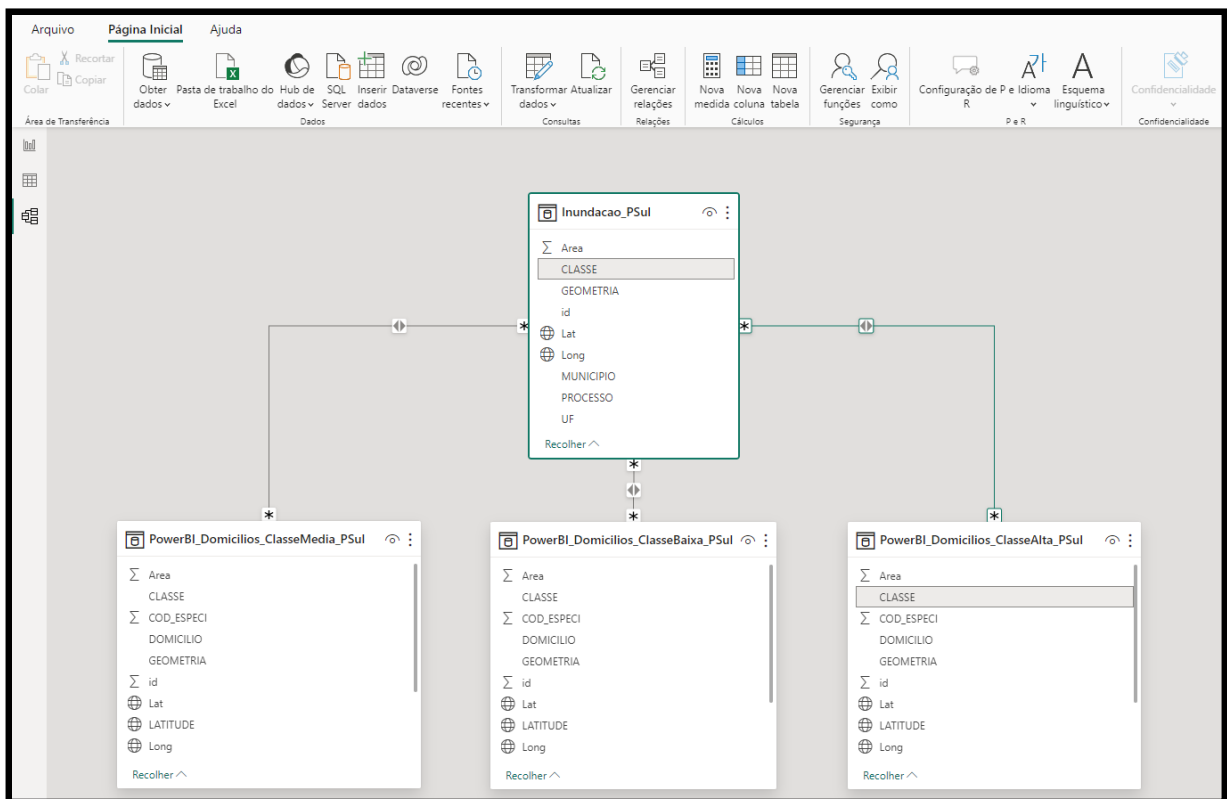
Estas tabelas acima e suas respectivas configurações puderam ser trabalhadas quanto ao conceito de Entidade-Relacionamento (ER), ou seja, na modelagem da informação aqui demonstrada para a geração de um *dashboard* interativo. O relacionamento entre tabelas dentro do ambiente BI tornou-se importante e primordial para que as informações fossem conectadas pelos respectivos relacionamentos entre tabelas.

A relação envolvendo o diagrama ER está no fato de que ambos (tabela vinda do arquivo CSV e o uso do PowerBI) lidam com a organização e conexão de informações. Assim como o diagrama ER modela as relações entre entidades em um banco de dados, o relacionamento entre tabelas no Power BI é crucial para conectar e analisar dados de diferentes fontes de forma coerente.

A partir do diagrama ER, é possível realizar operações de consulta e análise de dados de forma mais eficiente no *software* PowerBI, como filtrar informações, calcular métricas, criar visualizações e gerar relatórios interativos. Isso porque o diagrama ER define as relações entre as tabelas de dados, permitindo que o usuário explore e manipule os dados de acordo com suas necessidades.

A Figura 24 mostra as respectivas entidades da modelagem criada em ambiente BI para com os dados de inundação do município de Paraíba do Sul/RJ e os relacionamentos realizados para os atributos similares, como por exemplo o atributo “CLASSE”.

Figura 24: Visualização da tela contendo os relacionamentos das respectivas entidades (Diagrama ER) dentro do MS PowerBI.

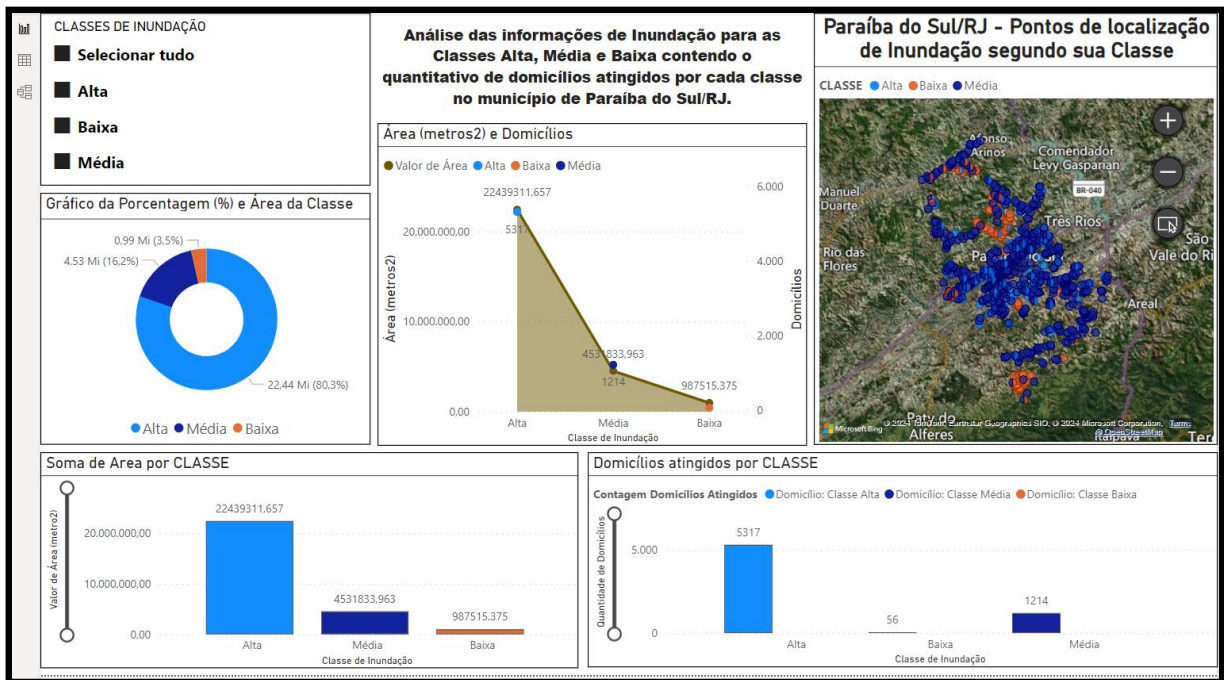


Fonte: Elaborada pelo autor (2024).

Estas interações entre tabelas e atributos nos permitiram elaborar o *dashboard* abaixo (Figura 25) que contém algumas informações referentes ao evento de inundação no município de Paraíba do Sul/RJ.

Este *dashboard* apresenta informações extraídas dos relacionamentos entre as tabelas mostradas acima dentro do ambiente PowerBI, que foram convertidas e obtidas em ambiente SIG QGIS.

Figura 25: Visualização do *dashboard* contendo informações de inundação dentro do MS PowerBI.



Fonte: Elaborada pelo autor (2024).

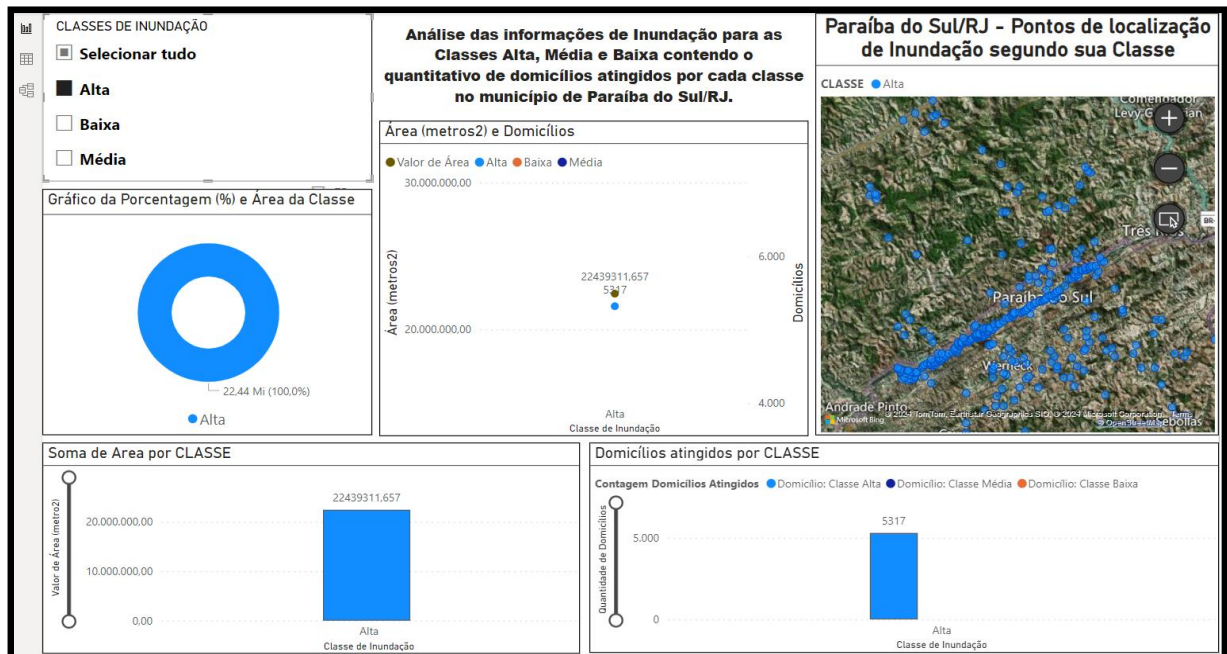
O *dashboard* apresenta informações de Classe de Inundação (Alta, Média ou Baixa), podendo estas serem selecionadas individualmente ou em conjunto, conforme análise a ser realizada. De posse desta seleção, o *dashboard* apresenta um comportamento de se adequar à estrutura do dado selecionado, informando nos demais campos (gráficos e tabelas de barra) as informações desta seleção.

Como exemplo, as informações abaixo são referentes à classe Alta de inundação, obtendo os seguintes valores para as opções apresentadas na tela de visualização do *dashboard* (Figura 26):

1. Classe de Inundação selecionada: "Alta";
2. Área obtida de inundação para a classe Alta: 22.439.311,657 m², valor equivalente a 22,439 km² ou 2.243,931 ha;
3. Domicílios atingidos pela classe Alta: 5.317;
4. O mapa apresenta os domicílios espacializados pelo município, evidenciando a maior quantidade de domicílios afetados pela inundação de classe Alta às margens do principal rio que atravessa a região, o rio Paraíba do Sul. Os demais domicílios sofrem a influência dos afluentes que desaguam no rio Paraíba do Sul e estão distribuídos pelo município (área urbana e rural), que

no período chuvoso apresenta indícios de inundação com extrapolação de seu nível da calha regular de vazão para as áreas limítrofes aos afluentes, impactando as residências que ali se encontram.

Figura 26: Visualização do *dashboard* contendo informações de inundação para a classe Alta dentro do MS PowerBI.



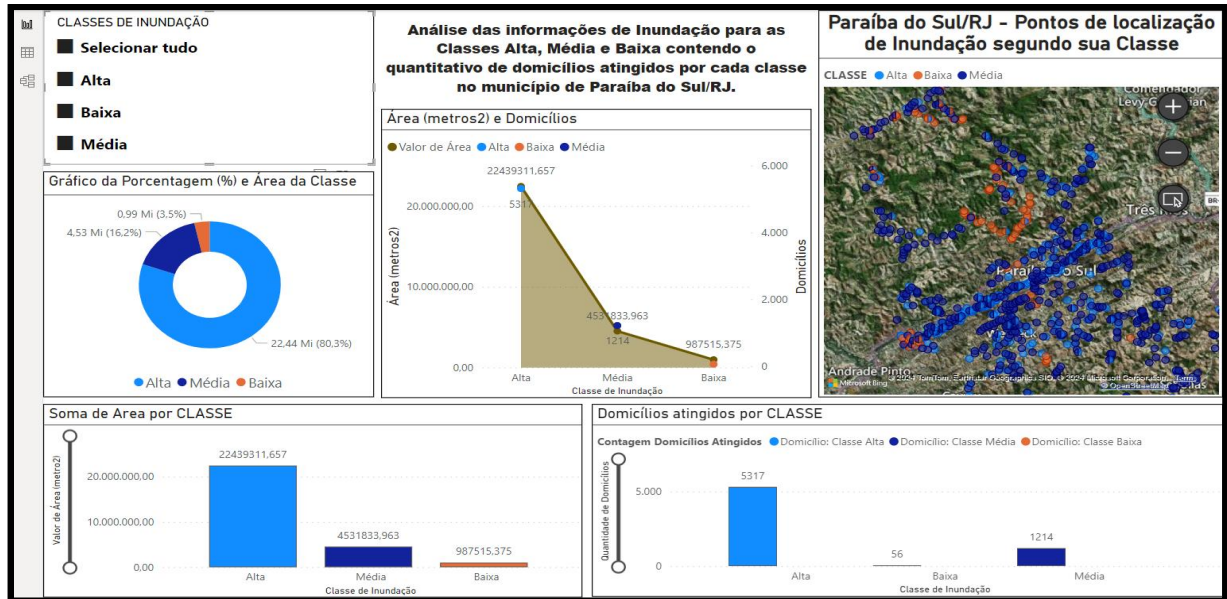
Fonte: Elaborada pelo autor (2024).

Apresentamos, numa nova análise e interação com o *dashboard*, as informações referentes à junção das classes Alta, Média e Baixa de inundação, obtendo os seguintes valores para as opções apresentadas na tela de visualização do *dashboard* (Figura 27):

1. Classe de Inundação selecionada: "Selecionar tudo: Alta, Média, Baixa";
2. Área obtida de inundação para a classe Alta: 22.439.311,657 m², valor equivalente a 22,439 km² ou 2.243,931 ha; classe Média: 4.531.833,963 m², valor equivalente à 4,531km² ou 453,183 ha; classe Baixa: 987.515,375 m², valor equivalente à 0,987 km² ou 98,751 ha;
3. Domicílios atingidos pela classe Alta: 5.317; Média: 1.214; Baixa: 56
4. O mapa apresenta os domicílios espacializados pelo município evidenciando a maior quantidade de domicílios afetados pela inundação de classe Alta (5.317 domicílios), seguido da classe Média (1.214

domicílios) e classe Baixa (56 domicílios). O total de domicílios afetados é de 6.587 domicílios (Classe de Risco Alta + Média + Baixa), conforme modelo e análise de dados aqui apresentados.

Figura 27: Visualização do *dashboard* contendo informações de inundação para a classe Alta, Média e Baixa dentro do MS PowerBI.

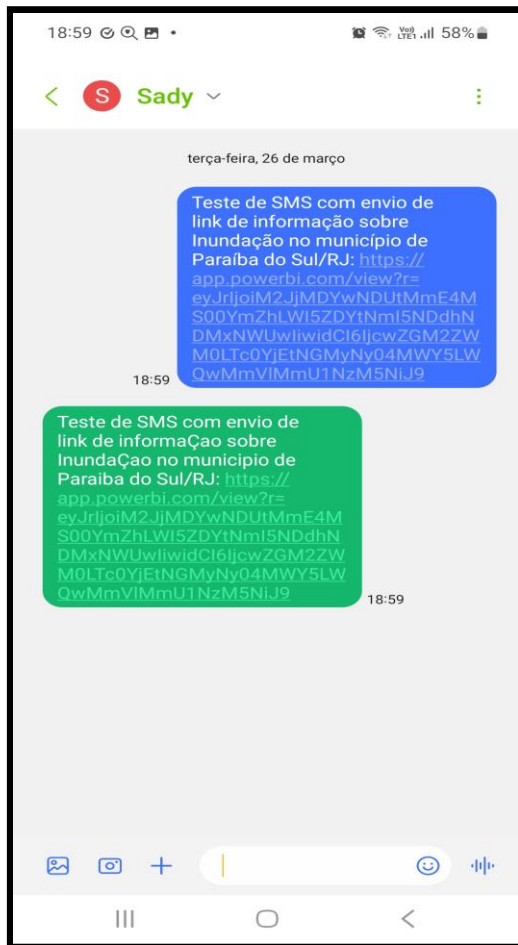


Fonte: Elaborada pelo autor (2024).

Desta forma, procurou-se melhorar as informações apresentadas aos usuários e demais pessoas do município de Paraíba do Sul/RJ quanto às possíveis análises realizadas e seus desdobramentos a critério dos profissionais e órgãos gestores municipais (Defesa Civil e demais órgãos), de forma a segmentar as informações apenas para o município em análise (mapas mostrando os pontos de localização dos domicílios para as classes de inundação: Figuras 25, 26 e 27), ofertando informações detalhadas e acuradas para a região de análise/estudo e usuários que ali se encontram como forma de preparação e de resposta ao evento de inundação.

As análises realizadas acima em ambiente PowerBI puderam ser compartilhadas via *link*¹ de acesso pela *internet* e anexadas ao envio de mensagens via SMS (Figura 28) e interação com as informações apresentadas em dispositivos móveis (Figura 29).

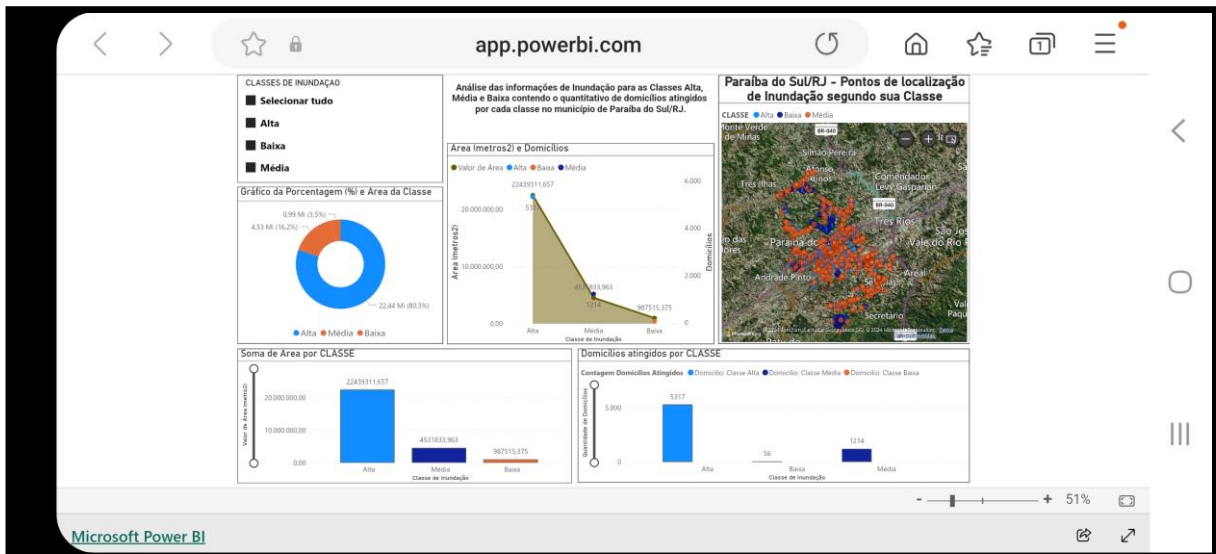
Figura 28: Mensagem via SMS (teste de envio) contendo o link de acesso do *dashboard* pelo app do MS PowerBI.



Fonte: Elaborada pelo autor (2024).

¹<https://app.powerbi.com/view?r=eyJrIjoIM2JjMDYwNDU0MmE4MS00YmZhLWI5ZDYtNmI5NDdhNDMxNWUwIiwidCI6IjcwZGM2ZWwM0LTc0YjEtNGMyNy04MwY5LWQwMmVIMmU1NzM5NiJ9>

Figura 29: Visualização do *link* de acesso do *dashboard* pelo app do MS PowerBI em tela de celular (smartphone com conexão de internet).



Fonte: Elaborada pelo autor (2024).

A integração entre *softwares* e dados tornou-se importante para a melhoria da apresentação das informações para o usuário final, não limitando as informações apenas para o quadro de profissionais técnicos em análises espaciais e/ou análise de dados, mas sim tornando os dados melhor apresentados como informações e estas se tornando fonte de conhecimento para uma posterior tomada de decisão pelos usuários que virão a se beneficiar das informações apresentadas em *dashboard* e compartilhadas via SMS.

6 TRABALHOS FUTUROS ENVOLVENDO A CIÊNCIA DE DADOS GEOESPACIAIS E AS ANÁLISES E FERRAMENTAS DE PREPARAÇÃO E PREVENÇÃO AOS EVENTOS EXTREMOS

Segundo IBM (2024) “os dados geoespaciais são informações temporais relacionadas a um local específico na superfície da Terra. Eles podem fornecer insights sobre as relações entre variáveis e revelar padrões e tendências”.

Portanto, dados geoespaciais são informações que descrevem objetos, eventos ou outras feições com um local na superfície da Terra, sendo estas informações georreferenciadas (contendo suas respectivas coordenadas planas e/ou projetadas), suas informações de atributos (características do objeto, evento ou fenômeno) e suas informações temporais (tempo ou vida útil em que a localização e os atributos existem).

As análises geoespaciais utilizam das informações temporais e de localização (coordenadas) aos tipos tradicionais de dados permitindo a construção e a visualização de dados. Estas visualizações podem incluir mapas, gráficos, estatísticas e cartogramas que mostram alterações históricas e criação de cenários presente e futuro para o evento em análise.

Os Sistemas de Informações Geográficas (SIG) juntamente com o Sensoriamento Remoto (SR) relacionam o mapeamento físico de dados em uma representação visual, utilizando do conhecimento do ambiente (Ciência da Terra: dados agrícolas, florestais, ambientais, planejamento territorial, relevo, hidrográfica, clima, biodiversidade) com o potencial computacional (Ciência da Computação) para estas análises realizadas pelo profissional capacitado em integrar as ferramentas disponíveis e as ciências neste processo (Figura 30).

Figura 30: Integração das Ferramentas e Ciências para a análise dos Dados Geoespaciais pelo Profissional.



Fonte: Geocorner (2024), adaptado pelo autor (2024).

Portanto, conforme apresentado, a ciência de dados geoespaciais tem se destacado como uma ferramenta essencial para a análise e gestão de eventos climáticos extremos. Novos projetos e pesquisas futuras envolvendo a temática apresentada neste trabalho visam fornecer *insights* valiosos e proporcionar o desenvolvimento de novas soluções eficazes para mitigar os impactos de inundações, mas já envolvendo também eventos de deslizamentos, queimadas, secas severas, ondas de calor, vendavais e outros eventos climáticos extremos que impactam o Brasil de diversas formas e regiões.

Conforme apresentado nesta pesquisa utilizando dados geoespaciais e uso da plataforma SaaS e *BI (Business Intelligence)* no desenvolvimento de uma ferramenta integrada ao envio de informações via SMS, uma nova proposta de pesquisa futura seria no monitoramento e prevenção de deslizamentos em regiões montanhosas (regiões Sudeste e Sul). O objetivo é monitorar e prever deslizamentos de terra em regiões montanhosas do Brasil utilizando técnicas de sensoriamento remoto e análise geoespacial. A metodologia inclui a coleta de dados sobre a

geologia, vegetação, clima e uso do solo dessas regiões. Ferramentas de SIG, Sensoriamento Remoto, BI e infraestrutura computacional e de compartilhamento (*dashboards* e *website*, por exemplo) serão utilizadas para identificar áreas suscetíveis a deslizamentos e desenvolver um sistema de monitoramento contínuo com alertas preventivos para a sociedade.

A modelagem de risco de queimadas utilizando dados geoespaciais seria outra pesquisa utilizando a metodologia desta pesquisa. O objetivo é desenvolver modelos preditivos para identificar áreas com alto risco de queimadas no Brasil (regiões Centro-oeste e Norte), integrando variáveis climáticas, vegetação e histórico de queimadas. A metodologia consiste em analisar dados históricos de queimadas, padrões climáticos (temperatura, umidade, velocidade do vento) e cobertura vegetal. Algoritmos de *Machine Learning* serão utilizados para criar modelos preditivos e mapas de risco de queimadas.

Avaliação de impactos socioeconômicos de secas severas com análise geoespacial seria também uma pesquisa de importância para o Brasil (regiões do norte de Minas Gerais e Nordeste). O objetivo é estudar os impactos socioeconômicos das secas severas no Brasil, utilizando dados geoespaciais para identificar áreas críticas e propor medidas mitigatórias. A metodologia inclui a integração de dados de precipitação, recursos hídricos, produção agrícola e indicadores socioeconômicos em um SIG. Mapas serão criados para correlacionar a severidade das secas com os impactos econômicos e sociais, sugerindo políticas de mitigação baseadas nos resultados.

Mapeamento e análise de ondas de calor em áreas urbanas (grandes centros urbanos). O objetivo é identificar e analisar a ocorrência de ondas de calor em áreas urbanas brasileiras e seu impacto na saúde pública. A metodologia envolve o uso de dados de temperatura, densidade populacional e infraestrutura urbana. Mapas de calor serão criados utilizando ferramentas de análise geoespacial e um sistema de alerta para ondas de calor será desenvolvido, incluindo recomendações de saúde pública.

Implementação de programas educacionais com tecnologia de realidade aumentada para prevenção de desastres (todas as regiões e municípios). O objetivo é desenvolver programas educacionais utilizando realidade aumentada para conscientizar a população sobre prevenção de desastres naturais. A metodologia inclui a criação de conteúdos educacionais que simulem cenários de desastres

(inundações, deslizamentos e queimadas, por exemplo) utilizando realidade aumentada. Esses programas serão implementados em escolas e comunidades, avaliando seu impacto na preparação e resposta a desastres.

Essas sugestões de projetos de pesquisa visam contribuir significativamente para a Gestão de Riscos e de Desastres no Brasil, utilizando tecnologias avançadas de dados geoespaciais e análise de dados para criar soluções inovadoras e eficazes. A implementação dessas propostas pode fortalecer a resiliência das comunidades, reduzir perdas econômicas e salvar vidas diante dos desafios impostos pelos eventos climáticos extremos.

7 CONCLUSÃO

Conforme abordado neste trabalho, os avanços na área de Tecnologia da Informação agregam às ações de Proteção e Defesa Civil de forma a colaborar para com as etapas de Preparação e Resposta aos eventos extremos em regiões onde tais eventos ocorrem com a introdução e atualização de novas informações aos sistemas de alerta empregados. A atualização dos dados e envio em tempo hábil aos dispositivos cadastrados, seja por meio do recebimento de sinal das torres de telefonia via o sistema SMS, seja por conexões de *internet* e pacote de dados utilizando aplicativos como *Telegram* e *Whatsapp*, contendo as informações de forma segmentada para a localidade de alerta, promove um melhor entendimento destes eventos sobre a região (análise espacial) e contribuiu para uma rápida e eficaz tomada de decisão frente ao alerta dado e ao evento esperado ou em curso.

Apresentou-se uma atualização, como forma de sugestão à melhoria, do envio do alerta SMS incluindo um acesso interativo aos dados processados para a região de Paraíba do Sul/RJ, como forma de entendimento do evento de inundação sobre a região e seus impactos sobre os domicílios cadastrados (quantitativo de domicílios sob a mancha de inundação). A proposta é conscientizar o usuário que acessa essas informações quanto à sua vulnerabilidade, auxiliando assim a população inserida nestas áreas de influência da inundação para futuras tomadas de decisão quanto às ações a serem tomadas por eles próprios e pelos órgãos responsáveis (gestores) quanto ao evento em curso.

Como sugestão para trabalhos futuros, deve-se priorizar o desenvolvimento de novas formas de alertas e envio das informações de forma a conscientizar um maior número possível de pessoas. Tais trabalhos poderão ser desenvolvidos em parcerias com as instituições públicas e/ou privadas locais, ou seja, entidades da região e proximidades, de forma a convergir tais informações a um nível municipal mais acurado, de forma a termos informações mais detalhadas e confiáveis dos municípios (localidades) em análise.

Isto irá possibilitar que as equipes e órgãos de Proteção e Defesa Civil do município possam analisar e operar quanto ao envio e conscientização da população, permitindo uma resposta ao evento em sinergia pelas equipes e população, pelo entendimento e percepção da vulnerabilidade a que a população está exposta e quais ações deverão ser tomadas para mitigar os danos à sociedade.

REFERÊNCIAS

AGÊNCIA BRASIL. **Censo: falta de endereço em favelas dificulta registro de domicílios**. 2023. Disponível em:

<https://agenciabrasil.ebc.com.br/economia/noticia/2023-03/censo-falta-de-endereco-em-favelas-dificulta-registro-dos-domicilios>. Acesso em: 18 mar. 2024.

ALLOUDAT, Anas; MICHAEL, Katina; CHEN, XI; AL-DEBEI, Mutaz M.. Social acceptance of location-based mobile government services for emergency management. **Telematics And Informatics**, [S.L.], v. 31, n. 1, p. 153-171, fev. 2014. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.tele.2013.02.002>. Disponível em:

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0736585313000051>. Acesso em: 18 mar. 2024.

ARRUDA, Marcia Magalhães de *et al.* CAPÍTULO 5: O papel da comunicação no atendimento emergencial : desastre ambiental. In: COSTA, Luis Ricardo Fernandes da (org.). **Redução de Riscos de Desastres: Métodos e Práticas 2**. 2. ed. Ponta Grossa: Atena, 2020. p. 49-62. (ISBN 978-65-86002-43-0). Disponível em: <https://atenaeditora.com.br/catalogo/ebook/reducao-de-riscos-de-desastres-metodos-e-praticas-2>. Acesso em: 18 mar. 2024.

ALBUQUERQUE, Paulo César Gurgel; SANTOS, Cláudia Cristina dos. **GPS PARA INICIANTES**. São José dos Campos: Inpe, 2003. 46 p. (INPE-9602-PUD/124).

Disponível em: [\[m12.sid.inpe.br/col/sid.inpe.br/jeferson/2003/06.02.09.16/doc/publicacao.pdf\]\(http://mtc-m12.sid.inpe.br/col/sid.inpe.br/jeferson/2003/06.02.09.16/doc/publicacao.pdf\). Acesso em: 12 mar. 2024.](http://mtc-</p></div><div data-bbox=)

ASSAD, Eduardo Delgado; SANO, Edson Eyji. **Sistema de Informações Geográficas**. 2. ed. Brasília: Embrapa - Cpac, 1998. 434 p.

BARROS, Jocilene. **Geoinformática, Geoprocessamento e Geotecnologias, o que são e quais as diferenças entre eles**. 2023. Disponível em:

<https://www.geoaplicada.com/geoinformatica-geoprocessamento-e-geotecnologias/>. Acesso em: 12 mar. 2024.

BITAR, Omar Yazbek. **Cartas de suscetibilidade a movimentos gravitacionais de massa e inundações : 1:25.000**: nota técnica explicativa. São Paulo: Ipt – Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo, 2014. 50 p. (ISBN 978-85-09-00177-3). Disponível em: https://rigeo.cprm.gov.br/jspui/bitstream/doc/16588/1/NT-Carta_Suscetibilidade.pdf. Acesso em: 20 mar. 2024.

BRASIL. Congresso. Senado. Constituição (2023). Lei nº 62, de 04 de julho de 2023. Define procedimentos para o envio de alertas à população sobre a possibilidade de ocorrência de desastres, em articulação com os órgãos e entidades estaduais, distritais e municipais de proteção e defesa civil, e para utilização do sistema Interface de Divulgação de Alertas Públicos (IDAP). **Portaria Nº 2.216, de 4 de Julho de 2023**. 1. ed. Brasília, DF: Diário Oficial da União, 05 jul. 2023. v. 1, n. 126, Seção 1.

BRICKER, Jeremy D.; SCHWANGHART, Wolfgang; ADHIKARI, Basanta Raj; MORIGUCHI, Shuji; ROEBER, Volker; GIRI, Sanjay. Performance of Models for Flash Flood Warning and Hazard Assessment: the 2015 kali gandaki landslide dam breach in nepal. **Mountain Research And Development**, [S.L.], v. 37, n. 1, p. 5-15, fev. 2017. International Mountain Society (IMS) and United Nations University. <http://dx.doi.org/10.1659/mrd-journal-d-16-00043.1>. Disponível em: <https://bioone.org/journals/mountain-research-and-development/volume-37/issue-1/MRD-JOURNAL-D-16-00043.1/Performance-of-Models-for-Flash-Flood-Warning-and-Hazard-Assessment/10.1659/MRD-JOURNAL-D-16-00043.1.full>. Acesso em: 18 mar. 2024.

CÂMARA, Gilberto; DAVIS, Clodoveu; MONTEIRO, Antônio Miguel Vieira (org.). **INTRODUÇÃO À CIÊNCIA DA GEOINFORMAÇÃO**. São José dos Campos: Inpe, 2001. 345 p. (INPE-10506-RPQ/249). Disponível em: <http://mtc-m12.sid.inpe.br/col/sid.inpe.br/sergio/2004/04.22.07.43/doc/publicacao.pdf>. Acesso em: 12 mar. 2024.

CEPED - Centro Universitário de Estudos e Pesquisas sobre Desastres. **Atlas brasileiro de desastres naturais: 1991 a 2012**. 2. ed. Florianópolis: Ceped UFSC, 2013. 127 p. Centro Universitário de Estudos e Pesquisas sobre Desastres.. Disponível em: <https://sosgisbr.files.wordpress.com/2018/02/brasil.pdf>. Acesso em: 20 mar. 2024.

CODICA. **How to Build a SaaS Product: Step-by-Step Guide**. 2023. Disponível em: <https://www.codica.com/blog/how-to-build-saas-product/>. Acesso em: 18 mar. 2024.

COUGO, Paulo. **Modelagem Conceitual e Projeto de Banco de Dad**. Rio de Janeiro: Campus, 1999. 146 p.

COUTINHO, Luiz Amadeu. **Banco de dados geográfico de desastres naturais: projecto conceitual, inventariação e proposta para difusão dos dados**. 2010. 99 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Mestrado em Gestão do Território Área de Especialização em Detecção Remota e Sistemas de Informações Geográficas, Departamento de Geografia e Planejamento Regional, Universidade Nova de Lisboa, Lisboa, 2010. Disponível em: <https://run.unl.pt/bitstream/10362/4240/1/DISSERTA%c3%87%c3%83O.pdf>. Acesso em: 19 fev. 2024.

DOUVINET, Johnny. L'alerte par sirènes : une priorité discutable en france. **Annales de Géographie**, [S.L.], v. 731, n. 1, p. 5-32, 7 fev. 2020. CAIRN. <http://dx.doi.org/10.3917/ag.731.0005>. Disponível em: <https://www.cairn.info/revue-annales-de-geographie-2020-1-page-5.htm?ref=doi#pa8>. Acesso em: 18 mar. 2024.

EHLERS, Manfred.. **Geoinformatics and digital earth initiatives: a german perspective**. International Journal Of Digital Earth, [S.L.], v. 1, n. 1, p. 17-30, mar. 2008. Informa UK Limited. <http://dx.doi.org/10.1080/17538940701781975>. Disponível em: <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/17538940701781975>. Acesso em: 12 mar. 2024.

EM-DAT - The International Disaster Database. CRED - Centre for Research on the Epidemiology of Disasters. **Access Data Filter and export EM-DAT data using classification, area and time period of interest.** Disponível em: <https://www.emdat.be/>. Acesso em: 19 fev. 2024.

FERNANDES, Frisstram Helder. **Riscos de Segurança em Cloud Computing.** 2013. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/261878968_Riscos_de_seguranças_em_Cloud_Computing. Acesso em: 18 mar. 2024.

FILEFORMAT. **O que é um arquivo SHX?** 2024. Disponível em: <https://docs.fileformat.com/pt/gis/shx/>. Acesso em: 25 mar. 2024.

FONSECA, Murilo Noli da; GARCIAS, Carlos Mello; SILVA, Luciene Pimentel da. Sistema de alerta de desastre baseado no CEP: limites e possibilidades. **Cadernos Metr pole**, [S.L.], v. 25, n. 58, p. 923-946, dez. 2023. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/2236-9996.2023-5807>.

G1 - **Governo de SP e Prefeitura de São Sebastião foram avisados de risco de desastre 2 dias antes, diz diretor de órgão nacional de monitoramento.** 2023. Disponível em: <https://g1.globo.com/sp/sao-paulo/noticia/2023/02/22/governo-de-sp-e-prefeitura-de-sao-sebastiao-foram-avisados-de-risco-de-desastre-2-dias-antes-diz-diretor-de-orgao-nacional-de-monitoramento.ghtml>. Acesso em: 18 mar. 2024.

GEOCORNER. **Why learn Geospatial Data Science in 2024?** 2024. Disponível em: <https://www.geocorner.net/post/why-learn-geospatial-data-science-in-2024>. Acesso em: 18 jun. 2024.

GOOGLE CLOUD. **O que são IaaS, PaaS e SaaS.** 2024. Disponível em: <https://cloud.google.com/learn/paas-vs-iaas-vs-saas?hl=pt-br>. Acesso em: 01 mai. 2024.

GUANG, Liang; NIGUSSIE, Ethiopia; PLOSILA, Juha; TENHUNEN, Hannu. Positioning Antifragility for Clouds on Public Infrastructures. **Procedia Computer Science**, [S.L.], v. 32, p. 856-861, 2014. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.procs.2014.05.502>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1877050914007029>. Acesso em: 18 mar. 2024

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Paraíba do Sul.** 2024. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/rj/paraiba-do-sul/panorama>. Acesso em: 25 mar. 2024.

... - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censo Demográfico 2022.** 2024. Disponível em: <https://censo2022.ibge.gov.br/apps/pgi/#/home>. Acesso em: 25 mar. 2024.

IBM. **O que são dados geoespaciais?** 2024. Disponível em: <https://www.ibm.com/br-pt/topics/geospatial-data>. Acesso em: 18 jun. 2024.

IPCC – The Intergovernmental Panel on Climate Change. **AR6 Synthesis Report: Climate Change 2023**. 2023. Disponível em: <https://www.ipcc.ch/report/sixth-assessment-report-cycle/>. Acesso em: 18 mar. 2024.

JENSEN, John R.. **Sensoriamento Remoto do Ambiente: uma perspectiva em recursos terrestres**. 2. ed. São José dos Campos: Parêntese, 2009. 598 p.

MARCELINO, Emerson Vieira. **Desastres Naturais e Geotecnologias: conceitos básicos**. Santa Maria: Crs/Inpe, 2008. 40 p. (INPE-15208-PUD/193). Disponível em: <http://mtc-m16c.sid.inpe.br/col/sid.inpe.br/mtc-m18@80/2008/07.02.16.22/doc/publicacao.pdf>. Acesso em: 12 mar. 2024.

MEDEIROS, Anderson. **O Geoprocessamento e Suas Tecnologias: Parte 1**. 2010. Disponível em: <https://clickgeo.com.br/geotecnologias-parte1/>. Acesso em: 12 mar. 2024.

MIDR - Ministério da Integração e do Desenvolvimento Regional. **Alertas de Desastres**. 2021. Disponível em: <https://www.gov.br/mdr/pt-br/assuntos/protecao-e-defesa-civil/alertas-de-desastres>. Acesso em: 18 mar. 2024.

MINISTÉRIO DO DESENVOLVIMENTO REGIONAL, DEFESA CIVIL. **S2iD – Sistema Integrado de Informações sobre Desastres**. 2024. Disponível em: <https://s2id.mi.gov.br/>. Acesso em: 18 de mar. de 2024

MOURA, Marcelo de Oliveira; CUNICO, Camila e; LUCENA, Daisy Beserra (org.). **Riscos, vulnerabilidades e desastres socioambientais: concepções e estudos de caso**. João Pessoa: Ufpb, 2023. 210 p. Disponível em: <http://www.editora.ufpb.br/sistema/press5/index.php/UFPB/catalog/view/1147/1039/1786-1>. Acesso em: 19 fev. 2024.

NIST, National Institute of Standards and Technology -. **The NIST Definition of Cloud Computing**: recommendations of the National Institute of Standards and Technology. Gaithersburg/USA: U.S. Department of Commerce, 2011. 7 p. Special Publication 800-145. Disponível em: <https://faculty.winthrop.edu/domanm/csci411/Handouts/NIST.pdf>. Acesso em: 18 mar. 2024.

PAPPENBERGER, Florian; CLOKE, Hannah L.; PARKER, Dennis J.; WETTERHALL, Fredrik; RICHARDSON, David S.; THIELEN, Jutta. The monetary benefit of early flood warnings in Europe. **Environmental Science & Policy**, [S.L.], v. 51, p. 278-291, ago. 2015. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.envsci.2015.04.016>.

PEREIRA, Vinícius Santos. **Entenda o que é Sensoriamento Remoto**. 2019. Disponível em: <https://www.austertecnologia.com/single-post/sensoriamento-remoto>. Acesso em: 12 mar. 2024.

PMAR - Prefeitura Municipal de Angra dos Reis -. **Alertas meteorológicos graves chegarão por SMS à população**. 2023. Disponível em: https://angra.rj.gov.br/noticia.asp?vid_noticia=65110&indexsigla=imp. Acesso em: 20 mar. 2024.

POWERBI, MicroSoft. **O que é Power BI?** 2024. Disponível em: <https://learn.microsoft.com/pt-br/power-bi/fundamentals/power-bi-overview>. Acesso em: 19 fev. 2024.

QGIS. **Descubra o QGIS**. 2024. Disponível em: https://qgis.org/pt_BR/site/about/index.html. Acesso em: 20 mar. 2024.

QIAN, Ru. The Application of GIS in the Real Estate Management System. **Advances In Intelligent Systems And Computing**, [S.L.], p. 553-558, 2013. Springer Berlin Heidelberg. http://dx.doi.org/10.1007/978-3-642-33030-8_90.
ROSS, Ronald G.. **Principles of the Business Rule Approach**. Usa: Addison-Wesley, 2003. 372 p.

SGB-CPRM. **Cartas de Suscetibilidade a Movimentos Gravitacionais de Massa e Inundações - Rio de Janeiro**. 2024. Disponível em: <https://www.sgb.gov.br/publique/Gestao-Territorial/Prevencao-de-Desastres/Cartas-de-Suscetibilidade-a-Movimentos-Gravitacionais-de-Massa-e-Inundacoes---Rio-de-Janeiro-5082.html>. Acesso em: 20 mar. 2024.

SILVEIRA, Izabela Isidora. **Software como Serviço (SaaS): Uma Perspectiva Empresarial**. 2016. 93 f. TCC (Graduação) - Curso de Bacharelado em Ciência da Computação, Faculdades Integradas de Caratinga, Caratinga, 2016. Disponível em: https://dspace.doctum.edu.br/bitstream/123456789/579/1/Meu_Nen%c3%aa.pdf. Acesso em: 18 mar. 2024.

SOUZA, Lucas Barbosa e; ZANELLA, Maria Elisa. **Percepção de riscos ambientais: teoria e aplicações**. Fortaleza: Ufv, 2010. 240 p.

XEXÉO, Geraldo. **Modelagem de Sistemas de Informação**: da análise de requisitos ao modelo de interface. Niterói: UFF, 2007. 312 p. Disponível em: https://www.maxpezzin.com.br/aulas/7_ADM_Administracao_de_SI/ASI_eBOOK_Mo delagem-de-Sistemas-de-Informacao_XEXEO.pdf. Acesso em: 19 fev. 2024.

ZENDESK. **O que são produtos SaaS? Principais tipos, benefícios e exemplos**. 2023. Disponível em: <https://www.zendesk.com.br/blog/produtos-saas/#>. Acesso em: 18 mar. 2024.