

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA
CENTRO DE CIÊNCIAS NATURAIS E EXATAS - CCNE
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA**

**GEOTECNOLOGIAS APLICADAS NO
MAPEAMENTO DAS ÁREAS DE INUNDAÇÃO DO
PERÍMETRO URBANO DE JAGUARI/RS**

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

Bruno Zucuni Prina

Santa Maria, RS, Brasil

2015

GEOTECNOLOGIAS APLICADAS NO MAPEAMENTO DAS ÁREAS DE INUNDAÇÃO DO PERÍMETRO URBANO DE JAGUARI/RS

Bruno Zucuni Prina

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Geografia (PPGGEO), **Área de Concentração Análise Ambiental e Territorial do Cone Sul**, da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS), como requisito parcial para obtenção do grau de **Mestre em Geografia**.

Orientador: Profº. Dr. Romario Trentin

Santa Maria, RS, Brasil

2015

**Universidade Federal de Santa Maria
Centro de Ciências Naturais e Exatas – CCNE
Programa de Pós-Graduação em Geografia**

A Comissão Examinadora, abaixo assinada,
aprova a Dissertação de Mestrado

**GEOTECNOLOGIAS APLICADAS NO MAPEAMENTO DAS ÁREAS
DE INUNDAÇÃO DO PERÍMETRO URBANO DE JAGUARI/RS**

elaborado por
Bruno Zucuni Prina

como requisito parcial para obtenção do grau de
Mestre em Geografia

COMISSÃO EXAMINADORA:

Romario Trentin, Dr. (UFSM)
(Presidente/Orientador)

Luís Eduardo de Souza Robaina, Dr. (UFSM)

Claudinei Taborda da Silveira, Dr. (UFPR)

Santa Maria, 24 de novembro de 2015.

DEDICATÓRIA



Fonte: Arquivo pessoal Bruno Zucuni Prina.

Título: Eu e meus irmãos em uma "enchente" de Jaguari/RS.

Fotógrafo: Luis Henrique Zanini Prina.

Data: 2002.

Local: Bairro Mauá – Jaguari/RS.

Personagens: (da esquerda para a direita) Bruno Zucuni Prina; Bruna Zucuni Prina, Felipe Zucuni Prina.

Comentário: Inocentemente, desde cedo, as "enchentes" faziam parte da minha vida.

AGRADECIMENTOS

Universidade Federal de Santa Maria – pela qualidade do ensino público e gratuito;
Colégio Politécnico da UFSM – pela básica técnica obtida nos cursos de Tecnologia em
Geoprocessamento e Técnico em Geomática.

Romario Trentin (orientador) – pelo incentivo à pesquisa, a amizade e o companheirismo
diário.

Ao LAGEOLAM – pelo espaço à realização de pesquisas e pelos demais amigos e colegas.
Equipe Técnica da PROCAMPO – por vários momentos de aprendizado durante os estágios
realizados, além das fotografias aéreas disponibilizadas.

Meus Pais – pela vida.

Felipe e Bruna Zucuni Prina – pelo carinho, amor e as várias ajudas em trabalhos de campo.

Rafaela Cides Marcon – pela insistente ajuda motivacional, carinho e amor.

CAPES – pela bolsa de pesquisa durante essa jornada acadêmica.

A todos aqueles que, de alguma forma, contribuíram para a realização deste trabalho, e não
estão nominalmente citados, o meu muito obrigado.

EPÍGRAFE

“Only those who will risk going too far can possibly find out how far one can go!”

(T. S. Eliot)

RESUMO

Centro de Ciências Naturais e Exatas – CCNE
Programa de Pós-Graduação em Geografia

GEOTECNOLOGIAS APLICADAS NO MAPEAMENTO DAS ÁREAS DE INUNDAÇÃO DO PERÍMETRO URBANO DE JAGUARI/RS

AUTOR: BRUNO ZUCUNI PRINA

ORIENTADOR: ROMARIO TRENTIN

Santa Maria/RS, 24 de novembro de 2015.

Inúmeros assuntos que estão em destaque atualmente, tanto na mídia como na comunidade científica referem-se aos desastres naturais, com foco às inundações urbanas. A partir disso, destaca-se, que o objetivo geral desse trabalho é o de desenvolver uma metodologia de mapeamento das áreas de risco à inundação, tendo como recorte espacial o município de Jaguari/RS. Dentre os eventos de inundações que já ocorreram no município, ressalta-se, como o mais severo e catastrófico, o ocorrido no ano de 1984. Assim, a fim de atingir o objetivo proposto, passou-se por várias etapas metodológicas. Inicialmente fez-se a coleta de pontos com receptor de sinal GNSS, houve a geração de um MDE junto a aplicação de processos fotogramétricos e ao final, obteve-se a modelagem planialtimétrica da área de estudo. Essa modelagem foi de fundamental importância para a definição das áreas suscetíveis a inundação, junto a outra variável: o tempo de retorno. Também, a partir dessas bases, estruturou-se o mapa de perigo, segmentando a cartografia da suscetibilidade conforme os tempos de retorno de 2, 10 e 73 anos, coincidindo tais áreas com a mancha urbana. Na próxima etapa criou-se o mapa de vulnerabilidade, no qual foi utilizada a correlação das informações da densidade de residências do município junto às informações detalhadas de todas as construções dispostas na área suscetível. Com isso, obteve-se o zoneamento do risco à inundação, com o cruzamento da cartografia do perigo junto à vulnerabilidade, gerando quatro classes de risco. Todas as informações foram armazenadas em um banco de dados e analisadas por meio de um aplicativo desenvolvido com a linguagem de programação *Visual Basic*, o BZMAPS. A área de suscetibilidade correspondeu a 15,3% da área urbanizada do município, com um montante de 401 residências. A área de perigo sintetizou em sua maior classe (alto perigo) 18 residências. Já no mapeamento da vulnerabilidade, constatou-se, na sua maior classe (alta vulnerabilidade), um total de 46 residências. Por fim, com o mapeamento do risco, na classe "risco muito alto", numerou-se 7 residências, em uma área de 1,50 ha, e para a classe "alto risco" quantificou-se 21 residências em uma área de 2,26 ha. As principais conclusões a respeito dessa dissertação refere-se que toda a implementação metodológica dessa pesquisa, com utilização de receptores GNSS, fotogrametria, dados organizados em SIG, construção de banco de dados, entre outros, foram de grande importância, pois, gerou um trabalho altamente técnico-científico acerca do mapeamento detalhado das inundações do município de Jaguari/RS.

Palavras-chave: MDT. Modelagem. GNSS. Fotogrametria. Risco.

ABSTRACT

Center of Natural and Exact Sciences – CCNE
Postgraduate Program in Geography

GEOTECHNOLOGIES APPLIED IN MAPPING OF FLOOD AREAS IN URBAN PERIMETER OF JAGUARI/RS/BRAZIL

AUTHOR: BRUNO ZUCUNI PRINA

ADVISOR: ROMARIO TRENTIN

Santa Maria/RS, November 24th, 2015.

Numerous issues that are highlighted today, both in the media and in the scientific community refers to natural disasters, focusing to urban flooding. From this, it is emphasized that the aim of this study is to develop a mapping methodology of risk areas to flooding, with the spatial area the city of Jaguari/RS. Among the events of floods that have occurred in the city, it is highlighted as the most severe and catastrophic, the event that occurred in 1984. Thus, in order to achieve the proposed objective, it has gone through several methodological steps. Initially it is make up the collection points with GNSS signal receiver, there was the generation of a DEM with the application of photogrammetric processes and in the end, it is obtained the planialtimetric modeling of the study area. This modeling was of fundamental importance for the definition of areas susceptible to flooding, along with another variable: the return time. Also, from these bases, structured if the hazard map, segmenting the mapping of susceptibility as the return times of 2, 10 and 73 years, coinciding such urban areas. In the next step it is created the vulnerability map, in which the correlation of information residences density was used together detailed information of all buildings arranged in the area susceptible. Thus, it obtained the zoning of the risk to flooding, with the intersection of the hazard mapping by the vulnerability, generating four risk classes. All information was stored in a database and analyzed using an application developed with Visual Basic programming language, the BZMAPS. Susceptibility area corresponds to 15.3% of the urbanized area of the city, with a total of 401 homes. The danger area synthesized, for the most class (high hazard), 18 residences. Already in vulnerability mapping, it was found, for the most class (high vulnerability), a total of 46 residences. Finally, with the mapping of risk in the class "very high risk" it is numbered 7 homes in an area of 1.50 ha, and for the class "high risk" it is quantified 21 homes in an area 2.26 ha. The main conclusions regarding this dissertation refers to all the methodological implementation of this research, with the use of GNSS receivers, photogrammetry, data organized in GIS, database construction, among others, were of great importance, therefore, it generated a paper scientific technical about the detailed mapping of flooding of Jaguari/RS city.

Keywords: DTM. Modeling. GNSS. Photogrammetry. Risk.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Localização da área de estudo: detalhe da área urbana.	19
Figura 2 - Localização espacial de algumas áreas sem edificações (áreas alaranjadas) que a inundação de 1984 proporcionou.	22
Figura 3 - Inundação de julho de 2014 em Jaguari.....	23
Figura 4 - Inundação de outubro de 2015 em Jaguari.	24
Figura 5 - Desastres naturais registrados no Brasil após a década de 1960.	31
Figura 6 - Coleta de pontos homólogos. A: Esquina da rua General Lima com a rua Álvaro Batista; B: Esquina da rua General Lima com a rua Olinto Couto.....	63
Figura 7 - Coleta de dados no rio Jaguari. A e B: Balneário Fernando Schiling; C: Vista da Ponte Ferroviária; D: Vista da Ponte Rodoviária.	64
Figura 8 - Coleta da altitude das régua linimétricas da ANA: A: registro da cota de 13,53 m; B: Régua de 5 e 6 m; C: Régua de 7 m; D: Régua de 11 m.....	65
Figura 9 - Coleta de dados na sanga do Curtume. A e D: Sanga canalizada situada à rua Coronel Flores; B: Sanga do Curtume próximo a rua Júlio de Castilhos; C: Sanga do Curtume próximo a rua 14 de Julho.	66
Figura 10 - Pontos coletados em janeiro de 2015, espacializados em vários locais da cidade: A: CAPEJAR; B: Poliesportivo; C: Sindicato Rural.....	67
Figura 11 - Disposição geográfica dos pontos analisados para verificar a acurácia do mapeamento - MDT.....	69
Figura 12 - Vista do aplicativo “Pesquisas HidroWeb”.	74
Figura 13 - Construções classificadas conforme o acabamento das construções.....	78
Figura 14 - Exemplos de construções classificadas conforme as condições das construções..	78
Figura 15 - Exemplos de construções classificadas conforme o material das construções.....	78
Figura 16 - Análise da acurácia do MDT com referência aos pontos GNSS.	83
Figura 17 - Mapa de incertezas altimétricas obtido por meio da análise da densidade de pontos GNSS.....	84
Figura 18 - Primeira modelagem: "MDE 1".....	85
Figura 19 - Áreas úteis do "MDE 1".	85
Figura 20 - Modelo utilizado após a aplicação das rotinas metodológica: "MDT 2".....	86
Figura 21 - Definição da área suscetível à inundação no perímetro urbano de Jaguari.	87
Figura 22 - Bairros de Jaguari inseridos dentro da área suscetível à inundação.	87
Figura 23 - Gráfico das funções analisadas.	89
Figura 24 - Análise das cotas correspondentes aos tempos de retorno à inundação.	91
Figura 25 - Mapa de apresentação dos locais com marcas/registros de inundação.....	92
Figura 26 - Cartografia do perigo à inundação.....	93
Figura 27 - Resultados parciais a respeito do mapeamento da vulnerabilidade.....	94
Figura 28 - Cartografia da vulnerabilidade à inundação.	96
Figura 29 - Cartografia do risco à inundação.	97
Figura 30 - Análise comparativa entre as construções englobadas em áreas vulneráveis e de perigo à inundação.....	98

Figura 31 - Visualização da tela inicial do aplicativo BZMAPS.	98
Figura 32 - Visualização da tela de consultas do aplicativo BZMAPS.	99
Figura 33 - Análise do ambiente de pesquisa SQL com dados numéricos.	100
Figura 34 - Análise do ambiente de pesquisa SQL com dados textuais.	101

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Referência para o cruzamento espacial do zoneamento do risco.....	80
Quadro 2 - Dados obtidos com o uso do aplicativo “Pesquisas HidroWeb” para criação das amostras.....	88
Quadro 3 - Marcas da inundação de 1984.....	91

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Pesos e Notas para mapeamento da vulnerabilidade.....	77
Tabela 2 - Discrepância entre os dados amostrais e os estimados.....	90
Tabela 3 - Resultado dos tempos de retorno.....	90
Tabela 4 - Quantificação das áreas do mapeamento do perigo à inundação.	93
Tabela 5 - Quantificação das áreas do mapeamento da vulnerabilidade à inundação.....	95
Tabela 6 - Quantificação do zoneamento do risco à inundação na área urbana de Jaguari.....	97

LISTA DE APÊNDICES

Apêndice 1 - Relatório de Processamento dos dados GNSS	114
---	------------

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	14
1 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO	18
1.1 Histórico dos eventos de inundações em Jaguari	20
2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	25
2.1 Riscos ambientais e a Ciência Geográfica	25
2.2 Os desastres naturais	27
2.3 Inundações	32
2.3.1 Diferenciação teórica: Cheias, Enchentes, Enxurradas e Inundações	32
2.3.2 Inundações e informações secundárias	34
2.3.3 Ações mitigatórias	37
2.4 Ramificação conceitual ligadas aos desastres naturais com foco às inundações	38
2.4.1 Suscetibilidade	39
2.4.2 Perigo	40
2.4.3 Vulnerabilidade	43
2.4.4 Risco	46
2.5 Geotecnologias	51
2.5.1 Ferramentas e análises do Geoprocessamento	52
3 MATERIAIS E MÉTODOS	60
3.1 Materiais	60
3.2 Métodos específicos	62
3.2.1 Coleta de dados altimétricos	62
3.2.2 Validação do MDT	68
3.2.3 Utilização de fotografias aéreas e criação do MDT	70
3.2.4 Mapeamento das áreas suscetíveis	71
3.2.5 Estimativa do tempo de retorno das inundações	73
3.2.6 Mapeamento das áreas de perigo	74
3.2.7 Mapeamento da vulnerabilidade	75
3.2.8 Zoneamento do risco	79
3.2.9 Organização dos dados para o uso do aplicativo BZMAPS	80
4 RESULTADOS OBTIDOS	82
4.1 Resultados da validação do MDT	82
4.2 Análise da suscetibilidade	84
4.3 Tempo de retorno das inundações	88
4.4 Análise do Perigo à inundações	92
4.5 Análise da vulnerabilidade	94
4.6 Zoneamento do risco	96
4.7 Organização dos dados finais	98
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS	102
BIBLIOGRAFIA	105

INTRODUÇÃO

Entre os inúmeros assuntos que estão em destaque, ultimamente, na mídia e na comunidade científica referem-se aos problemas com desastres naturais, muitos deles correlatos as inundações ocorridas no meio urbano, as quais, segundo Kron (2002), são consideradas como o tipo de evento, desastroso, que envolve o maior número de indivíduos entre os desabrigados/envolvidos.

Destaca-se um agravamento desse problema junto à aceleração do processo de urbanização, muitas vezes desordenada sobre o território e com ocorrência, principalmente, nas grandes metrópoles urbanas, a qual é responsável pela minimização dos processos de infiltração da água no solo (por existirem maiores proporções da superfície terrestre com calçadas e ruas pavimentadas), e com isso há aumento no escoamento superficial, e, logo, um maior volume de água sobre os rios em períodos de precipitações intensas.

Com o adensamento populacional, ainda, há outra consequência prejudicial, principalmente ao meio ambiente, que é a maior geração de sedimentos dentro da bacia hidrográfica, procriando, além de áreas degradadas - erosão, uma maior tendência para o assoreamento da rede de drenagem (TUCCI, 2005).

O crescimento urbano das cidades, com uma maior concentração da população e de suas atividades alheias, na visão de Basso, Moreira e Pizzato (2011) geram dois cenários: um de maior impermeabilização do solo, pelo adensamento de construções e pavimentação de ruas e calçadas, e o segundo, uma consequência do primeiro, ou seja, um maior escoamento superficial, fazendo com que as águas cheguem em um tempo mais curto aos canais de drenagem. Os referidos fatos estão diretamente associados à dinâmica natural do ambiente (no caso, da bacia hidrográfica), a qual é alterada, gerando problemáticas à sociedade.

Esses dois processos acabam por sobrelevar a frequência das inundações, bem como a magnitude dessas, principalmente em períodos de precipitações intensas e/ou acumuladas. Assim, é notório, que o acontecimento desses eventos está diretamente ligado às chuvas, porém não pode ser desconsiderada outra série de variáveis que interferem paralelamente a esse, como por exemplo: a urbanização e a vulnerabilidade urbana (social e física).

Os danos causados pelo processo de inundação são ampliados pela localização da população de baixa renda (mais vulnerável), muitas vezes, dispostas em posições geográficas propícias à ocorrência das inundações (áreas suscetíveis). Com isso, a fim de caracterizar e

segmentar a interferência das camadas populacionais às áreas consideradas como de preocupação urbana (áreas de risco), o trabalho de Tucci (1993) informa que a população de baixa renda ocupa, de forma espontânea e com maior frequência, as áreas ribeirinhas, que são consideradas as de maior risco.

Referente ao aumento populacional, Tucci e Bertoni (2003) e Zanella (2006) explicitam que esse aumento ocorreu, mais precisamente, na segunda metade do século XX, com maior vigor nos países emergentes, como, por exemplo, no Brasil. Tucci e Bertoni (2003) contribuem, afirmando que nos países em desenvolvimento, conforme estimativa das Nações Unidas, a população se estabilizará, possivelmente, apenas no ano de 2150, ou seja, o crescimento das camadas populacionais prosseguirá em processo de expansão, alertando, dessa forma, as entidades públicas, quanto ao controle do uso do solo urbano, bem como de todos os setores públicos.

A partir disso, deve-se ressaltar a grande importância do desenvolvimento e da aplicação de metodologias sólidas que cartografem as áreas de risco em um município, assim, com a aplicação de medidas mitigatórias e preventivas haverá a minimização, possivelmente, dos danos desses eventos, quando acontecerem (GOERL; KOBİYAMA; PELLERIN, 2012).

O empecilho, muitas vezes, para realizar o mapeamento de áreas de risco à inundação, perpassa pela não disponibilização de dados altimétricos acurados e em escalas adequadas de mapeamento por parte das entidades governamentais. Além disso, a coleta de dados esbarra em alguns obstáculos, como por exemplo: a falta de técnicos especializados na área de agrimensura, a indisponibilização de equipamentos topográficos e/ou geodésicos, o alto preço para contratação de serviços terceirizados, além da alta demanda de tempo no qual engloba o mapeamento planialtimétrico de um município.

Com essa orientação teórica, na referida dissertação, buscará mapear as áreas de risco à inundação no município de Jaguari, localizado na região centro-oeste do estado do Rio Grande do Sul (RS), microrregião de Santa Maria. Deve-se salientar que o mapeamento de uma área de risco é de extrema importância, pois, conforme explanação de Goerl, Kobiyama e Pellerin (2012) esse mapeamento é considerado como uma ação mitigatória.

Entre os vários eventos de inundação que já ocorreram no município de Jaguari, deve-se ressaltar que o registrado no ano de 1984, mais precisamente no mês de maio, foi o mais catastrófico. Inúmeras são as informações que podem ser destacadas desse evento, principalmente ao analisar notícias retratadas em jornais de circulação regional, atualmente em acervo dispostas no Museu Municipal de Jaguari, fato que será tratado posteriormente.

Entretanto, no município não há nenhum trabalho específico, de mapeamento detalhado das áreas inundáveis, muito menos algum levantamento planialtimétrico. Ou seja, essa pesquisa parte do princípio de não existir nenhuma cartografia referente ao dimensionamento altimétrico do local, sendo que todas as bases cartográficas utilizadas serão necessariamente construídas, unindo informações obtidas do *Global Navigation Satellite System* (GNSS), da fotogrametria e imagens de satélite.

Um fato de análise a essa dissertação refere-se a construção da base cartográfica, sendo que a mesma foi gerada após vários levantamentos realizados *in loco*. Salienta-se, que o motivo com que houve a construção das bases cartográficas refere-se à questão de não existirem bases cartográficas compatíveis, ou seja, não há disponível, na área de estudo informações altimétricas com refinamento de informações cabíveis à aplicação nessa pesquisa. Assim sendo, destaca-se, esse, como um dos grandes diferenciais a serem denotados no presente trabalho.

Ainda, pode-se destacar, que a forma com que os dados finais serão analisados, ou seja, com a utilização de um aplicativo desenvolvido com a linguagem de programação *Visual Basic*. Assim, haverá uma forma simplificada para análise das áreas de risco à inundação no município de Jaguari, facilitando a tomada de decisões por meio dos gestores públicos.

Jaguari não possui, até o presente momento, um Plano Diretor, nem mesmo alguma legislação específica que caracterize e norteie a definição das áreas de risco no município, dessa forma, o referido trabalho mostra-se de fundamental importância para apresentar à comunidade jaguariense, o zoneamento do risco à inundação no perímetro urbano municipal.

Deve-se ressaltar, que, apesar de Jaguari não ser um município com uma alta frequência de inundações, ressalva-se, que esse é um dos motivos a maximizar a atenção no local. No que se inter-relaciona a essa análise, Tucci e Bertoni (2003, p. 55) relatam que “quando a frequência das inundações é baixa, a população ganha confiança e despreza o risco, aumentando significativamente o investimento e a densificação nas áreas inundáveis. Nesta situação as enchentes assumem características catastróficas”.

Com esse intuito, faz-se necessário haver uma atenção especial nas áreas suscetíveis a desastres ambientais em que há localização da população, e conscientizar as autoridades públicas quanto aos locais com os maiores riscos. Dessa forma, verifica-se que o desenvolvimento dessa pesquisa é de grande valia ao poder público local, pois a mesma gerará uma base cartográfica precisa para o planejamento urbanístico do município de Jaguari, principalmente, no que afeta a identificação acurada das áreas de risco à inundação.

Espera-se que os resultados cabíveis a essa dissertação gerarão aplicações diretas em vários setores da sociedade, seja ela por instrumentos manipuláveis (mapas) ou de dados disponíveis na internet (via *Google Maps*), a fim de beneficiar os gestores públicos, e ajudá-los no planejamento e mitigação dos riscos.

O problema incluso nesse trabalho está contido na resolução da seguinte questão: “*Quais as áreas com maiores riscos à inundação no município de Jaguari/RS, e como o levantamento planialtimétrico de alta precisão interligado a dados de fotografias aéreas (fotogrametria) pode auxiliar no mapeamento e identificação destas áreas?*”

Perante a análise das inúmeras justificativas de realizações de trabalhos nessa linha de pesquisa, salienta-se que o objetivo geral desse trabalho é o de desenvolver uma metodologia de mapeamento das áreas de risco à inundação, tendo como recorte espacial o município de Jaguari/RS. Especificamente objetivar-se-á em:

- Organizar um inventário das inundações de Jaguari, estimando o tempo de recorrência para os períodos de 2, 10 e 73 anos;
- Construir um Modelo Digital do Terreno (MDT) baseado em informações planialtimétricas;
- Delimitar a área suscetível à ocorrência de eventos de inundação;
- Realizar um levantamento cadastral nas áreas com tempo de recorrência de 73 anos, para posterior mapeamento da vulnerabilidade à inundação;
- Determinar as áreas de perigo com relação aos tempos de retorno definidos;
- Analisar a vulnerabilidade da população afetada pelas inundações.
- Estruturar um Sistema de Informações Geográficas (SIG) por meio de um aplicativo desenvolvido com a linguagem de programação *Visual Basic* (nomeado de "BZMAPS").

Esta dissertação, além desse capítulo introdutório, ainda, será complementada pelos: Capítulo 1, no qual será apresentada a área de estudo, com aos principais eventos de inundação que ocorreram no local; Capítulo 2, que serão discutidos os principais conceitos referente à temática de estudo, com ênfase ao risco; Capítulo 3, referenciar-se-ão todos os materiais e a segmentação metodológica envolvida para estruturar o referido trabalho; Capítulo 4, evidenciar-se-á, com exclusividade, os resultados das modelagens dos dados, focando ao mapeamento do risco à inundação e, por fim, o Capítulo 5, com a apresentação de todas as considerações finais do trabalho.

1 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

O território municipal está localizado na região centro-oeste do estado do Rio Grande do Sul, na microrregião de Santa Maria (composta, ainda, pelos municípios de Cacequi, Dilermando de Aguiar, Itaara, Mata, Nova Esperança do Sul, Santa Maria, São Martinho da Serra, São Pedro do Sul, São Sepé, São Vicente do Sul, Toropi e Vila Nova do Sul) (PREFEITURA MUNICIPAL DE JAGUARI, 2015).

O município de Jaguari possui uma área total de 673,401 km² e o mesmo está localizado em uma região de transição entre os biomas Pampa e Mata Atlântida (IBGE, 2015b). Deve-se destacar que o município está a uma equidistância de aproximadamente 105 km de Santa Maria e 400 km de Porto Alegre (capital do estado), e o acesso para ambas às cidades ocorre pela BR-287.

Referente a dinâmica da população jaguariense, a mesma pode ser analisada com base nos dados do IBGE, já referenciados no Plano Ambiental do município (JAGUARI, 2011). Sendo assim, verifica-se que a população, do ano de 1991 a 2010, diminuiu na proporção de 12.749 pessoas para 11.473, cerca de 10 %.

O município de Jaguari está dividido em 4 distritos: a Sede (1° distrito), Santo Izidro (2° distrito), Ijucapirama (3° distrito) e Taquarichim (4° distrito), já na análise das subdivisões no perímetro urbano, o município divide-se em 9 bairros: Centro, Mauá, Sagrado Coração de Jesus, Promorar, Santa Rosa, Rivera, Nossa Senhora de Lourdes, Nossa Senhora Aparecida e Consolata.

A área física englobada nessa pesquisa possui 8,60 km², a qual é caracterizada pela delimitação do território urbano do município. O dimensionamento dessa área foi realizado por meio da interpretação da Lei Municipal N° 1.836 de 31 de outubro de 1989 (JAGUARI, 1989), a qual apresenta as delimitações do território urbano municipal.

O município de Jaguari (Figura 1) está limitado pelas coordenadas UTM: 6.756.180 m / 6.719.610 m N e 751.980 m / 706.480 m S, dispostas no fuso 21 J Sul (Sistema de Referência SIRGAS 2000). O município é banhado pelo rio Jaguari e o desenvolvimento da cidade ocorreu, desde os primórdios, entrelaçada ao rio. A área urbana é atravessada pelo rio Jaguari, importante afluente do rio Ibicui, constituintes da Bacia Hidrográfica do rio Uruguai.

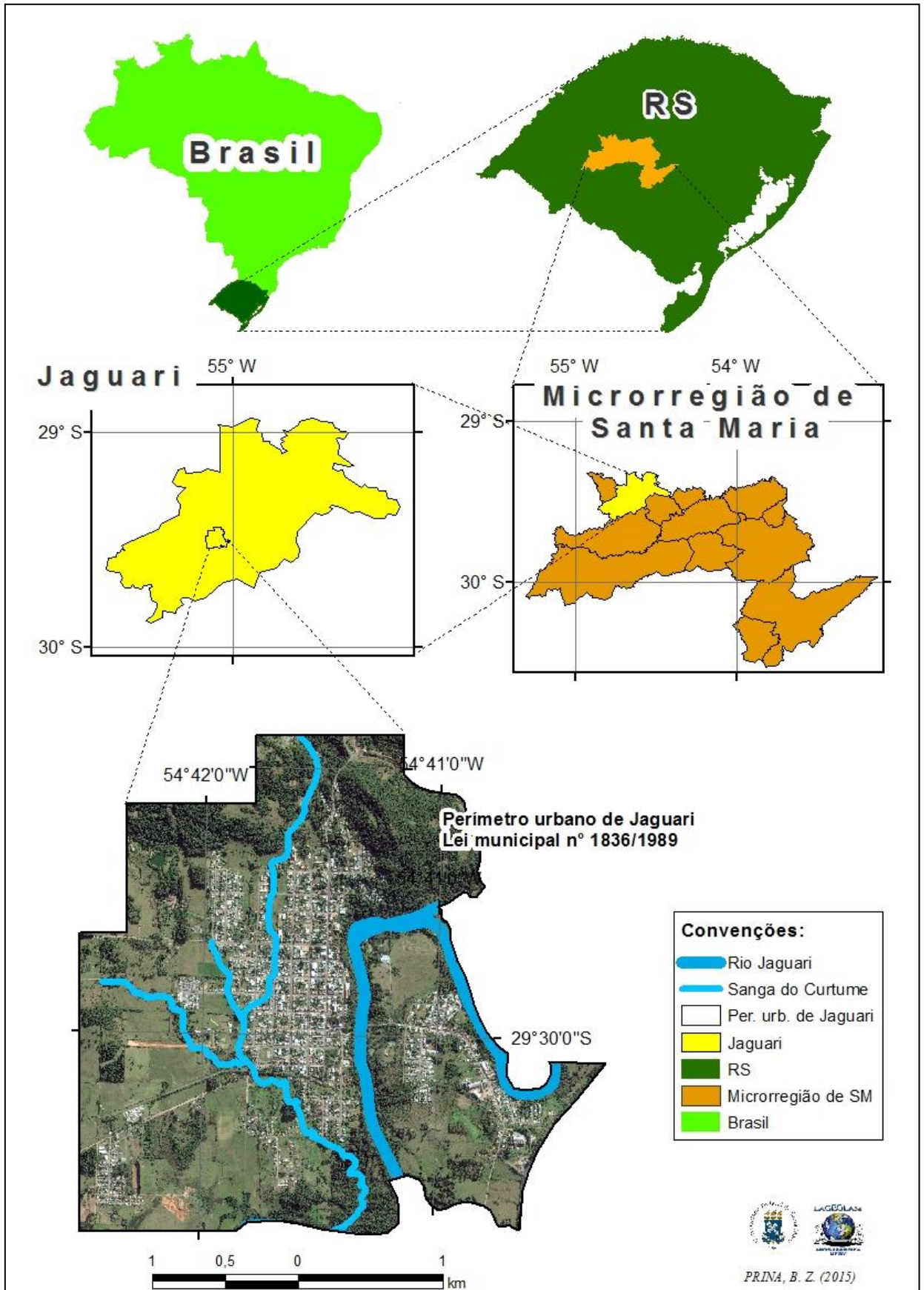


Figura 1 - Localização da área de estudo: detalhe da área urbana.

Destaca-se, que, segundo a Agência Nacional de Águas (ANA, 2014), a área de drenagem do Rio Jaguari é de cerca de 2.320 km². Além do canal principal do rio Jaguari, a sanga do Curtume, afluente do rio Jaguari, passa pela cidade, e, esta, quando represada, é alvo, inclusive, das inundações que ocorrem no município.

Conforme breve introdução já realizada a respeito do município, destaca-se, que o maior motivo da ocorrência dessa pesquisa, está baseado na situação de já ter ocorrido vários episódios de perdas no local, envolvendo as inundações, com destaque ao evento do ano de 1984, o qual foi catastrófico ao município. Nesse escopo, a seguir, serão destacados os principais eventos de inundações na referida área de estudo.

1.1 Histórico dos eventos de inundações em Jaguari

Inúmeras são as inundações que podem ser citadas no município de Jaguari, sendo assim, a seguir serão discutidos alguns dos eventos que ocorreram no município, enfatizando, os de maiores proporções, com ênfase, à inundação que ocorreu no ano de 1984.

Há alguns anos, com o menor desenvolvimento das tecnologias da informação, os dados eram transmitidos de forma deficiente, e muitos dos registros (independente da área) não eram armazenados, principalmente os inter-relacionados aos desastres naturais, como por exemplo, das inundações. No município de Jaguari essa realidade é um pouco divergente, e são encontrados vários registros de inundações pretéritas, tendo o evento de 1941, como sendo o mais antigo, dentre os registros encontrados.

O museu municipal destaca, principalmente por meio de fotografias analógicas, o registro desse evento, no qual é considerada a segunda maior inundação do município. Após esse ano, várias inundações ocorreram, porém, poucas foram expressivas, ou registradas. No que tange a essa questão, novamente com os registros do museu municipal, após a inundação de 1941, há o relato do evento ocorrido no ano de 1972.

Após essa data, conforme o levantamento realizado por Reckziegel (2007) entre 1980 e 2005, o município de Jaguari registrou 3 cenas de enchentes, sendo elas em: outubro/1982, outubro/1997 e abril/1998. A mesma autora, quantificou, no mesmo período 3 cenários de enxurradas, registradas em: maio/1984, novembro/1997 e outubro/2002.

O evento ocorrido em maio de 1984, foi o mais catastrófico ao município, independente de classificá-lo como enxurrada ou inundação. Inúmeros são os registros desse

evento eternizados na história da comunidade jaguariense, com ênfase ao disponível no museu municipal, no qual, é visto a vasta gama de informações desse grande desastre. Inúmeras reportagens (do jornal Zero Hora) e fotografias são as principais relíquias encontradas.

O cenário da inundação de 1984 foi totalmente catastrófico ao município, dentre várias reportagens do jornal Zero Hora, analisadas por meio do museu municipal, há a seguinte frase em destaque: "Jaguari começa a contar os prejuízos e as mortes". Apenas na análise desse título, verifica-se o quão intenso foi o referido evento.

Na análise desses registros, verificou-se que essa tragédia foi "pior que a de 1941" (MUSEU MUNICIPAL, 2014), deixando, aproximadamente, 10% da população desabrigada; com 700 pessoas que perderam, de forma geral, toda a sua residência (cerca de 400 casas); com, ainda, cerca de 1.000 pessoas afastadas de suas residências (com perdas menores); aproximadamente 150 construções parcialmente destruídas; 15 pontes de concretos destruídas ou danificadas; além de prejuízos na agricultura (deixando inúmeras lavouras totalmente cobertas por lama), na pecuária (inúmeros bovinos e frangos levados pela correnteza) e na infraestrutura (com pontes e bueiros destruídos) (MUSEU MUNICIPAL, 2014). Há registros, de que o rio Jaguari "subiu 14 metros acima de seu nível normal [...]", "chegando às portas da sede do Banco do Brasil [...]", (MUSEU MUNICIPAL, 2014).

Um fato interessante encontrou-se no trecho que frisa que "na enchente de 41 o rio esteve a 70 centímetros da pista da ponte do centro. Mas agora passou 30 centímetros acima". Dessa forma, verifica-se o quão perturbante o evento foi para Jaguari, com um grande volume de perdas materiais, econômicas e de pessoas, bem como há o respaldo do grande evento que ocorreu em 1941, com perdas menores, porém significativas.

Ainda, acentua-se que em apenas 12 horas, choveu cerca de 291 mm, o equivalente a dois meses de chuva (MUSEU MUNICIPAL, 2014). Tal fato é alarmante, analisando a situação de que 1 mm de chuva corresponde a 1 litro de água que atinge 1 m² da superfície; sendo assim, os 291 mm, significam que 291 litros atingiram 1 m² em apenas 12 horas, com uma média de quase 25 litros/hora em 1 m² do chão. Essa grande quantidade de água satura o solo e o escoamento superficial aumenta drasticamente, elevando o nível do rio.

A fim de salientar, ainda, os problemas com inundações em Jaguari, Reckziegel (2007, p. 136) preconiza que em 1984, mais especificamente em maio, "os danos mais significativos ocorreram em municípios dos vales dos rios Jaguari e Ibicuí e da porção oeste do estado". A referida autora destaca que cerca de 1500 pessoas ficaram desabrigadas. Outro grande evento que prejudicou a cidade ocorreu em 1997, mais precisamente em outubro, desabrigando cerca de 890 pessoas (RECKZIEGEL, 2007).

Um fato de grande importância na análise do quão severo foi o evento de 1984, pode ser contextualizado na análise de alguns cenários antes e depois do evento. Algumas áreas do município antes do evento eram habitadas e com o evento, muitas casas foram levadas pela enxurrada, e, até hoje, são mínimas as construções dispostas nesses locais. Como alternativa secundária de uso desses espaços há, por exemplo, a pecuária, presente nos dias atuais. A disposição espacial¹ desses locais está contextualizada na Figura 2, nas áreas alaranjadas.



Figura 2 - Localização espacial de algumas áreas sem edificações (áreas alaranjadas) que a inundação de 1984 proporcionou.

Fonte da imagem de satélite: Google Earth.

Após o ano de 2005, o qual é limítrofe do trabalho realizado por Reckziegel (2007), o município de Jaguari sofreu, ainda, com quatro cenas de inundações. A primeira em janeiro de 2010, em outubro de 2012 e, recentemente em junho de 2014 e outubro de 2015. Em 2014, deve-se frisar que o rio Jaguari subiu cerca de 10 metros em relação ao seu nível normal, inundando algumas casas, conforme Figura 3.

¹ Esses registros foram contextualizados junto a alguns moradores de Jaguari, sem existir formas de comprovação, nem mesmo fotografias anteriores dos locais.

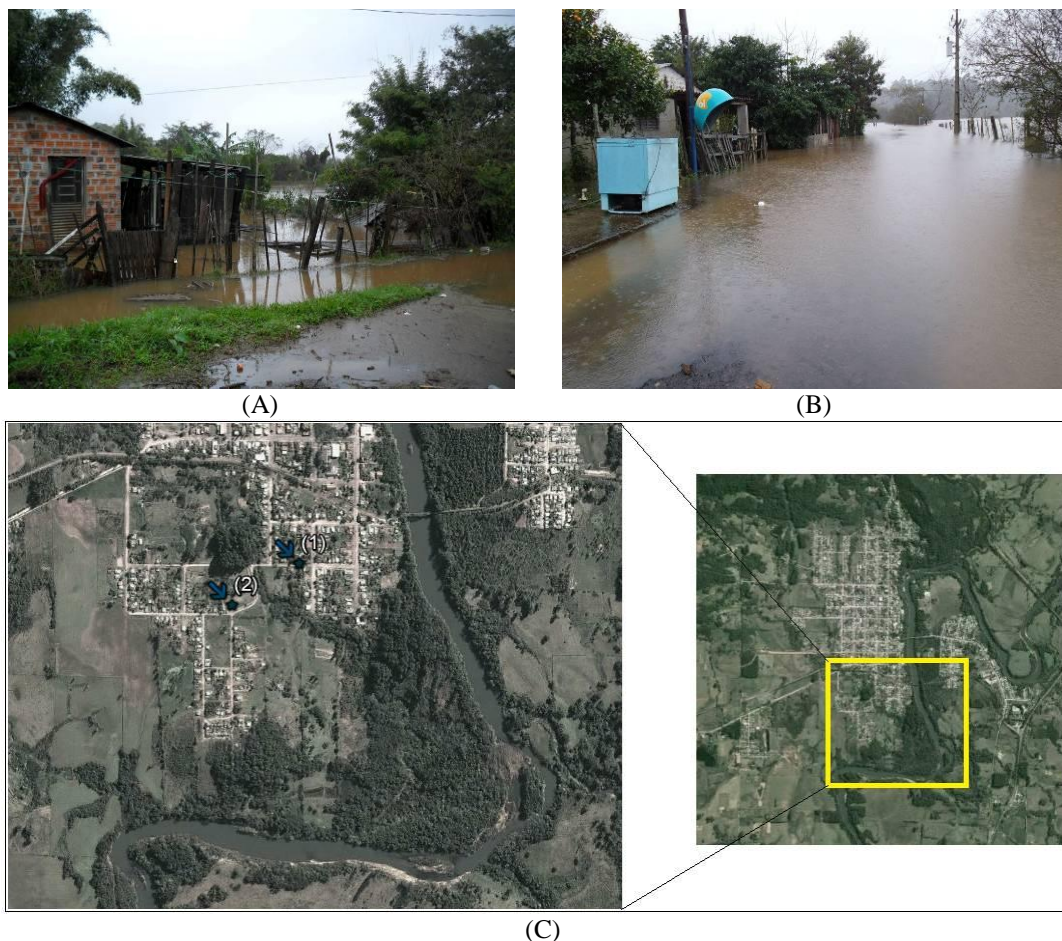


Figura 3 - Inundação de julho de 2014 em Jaguari.

Fonte: (A) Cristiano S. Moraes, (B) Miguel Monte, (C) localização das fotografias - *Google Earth*.

Ainda, no ano de 2015, ocorreu outro evento de inundação no município, com o nível do rio Jaguari subindo cerca de 11,75 m acima do nível normal, em seu pico, por volta das 23:00 h do dia nove (9) de outubro. Destaca-se, que, nesse evento, muitos locais do município ficaram inundados, sucedendo grandes problemas à população local. Entre os registros desse evento, tem-se a Figura 4, a qual ilustra algumas das áreas inundadas.

No geral, notifica-se a preocupação das inundações no município, tal qual destacado no Plano Ambiental (JAGUARI, 2011, p. 53)

Propõe-se um levantamento das áreas de risco incluindo às áreas de inundação, áreas de escorregamento de massa (desmoronamento), áreas de surgimento de voçorocas, áreas destinadas a cemitérios e ocupações irregulares sob faixas de servidão de linhas de transmissão e próximas a áreas de preservação permanente, para que o poder público possa elaborar um Plano Diretor visando a elaboração de diretrizes para ocupação correta dos espaços no município de Jaguari (JAGUARI, 2011, p. 53).

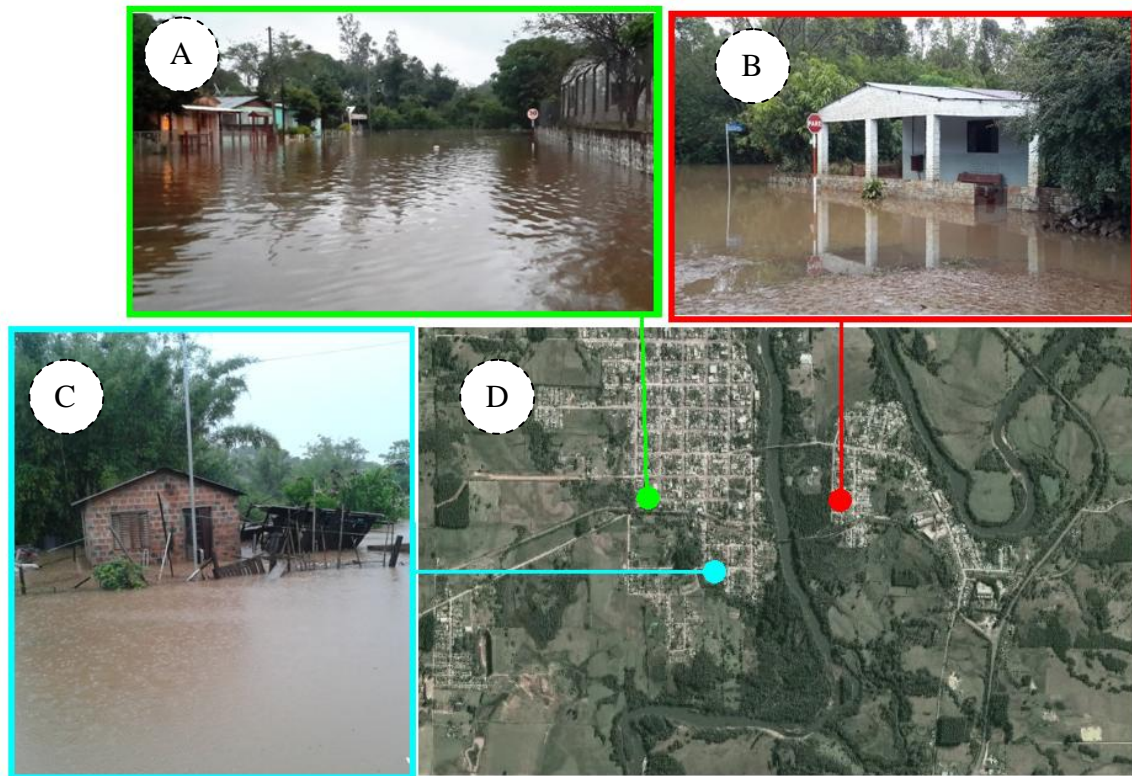


Figura 4 - Inundação de outubro de 2015 em Jaguari.

Fonte: (A), (B), (C) Bruno Zucuni Prina, (D) localização das fotografias - *Google Earth*.

Assim, caracteriza-se de grande importância a realização do referido trabalho no município de Jaguari, uma vez que na área de estudo já ocorreram eventos de grandes proporções e perdas, como por exemplo, o registrado no ano de 1984.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Esse capítulo referencia a definição dos conceitos que visam proporcionar um entendimento global a respeito do tema central dessa dissertação. Deve-se destacar que as discussões serão geradas a partir da análise de temáticas referente às inundações urbanas, como por exemplo, a respeito dos desastres naturais, da suscetibilidade, do perigo, da vulnerabilidade, do risco, entre outros.

2.1 Riscos ambientais e a Ciência Geográfica

O campo geográfico está englobado em vários segmentos específicos referente aos estudos de áreas de riscos ambientais. Dentre as principais aplicações, devem ser enfatizadas as discussões a respeito da vulnerabilidade (por envolver diretamente a relação entre homem e meio), bem como, da cartografia do mapeamento das áreas de riscos. Essas e outras analogias, reportando-se a ciência geográfica com os riscos ambientais, estarão destacadas a seguir, junto às bibliografias afins.

Reckziegel (2007) destaca que a ciência geográfica tem um enquadramento nas pesquisas referente aos riscos ambientais, pelo fato dessa temática interagir, com uma forte relação e preocupação, junto à população, ou seja, é notória a relação entre sociedade e natureza nas pesquisas com esse foco.

Uma justificativa para indexar a análise geográfica ao contexto dos problemas socioambientais é contextualizada na ideia de que nas últimas décadas houve maiores preocupações quanto aos interesses sociais, bem como um engrandecimento das discussões do dualismo problemático entre sociedade e natureza (BÊZ; FIGUEIREDO, 2011).

No tocante a essa questão, deve-se destacar, que o meio natural é completamente inseparável do social, essa dicotomia é um pilar de grande importância para as discussões que estão interligadas a geografia socioambiental. Referente a essa questão, Mendonça (2001) destaca que esse dualismo (entre sociedade e natureza) foi um fator decisivo para a formação da geografia socioambiental, e, dessa forma, pode-se frisar, que esse campo está em plena ascensão quanto as suas discussões.

Bêz e Figueiredo (2011, p. 62), ainda, sublinham que "para trabalhar a comunidade em sua subjetividade, relações e processos deve-se partir do lugar, necessitando que se conheça a história e a espacialidade da mesma, procurando entender o que ali acontece". Assim, adotando-se o conceito de lugar, é possível analisar como a geografia socioambiental pode estar composta, porém, relata-se que esse conceito deve ser entendido de uma forma que não seja isolada (linear), ou seja, devem ser consideradas as especificações de cada lugar, porém com um tratamento geral, unindo as características particulares de cada lugar para entender a dinâmica global do território de uma determinada paisagem.

Referente ao conceito de lugar, o qual é uma das cinco categorias das análises geográficas (juntamente com o espaço, a paisagem, o território e a região), algumas dicotomias podem ser tratadas, conforme destaca Ferreira (2000), realçando as relações entre a globalização e o individualismo. Assim, no lugar encontramos a totalidade sem com isso eliminarem-se as particularidades, pois cada sociedade produz seu espaço, determinam os ritmos da vida, os modos de apropriação expressando sua função social, seus projetos e desejos.

Assim, de forma resumida, a Geografia é uma das várias ciências que trabalha com as questões socioambientais, e, dessa forma, um dos desafios, nessa linha de abordagem, é tentar equacionar as questões intrínsecas a essa temática, ou seja, verticalizar os enfoques e as metodologias de análises, discutindo as especificações de cada lugar.

Ainda, deve-se destacar que a ciência geográfica está indexada as análises dos riscos ambientais, principalmente no que se refere as relações sociais (VEYRET, 2007), com as discussões entre o envolvimento do homem junto ao meio. Tal ramificação teórica (entre homem e meio) é tratada com vigor nesse ramo da ciência. Além dessa relação (na qual se encaixa, e muito, a análise da vulnerabilidade), pode-se destacar que a Geografia enquadra-se perfeitamente no que tange ao ato de cartografar o risco (dimensão espacial), bem como, no que diz respeito às análises globais a respeito dos riscos ambientais (VEYRET, 2007).

Intrínseco a este assunto, Reckziegel (2007) explicita que na Geografia houve uma maior ascensão de trabalhos, referente às áreas de riscos, a partir da década de 1990. Tal fato pode ser atrelado ao aumento populacional, que gerou um empilhamento de construções nas áreas urbanas, gerando, inclusive a ocupação de áreas consideradas de risco.

Deve-se destacar, ainda, a grande evolução das ferramentas para as análises dos riscos, com aplicações de técnicas com transferências de informações em tempo real. Essa agilidade de transmissão, junto a necessidade das informações, é a forma como pode ser definido o

mundo atual: um mundo informacional. E, junto a essa questão, as inúmeras geotecnologias destacam-se nas análises, com destaque ao SIG.

2.2 Os desastres naturais

A preocupação com os desastres naturais é algo vivamente marcado na história da população mundial, mas apenas, nas últimas décadas eles estão sendo considerados como mais preocupantes, visto o maior número de acontecimentos danosos, tanto em magnitude de prejuízos como de maior frequência de ocorrência.

Porém, deve-se destacar que desde o império do Brasil, na primeira constituição, datada em 24 de março de 1824, havia artigos, mais especificamente o de número 179, que tratava a questão dos riscos, principalmente referenciando ao "socorro público" (MARTINS et al., 2012). Sendo assim, o poder público já tinha essa preocupação desde o passado.

Ainda, na primeira constituição do Brasil (quando não mais império), da data de 24 de fevereiro de 1891, o artigo 5º descrevia, também, sobre a responsabilidade da União em prestar socorro ao Estado, quando fosse necessário. Destarte, fica claro, que os assuntos a respeito dos desastres e/ou dos riscos eram preocupações da nação, e as mesmas, ao serem documentadas, eram tratadas como um setor de responsabilidade do governo (MARTINS et al., 2012).

Após analisado alguns marcos iniciais a respeito dos desastres naturais, cabe salientar, a origem das primeiras pesquisas com essa temática, bem como as diferenciações conceituais.

Para entender de forma gradual as definições de desastres naturais, faz-se necessário, verificar algumas denominações desse termo com suas traduções, como por exemplo, para o inglês, na qual se denomina de *natural hazards*. O chamado *natural hazards* começou a ser utilizados pelos geógrafos nos anos de 1920, sendo que neste período os problemas urbanos e rurais eram bem menos denotados na sociedade como nos dias de hoje (MARANDOLA JUNIOR; HOGAN, 2004).

No ano de 1927, por meio das pesquisas de Gilbert F. White, começou o primeiro trabalho referente aos *natural hazards*. Tal fato ocorreu nos Estados Unidos com o *U. S. Corps of Enginners*, os quais deveriam pesquisar medidas para controlar os problemas com as inundações urbanas e rurais (MARANDOLA JUNIOR; HOGAN, 2004).

No trabalho de White, vários pesquisadores foram envolvidos, de várias áreas, como por exemplo, os geógrafos, psicólogos, técnicos agrícolas e planejadores urbanos; porém, destaca-se que os geógrafos foram profissionais primordiais para essa pesquisa, visto que os mesmos possuem um maior entendimento a respeito das dicotomias entre homem e meio, bem como de sociedade e natureza. Esse profissional (geógrafos), além de tudo, também tem a responsabilidade no entendimento dos mecanismos de intervenção do evento, bem como da gestão do território (MARANDOLA JUNIOR; HOGAN, 2004).

Mas, em síntese, no trabalho de White foi analisado o comportamento da aplicação de medidas estruturais no combate aos riscos. Assim, White concluiu em sua pesquisa que essas medidas são problemáticas para a prevenção de determinados riscos, uma vez que, as mesmas, podem repassar a uma determinada população uma falsa sensação de segurança.

Posteriormente a essas análises iniciais, denotou-se que a ação antrópica poderia ser um fator que causasse algum impacto quanto a esses problemas. Com esse foco, surgiu o conceito de *hazards*, sendo que o pesquisador Ken J. Gregory foi o primeiro a caracterizar a referida terminologia, evidenciando, desse modo, os prejuízos e danos dos eventos extremos, bem como os impactos econômicos dos mesmos. Corroborar-se, ainda, que conforme relatado por Gregory, os *natural hazards* são áreas da Geografia Física que englobam, com uma alta porcentagem, as relações entre os fatores humanos e físicos (MARANDOLA JUNIOR; HOGAN, 2004).

Na metodologia de White (1974) citado por Marandola Junior e Hogan (2004), é explicitado que perante as inúmeras análises dos *natural hazards*, que começavam a ser discutidas no passado, criou-se pela União Geográfica Internacional (UGI) a Comissão sobre o Homem e Meio Ambiente, na qual foi discutido vários problemas quanto aos desastres naturais, como as inundações, e, ainda com a adição dos terremotos, erupções vulcânicas, geadas, vendavais, secas, entre outras.

Após essa análise inicial, a respeito dos *natural hazards*, serão contextualizados mais alguns conceitos presentes na literatura a respeito dos desastres naturais.

A definição do vocábulo "desastre", na visão de Viana, Aquino e Muñoz (2009) é dependente do enfoque do referido conceito, podendo ser do ramo físico, social, ou ainda, ligado a uma infraestrutura, ou da natureza das ocorrências, como por exemplo, se for geológica, climática ou antrópica. Aysan e Oliveira (1987, apud VIANA; AQUINO; MUÑOZ, 2009) destacam que desastre é a relação entre a vulnerabilidade e o evento extremo do local. Ainda, nessa temática, deve-se ressaltar que um desastre natural é caracterizado pelo

conflito existente entre o homem e a natureza (GOERL; KOBIYAMA; PELLERIN, 2012), presente nas discussões da ciência geográfica.

Para a Defesa Civil (CASTRO, 1998, p. 52) desastre é considerado o "resultado de eventos adversos, naturais ou provocados pelo homem, sobre um ecossistema (vulnerável), causando danos humanos, materiais e/ou ambientais e consequentes prejuízos econômicos e sociais".

A Defesa Civil (CASTRO, 1998) ainda destaca que os desastres podem ser mensurados, levando em consideração a intensidade de um evento (com os danos e os prejuízos). Pode-se destacar que por "intensidade" entende-se como a relação existente entre a magnitude do evento juntamente com o nível de vulnerabilidade da população exposta.

Para Maskrey (1998) a denominação "desastre", dentro das ciências naturais, pode ser conceituada como sinônimo de evento físico extremo, assim, é notório que um desastre, de fato é mais marcante quando os acontecimentos são comparados ao pior evento que já ocorreu no local.

A seguir, serão contextualizadas algumas análises intrínsecas aos desastres naturais, as quais são de extrema importância para o pleno entendimento do arcabouço de relações existentes nesse conceito.

Viana, Aquino e Muñoz (2009) destacam que quando ocorrem fenômenos meteorológicos extremos, com alto grau de severidade, a sociedade fica apreensiva, pois inúmeros podem ser os danos, e é muito provável a ocorrência de perdas materiais ou humanas. Os autores, ainda destacam que o maior alerta, sempre ocorre sobre a população mais vulnerável, a qual possui menores recursos financeiros, e o poder de destruição desses eventos pode ser fatal.

Ainda com Viana, Aquino e Muñoz (2009), os mesmos informam que, principalmente, após 1980, pode-se entender melhor a formação, o desenvolvimento e as trajetórias das ameaças naturais. Tal fato pode ser contextualizado pelo alto avanço tecnológico, com foco a disponibilização das imagens de satélites, as quais são extremamente importantes no mapeamento desses locais.

Por outro lado, deve-se salientar que o termo "desastre natural" focado às inundações, pode ser entendido como um evento considerado como "normal". Justifica-se esse fato, com a análise do ciclo hidrológico, ou seja, uma inundação possui uma causa natural (chuvas), e, há o "desastre" por motivos da incidência da população vulnerável nessas áreas.

A partir dessa questão, não há como eliminar os períodos de chuvas intensas e/ou prolongadas, sendo assim, é necessário reforçar que as únicas variações que podem ocorrer

são com a magnitude e o tempo de recorrência dos eventos (GOERL; KOBİYAMA; PELLERIN, 2012).

Por mais que esses eventos sejam considerados normais, e que fazem parte da dinâmica fluvial do nosso planeta, eles são caracterizados como “desastres” pelo fato da ocorrência em áreas com adensamento populacional, que na maioria dos casos, esses locais constituem-se de uma camada populacional de baixo poder aquisitivo (vulnerável) e localizadas em áreas ambientalmente frágeis (suscetíveis).

No que diz respeito a incidência desses eventos no Brasil, salienta-se que não ocorrem desastres naturais de origem tectônica, porém, Santos (2007, p. 10) alerta que na nossa nação “os desastres tendem a estar relacionados a fenômenos climáticos, potencializados pela ação do homem”. Segundo dados descritos pelo mesmo autor, no período de 2000 a 2007 foram registrados (aproximadamente) 36 grandes episódios de desastres naturais (enchentes, secas e deslizamentos de terra) no Brasil, com mais de 1,5 milhões de pessoas afetadas, estimando ao país um prejuízo econômico na ordem de US\$ 2,5 bilhões².

Santos (2007, p. 11) ainda destaca que “o uso impróprio dos recursos naturais, a ocupação de áreas com maior suscetibilidade natural e o desmatamento são, no Brasil, os principais fatores que potencializam a ocorrência de desastres naturais”.

Segundo dados da EM-DAT (Figura 5), contextualizados após a década de 1960, no Brasil o tipo de desastre natural que ocorre com uma maior frequência refere-se às inundações, as quais contextualizam 136 eventos no período, resultando em 63% do total. Além disso, a EM-DAT ainda contextualiza que nesse período, os eventos devido às inundações registraram 8.306 vítimas além de 19.804.346 de afetados.

Reportando-se às metodologias de mapeamento dos desastres naturais, com foco às inundações, nesse momento, serão expostas algumas metodologias organizadas por vários autores, em várias escalas, com vários focos.

Inicialmente, destacar-se-ão os trabalhos de cunho generalizado, os quais se referem ao mapeamento de áreas de risco com a aplicação de zoneamentos. Entre essas pesquisas, podem-se destacar as metodologias aplicadas por Sauerressig (2012) e Menezes (2014), para os municípios de Itaqui e Santa Cruz do Sul, respectivamente, ambas no estado do Rio Grande do Sul. Nesses, os autores analisaram a vulnerabilidade das moradias através de trabalhos de campo, correlacionando-a com o perigo de inundação definido através da

² Base de dados que Santos (2007) obteve por meio da Universidade Católica de *Louvain*, Bélgica.

recorrência histórica dos eventos, para que assim fosse definido o zoneamento do risco à inundação.

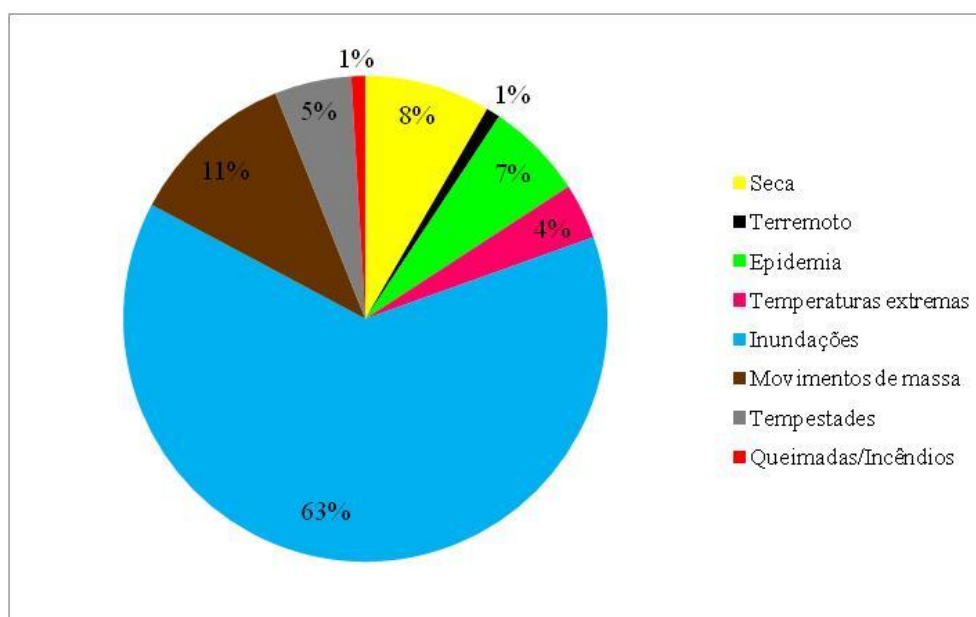


Figura 5 - Desastres naturais registrados no Brasil após a década de 1960.

Fonte: EM-DAT. Organização: Bruno Zucuni Prina.

Outros trabalhos visam promover não apenas um mapeamento, mas também a caracterização das vazões dos rios, similar ao trabalho de Enomoto (2004), realizado em uma bacia hidrográfica do estado do Paraná.

Ainda, cabe destacar os trabalhos que utilizam a ciência do sensoriamento remoto, a fim de identificar eventos de inundações, e, além disso, correlacioná-los com a realidade local. Exemplos de trabalhos com esse escopo tem-se o de Pradhan (2009), realizado na costa leste da Malásia.

Além dos trabalhos já explicitados, em grande ou média escala de mapeamento, têm-se aqueles que utilizam bases tecnológicas altamente precisas para o mapeamento do relevo, e, por consequência, da estimativa de áreas inundadas. Similar ao exposto há a metodologia de Jones, Fulford e Voss (2002), os quais utilizam, como base altimétrica de referência, dados obtidos por *Light Detection and Ranging* (LIDAR), aplicando a análise em Washington/Estados Unidos. Sobre o LIDAR, os autores destacam que é uma tecnologia atual, e possibilita o mapeamento terrestre de forma acurada.

Afora as análises detalhadas, envolvendo, bacias hidrográficas, municípios, áreas urbanas, há a aplicação metodológica em pequenas escalas, um exemplo, refere-se ao trabalho de Padi, Baldassarre e Castellarin (2011). Os referidos autores enumeram os locais mais

suscetíveis à inundação, para todo o continente africano, realizando uma análise global sobre o gerenciamento das inundações.

Após uma análise das variações conceituais dos desastres naturais e alguns trabalhos dessa temática, explicita-se, que, a denominação, para essa dissertação, será àquela que caracteriza o termo como um evento de origem natural. Ademais, complementa-se o conceito de "desastre" pela sua incidência em áreas correlatas à ocupação urbana. Ainda, destaca-se, que serão considerados apenas os desastres naturais simultâneos à ocorrência de inundações.

Neste trabalho utiliza-se o termo desastres natural, relacionados aos eventos de dinâmicas fluviais, que causam perdas ou danos a população.

2.3 Inundações

2.3.1 Diferenciação teórica: Cheias, Enchentes, Enxurradas e Inundações

A fim de desmistificar a confusão teórica envolvendo os vocábulos "cheias", "enchentes", "enxurradas" e "inundações", a seguir, discutir-se-ão as características particulares de cada termo.

A Defesa Civil (CASTRO, 1998, p. 38) conceitua "cheia" como sendo subdividida em três ramos: "1. Enchente de um rio causada por chuvas fortes ou fusão das neves. 2. Elevação temporária e móvel do nível das águas de um rio ou lago. 3. Inundação". Nota-se, que a referida bibliografia, trata os vocábulos cheia e inundação como sinônimos.

Veyret (2007) explana que uma cheia é caracterizada pela elevação do nível d'água a até o leito menor de um rio, sem, dessa forma, extravasar as águas. Porém, a autora destaca, que quando o rio extravasa, atingindo o leito maior, ocorre um evento denominado de inundação. A partir dessa análise, verifica-se a disparidade entre os termos, mostrando a diferença teórica entre ambos.

Referente ao conceito de "enchente", a Defesa Civil (CASTRO, 1998, p. 62) cita o termo como sendo a "elevação do nível de água de um rio, acima de sua vazão normal. Termo normalmente utilizado como sinônimo de inundação". Novamente, inundação é tratada de forma equivalente a outro termo, nesse caso, enchente.

Já, a literatura de Köene (2012) destaca que uma "enchente" é caracterizada quando ocorre o aumento do nível médio do rio, porém sem ocorrer o transbordamento das águas.

Por "enxurrada", a Defesa Civil (CASTRO, 1998, p. 63) sugere como sendo o "volume de água que escoar na superfície do terreno, com grande velocidade, resultante de fortes chuvas".

E, por inundação, ainda com a Defesa Civil (CASTRO, 1998, p. 96), há a seguinte caracterização

Transbordamento de água da calha normal de rios, mares, lagos e açudes, ou acumulação de água por drenagem deficiente, em áreas não habitualmente submersas. Em função da magnitude, as inundações são classificadas como: excepcionais, de grande magnitude, normais ou regulares e de pequena magnitude. Em função do padrão evolutivo, são classificadas como: enchentes ou inundações graduais, enxurradas ou inundações bruscas, alagamentos e inundações litorâneas. Na maioria das vezes, o incremento dos caudais de superfície é provocado por precipitações pluviométricas intensas e concentradas, pela intensificação do regime de chuvas sazonais, por saturação do lençol freático ou por degelo. As inundações podem ter outras causas como: assoreamento do leito dos rios; compactação e impermeabilização do solo; erupções vulcânicas em áreas de nevados; invasão de terrenos deprimidos por maremotos, ondas intensificadas e macaréus; precipitações intensas com marés elevadas; rompimento de barragens; drenagem deficiente de áreas a montante de aterros; estrangulamento de rios provocado por desmoronamento (CASTRO, 1998, p. 96).

Para Eckhardt (2008, p. 26 e 27) uma inundação

[...] é o termo utilizado para o excesso do volume de água que não consegue ser drenado pelo canal principal (leito menor), inundando as áreas ribeirinhas (leito maior ou planície de inundação), de acordo com a topografia e que abrigam vias de circulação e transporte, áreas residenciais, recreativas, comerciais e industriais (ECKHARDT, 2008, p. 26 e 27).

Depois de explicitado os conceitos principais, deve-se destacar que nesse trabalho, adotar-se-á o conceito de inundação como sendo um sinônimo dos demais, por mais que cada um represente um processo com particularidades específicas, pois a ideia central não é a de separá-los, mas sim de estudá-los independente da sua caracterização teórica. Destaca-se, que o objetivo desse trabalho é analisar os acontecimentos fluviais em Jaguari, independente do tipo de evento. Assim sendo, ter-se-á como o conceito de inundação como o tipo de evento que gera um extravasamento dos canais fluviais, causando danos à população, independente do evento ocorrer de forma gradual ou brusca.

2.3.2 Inundações e informações secundárias

Ribeiro e Lima (2011) enfatizam que as inundações são eventos que ocorrem a muito tempo, tal qual a existência das cidades ou dos aglomerados urbanos. Porém, antigamente elas não eram consideradas perigosas, muito pelo contrário, eram benéficas, tal fato é contextualizado por meio dos inúmeros registros históricos da civilização egípcia, no rio Nilo (CASTRO, 2000).

O povo egípcio beneficiava-se junto às inundações devido as cheias do rio, e, com isso, quando o rio voltava ao seu leito normal, as terras estavam férteis para a agricultura.

No mundo contemporâneo, com as inundações urbanas, deve-se retratar que as mesmas ocorrem de forma natural, devido aos altos índices pluviométricos. O que pode variar é o volume e o tempo da precipitação, porém, por mais que ocorram eventos extremos, todas as ações são acentuadas junto a ação antrópica, com o processo de urbanização, gerando a impermeabilização das superfícies (ruas, calçadas, etc.) e a canalização da hidrografia (RIBEIRO; LIMA, 2011).

Tucci e Bertoni (2003) explicitam que as inundações são associadas a dois processos distintos, os quais ocorrem de forma integrada ou também de forma separada, as quais são as inundações ocorridas devido à urbanização ou as de origem natural (localizadas nas áreas de várzeas). Tais inundações ocorrem tanto no meio urbano como no rural. Assim, a seguir serão destacados os problemas referentes à população e conseguinte em relação aos fatores naturais que influenciam no processo.

Um dos maiores problemas, que influencia nas inundações, independente da bibliografia a ser citada, é o adensamento populacional, o qual, principalmente, a partir do século XX, mostrou-se mais acentuado.

Essa ocupação, nas áreas de risco, é totalmente desorganizada, tal fato, foge do controle do poder público, pois, este setor consegue ter domínio apenas das áreas (terrenos) de médio ou alto valor imobiliário, a qual é denominada como cidade formal (TUCCI, 2005). Um fato muito interessante reflete-se na análise da bibliografia de Tucci (2005, p. 30), o qual destaca que o gerenciamento atual dos riscos naturais é deficiente, além de serem medidas preventivas sem a mínima intenção de prevenir, conforme identificado no trecho a seguir

O gerenciamento atual não incentiva a prevenção destes problemas, já que à medida que ocorre a inundação o município declara calamidade pública e recebe recurso a fundo perdido. Para gastar os recursos não necessita realizar concorrência pública. Como a maioria das soluções sustentáveis passa por medidas não-estruturais, que envolvem restrições à população, dificilmente um prefeito buscará este tipo de solução, porque geralmente a população espera por uma obra. Enquanto que, para implementar as medidas não-estruturais, ele teria que interferir em interesses de proprietários de áreas de risco, que politicamente é complexo a nível local (TUCCI, 2005, p. 30).

Outro fator negativo da urbanização refere-se ao aumento da produção de lixo, no qual são depositados em locais impróprios, muitas vezes próximo a sangas urbanas, e, em épocas de ocorrência de inundações, há um grande empilhamento de consequências desagradáveis, motivado por esse fato.

Deve-se salientar que o processo de urbanização influencia, principalmente, na maior frequência das inundações de pequeno porte. Já no que diz respeito às inundações de maior porte, a questão da população pouco infere no resultado final do evento. Tal fato é explicado, principalmente em relação à superfície (solo), no qual, ao receber a incidência de uma precipitação de grande volume pluviométrico, resulta na saturação do solo, e, por consequência, aumenta o escoamento superficial em direção ao rio, com influência desprezível da questão antrópica (TUCCI, 2005).

Além da urbanização, outra variável de grande importância na dinâmica das inundações refere-se a precipitação. Deve-se inferir que o ato de precipitar, é um evento extremamente aleatório, e, é um processo de origem climática, com formação local e/ou regional. Pertinente a essa questão, é muito difícil, prever, principalmente em longo prazo, quando aconteceria (acontecerá) uma precipitação, e, principalmente, qual seria o seu volume pluvial. Além disso, ainda, não há como saber se tal quantidade pluviométrica gerará ou não uma inundação, muito menos estimar sua magnitude, pois a ocorrência dos fenômenos é aleatória (PISTRIKA; TSAKIRIS, 2007).

Importante analisar, que, quando há a ocorrência de precipitações intensas, o solo fica com menor capacidade de infiltração, logo, há um maior volume de escoamento das águas, excedendo o volume máximo possível do leito menor do rio, e, por consequência, há o extravasamento das águas, ou seja, a ocorrência de uma inundação (TUCCI, 2005).

Não obstante, no que diz respeito aos aspectos naturais da ocorrência de inundações, existem os fatores referente à ação natural em geral (ou artificial). Esse fator natural está ligado às condições da bacia hidrográfica (SILVA; MACHADO, 2011), como por exemplo, em função da declividade, que, quanto maior, mais acentuada será a tendência de escoamento superficial, e, quanto menor, maior será a tendência de formação de alagues.

Outro fator natural de influência às inundações é a cobertura vegetal, a qual protege o solo contra a ação da erosão. A perda dessa cobertura gera, principalmente, o assoreamento dos rios, e, como uma das consequências, o adensamento de eventos de inundação. Deve-se salientar que as condições artificiais são interligadas as ações do homem dentro da bacia hidrográfica, como por exemplo: a construção de obras, o desmatamento da vegetação, a urbanização e o uso agrícola (TUCCI, 2005).

Prosseguindo com as análises intrínsecas as inundações, referindo, nesse momento, a ideia específica do escoamento superficial, Tucci e Bertoni (1993) relatam que a seção de escoamento de um rio pode ser segmentada em três regiões: as zonas de passagem da enchente (deve-se atentar a deixar essa zona com nenhuma construção, pois, senão, qualquer edificação poderá influenciar em um menor escoamento, ascendendo o nível da água à montante), zona com restrições (são zonas inundáveis, porém que alcançam menores profundidades e baixas velocidades de escoamento, logo, não contribuem muito para a drenagem) e zonas de baixo risco (é uma zona com baixo teor de hipóteses de inundações, porém, é de extrema importância alertar à população quanto a grandeza do risco que está sujeita).

Na zona de passagem da enchente não deve existir obras que interfiram no escoamento natural dos corpos hídricos. Essa zona deve ser livre, pois, caso contrário, haverá elevação dos níveis da água a montante, podendo provocar inundações (TUCCI, 2005).

Referente as zonas de restrição, essa deve ser regulamentada, impossibilitando, por meio de legislação específica, algumas situações de moradias. Ainda com a visão de Tucci (2005), o mesmo sugere algumas construções/ usos que essa área pode possuir, como por exemplo: habitações com mais de um piso, estradas, pontes, uso agrícola, parques, etc.

A última zona refere-se às de baixo risco, a qual possui as menores probabilidades possíveis à ocorrência de uma inundação. Essa zona, não é necessária a existência de regulamentações específicas, porém, é importante a sua existência visto a conscientização da população à existência da probabilidade de um evento adverso, em épocas de altos índices pluviométricos (TUCCI, 2005).

Todo o processo de "não controle" da infraestrutura da água influencia no aumento do escoamento superficial, no qual gera dois processos, que podem ocorrer de forma isolada ou unida, que são: as inundações nas áreas ribeirinhas, que são eventos normais, que ocorrem no leito maior do rio; e a inundação devido à urbanização: que ocorre devido a impermeabilização do solo (BARBOSA, 2006), conforme inúmeras situações e explicações já expostas anteriormente.

Santos (2012) enumera alguns elementos que podem ser combinados para melhor expressar uma inundação, são eles: o relevo, o clima e a impermeabilização do solo. Porém, o autor, destaca que o ideal é realizar uma análise integrada com vários elementos do meio físico, gerando assim, a partir das informações altimétricas um MDT, e atrelando a ele um banco de dados georreferenciado.

Nessa linha de raciocínio, é visto que para caracterizar de forma global uma inundação, diversas são as informações a serem correlacionadas, porém, ressalva-se que nessa pesquisa, adotar-se-ão como variáveis de análise: as informações altimétricas, a localização da população e o inventário de fenômenos fluviais na área de pesquisa, bem como o uso de uma base de dados geocodificada.

Sobre as inundações, pode-se fazer um paralelo com o que existia no passado, principalmente sobre o planejamento urbano. Sabe-se, que na maioria das vezes, quando um grupo de pessoas, formavam uma cidade, e instalavam-se em determinado território, as igrejas eram primeiras obras a serem construídas. Sendo assim, é raríssimo, encontrarmos uma inundação, contemporaneamente, que atinja essa construção, tal argumento é destacado, pelo fato que, desde o passado, o homem já tinha a ideia de realizar suas construções em superfícies topográficas mais altas do relevo, minimizando, assim, as influências das inundações (TUCCI, 2005).

2.3.3 Ações mitigatórias

Com o foco de reduzir os riscos devido a ocorrência das inundações, inúmeras podem ser as obras de engenharia a serem construídas, sendo esse, um tipo de medida estrutural (KRÜGER; DZIEDZIC, 2014). Essas podem ser divididas em medidas extensivas, nas quais tem o foco de alterar as relações existentes entre a precipitação e a vazão; bem como em medidas intensivas, que atuam sobre o rio, e podem ser classificadas em: medidas que aceleram o escoamento superficial, que diminuem a velocidade de escoamento e as que realizam desvios nas trajetórias do escoamento (TUCCI, 2005).

Deve-se enfatizar que as medidas estruturais possuem "defeitos", pois, as mesmas não são implantadas a fim de proteger de forma total uma determinada população, pois, caso contrário, o local estaria protegido do maior evento (inundação) possível, e, economicamente, tais obras poderiam ser muito custosas, sendo inviável a sua implantação.

Tucci (2005, p. 69) destaca que essa medida "pode criar uma falsa sensação de segurança, permitindo a ampliação da ocupação das áreas inundáveis, que futuramente podem resultar em danos significativos".

Uma provável solução, para implementações de menores gastos, são as medidas não estruturais, as quais junto as anteriores (ou não), podem reduzir de forma significativa os prejuízos. As medidas não-estruturais são medidas preventivas, podendo caracterizarem-se como ações pré-evento. Pode-se evidenciar como exemplos de implantação dessas medidas, a "previsão e alerta de inundação, zoneamento das áreas de risco de inundação, seguro e proteção individual contra inundação" (TUCCI, 2005, p. 69).

Dentre inúmeras medidas não estruturais, pode-se destacar as ações de mapeamento do solo urbano, por meio do desenvolvimento de zoneamentos das áreas de risco. Nessa linha, deve-se detalhar, a grande contribuição teórico-técnica do Laboratório de Geologia Ambiental da UFSM (LAGEOLAM). Entre as contribuições do laboratório, cabe destacar a aplicação de zoneamentos de risco nos municípios de São Borja (RIGHI; ROBAINA, 2012), São Gabriel (TRENTIN; ROBAINA; SILVEIRA, 2013), Santa Cruz do Sul (MENEZES, 2014), Itaqui (SAUERESSIG; ROBAINA, 2015), principalmente.

No que se remete a legislação sobre as áreas de risco, enfatiza-se, que dependendo da análise a ser feita, a mesma possui um princípio, um tanto equivocada. Tal fato pode ser analisado, quando uma cidade sofre a incidência de um desastre, a primeira medida a ser tomada, é o município acionar a "situação de emergência". Assim, como resultado dessa medida, será a geração (posterior ao evento) de renda ao município.

Tendo em vista essa situação, deveriam existir medidas que incentivassem os municípios junto a recomendações pré-evento e não com medidas após a ocorrência dos danos (TUCCI, 2005).

2.4 Ramificação conceitual ligadas aos desastres naturais com foco às inundações

Sequencialmente serão contextualizadas algumas definições que são os pilares, para que sejam constatados, com acurácia, alguns procedimentos conceituais desse trabalho. Assim, destacar-se-ão os conceitos de suscetibilidade, perigo, vulnerabilidade e risco interligado às inundações.

2.4.1 Suscetibilidade

Referente as análises intrínsecas as inundações, uma variável de fundamental importância é a suscetibilidade, pois a mesma é um pilar primário para a caracterização do risco. O mapeamento da suscetibilidade é de fundamental importância à amenização dos problemas, bem como se trata de uma variável de auxílio à tomada de decisão pelo poder público.

Sendo assim, é muito importante ressaltar as especificações teóricas a respeito desse conceito, analisando as caracterizações específicas que cada autor expõe, bem como as informações com tangência à suscetibilidade, conforme caracterização demonstrada a seguir.

Santos (2012) explica que a suscetibilidade está ligada a ocorrência de um evento, o qual gere danos ao ser humano em uma determinada área. O autor, ainda, evidencia que a forma com que a suscetibilidade é espacializada depende muito das características naturais da área de estudo, pois, estas são específicas de cada lugar.

Fujimoto, Dias e Bombardelli (2010, p. 1) caracterizam o conceito de suscetibilidade, relacionando especificamente à inundação, como sendo "a maior ou menor predisposição do terreno para a deflagração de um fenômeno em questão".

Assim sendo, verifica-se que a suscetibilidade é uma variável altamente correlacionada ao lugar, dependente de todas suas características particulares. Com isso, aqueles lugares que estão localizados em zonas suscetíveis, devem, ao menos, protegerem-se contra prováveis acontecimentos. Reportando-se a esta questão, existem inúmeras recomendações para a existência de habitações em locais com possibilidades de inundações.

Entre essas recomendações, Tucci e Simões Lopes (1985 apud TUCCI, 1993) destacam a: construção de um piso com nível superior a da cheia que é limítrofe a zona de baixo risco, uso de materiais resistentes, os equipamentos elétricos devem ficar em locais seguros, prognosticar os efeitos das inundações nos projetos de esgoto pluvial e cloacal, etc.

Tucci (1993) infere que essas recomendações, para que sejam cumpridas, dependem, e muito das condições econômicas do proprietário, sendo uma variável que o poder público não tem controle. Dessa forma, é visto, que por mais que um determinado lugar possua uma alta suscetibilidade, algumas medidas podem ser implantadas a fim de minimizar, ou até mesmo excluir a ação nociva de determinado evento.

Ribeiro e Lima (2011) destacam que a previsão e o mapeamento dos locais com maiores proporções suscetíveis à ocorrência de inundações são essenciais para a

caracterização da superfície, gerando, assim, o zoneamento urbano e a escolha das melhores áreas para locação de obras de drenagem, tudo, com o intuito de minimizar os danos gerados à população.

De forma geral, a conceituação básica do termo suscetibilidade, pode ser definida, como o local onde, de fato, há a incidência do evento, e, sua caracterização, depende exclusivamente da análise de cada lugar. Deve-se ressaltar que essa é a ideia de suscetibilidade a ser entendida quando houver qualquer referência a esse termo nesse trabalho, e, suas análises, estarão segmentadas, principalmente, levando em consideração as características topográficas da área de estudo, sendo que a área limítrofe da suscetibilidade é a até o local com tempo de recorrência de 73 anos, pois, esse tempo de retorno evidencia o evento extremo ocorrido em Jaguari.

2.4.2 Perigo

Deve-se salientar que de todos os conceitos interligados às inundações, o de perigo é aquele que possui uma maior segmentação teórica divergente de opiniões. Assim sendo, a seguir destacar-se-ão as principais análises a respeito do mesmo.

A metodologia de Castro (2000) cita o trabalho de Espasa Calpe (1975, p. 57) o qual conceitua perigo (na língua espanhola) como "*contingencia inminente de perder una cosa o de que suceda un mal*", ou seja, é a contingência iminente de perder uma coisa (material) ou de que resulte de um mal. O autor expõe, ainda, que a referida terminologia é de origem latina e possui a tradução como "*periculum*" (do latim).

Ainda com Castro (2000), a mesma faz uso do trabalho de Smith (1992, p. 9) o qual expõe (na língua espanhola) que "*los peligros naturales resultan de los conflictos de los procesos geofísicos con la gente [...]*". Assim, remetendo-se a esse conceito, analisa-se que o homem é o protagonista central para a validade da definição do conceito de perigo (natural), pois só há perigo se houver, nesse local, a ocupação urbana (ou de seus bens).

Para a Defesa Civil (CASTRO, 1998, p. 123) perigo pode ser definido como "qualquer condição potencial ou real que pode vir a causar morte, ferimento ou dano à propriedade. A tendência moderna é substituir o termo por ameaça". Essa fonte de dados apresenta informações correlatas a bibliografia de Castro (2000), citado anteriormente, reforçando a

ideia de que o perigo depende da incidência do evento sobre a população, ou seja, para ter uma ameaça (um perigo), esta precisa afetar alguém, nesse caso à população (ou a seus bens).

Na geografia dos riscos, de forma geral, o conceito de perigo é sintetizado como sendo um evento capaz de causar perdas, cobrindo certa gravidade, seja qual for o evento que gere o dano (por exemplo, as inundações, secas, terremotos, erupções vulcânicas, entre outros) (CASTRO, 2000).

Castro (2000) segmenta o entendimento do vocábulo perigo hierarquizado em três classes: perigo natural, antrópico e ambiental. Destarte, caracteriza-se o perigo natural como tendo a própria natureza como responsável por causar os danos, o perigo antrópico no qual tem o homem como gerador dos danos; e o perigo ambiental que é caracterizado pela combinação dos perigos natural e antrópico.

A fim de analisar um pouco sobre a confusão terminológica do perigo, Magnanelli (2012) sugere que essa nomenclatura, também conhecida como *hazard* (do inglês), é definida como uma fonte ou situação potencial de causar alguma lesão ou doença, danos ao meio ambiente, bem como a combinação dos dois.

Já Cutter e Press (2001) definem *hazard*, como sendo um indício de ameaça às pessoas, bem como de seus objetos, e enfatizam que existem dois tipos de perigos: os naturais (como os terremotos) e os tecnológicos (provocados por acidentes químicos).

Fica nítido, que com os dois últimos autores citados, o conceito de perigo caracteriza-se como sinônimo de *hazard*. Essa é uma das questões da indefinição dos vocábulos, ou seja, essa incompatibilidade conceitual.

A confusão no entendimento conceitual do perigo, de fato, inicia-se ao apreciar as bibliografias redigidas em línguas estrangeiras, como por exemplo, em inglês. Com esse foco, há um arsenal de pesquisadores que utilizam a terminologia *hazard* para traduzir o conceito de perigo (conforme anteriormente), porém, há autores que utilizam o conceito de *hazard* e perigo de forma distinta, sem um ser tradução do outro.

Sendo assim, deve ser ressaltado que a problemática inicial para entender o conceito de perigo, está interligada a tradução correta da palavra (do inglês para o português).

Veyret (2007) conceitua *hazard* de forma distinta da de perigo. E, como sinônimo de *hazard*, há a terminologia "álea". Sendo assim, resumidamente, *hazard* ou álea para Veyret (2007, p. 24) define-se como um "acontecimento possível [...]", e perigo como as consequências de uma álea (*hazard*) incidentes sobre os indivíduos.

De forma geral, uma das formas para analisar o perigo é com o uso de outra variável, o tempo de recorrência de um evento.

Tal fato é sugerido por Monteiro e Kobiyama (2013), como sendo de fundamental importância para a construção cartográfica do perigo (o mapa de perigo), e essencial para caracterizar e delimitar as áreas perigosas, ou seja, para evidenciar o grau de perigo de cada local. Os autores ainda discutem que o mapa de perigo a inundação também tem forte ligação com a modelagem dos dados, expressa pelo MDT, interferindo no resultado e na qualidade final da cartografia gerada.

Similar aos autores contribui Ayala-Carcedo (2000) informando que para haver a conceituação do vocábulo perigo (ou do espanhol *peligro*) deve-se adotar, como variável principal de análise, a velocidade de acontecimento (ou seja, o tempo de retorno).

Já que o conceito de perigo converge ao tempo de recorrência de um evento, faz-se necessário destacar que o tempo de retorno caracteriza-se, matematicamente, como o inverso da probabilidade de ocorrência do fenômeno, representando, dessa forma, o tempo, em média, que o evento terá possibilidade de se replicar (TUCCI; BERTONI, 2003).

A metodologia de Tucci (1993, p. 640) expressa que “a escolha do tempo de retorno é arbitrária e depende da definição do futuro zoneamento”. Dessa forma, pode-se constatar, que conforme o resultado obtido no tempo de retorno (a cota altimétrica correspondente a determinado tempo de retorno), o futuro zoneamento (do risco) estará atrelado a essa questão. Dessa forma, fica visível a grande importância do ato de cartografar o perigo.

Um fator de destaque, verificando e contextualizando as informações tangentes ao tempo de retorno, é que de “forma geral as atividades humanas contribuem diretamente para o aumento da probabilidade de ocorrência de inundações e dos impactos negativos associados” (CUNHA; TAVEIRA-PINTO, 2011, p. 106), aumentando o tempo de recorrência dos eventos.

O mapa de perigo, especificamente, é importante para arquitetar as atividades de desenvolvimento, para planejamento de emergência e para desenvolvimento de políticas (JHA; LAMOND, 2012). Dessa forma, é visto a grandiosa importância do mesmo.

Após a análise de várias bibliografias, fica clara a importância do mesmo para o zoneamento do risco. Não obstante, ressalta-se que sua definição está amplamente dependente do tempo de retorno do evento. Assim, este conjunto de definições, é a forma teórica do entendimento de perigo a ser adotada nesse trabalho adicionando a ideia de que os maiores adensamentos traduzem, inclusive, as maiores áreas com concentração populacional, logo um maior perigo.

Dessa maneira, o perigo será segmentado em três (3) classes, sendo que os locais com maior perigosidade serão os que unirem: a maior suscetibilidade (as menores cotas

altimétricas do terreno), aos locais com maior tempo de recorrência das inundações (TR2, TR10, TR73), localizadas, exclusivamente, nos locais em que há, simultaneamente, a localização da população. Resumidamente, esta é a definição prática de perigo a ser adotada nesse trabalho.

2.4.3 Vulnerabilidade

Referente a análise da vulnerabilidade, deve-se destacar algumas orientações teóricas enumeradas no trabalho de Maskrey (1998), no qual utiliza as bibliografias de:

- Westgate e O'keefe (1976) que denotam que o conceito de vulnerabilidade foi remodelado, sendo composta por fatores econômicos, sociais e políticos. Com essa redefinição das variáveis, os aspectos socioeconômicos e sociopolíticos da população são levados em consideração, principalmente no que diz respeito às formas da população absorver e recuperar-se dos impactos associados a uma determinada ameaça;
- Wijkman e Timberlake (1984) evidenciam que as perdas sociais ocorridas (oriundas de determinada ameaça), similarmente, em um país rico ou pobre são completamente diferentes;
- Uma das divergências da caracterização dos riscos e dos desastres está associada a forma como é tratado o conceito de vulnerabilidade. Para fazer essa relação Drabeck (1986) relata que "ser vulnerável" é quando um desastre produz danos que excedem a capacidade de resistência e de recuperação de uma população. Dessa forma, dado que a vulnerabilidade não pode ser tratada sem antes analisar a capacidade da população de absorver, responder e recuperar-se do evento;
- Wilches-Chaux (1989) classifica a vulnerabilidade em dez componentes: a vulnerabilidade física (refere-se a localização da população), a econômica (relativo ao grau de pobreza da população, a qual sobreleva os riscos de um determinado desastre), a social (referente a capacidade de prevenção e mitigação da população quanto a um desastre), a política (referente às políticas públicas), a técnica (referente as construções inadequadas localizadas em zonas

de risco), a ideológica (as formas nas quais o ser humano interage com o meio natural, ou seja, a famosa dicotomia homem e meio), a cultural (referente ao papel da mídia na divulgação de informações sobre o meio e os desastres), a educativa (refere-se ao grau de preparação da população para com o evento), a ecológica e a institucional;

- Ratick (1994) define a vulnerabilidade em função da exposição (referente a intervenção humana no meio natural, com a construção de diferentes usos do solo), resistência (é a capacidade de uma população e seu meio construídos de resistir aos eventos contraditórios), resiliência (capacidade de uma população se recuperar de um desastre), recuperação (capacidade de uma população de se reconstruir após um desastre), aprendizagem (capacidade da população de aprender com os desastres já ocorridos) e adaptação (capacidade da população em conviver com a ocorrência de desastres).

Ainda, com a literatura de Maskrey (1998), há explícito que os mesmos processos de geração da vulnerabilidade (sociais, políticos e econômicos), também influenciam nas ameaças. E, nesse mesmo raciocínio, ocorre no fato contrário, ou seja, os processos naturais (que são denotados para caracterizar uma ameaça) é influência direta na caracterização da vulnerabilidade.

A vulnerabilidade é uma variável que sobreleva o grau de um desastre, assim sendo, o mapeamento da mesma é de extrema importância (CASTRO, 1998). Porém, deve-se ressaltar, que nem sempre, os locais com as maiores vulnerabilidades serão os que desencadearão os maiores desastres, pois, deve-se levar em conta, além de tudo, a suscetibilidade do local juntamente com a existência ou não do perigo.

Além do problema conceitual da vulnerabilidade, por possuir várias especificações, a mesma, é uma variável de difícil mapeamento. Por exemplo, na análise de riscos ambientais ao destacar a vulnerabilidade social, a mesma possui um arsenal de dados a serem levados em consideração, e, ao mesmo tempo, muitos desses dados possuem classificações subjetivas, dificultando seu mapeamento. Mesmo assim, com toda a dificuldade de mapeamento, salienta-se, que é de extrema importância a sua caracterização (da vulnerabilidade em geral), visto que a mesma é um dos pilares para a definição do risco (GOERL; KOBİYAMA; PELLERIN, 2012).

A vulnerabilidade pode ser entendida, por meio da explanação da Defesa Civil (CASTRO, 1998, p. 170), como um conceito caracterizado a partir do entendimento de quatro ramos conforme trecho a seguir

1. Condição intrínseca ao corpo ou sistema receptor que, em interação com a magnitude do evento ou acidente, caracteriza os efeitos adversos, medidos em termos de intensidade dos danos prováveis.
2. Relação existente entre a magnitude da ameaça, caso ela se concretize, e a intensidade do dano conseqüente.
3. Probabilidade de uma determinada comunidade ou área geográfica ser afetada por uma ameaça ou risco potencial de desastre, estabelecida a partir de estudos técnicos.
4. Corresponde ao nível de insegurança intrínseca de um cenário de desastre a um evento adverso determinado. Vulnerabilidade é o inverso da segurança (CASTRO, 1998, p. 170).

Junto a Defesa Civil (CASTRO, 1998) há a análise, inclusive, que os desastres naturais podem ser mensurados, levando em consideração a intensidade de um evento (com os danos e os prejuízos). Essa "intensidade" pode ser entendida como a relação existente entre a magnitude do evento juntamente com o nível de vulnerabilidade da população exposta. Aliado a esta proposta, Ayala-Carcedo (2000) define a vulnerabilidade como um fator que está atrelado a intensidade de um evento perigoso.

Bertone e Marinho (2013, p. 4) explicitam que a vulnerabilidade, no Brasil, possui um fator intimamente ligado a proporção dos danos catastróficos, conforme o trecho: "no Brasil, a ocorrência e a intensidade dos desastres naturais dependem mais do grau de vulnerabilidade das comunidades afetadas do que da magnitude dos eventos adversos".

Santos (2007) ressalva que a vulnerabilidade, para ser mapeada, necessita de uma análise referente ao grau de desenvolvimento (pobreza) de uma determinada população. Por outro lado, Figueirêdo et al. (2010) destaca que o termo é caracterizado pela fragilidade de um sistema ambiental em relação a uma determinada pressão.

Veyret (2007, p. 24) salienta que a vulnerabilidade é a relação da "magnitude do impacto previsível de uma área sobre os alvos". A autora explana que a vulnerabilidade é de difícil mapeamento visto a grande diversidade de variáveis a serem levantadas para caracterizá-la de forma adequada.

Ainda, Veyret (2007) analisa que ao diminuirmos a vulnerabilidade, estaremos, dessa forma, minimizando os efeitos destrutivos, e, por consequência, podemos analisar um decréscimo no risco final daquele determinado local.

Após analisado várias considerações referente à vulnerabilidade, é importante denotar como que seu conceito será adotado nessa pesquisa. Assim sendo, centraliza-se a análise na situação socioeconômica da população, sendo que serão utilizadas algumas características das moradias do local a fim de classificar as distintas segmentações da vulnerabilidade urbana.

Com isso, serão analisados a densidade de residências na área urbana e características acerca dos padrões das residências, com foco ao tipo de construção (alvenaria, mista e

madeira), ao acabamento da construção (básico, simples e alto), o número de andares da construção (térreo, 1 andar, mais que 2 andares) e o estado de conservação da construção (velha, mediana e nova), além de uma análise geral da área, por meio da cartografia da densidade de residências.

Destaca-se que, com a análise particular das referidas características, há uma contextualização geral, das áreas mais e menos vulneráveis dispostas na área de estudo.

2.4.4 Risco

Vários são os motivos que levam uma determinada população a se instalar em áreas consideradas com riscos ambientais. Entre alguns exemplos, pode-se destacar a falta de condições financeiras para adequarem-se às áreas com melhor infraestrutura, fato que pode estar ligado a especulação imobiliária (SANTOS; CHAVES, 2009).

Assim, a população, sem muitas alternativas, acaba por ocupar áreas desvalorizadas das cidades, como, por exemplo, as localizadas em encostas de morros ou em planícies de inundação (áreas irregulares e desvalorizadas monetariamente). À vista disso, há a união de uma camada populacional de alta vulnerabilidade social (pobre) às áreas suscetíveis (área sujeita a incidência de determinado evento), caracterizando, espontaneamente, uma situação de risco.

Após uma breve contextualização de como é formada uma área de risco, deve-se salientar o marco inicial para os trabalhos referentes a essa temática, no qual, dentro das ciências sociais, é encontrado, entre os anos de 1950 e 1960 com as pesquisas de White. Nessa época, a caracterização dos desastres "naturais", apresentava um pensamento voltado para o ser humano, sendo ele, o responsável por transformar um evento natural em desastroso. Exemplificando, pode-se destacar que se um evento ocorresse em um lugar deserto, o mesmo não era considerado um desastre, pois não atingia diretamente o ser humano (MASKREY, 1998).

A partir do início das pesquisas, vários conceitos eram utilizados a fim de definir todas as particularidades dos desastres, entre elas a terminologia "risco" (ou do inglês *risk*, ou, ainda, do espanhol *riesgo*). Destarte, a seguir será esclarecida uma série de definições específicas sobre esse termo.

Kunzler, Huggel e Ramírez (2012), ao utilizar da bibliografia de Varnes (1984), citam que o risco pode ser quantificado, relacionando as perdas físicas, por meio do cruzamento da vulnerabilidade, o valor bruto ou a quantidade de elementos em risco, juntamente com a probabilidade de ocorrência do evento. Essa metodologia abrange uma grande quantidade de planos de informações para a obtenção final do risco.

Castro (2000) ao citar Gallais (1994) sugere a definição de risco como sendo a probabilidade de acontecer uma ameaça, atrelando, ainda, a relação dos fenômenos naturais junto ao homem.

Na análise da pesquisa de Castro (2000) obtiveram-se algumas definições perante o uso de dicionários, assim, abaixo há essa analogia conceituando de distintas formas o conceito de risco:

- Dicionário de geografia Humana publicado por Johnston, Gregory e Smith (1987) conceitua o risco como: "*hecho percibido que amenaza la vida o el bienestar de un organismo, especialmente el hombre. Una catástrofe o un desastre es la materialización de un riesgo*". Ou seja, o risco é algo que ameaça a vida do ser humano, e a materialização do risco é analisada em uma catástrofe ou em um desastre.
- O Dicionário de Roger Brunet (*Les mots de la géographie*) (1994) conceitua risco como: "*peligro al cual se esta expuesto individual o colectivamente en ciertas circunstancias*". Esse autor expõe que o risco é caracterizado como uma exposição do perigo seja de forma individual ou coletiva.

Marskey (1998) trás o entendimento de risco para as ciências aplicadas, na qual destaca a magnitude de uma ameaça, inferindo que não é apenas a magnitude do evento que traduz o grau do referido desastre. De forma fictícia, podemos retratar um exemplo, como o de um grande terremoto no deserto (em um lugar não habitado), assim, tal evento é caracterizado como não desastroso, visto que o mesmo não impactou estragos ao ser humano e as suas atividades (MASKREY, 1998). Assim, para uma área, estar de fato em risco, necessita, além da ocorrência do evento (independente de sua magnitude), da existência da população.

Perante o enfoque às ciências naturais, Maskrey (1998), explicita que o estudo dos riscos visa investigar a localização e distribuição espacial dos eventos (das suas ameaças), a frequência (tempo de retorno), a magnitude e a intensidade. Alerta-se, ainda, que o enfoque principal dessas pesquisas, nessa visão, é dirigir-se às responsabilidades social e política, e a

qualificação dos riscos podem ser tratadas como um "ato de Deus", ou seja, sendo acontecimentos inevitáveis e naturais.

Ainda, Maskrey (1998) destaca que o cenário de risco é caracterizado perante a relação de distintas escalas de análise. Resumidamente, a ideia que o autor salienta é que o risco em uma análise individual (em uma área mais restrita) seria consequência de um risco em nível global (em uma menor escala).

Já para a Defesa Civil (CASTRO, 1998, p. 147), a ideia de "risco" é segmentada em cinco ramificações para definir o conceito:

1. Medida de dano potencial ou prejuízo econômico expressa em termos de probabilidade estatística de ocorrência e de intensidade ou grandeza das consequências previsíveis.
2. Probabilidade de ocorrência de um acidente ou evento adverso, relacionado com a intensidade dos danos ou perdas, resultantes dos mesmos.
3. Probabilidade de danos potenciais dentro de um período especificado de tempo e/ou de ciclos operacionais.
4. Fatores estabelecidos, mediante estudos sistematizados, que envolvem uma probabilidade significativa de ocorrência de um acidente ou desastre.
5. Relação existente entre a probabilidade de que uma ameaça de evento adverso ou acidente determinado se concretize e o grau de vulnerabilidade do sistema receptor a seus efeitos.

O conceito de risco, referente a sua origem, é incerto e várias ciências, contemporaneamente, utilizam esse vocábulo, entre elas a economia, a política e a medicina. Se bem que hoje, pode-se estender o conceito para todas as ciências. Dessa forma, em cada área haverá particularidades específicas do conceito (CASTRO, 2000).

Castro (2000) salienta que a concepção que possui uma maior homogeneidade entre os pesquisadores, é definindo risco como sendo o perigo que se ocorre, ou como a probabilidade de que aconteça um determinado evento perigoso. Já Kron (2002) preconiza que na comunidade científica, a definição de maior aceitação, a respeito do risco, é com a caracterização do conceito como um produto do perigo, junto as suas consequências.

Ayala-Carcedo (2000) especifica que os fatores necessários para o risco são três: o perigo, a exposição e a vulnerabilidade. O perigo é o fator, ou o conjunto de fatores que tornam o evento mais grave. A exposição refere-se ao conjunto de pessoas (e de seus bens) que estão expostos à uma situação de perigo. Já a vulnerabilidade é considerada como um fator que está associado ao grau de perdas e danos da população que estão dispostos a um perigo.

Com efeito, Ayala-Carcedo (2000) destaca que o risco zero (nulo) não existe fazendo referência a rotina das pessoas, pois estamos em risco, por exemplo, ao dirigir um automóvel

(acontecer uma colisão com outro carro/objeto), ao tomar banho em uma piscina (afogamento), etc. Ainda Ayala-Carcedo (2000) conceitua o risco como a junção da probabilidade de ocorrência de um evento, juntamente com a exposição de pessoas e seus bens e a vulnerabilidade. Porém, o autor, evidencia que em algum lugar deserto, onde não há exposição de pessoas (e de seus bens), o risco não existe.

Teles (2010) especifica, também, que o risco zero (nulo) existe. A autora referencia que nos locais onde há a incidência de determinado evento, e, ao mesmo tempo é desabitado, tal evento classifica-se como de risco zero, pois não há envolvimento de perdas ao ser humano. Teles (2010, p. 33) ainda destaca, fazendo referência a essa questão, que "os riscos resultam de decisões humanas, mas surgem de um modo involuntário", assim, verifica-se que se não há envolvimento do ser humano em locais com ocorrência de determinado evento, não há risco, ou seja, o risco é zero.

Cutter e Press (2001) associam a definição de risco como sendo a probabilidade de ocorrência de determinado evento (de acontecer um perigo). Ainda Cutter e Press (2001) enfatizam que o mapeamento e a definição de distintas classes de riscos são importantes pelo fato de que elas definem as áreas de segurança e aceitabilidade, resultando, dessa forma, nos locais apropriados e não apropriados à moradia.

Reckziegel (2007) informa que perante a interação do meio natural (imposição de obstáculos para a ocupação passiva entre o homem e natureza) com o meio social (é o principal causador do risco, visto a ocupação populacional nas áreas suscetíveis) ocorre o surgimento das áreas de riscos, ou seja, é nítida a influência do ser humano no processo de análise de riscos.

Corroborando com essa ideia, no trabalho de Veyret (2007, p. 23) há a especificação de que "o risco é uma construção social". Deve-se destacar que só há risco quando existir a presença da população (KRON, 2002; VEYRET, 2007), e, o mesmo traduz uma ameaça às pessoas (e/ou aos seus bens) bem como norteia a percepção de um perigo.

Além disso, cabe destacar que o risco pode ser oriundo da interação de um perigo (que é um evento não controlável) com uma exposição (que é um evento controlável) (MAGNANELLI, 2012).

Após as considerações específicas sobre a definição do risco, é importante fazer referência a alguns detalhes particulares que visam a caracterização global do risco, gerando assim, um melhor entendimento do conceito.

Na análise dos riscos, um fato a destacar, ao analisar a bibliografia de Veyret (2007) é que a problemática de ocorrer um episódio de desastre (crise) a uma determinada área de risco

de uma cidade acaba por ser um efeito benéfico à mesma. Tal fato pode fazer com que a cidade realize um maior investimento em estudos mitigatórios, com maiores medidas de prevenção, percepção e gestão, minimizando, dessa forma o risco no local (VEYRET, 2007). Referente a gestão dos riscos, é importante salientar, que o único objetivo que essa medida visa é na minimização dos impactos à população, pois, eliminá-los torna-se impossível (TUCCI, 2005).

Veyret (2007) frisa que para poder realizar um mapeamento de uma área de risco é muito importante o conhecimento de indicadores de eventos passados, e organizar informações com dados confiáveis e em escalas de análises (de mapeamento) compatíveis. Esses mapas incorporam informações dentro do contexto de dados útil à tomada de decisão por parte das políticas públicas municipais (JHA; LAMOND, 2012).

No mapeamento das áreas de risco, um fato a destacar, que está sublinhado no trabalho de Veyret (2007), é que os maiores riscos (as catástrofes) são aqueles que ocorrem (ou ocorreram) em áreas limítrofes às mapeadas com baixa frequência de incidência de evento (baixo tempo de retorno), ou seja, são os eventos extremos.

Nesses locais, onde o evento ocorre esporadicamente (com baixa frequência), deve-se ter atenção, pois essas áreas são simplesmente ignoradas (devido a baixa frequência de ocorrência do evento), na maioria das vezes, tanto pela população como pelos órgãos públicos. Por outro lado, nas áreas de alto tempo de retorno dos eventos, em vários casos, a população deve se adaptar às ocorrências frequentes, principalmente no tocante às inundações (KRON, 2002).

Ao trabalhar com a ideia de risco, inúmeras são as análises a serem produzidas. Um exemplo, talvez o mais importante (e mais comum), é, gerar estudos de zoneamento do risco, porém, essa medida, inclusive, pode gerar outro risco, o econômico (VEYRET, 2007). Tal fato é destacado, visto que, ao sinalizar as áreas de riscos, conseqüentemente há uma delimitação de superfície, logo, uma desvalorização financeira a estes locais (terrenos). De modo, ao tratar de um risco ambiental, cria-se outro, o econômico.

Outro caso, similar ao anterior, trata-se de um dos alvos da vulnerabilidade, as pessoas. Com o crescimento urbano, além de adensar as áreas impróprias à moradia (áreas de riscos), ocorrem maiores registros de violência e problemas na segurança pública, gerando, dessa forma, um risco social (VEYRET, 2007).

Tucci (1993) destaca que é essencial o levantamento topográfico das áreas de riscos à inundação as quais possuem tempo de retorno menor ou igual a 100 anos, verificando que

esse é um ponto limítrofe para zonear as áreas de risco, e após esse limite, o risco, por exemplo, pode ser classificado como “não considerado” ou “sem estimativa de risco”.

Corroborando com a ideia do autor anterior, o Instituto Geológico de São Paulo (IG, 2012) explicita que a variável denominada “risco à inundação” (para uma determinada população) é intimamente ligada ao tempo de retorno de um evento. Assim, é visível a importância da estimativa do tempo de retorno, pois essa variável delimita um futuro zoneamento da área de estudo em distintos graus de risco.

São várias as metodologias utilizadas para realizar o zoneamento dos riscos ambientais, a maioria delas utilizam o cruzamento de informações espaciais, estruturadas, por exemplo, com o uso do SIG. Um exemplo pode ser encontrado no trabalho de Khatibi (2011), o qual realiza a quantificação do risco por meio de um resultado matemático obtido com o cruzamento da probabilidade de ocorrência de um evento juntamente com o perigo.

Dessa forma, verifica-se que todo zoneamento do risco perpassa pela interação de diferentes bases cartográficas, visto a complexidade de informações, evidenciando, inclusive, a importância do SIG.

Para finalizar, cabe salientar, que o conceito de risco utilizado nesse trabalho está caracterizado na união de dois planos de informação: a vulnerabilidade junto às áreas de perigo. Sendo que será utilizada a vulnerabilidade física, levando em consideração a espacialização das residências junto a sua densidade. Já o perigo será caracterizado por meio da suscetibilidade de ocorrência de inundação acrescida das áreas com distintos tempos de recorrência do evento correlacionando as áreas com ocupação urbana.

2.5 Geotecnologias

Entre as inúmeras geotecnologias existentes, destacar-se-ão àquelas que estão presentes nas etapas metodológicas dessa pesquisa, com foco às correlatas ao Geoprocessamento, como o GNSS e a Fotogrametria. Se bem, que, ainda, serão contextualizadas informações referentes às bases altimétricas (altitudes elipsoidal e geoidal) e aos modelos de representação da superfície (MDT - Modelo Digital do Terreno; e MDE - Modelo Digital de Elevação). Ainda, ressalta-se, que será discutido, brevemente, o avanço das geotecnologias especificamente dentro da Geografia.

2.5.1 Ferramentas e análises do Geoprocessamento

As pesquisas com enfoque físico-ambiental e o emprego de geotecnologias possuem relevância no escopo das geociências, pois, a partir delas, é possível entender as condições gerais da dinâmica da paisagem, contribuindo para o desenvolvimento de prognósticos e interpretações geoambientais (LANG; BLASCHKE, 2009).

Deve-se ressaltar, que, praticamente, todas as evoluções geotecnológicas sucederam aos conflitos mundiais: as guerras, conforme já contextualizado. Santos e Silveira (2011) explicitam que no Brasil, houve um impulso tecnológico, principalmente, após a II Guerra Mundial. Pode-se salientar, que um dos principais acontecimentos que ocorreu e que foram positivos à Ciência Geográfica, foi o mapeamento fotográfico do território brasileiro, com cerca de 70% de recobrimento. As guerras foram, também, responsáveis pelos avanços de outras áreas afins, como por exemplo, aos sistemas de posicionamento global, popularizados com o uso de receptores de sinal *Global Positioning System* (GPS).

Muitos trabalhos que visam analisar a ocorrência de desastres naturais (mitigação), hoje, dispõem de um grande arcabouço geotecnológico disponível, visando o uso da geoinformação a fim de solucionar os problemas. Câmara e Monteiro (2000), afirmam que a utilização da geoinformação pode ser uma grande solução ao planejamento municipal, pois, dessa forma, muitos setores públicos poderão dispor de sistemas eficientes ao planejamento, e assim, haverá formas de atualização do cadastro municipal, sendo um ato extremamente inteligente à administração pública.

Conforme apresentado por Câmara e Monteiro (2000) a integração de dados perante o uso de tecnologias inovadoras é uma das hipóteses para a solução da geoinformação, e, não apenas o uso de SIGs comerciais, pois, os mesmos, são limitados a visualização de mapas.

Depois de contextualizado algumas ponderações, em linhas gerais, a respeito das geotecnologias, apresentar-se-ão uma caracterização detalhada a respeito do SIG, do Geoprocessamento, do GNSS e da Fotogrametria. Após caracterizá-la, ainda, evidenciará a distinção existente entre as altitudes elipsoisal e ortométrica e entre os modelos digitais: MDE e MDT.

A fim de contextualizar as discrepâncias teóricas entre os conceitos, faz-se referência ao SIG e ao geoprocessamento. Referente a essas duas nomenclaturas deve-se contextualizar, que vários autores definem-nas de forma idêntica, e muitos outros que diferem os seus conceitos.

Entre os diversos avanços tecnológicos, que vem a contribuir com a vida do ser humano, Chargel e Hora (2013) exaltam o SIG, destacando que com esse sistema é possível a realização de análises espaciais (dos fenômenos geográficos), de forma muito mais simplificada. Exemplificando, pode-se citar a facilidade na detecção de padrões e na visualização e manipulação de dados a campo, contextualizando, dessa forma, o entendimento global dos fenômenos naturais de um determinado recorte espacial.

Na visão de Chargel e Hora (2013), está explícito que o geoprocessamento é uma disciplina que dispõe da utilização de técnicas matemáticas e computacionais, a fim de tangenciar as abordagens e o tratamento das informações geográficas.

Sendo assim, ressalta-se que com uso das técnicas de geoprocessamento, organizando os dados em estruturas de SIGs, há rendimentos imensuráveis para a análise e o gerenciamento de dados espaciais. Referente a utilização destas técnicas nesta dissertação, destaca-se que as mesmas são de fundamental importância, tanto na coleta de dados espaciais, na organização e gerenciamento, como na obtenção e disponibilização das informações finais.

Um SIG, conforme descrito por Kavanagh (2003), pode ser dividido em quatro grandes componentes, os dados de coleção e entrada, dados de armazenamento e recuperação, dados de análises e dados de exibição e saída.

Destaca-se que o geoprocessamento é uma ferramenta excelente para o planejamento territorial ordenado, podendo ser associado aos estudos de impacto ambiental (DIAS et al., 2002). Assim sendo, justifica-se que as técnicas e tecnologias de geoprocessamento são essenciais para o estudo e planejamento do território, incluindo os estudos ambientais, como por exemplo, os correlatos às inundações.

Alcantara e Zeilhofer (2006, p. 19) destacam que os procedimentos que envolvem a referida área (geoprocessamento) são “voltadas para o estudo específico através da coleta e tratamento de dados espaciais, o geoprocessamento auxilia na análise de ocorrências reais e no estabelecimento de propostas para a prevenção de eventos futuros”.

No trabalho de Ribeiro e Lima (2011) é relatado que o uso do geoprocessamento (junto a simulação hidrológica e hidráulica) gera um grande potencial no planejamento territorial e no gerenciamento dos recursos hídricos, facilitando os gestores públicos quanto a tomada de decisões.

Nessa mesma linha, Chargel e Hora (2013, p. 1 e 2) evidenciam que

Os avanços computacionais e o aprimoramento de técnicas de mapeamento nos permitem uma avaliação cada vez mais precisa da qualidade dos atributos mapeados. Um exemplo disso pode ser verificado nos métodos de interpolação de dados que são utilizados para determinar modelos de representação espacial (CHARGEL; HORA, 2013, p. 1 e 2).

Outra grande tecnologia de imensa importância atualmente refere-se aos sistemas de posicionamento global com uso de satélites, os conhecidos GPS, ou, ainda, hoje denotado como GNSS, devido ao número de constelações. Com esse foco, a seguir serão contextualizadas informações referentes a essa tecnologia.

O homem sempre teve o instinto de saber a sua localização, antigamente, a principal forma de proceder desse artifício, era através dos satélites naturais, porém a determinação acurada de sua posição sempre foi um grande desafio (MONICO, 2007). A partir das grandes navegações, o homem passou a depender do ato de se localizar na superfície terrestre. Inicialmente a forma mais utilizada era através do sol, da lua e das estrelas, porém as condições climáticas eram os principais obstáculos nesse processo (DOTTORI; NEGRAES, 1997 apud MONICO 2007).

Numa etapa posterior, surgiu a bússola, com méritos aos chineses, os quais inventaram um instrumento de revolução à navegação. Sabe-se que os problemas não pararam por aí, muitas outras dificuldades ainda havia, como por exemplo, tentando buscar uma solução para o seguinte questionamento: “Como que os navegantes poderiam saber a localização de uma determinada embarcação em alto mar?” (MONICO, 2007).

As invenções foram se aprimorando, até que surgiram equipamentos baseados em ondas de rádio, como por exemplo: o *Low frequency continuous wave phase comparison navigation* (DECCA), o *Long-Range Navigation System* (LORAN) e o *Global low frequency navigation system* (OMEGA). Após essa etapa, surgiu o *Navy Navigation Satellite System* (NNSS), também denominado *Transit*, o qual era baseado por satélites artificiais e funcionava através da técnica denominada de Efeito *Doppler*³ (SEEBER, 1993 apud MONICO 2007).

A solução para os problemas de posicionamento surgiu, de fato, na década de 1970, quando os americanos lançaram a proposta do *Navigation System with Timing and Ranging* (NAVSTAR) *Global Positioning System* (GPS). Essa foi uma etapa que marcou a história da navegação, pelo fato de que revolucionou, praticamente, todas as atividades que dispunham do interesse de determinar posições no espaço. Destaca-se que os russos, em paralelo aos

³ É um efeito em que a frequência real (emitida por uma fonte) é diferente da denotada por um observador (CARVALHO, CHAMMAS e CERRI, 2008).

americanos, desenvolveram um sistema muito similar ao GPS, o qual foi denominado de *Global Orbiting Navigation Sattelite System* - GLONASS (MONICO, 2007).

Com isso, as atividades de posicionamento estão em plena ascensão, visto que as duas constelações já citadas estão passando por uma modernização, e em paralelo novas constelações estão sendo lançadas ao espaço, como é o caso do Galileo (sistema europeu) e do Beidou, ou Compass (sistema chinês) (MONICO, 2007).

Assim, tem-se como objetivo principal do GNSS, a determinação de coordenadas para objetos posicionados na superfície terrestre. Visto que o ser humano sempre buscou solucionar esse problema científico, pois sua curiosidade sempre foi extrema a respeito de saber sua localização, bem como a de outras feições terrestres (MONICO, 2007, p.29).

O GNSS é o sistema de posicionamento mais empregado entre os métodos geodésicos, topográficos, aerofotogramétricos, de navegação marítima e aérea, além de envolver a maioria dos dados que possuem coletas de informações a campo na área do geoprocessamento. Entre outras aplicações, explicita-se a grande importância do uso do GNSS para estudos e mapeamentos de desastres naturais, com destaque à espacialização de eventos e identificação dos locais de riscos (TRENTIN; BAZZAN, 2013).

Especificando as informações de cada uma das constelações, inicialmente, destacam-se as informações referentes ao NAVSTAR-GPS, ou Sistema de Posicionamento Global, no qual consiste na união de 24 satélites que realizam órbitas (duas por dia) ao redor da Terra, com trajetórias precisas proporcionando a localização terrestre. Através da interação dos satélites no espaço é possível ser obtido informações de posições desconhecidas na Terra, adquirindo a localização terrestre instantânea (posição e velocidade) (MIRANDA, 2005).

Sabe-se que a precisão e acurácia do posicionamento por GPS é baseado nas efemérides de cada ponto, para que assim, haja a interação da descoberta em tempo real, da posição do ponto em questão (KAVANAGH, 2003).

Para haver a interação dos satélites da constelação GPS juntamente com seus receptores, ou seja, para existir o cálculo da posição adequada de um ponto na superfície terrestre, as coordenadas espaciais são obtidas baseando-se nas efemérides transmitidas pelos satélites conforme um algoritmo previamente definido. As efemérides definem a posição de um objeto no espaço (satélite).

Outro sistema de posicionamento que deve ser apontado ao referenciar a palavra GNSS é o GLONASS. Essa constelação foi idealizada pelo Governo da União das Repúblicas Socialistas Soviéticas (URSS), ela possui 24 satélites espaciais em três órbitas planas de 11 horas e 15 minutos (ROBINSON et al., 1995).

Ela é muito similar ao GPS, o seu motivo de existência foi para solucionar e proporcionar o posicionamento 3D e ter velocidade. O GLONASS surgiu no ano de 1970, porém ficou operacional apenas no final de 1995. A sua composição de satélites, desde seu lançamento, foi sendo reduzido, fato explicado pelo não lançamento de satélites reservas, os quais deveriam substituir os mais antigos.

Em 2005, a constelação constava com apenas 12 satélites, se bem que em alguns momentos esse número foi até menor (MONICO, 2007). O GLONASS, assim como o GPS, contém três segmentos, apesar de que o de usuários é bem mais reduzido em comparação ao GPS (MONICO, 2007).

Apesar de o GLONASS ter atravessado nos últimos anos por uma série de perdas de satélites (perda motivada pela vida útil de um satélite), ele vem se recuperando, e há indícios de que essa constelação crescerá mais ainda, bem como haverá uma modernização nesse sistema.

Para reforçar essa afirmativa, há a expectativa quanto ao lançamento de novos satélites (MONICO, 2007). Verifica-se, que conforme o exposto por Prina et al. (2013) ao utilizar dos dados da constelação GLONASS conjunto à GPS, há uma melhora de cerca de 70% nas precisões horizontais e de aproximadamente 50% na vertical.

No que tange ao assunto referente ao GNSS, deve-se, enfatizar os métodos de posicionamento por satélite, ou seja, as formas de coleta de dados. Antes de verificarem-se esses conceitos, deve-se analisar que o Posicionamento Relativo é aquele em que se usam dois receptores de GPS (no mínimo).

Um sendo a base (que estará fixada numa posição pré-definida) e o outro será o receptor de coleta de informações. A partir dessa interação é possível determinar as linhas-bases com suas determinadas correções (Δx , Δy , Δz), os desvios padrões entre as estações. Há essa interação para que possamos definir o verdadeiro posicionamento de cada ponto, ou seja, para podermos realizar o ajustamento de cada ponto, bem como da própria base (KAVANAGH, 2003).

O posicionamento relativo estático pode ser caracterizado como: “dois ou mais receptores rastreiam simultaneamente os satélites visíveis, por um período de tempo que varia de acordo com o comprimento da linha de base e a precisão requerida [...]” (INCRA, 2010, p. 34).

Para realização deste tipo de posicionamento, o receptor deve coletar informações por um período de no mínimo 20 minutos, visto que quando possuímos valores abaixo desse, o posicionamento chamar-se-á de relativo estático rápido. Esse método é muito aplicado em

geodésia, para determinação de pontos com alto grau de acurácia e precisão, visto que nesse processo há uma forma de estimar o erro do relógio pelo satélite, através das pseudodistâncias, melhorando os resultados de forma significativa. Este método é aplicado no pré-processamento (MONICO, 2007).

Já o posicionamento relativo estático rápido possui as mesmas características do anterior, porém difere no tempo de ocupação (cerca de 5 a 20 minutos). O comprimento da linha de base deverá ser no máximo de 20 quilômetros, para que seus dados sejam acurados e precisos (INCRA, 2010), visto que as que tiverem até 10 quilômetros possuirão dados muito mais acurados e precisos (MONICO, 2007).

Usa-se este tipo de posicionamento para trabalhos que se deseja obter uma alta produtividade, sendo que se utilizam receptores de simples (L1) ou de dupla (L1 e L2) frequência. Para haver resultados com razoáveis precisões, necessita-se que cada vetor de ambiguidade das linhas-base deva ser solucionado, ou seja, que sejam fixados (MONICO, 2007).

Outro método de exercer um posicionamento é por meio do relativo cinemático, o qual tem como observável básica a fase da onda portadora, e este método de posicionamento “consiste em determinar um conjunto de coordenadas para cada época de observação, onde um receptor ocupa a estação de referência enquanto o outro se desloca sobre as feições de interesse” (INCRA, 2010, p. 35).

Visto a evolução dos métodos de obtenção de coordenadas com alto grau de confiabilidade, destaca-se o Posicionamento por Ponto Preciso (PPP) no qual é um método de posicionamento “baseado na correção pós-processada, e refere-se a obtenção da posição de uma estação através das observáveis fase da onda portadora coletadas por receptores de duas frequências e em conjunto com os produtos do IGS (*International GPS Service*)” (INCRA, 2010, p. 35).

Dado que este produto é ofertado pelo IBGE, em sua página da *web*. Analisa-se, que a metodologia de realização do PPP, é realizada por meio do aplicativo CSRS-PPP, desenvolvido pelo *Geodetic Survey Division of Natural Resources of Canada* (NRCan). Esse tipo de posicionamento requer o uso das efemérides, bem como a correção dos relógios dos satélites (MONICO, 2007).

Outra tecnologia de grande importância para a realização de mapeamentos, de forma geral, é a fotogrametria. Essa ciência tem como objetivo analisar e executar medições em fotografias métricas de forma altamente precisa. Na visão de Dias (2013) a fotogrametria é uma área na qual possibilita a medição com alta precisão sobre objetos dispostos em

fotografias aéreas. O autor, ainda, explicita que a utilização da esteresocopia é a base para os processos fotogramétricos.

Assim sendo, Dias (2013) destaca a estereoscopia como sendo um processo na qual tem por base a análise em 3D da superfície (objetos), com a disponibilização de duas imagens, de um mesmo local, com pontos de vista distintos, e ao estarem orientados, com cada foto estando visível a apenas um olho, há a possibilidade da visão tridimensional.

Em linhas gerais, uma ciência aliada à fotogrametria é a fotointerpretação. Deve-se ressaltar que existe uma diferença entre ambas. A fotogrametria tem como objetivo analisar os aspectos quantitativos de uma imagem (áreas, perímetros, etc.), já a fotointerpretação, está empossada nos aspectos qualitativos de uma imagem, com o foco de diferir um objeto do outro, ou seja, a análise visual.

No que diz respeito às altitudes existentes, pode-se citar a elipsoidal e a ortométrica, sendo assim, a seguir contextualizar-se-á a definição de cada uma.

A altitude elipsoidal (ou geométrica) refere-se a altura considerada em relação a um ponto da superfície ao elipsoide, no qual é uma figura matemática perfeita e imaginária de representação fictícia da superfície terrestre. Essa superfície é muito importante pelo fato da mesma servir como referência para o sistema GNSS.

Já a altitude ortométrica (ou geoidal) possui como referência o geoide, o qual é definido pelo IBGE (2015a) como sendo uma figura da Terra aperfeiçoada, por meio do prolongamento do nível médio dos mares aos continentes, locais os quais apresentam a superfície equipotencial de referência. Coelho (2003) evidencia que no Brasil, a altitude utilizada e adotada, oficialmente, nas práticas gerais refere-se à ortométrica.

Visto as duas altitudes existentes, deve-se analisar que ambas são importantes, principalmente pelo fato da elipsoidal ser a altitude de referência ao sistema GNSS, e pela altitude geoidal servir de referência oficial ao Brasil. Sendo assim, existem modelos que correlacionam as altitudes e realizam estimativas, por meio do conhecimento da ondulação geoidal. Por conseguinte, ressalta-se, que um dos modelos existentes (e utilizado nesse trabalho) refere-se ao EGM 2008.

Fazendo uma breve menção ao EGM 2008, destaca-se que esse é um modelo gravitacional da Terra, conforme própria tradução de sua sigla, assim, o objetivo desse modelo é gerar conversões automáticas da altitude elipsoidal (referenciada no elipsoide) para altitudes ortométricas (referenciadas no geoide).

Esse modelo é muito importante, principalmente quando se trabalha sobre o elipsoide, no caso do GNSS. Dessa maneira, a conversão para o geoide é realizada por esse modelo

matemático. Para obtenção da altitude ortométrica, faz-se necessário a obtenção da altitude elipsoidal de determinado ponto, junto a ondulação geoidal daquele mesmo local, conforme Equação 1.

$$H = h - N \quad \text{Eq. 1}$$

Em relação a Equação 1, destaca-se que "H" referencia a altitude ortométrica, "h" a altitude elipsoidal e "N" a ondulação geoidal. Deve-se ressaltar que além do EGM 2008, existe o EGM 96, porém, esse último apresenta-se menos atualizado do que o primeiro. Além disso, Melo et al. (2010) enfatizam que com o EGM 2008, há uma maior aproximação, em média, para a conversão das altitudes, com cerca de 15 cm de acurácia, já o EGM96 possui uma variação de 0,5 m a 1 m de acurácia.

Além dessas duas bases altimétricas existentes (elipsoidal e ortométrica), ainda, deve-se fazer referência a cota altimétrica, a qual distingue-se das altitudes por não ter como referência o nível médio do mar (ortométrica) ou ao elipsoide (elipsoidal), mas sim, sobre um plano fictício tangente a um ponto da superfície terrestre, traçado a partir de uma referência qualquer. No caso dessa dissertação, o plano de referência adotado refere-se ao rio Jaguari, mais precisamente detalhado pelas réguas linimétricas da ANA.

Deve-se fazer uma breve referência, nesse momento, aos tipos de modelos existentes, salientando as distintas conceituações entre o MDE e o MDT. Sabe-se, que há uma vasta gama de confusão bibliográfica entre essas siglas, sendo assim, é muito importante contextualizar e explicar o que cada uma das duas representam nesse trabalho.

Desse modo, sempre quando for mencionado a sigla "MDE", há a ideia de que haverá a referência à modelagem do relevo que considera as rugosidades do terreno (como as árvores, as casas, etc.). Por outro lado, quando for apontada a sigla "MDT", tem-se a ideia de que é a modelagem do relevo considerando o nível da superfície terrestre, excluindo todas as deformações acima dessa.

A referida base teórica é refletida no trabalho desenvolvido por Bandara et al. (2011), os quais denotam essa distinção de forma semelhante ao exposto anteriormente, porém, pelo fato de ser uma bibliografia estrangeira, há a denominação de *Digital Surface Model* (DSM) para o MDT e a *Digital Elevation Model* (DEM) para o MDE.

3 MATERIAIS E MÉTODOS

Resumidamente, intui-se com esse trabalho, em proceder a uma análise baseada em um ciclo de gerenciamento de desastres bem como de realizar um mapeamento detalhado das áreas próximas ao rio Jaguari e à sanga do Curtume.

Assim, serão utilizadas técnicas de geoprocessamento, a fim de realizar uma avaliação dos riscos de inundações no município de Jaguari/RS, coletando informações qualitativas (inventário das inundações e estudo da vulnerabilidade) e quantitativas (áreas suscetíveis) e com isso mapear as áreas de risco à inundação.

3.1 Materiais

Quanto aos equipamentos utilizados, deve-se destacar o receptor de sinal GNSS, modelo *Hiper*, marca *Topcon*. Segue abaixo a complementação de algumas especificações do aparelho em questão:

- Canais Rastreados, padrão: 40 L1 GPS (20 GPS L1+ L2);
- Canais Rastreados, opcional: 20 GPS L1 + L2 (GD) ou GPS L1 + GLONASS (GG);
- Sinal Rastreado: L1/L2 C/A e Código P & Portadora;
- Precisão linha base: 3 mm + 1 ppm para L1 + L2 e 5 mm +1.5 ppm para L1;
- Precisão RTK (OTF): 10 mm + 1.5 ppm para L1 + L2 e 15 mm +2 ppm para L1;
- SpSp: Interna 900 MHz ou 2,4 GHz SpSp transceptor;
- UHF *Radio Modem*: Interna Rx ou Externa Tx/Rx;
- Potência de Saída (Base): 0.5W / 2.0W / 35W.

Em relação aos aplicativos utilizados, destaca-se o ArcGIS®, da Esri, versão 10.1; o *PhotoScan*, da Agisoft, versão 1.0.4, modo Trivial; o *Google Earth*; o *Topcon Tools*®; o *Microsoft Visual Basic 6.0* (o qual foi utilizado paralelamente a linguagem de programação *Visual Basic*) e o *Microsoft Office Access*® como sendo o aplicativo de banco de dados.

O ArcGIS® foi utilizado em várias etapas do trabalho, porém, as duas principais utilizações do mesmo foi na elaboração dos mapas (dos leiautes) e no cruzamento espacial dos dados, a fim de gerar, ao final, o mapa de risco à inundação de Jaguari.

O aplicativo *PhotoScan* foi de extrema importância para a implementação das rotinas fotogramétricas, e, mesmo com a utilização da versão *Trivial* do aplicativo, conseguiu-se atingir o objetivo principal dessa etapa metodológica, a geração do MDE da área de estudo.

O *Google Earth* foi utilizado a fim de organizar algumas rotinas de planejamento, na etapa inicial de coleta de dados com o GNSS, bem como na etapa final do trabalho, perante a visualização dos dados, ao utilizar, concomitantemente, o aplicativo desenvolvido com a linguagem de programação *Visual Basic*.

Para realizar o pós-processamento dos dados GNSS foi utilizado o *Topcon Tools*®, versão 7.5.1. A importação dos dados para o meio computacional foi realizada através do aplicativo PC-CDU, aplicativo auxiliar do *Topcon Tools*®. Os dados nativos do receptor (principalmente da base local) foram convertidos para o formato *Receiver Independent Exchange* (RINEX) através de outro aplicativo auxiliar ao *Topcon Tools*®, o “*TPS To RINEX*”. Os dados no formato de arquivo RINEX são necessários para a realização do ajustamento da base local.

Cabe destacar a explicação de Polezel (2010, p.73) o qual menciona que o aplicativo “[...] *Topcon Tools* processa qualquer formato dos equipamentos de sua própria fabricação, bem como de receptores de outros fabricantes. Além de processar dados GPS e GLONASS, o mesmo também processa dados de estação total, GIS e aceita imagens para serem georreferenciadas e inseridas como plano de fundo do levantamento”. Sendo assim, justifica-se o uso do referido aplicativo pelo fato do mesmo ser de grande abrangência de informação além de possuir uma interface amigável para a manipulação dos dados.

Deve-se ressaltar que para realizar o ajustamento da base local, foi realizado o método do PPP, fazendo uso do sítio do IBGE, o qual utiliza como referência o aplicativo de processamento CSRS-PPP desenvolvido pela NRCAN, junto ao sistema VEMOS em 2000.4.

Outro aplicativo de grande importância ao trabalho foi o *Microsoft Visual Basic 6.0*, pois foi útil para o desenvolvimento dos aplicativos “Pesquisas Hidroweb” e “BZMAPS”, este último, de grande importância para a análise final dos dados (especialização). Ambos os aplicativos foram desenvolvidos por meio da linguagem de programação *Visual Basic* e utilizou-se como banco de dados o *Access*®.

Quanto às bases cartográficas utilizadas, deve-se ressaltar, em primeira instância, que a maioria dessas (principalmente referente às informações altimétricas) foram construídas junto à utilização das ferramentas de geoprocessamento (GNSS e fotogrametria). Porém, para realizar algumas análises secundárias, foram utilizados dados das réguas linimétricas da ANA, cartas topográficas na escala 1:50.000 do Exército, imagem aérea de um voo fotográfico

realizado em 2003, imagens aéreas do aplicativo *Google Earth* e leis municipais (que definem os limites dos bairros e do perímetro urbano municipal).

3.2 Métodos específicos

Os itens a seguir apresentarão uma descrição minuciosa dos inúmeros procedimentos que foram implementados nesse trabalho, os quais estão organizados de forma cronológica. Ressalta-se que entre os inúmeros procedimentos realizados, os principais, que exigem um maior detalhamento nas análises e descrições, são: coleta de dados altimétricos e geração do MDT, a estimativa de cálculo do tempo de retorno a inundações no município, o mapeamento das áreas suscetíveis à inundação, a quantificação das áreas perigosas à inundação, a análise da vulnerabilidade da população (das residências), o zoneamento do risco à inundação, a organização dos dados para o uso do aplicativo BZMAPS, e as formas de disponibilização de todo o material.

Os estudos referentes às inundações são extremamente complexos, com inúmeras variáveis, pois a dinâmica do processo é dependente de uma grande segmentação de dados e informações. Sendo assim, salienta-se, que nesse trabalho, não serão analisadas as variáveis englobadas no processo de inundação.

3.2.1 Coleta de dados altimétricos

Antes de qualquer trabalho de coleta de dados *in loco*, analisaram-se inúmeras fontes de dados altimétricos, como o *Advanced Spaceborne Thermal Emission and Reflection Radiometer* (ASTER), o *Shuttle Radar Topography Mission* (SRTM) e as cartas topográficas do Exército, a fim de identificar as prováveis áreas suscetíveis à inundação no município de Jaguari, tais resultados estão dispostos no trabalho de Prina e Trentin (2014). Apesar do uso de uma escala de dados incompatível (das fontes de dados utilizados: ASTER, SRTM e carta topográfica), o trabalho foi importante para avaliar o comportamento altimétrico do local, facilitando o planejamento de coleta de dados *in loco*.

Como orientação técnica para realizar o levantamento dos dados altimétricos, obteve-se na metodologia de Tucci (1993) as seguintes análises: as informações altimétricas, em estudos de áreas de inundação, devem possuir o espaçamento altimétrico de 0,5m ou 1m, dependendo, logicamente, das condições do terreno; é essencial o levantamento topográfico das áreas de riscos à inundação as quais possuem tempo de retorno menor ou igual a 100 anos; o levantamento altimétrico, deve possuir, como feições ideais a modelagem, o nível médio (altimétrico) do meio da rua de cada esquina, dispostas nas áreas de risco; dar ênfase, na coleta de dados as seguintes feições: pilares, encostos de pontes, estradas com taludes, edifícios, o tipo de cobertura das construções, etc., em geral são os mais variados tipos de obstruções do escoamento das águas.

Após essa análise bibliográfica, indexada a operação prática de coleta de dados, realizou-se, em duas etapas, a coleta de dados altimétricos no município de Jaguari/RS.

Como primeira etapa, realizada em setembro de 2014, coletaram-se dados planialtimétrico com quatro objetivos distintos.

Primeiramente, 115 pontos foram coletados com o intuito de servir de referência para a etapa de tratamento das fotografias aéreas, para obter o MDE da área de estudo, bem como para georreferenciar as bases cartográficas (imagens de satélite). Nessa etapa, coletaram-se os pontos em locais previamente observados nas fotografias aéreas com a correlação aos homólogos na superfície - *Ground Control Points* (GCP) (Figura 6).



Figura 6 - Coleta de pontos homólogos. A: Esquina da rua General Lima com a rua Álvaro Batista; B: Esquina da rua General Lima com a rua Olinto Couto.

As principais feições utilizadas para obter essa correlação, foram as esquinas, cantos de calçadas e encontro de ruas. Destaca-se, que nessa etapa, foi utilizado o GNSS, com a

aplicação do posicionamento relativo estático-rápido, com tempo de coleta aproximado a 2 minutos (e taxa de coleta de 3 segundos), obtendo, ao final, precisões milimétricas.

O segundo foco do levantamento planialtimétrico foi a coleta de dados no rio Jaguari (Figura 7). Para a referida coleta, novamente foi utilizado o GNSS, porém, nesse momento fez-se uso do posicionamento relativo cinemático, coletando inúmeras coordenadas. Para isso, realizou-se a navegação no leito do rio. Além desse, várias coordenadas foram coletadas em áreas próximas ao rio Jaguari, utilizando o método estático-rápido (36 pontos).

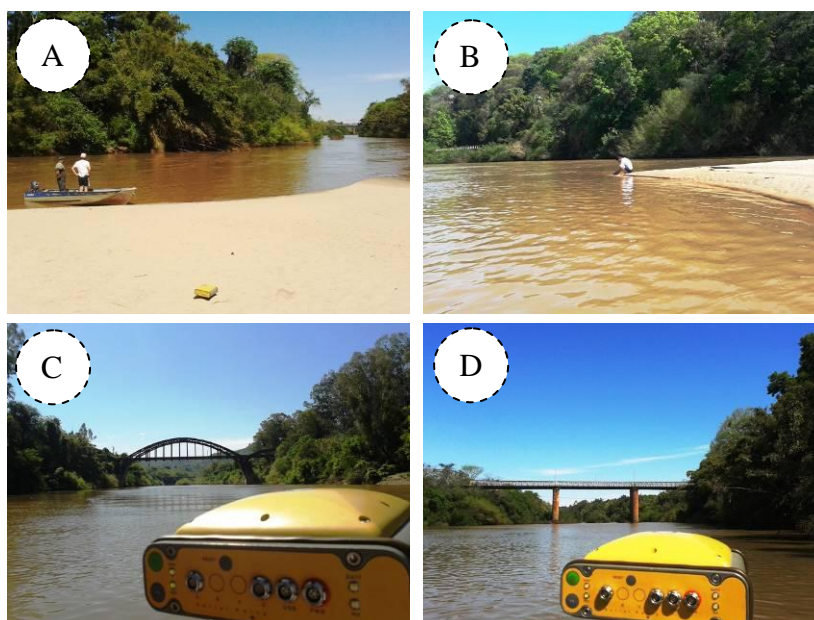


Figura 7 - Coleta de dados no rio Jaguari. A e B: Balneário Fernando Schiling; C: Vista da Ponte Ferroviária; D: Vista da Ponte Rodoviária.

A terceira parte consistiu na coleta de dados planialtimétricos nas régua linimétricas da ANA (20 pontos no total), a fim de realizar algumas correlações, úteis, por exemplo, para estimar o tempo de retorno das inundações (Figura 8). Nessa etapa, utilizou-se o levantamento estático rápido, com tempo de rastreamento de aproximadamente 5 minutos. O maior tempo de coleta dos pontos é justificado ao fato de que as régua da ANA estão instaladas junto às margem do rio Jaguari, local com grande adensamento de vegetação.

A quarta e última parte dessa primeira etapa de mapeamento consistiu na coleta de dados altimétricos na sanga do Curtume (em torno de 55 pontos). Nessa etapa foi utilizado o GNSS com o posicionamento estático rápido, com tempo de rastreamento aproximado a 5 minutos, visto o maior adensamento de vegetação. Deve-se salientar que o ideal seria a realização do levantamento cinemático, porém, devido ser impossível andar de barco no local e haver muita

dificuldade no caminhamento em sua barranca, optou-se por não utilizar o método cinemático.

Conforme contextualizado na Figura 9, deve-se esclarecer que todas as pontes existentes no perímetro urbano municipal foram mapeadas, realizando a coleta em sua base, e, descontando a altura a até o nível da água.

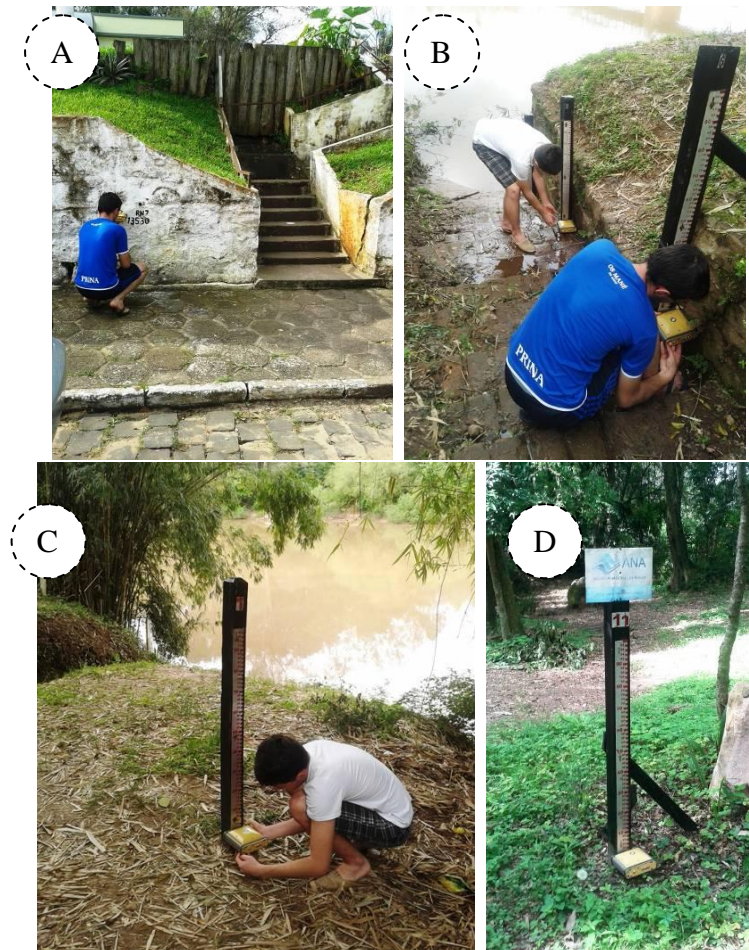


Figura 8 - Coleta da altitude das réguas linimétricas da ANA: A: registro da cota de 13,53 m; B: Réguas de 5 e 6 m; C: Régua de 7 m; D: Régua de 11 m.

A partir disso, com o tratamento dos dados GNSS (pós-processamento), ajustaram-se as informações das fotografias aéreas e, dessa forma, gerou-se a primeira modelagem altimétrica da área de estudo, gerando um MDE. Todo o ajuste fotogramétrico foi realizado pelo *software PhotoScan*, versão Trivial, utilizando os pontos de apoio coletados com o GNSS.

Como visto a geração do MDE não apresenta informações válidas para um processo de análise de áreas de inundação, visto que não é garantido que a cota altimétrica esteja no nível do terreno. Sendo assim, realizou-se um ajustamento nesse modelo, com a extração de

áreas úteis. Assim, inicialmente, com as fotografias aéreas de suporte, extraíram-se, por meio do processo de vetorização, as áreas úteis, as quais estivessem no nível de solo.

Com a união dos dados coletados com o GNSS junto aos obtidos na etapa de aplicação da fotogrametria, gerou-se, assim, a segunda modelagem da área de estudo, porém, caracterizado como um MDT (e não um MDE).



Figura 9 - Coleta de dados na sanga do Curtume. A e D: Sanga canalizada situada à rua Coronel Flores; B: Sanga do Curtume próximo a rua Júlio de Castilhos; C: Sanga do Curtume próximo a rua 14 de Julho.

A segunda etapa de coleta dos dados altimétricos realizou-se em janeiro de 2015, focando em apenas um objetivo: coletar informações altimétricas nos locais em que o segundo modelo gerado (MDT) apresentou resultados "duvidosos", dessa forma, junto a análise *in loco*, bem como com o auxílio de alguns moradores dos bairros com incidência de inundações, pode-se fazer uma supervisão do MDT gerado, a fim de ratificar as informações já interpoladas e, inclusive, retificar o que fosse necessário, utilizando, novamente o GNSS.

Dessa forma, nesse novo campo, coletaram-se 143 pontos com o GNSS, com tempo de rastreamento de aproximadamente 2 minutos (e taxa de coleta de 3 segundos), obtendo, ao final, precisões milimétricas. A Figura 10 enfatiza alguns dos locais com coleta de dados.



Figura 10 - Pontos coletados em janeiro de 2015, especializados em vários locais da cidade: A: CAPEJAR; B: Poliesportivo; C: Sindicato Rural.

A partir disso, definiu-se, com uma maior exatidão a demarcação das áreas suscetíveis a inundação no município, a partir da geração da modelagem final da área de estudo.

A etapa de pós-processamento dos dados GNSS foi realizada no aplicativo *Topcon Tools*®. Salienta-se, que foi definida uma base local ao levantamento, a qual estava localizada em uma área de alta altitude (a fim de minimizar as interferências com redes elétricas e vegetação arbórea), estando localizada no "Cerro dos Zaninis", na parte sul do perímetro urbano, no bairro Mauá. Destaca-se, que a maior linha-base aproximou-se a 2 km. A referida base foi ajustada, pelo método do PPP, a qual teve tempo de rastreamento próximo a 5 horas (maior tempo de rastreamento). O referido ponto obteve uma precisão horizontal de 0,004 m e 0,011 m na vertical. Um fato a destacar é que todos os pontos altimétricos estiveram correlacionados ao modelo geoidal EGM 2008, e, a altitude final de cada ponto foi a ortométrica (e não a elipsoidal), ou seja, levando em consideração o geoide e não o elipsoide.

Deve-se realçar, que todos os processos de interpolação dos dados altimétricos teve por base, a utilização do algoritmo de ANUDEM, desenvolvido por Hutchinson (1989), disposto no aplicativo ArcGIS®, denominado como *Topo to Raster*. A escolha desse interpolador deve-se ao fato do mesmo ser um algoritmo hidrologicamente consistente, realizando uma modelagem coerente para com a realidade da superfície terrestre.

3.2.2 Validação do MDT

Deve-se salientar que essa etapa, de validação do MDT, é de fundamental importância a esse trabalho, uma vez que todas as informações altimétricas foram coletadas, pós-processadas e analisadas, obtendo-se, dessa forma, uma análise global da disposição topográfica da área de estudo. Sendo assim, validar a modelagem dos dados altimétricos, após a aplicação de uma série de procedimentos metodológicos é de extrema importância para analisar o grau de confiança de todos os dados manipulados.

Além do método empírico, de conhecimento da área de estudo, para avaliação do modelo altimétrico gerado, o MDT ainda foi analisado (com maior precisão), por meio de processos estatísticos na área de maior interesse, àquela correlata ao tempo de retorno de 73 anos (área suscetível), visto que é sobre essa área que há a necessidade de examinar a precisão altimétrica dos dados.

Intui-se que a melhor forma de analisar esse modelo é por meio da comparação da informação altimétrica que o mesmo armazena (o valor altimétrico do modelo - *Topo to Raster*) junto a informação idônea de alguns pontos coletados com o GNSS (amostras), visando, dessa forma, verificar se existem discrepâncias e se as mesmas são significativas.

Assim sendo, o critério adotado para validar o modelo, sintetizou-se na realização da subtração da altitude ortométrica registrada no ponto coletado com o GNSS, junto àquela mesma altitude interpolada pelo *Topo to Raster*. Com esse intuito, analisaram-se 40 pontos dispostos na área suscetível, pois é esta a delimitação que, de fato, é importante à acurácia dos dados desse trabalho. A Figura 11 apresenta a distribuição espacial dos pontos coletados nos trabalhos de campo.

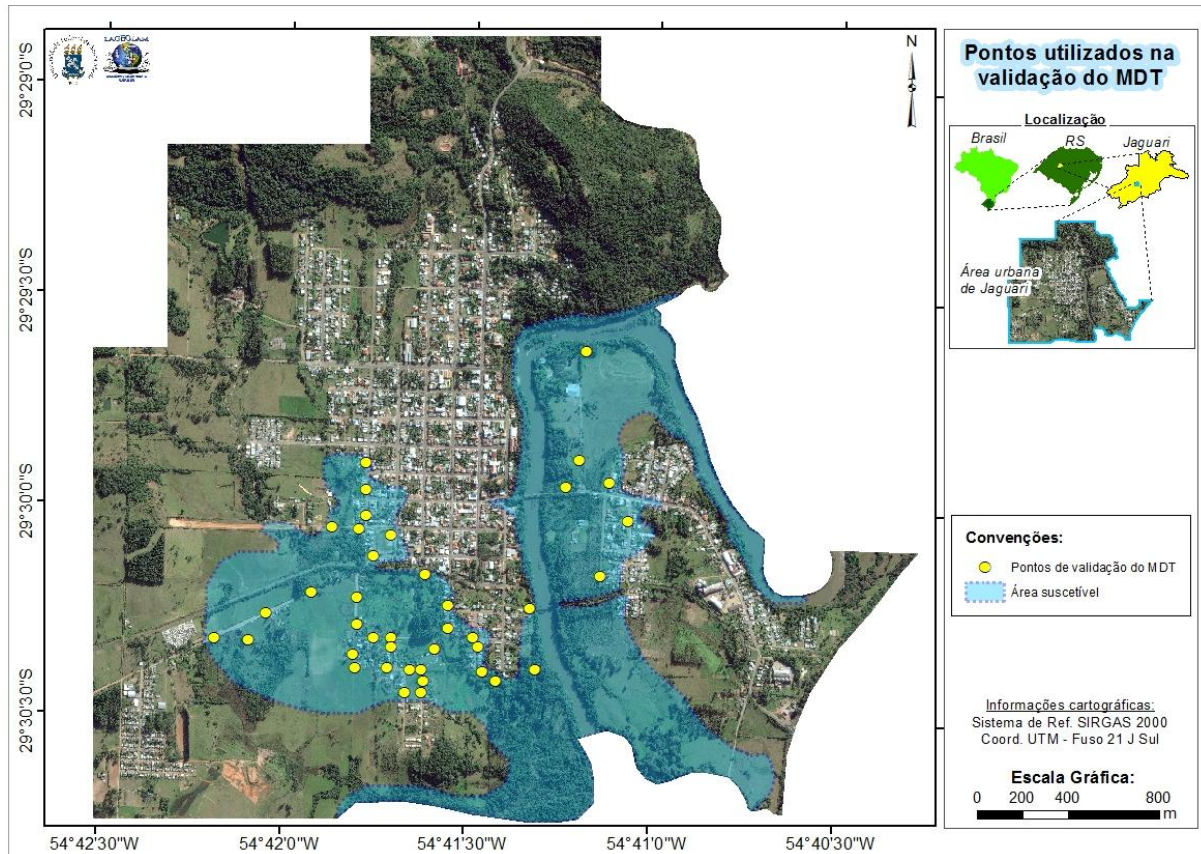


Figura 11 - Disposição geográfica dos pontos analisados para verificar a acurácia do mapeamento - MDT.

Além dessa análise, com utilização de processos estatísticos, a outra forma pelo qual os dados foram avaliados, consistiu na apreciação do relatório de processamento dos pontos GNSS (gerado pelo aplicativo *Topcon Tools*®), os quais estão disponibilizados no Apêndice 1 dessa dissertação.

A análise do relatório de processamento é válida, pelo fato de que o mesmo serviu como referência a geração do MDT e a extração de dados altimétricos para uso na fotogrametria (pontos de controle).

Outra forma na qual foi analisado a acurácia do MDT refere-se ao adensamento de pontos coletados com o GNSS. Essa foi uma análise que possibilitou identificar as zonas de incertezas do modelo, as quais possuem um menor adensamento de pontos, logo, são áreas que, permitem a existência de alguma discrepância altimétrica.

Nessa etapa, utilizou-se o aplicativo ArcGIS®, com o algoritmo *Kernel Density*. Assim sendo, modelou-se a área conforme a quantidade de pontos coletados com o GNSS, uma vez que os mesmos retratam a acurácia no mapeamento. Assim, dividiu-se a área em três (3) zonas: zonas confiáveis (com mais de 2 pontos/ha), zonas transitórias (com no mínimo 1 ponto/ha) e zonas duvidosas (sem nenhum ponto por ha).

3.2.3 Utilização de fotografias aéreas e criação do MDT

A utilização das fotografias aéreas foi de grande importância para a geração de uma primeira modelagem do relevo, útil para a realização da estimativa altimétrica de toda a área de estudo. No total, havia três fotografias, sendo que a área urbana do município apresentava-se parcialmente recoberta pelas fotos (estereoscopia), porém, as áreas com incidência à inundação apresentaram-se inteiramente mapeadas. As fotografias foram obtidas pela empresa de topografia e georreferenciamento de Santa Maria "PROCAMPO Levantamentos Rurais", coletadas em agosto de 2003, com uma câmera fotográfica da marca *Hasselblad* com distância focal de 50 mm.

Alguns detalhes devem ser ressaltados nessa etapa de tratamento da imagem, como, por exemplo: a inserção dos pontos homólogos e a geração da modelagem tridimensional da superfície.

De todos os pontos coletados, apenas 17 desses foram utilizados para o processo fotogramétrico, pois o adensamento de pontos não era proporcional a qualidade final da ortorretificação da imagem. Assim, obteve-se um erro, no ajustamento dos dados, de 1,986 *pixels* ou 0,739 m.

O referido erro, no ajustamento dos dados, de 1,986 *pixels* ou 0,739 m, tratou-se como coerente para com a realidade local e para com a escala de mapeamento a ser obtida. A precisão alcançada no uso da fotogrametria (0,739 m), levando como base a acuidade visual de 0,02 mm, é adequada a uma escala de mapeamento maior que 1/5.000, a qual possui 1 m de precisão. Ressalta-se, que, como a modelagem final recebeu um tratamento dos dados, a escala de mapeamento final será mais refinada da obtida nesse primeiro momento.

No que tange ao mapeamento detalhado, ressalta-se, que, geralmente os mesmos ocorrem em escalas superiores a 1: 25.000, e, ainda, em alguns casos, até mesmo melhor do que 1:5.000 (WORLD METEOROLOGICAL ORGANIZATION, 2013). Assim, intensificasse, que o referido trabalho encontra-se em escala compatível de mapeamento.

Como esse primeiro modelo foi gerado a partir de fotografias aéreas, utilizando da fotogrametria, o mesmo, gerou um MDE, ou seja, todas as feições existentes do "mundo real" estiveram representadas nesse modelo, sejam elas: as casas, prédios, árvores, etc. Sendo assim, para gerar o primeiro MDT, levando em consideração o terreno e não a superfície realizou-se um "*clip*" das áreas consideradas úteis do MDE, como por exemplo, em alguns

locais sem vegetação (campo) e/ou sem residências (arruamento). Essa etapa, de escolha dos locais, procedeu-se por meio da vetorização manual.

Deve-se salientar, que, automaticamente, foram excluídas, desse primeiro modelo, as áreas com altas declividades (superior a 15%), visto, que eram áreas caracterizadas pelos locais com o encontro do lado de um prédio ao nível do terreno, por exemplo.

As áreas úteis extraídas do MDE, obtido por meio da ortorretificação das fotografias aéreas, foram unidas aos pontos coletados com o GNSS (os demais pontos coletados na primeira etapa do mapeamento), gerando assim, o primeiro MDT da área de estudo.

A etapa sucessiva a essa constou na avaliação do resultado do MDT, verificando e correlacionando as informações mensuradas com o que de fato está disposto a campo. Após, analisaram-se algumas áreas que precisavam de um maior número de amostras, passando, dessa forma, à necessidade da realização de um novo campo, para equalizar a qualidade dos dados mapeados. Com isso, a última etapa para definição do novo MDT, ocorreu com uma nova coleta de dados, utilizando novamente a tecnologia GNSS. Um maior detalhamento sobre essa etapa pode ser encontrado em Prina e Trentin (2015).

3.2.4 Mapeamento das áreas suscetíveis

Deve-se ressaltar que para haver a definição da suscetibilidade, conforme já evidenciado, utilizou-se a modelagem altimétrica do terreno. Essa etapa, foi segmentada em três partes, com a geração do "MDE 1", do "MDT 1" e do "MDT 2".

Primeiramente, a modelagem da superfície baseou-se exclusivamente nos dados da fotogrametria, gerando, dessa forma, o "MDE 1". Ressalta-se, que nessa etapa, originaram-se dados deficientes à modelagem do relevo, pois, todas as rugosidades da superfície física terrestre foram consideradas, com ênfase ao efeito dossel da vegetação e das construções.

Deve-se destacar que no "MDE 1" nem toda a área foi modelada, pela questão de que existiam apenas três fotografias na área de estudo. Porém, referente às áreas de inundação do município, empiricamente é denotado que a mesma está localizada na área coincidente modelada, sobrelevando a importância da geração das análises fotogramétricas, pois, de fato, foram utilizadas no trabalho, mesmo que com a modelagem parcial da área de estudo.

Como esse modelo ("MDE 1") foi gerado a partir de fotografias aéreas, utilizando da fotogrametria, o mesmo, gerou um MDE, ou seja, todas as feições existentes do "mundo real"

estiveram representadas nesse modelo, sejam elas: as casas, prédios, árvores, etc. Sendo assim, para gerar o primeiro MDT, levando em consideração o terreno e não a superfície, foi realizada a extração das áreas consideradas úteis do "MDE 1" (*Clip*), como por exemplo, em alguns locais sem vegetação (campo nativo) e/ou sem residências (arruamento e calçadas). Essa etapa, de escolha dos locais, procedeu-se por meio da vetorização manual.

Deve-se salientar, também, que, automaticamente, foram excluídas, desse primeiro modelo, as áreas com declividades superiores a 15%, visto, que eram áreas caracterizadas, por exemplo, pelos locais com o encontro do lado dos prédios (ou da vegetação) junto ao nível do terreno.

As áreas das bordas do modelo também foram excluídas, visto que as mesmas, por falta de sobreposição das fotografias, resultaram em dados discrepantes para com a verdade do terreno.

Ainda, excluíram-se do MDE, as áreas próximas dos pontos coletados com o GNSS. Assim sendo, as áreas englobadas em um raio de 10 m em relação a cada ponto, foram excluídas.

Por fim, após várias áreas excluídas do MDE, uniram as áreas de "sobras", as quais representavam a superfície terrestre, e, dessa forma, junto aos pontos coletados com o GNSS, e a rede de drenagem vetorizada, gerou-se o primeiro MDT ("MDT 1") da área de estudo, com o algoritmo *Topo to Raster* do ArcGIS®.

Porém, o "MDT 1" apresentou várias áreas modeladas e identificadas como de "não certeza", principalmente entre os limites existente dos dados altimétricos discretizados (simulando os resultados para o mapa de perigo, com uso dos tempos de retorno). A partir disso, com uma nova coleta de dados GNSS, realizada em janeiro de 2015, estimou-se um novo MDT ("MDT 2"), assumindo assim alta confiabilidade, e, sendo definido como o modelo final para a área de estudo.

Com a modelagem da superfície definida, identificou-se o limite altimétrico característico do evento extremo ocorrido no local (no ano de 1984) e, dessa forma, definiu-se esse limite como o divisor entre área suscetível e área não suscetível, ou seja, por meio de uma divisão booleana da área de estudo.

3.2.5 Estimativa do tempo de retorno das inundações

Para realizar a quantificação do tempo de retorno das inundações no perímetro urbano de Jaguari, a metodologia de apoio para estimativa dos valores, foi levemente estruturada no trabalho de Kurek (2012).

Inicialmente, obtiveram-se os dados referentes ao nível do rio Jaguari nas réguas centimétricas da ANA, através do sítio do *Hidroweb*. Sucessivamente, houve a organização do banco de dados, etapa realizada por meio do *Access*®. Os dados organizados, no banco de dados, referem-se a cota máxima registrada nas réguas linimétricas da ANA no município, para cada mês, registrando assim, 12 registros por ano (a cota máxima de cada mês).

Com a finalidade de realizar a análise dos dados, desenvolveu-se, por meio da linguagem de programação *Visual Basic*, um aplicativo com a intenção de organizar os dados, com a geração de instruções *Structured Query Language* (SQL), e calcular a estimativa do tempo de retorno em função dos dados das réguas linimétricas. Tal aplicativo foi nomeado de “Pesquisas HidroWeb” (Figura 12).

Assim, com o aplicativo, gerou-se a seleção dos dias com maiores níveis de água no rio Jaguari, como por exemplo, no que consta na Figura 12, mostrando a instrução SQL com o nível da régua tendo um valor máximo (no mês) superior a 1000 cm (10 m).

Com o aplicativo, ainda, obteve-se o número de registros encontrados com aquela determinada instrução SQL, o tempo (T), em anos, total da análise (73 anos: de 1941 a 2014), a probabilidade de ocorrência do fenômeno para aquela cota, o tempo de retorno, e, ainda a geração de um relatório simplificado dos dados.

Uma etapa posterior foi realizada, a partir do aplicativo “Pesquisas HidroWeb”, com a geração de amostras reais do cálculo do tempo de retorno. Assim, definiram-se estimativas para vários tempos de retorno.

A análise dos dados foi realizada por meio de 6 funções (estimadores), etapa metodológica efetuada na planilha eletrônica do *Excel*®. As funções analisadas foram: Logarítmica, Linear, Exponencial, Polinomial de 2ª ordem, Polinomial de 3ª ordem e Potência.

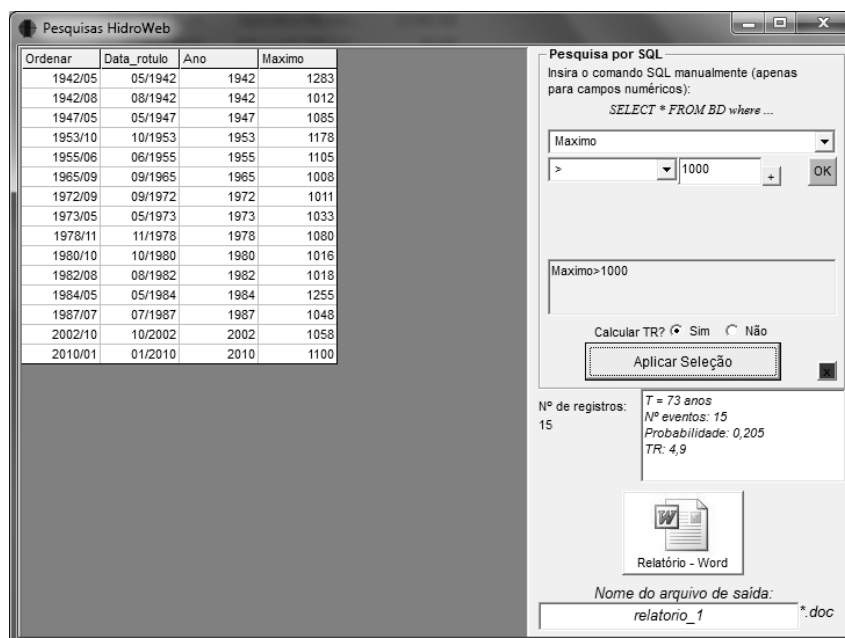


Figura 12 - Vista do aplicativo “Pesquisas HidroWeb”.

3.2.6 Mapeamento das áreas de perigo

Para geração da cartografia do perigo à inundação de Jaguari, foi necessário a utilização do aplicativo ArcGIS®, com a execução de duas etapas metodológicas.

Na primeira etapa, houve o cruzamento de duas bases cartográficas: a suscetibilidade e o tempo de retorno das inundações. Essa interpolação foi realizada por meio da segmentação do mapa de suscetibilidade em três (3) classes, conforme os valores altimétricos obtidos no cálculo do tempo de retorno (TR2, TR10 e TR73 anos), e, dessa forma, o mapa final de perigo, com adição da classe "perigo desconsiderado", resultou em um mapa com 4 subdivisões.

A segunda etapa da construção da cartografia do perigo de inundação visou a realização da correlação dos dados anteriores (cruzamento da suscetibilidade e tempo de retorno) junto as áreas ocupadas pela população (urbanizadas).

Todo esse processo metodológico ocorreu por meio da análise conceitual da terminologia "perigo", na qual, muitos autores, conforme já salientado, citam que para existir perigo é necessário haver a incidência da ocupação urbana. Assim, se não houver pessoas nesses locais, não haverá perigo.

3.2.7 Mapeamento da vulnerabilidade

Antes de explicitar qualquer análise acerca do mapeamento da vulnerabilidade (as variáveis utilizadas), deve-se destacar, em geral, que o conceito base a ser seguido nesse trabalho, refere-se àquela correlacionada ao grau de pobreza da população, e, a partir desse entendimento, analisaram-se todas as construções dispostas na área suscetível, enfatizando características particulares de cada construção.

Deve-se destacar que houve a classificação das residências de forma pontual (casa por casa). Para facilitar a referida etapa metodológica, foram fotografadas todas as casas dispostas na área suscetível, e posteriormente as mesmas foram analisadas e classificadas.

Para realizar o mapeamento da vulnerabilidade foram analisadas cinco variáveis: o acabamento das construções, a condição das construções, o tipo de material das construções, a densidade de construções e o número de andares das residências.

Essas variáveis, mesmo que estão sendo tratadas juntas, deve-se ressaltar que as mesmas evidenciam três características diferentes: a condição econômica dos habitantes das residências, o maior grau de proteção quanto às inundações e uma análise referenciada dentro de um aspecto geral da área de estudo.

Para a condição econômica, destaca-se a questão das características das construções (acabamento, condição e tipo de material das residências). Referente ao grau de proteção há o destaque para o número de andares das residências, uma vez que, quando uma construção possuir mais de um andar, haverá indexado a essa questão, uma maior proteção dos objetos daquele local, ou seja, o grau de perdas tende a ser menor. Por fim, adaptou-se o mapeamento com a geração do mapa de densidade de residências, pois, a medida que a densidade aumenta, a preocupação é maior, por envolver um maior número de pessoas, principalmente interligando essa análise no posterior mapeamento do risco.

Dentre os fatos destacados, deve-se destacar que essas são variáveis particulares para mapeamento da vulnerabilidade para a área urbana de Jaguari, não necessariamente sejam semelhantes a dinâmica de outras áreas de estudo. Ainda, com a posterior aplicação de pesos e notas, salienta-se que os valores segmentados para cada variável foram os que melhor retrataram a realidade local. Nessa linha, pode-se destacar, por exemplo, que uma das variáveis que deveria ter uma maior indicação no mapeamento, não obteve essa mesma relação para a área de estudo, esse é o caso da densidade de residências.

Com isso, para as referidas variáveis foram atribuídos pesos, e cada variável foi segmentada com características particulares, atribuindo, dessa forma, notas.

Em relação aos pesos, segmentaram-se os dados na seguinte ordem: acabamento das construções e condição das construções com o peso de 30% (cada uma), o tipo de material das construções com 20%, a densidade de construções com 15% e, por fim, o número de andares das residências com 5%.

A atribuição desses valores ocorreu por meio da análise local das residências dispostas na área de estudo, pois, depois de simulado, inúmeras vezes, a atribuição dos pesos, verificou-se que os valores destacados anteriormente foram aqueles que induzem a melhor ponderação da vulnerabilidade, conforme condições encontradas a campo.

As referidas variáveis subdividiram-se em:

- Para a variável "acabamento das construções": básico (nota 10), simples (nota 6) e alto (nota 2);
- Para a variável "condição das construções": velha (nota 10), intermediária (nota 6) e nova (nota 2);
- Para a variável "tipo de material das construções": madeira (nota 10), misto (nota 6) e alvenaria (nota 2);
- Para a variável "densidade de construções": alta densidade (nota 10), média densidade (nota 6) e baixa densidade (nota 2);
- Para a variável "número de andares das residências": construção com apenas o térreo (nota 10), construção com 1 andar (nota 6) e construção com mais de 1 andar (nota 2).

Resumidamente, tem-se por meio da Tabela 1, há a exposição dos pesos e notas utilizados para cartografar a vulnerabilidade na área de estudo.

Um fato que merece haver uma análise especial refere-se as variáveis escolhidas para o mapeamento da vulnerabilidade, além das razões das atribuições dos pesos e das notas. Assim sendo, a seguir, para cada variável, haverá uma análise singular, a fim de pluralizar o entendimento da vulnerabilidade.

As variáveis "Acabamento das construções" e "Condição da construção" foram as que receberam os maiores pesos (30% cada uma das variáveis), pois, para a área de estudo essas são as variáveis que refletem as principais características da vulnerabilidade. Ou seja, as construções com as maiores vulnerabilidades englobam, basicamente, a característica de ser velhas e de acabamento básico.

Tabela 1 - Pesos e Notas para mapeamento da vulnerabilidade.

Acabamento das construções		
Classificação	Nota	Peso
Básico	10	
Simple	6	30%
Alto	2	
Condição da construção		
Classificação	Nota	Peso
Velha	10	
Intermediária	6	30%
Nova	2	
Tipos de materiais das construções		
Classificação	Nota	Peso
Madeira	10	
Misto	6	20%
Alvenaria	2	
Densidade de construções		
Classificação	Nota	Peso
Alta densidade	10	
Média densidade	6	15%
Baixa densidade	2	
Número de andares das residências		
Classificação	Nota	Peso
Térreo	10	
1 andar	6	5%
> 1 andar	2	

Na análise do acabamento das construções verificaram-se três classes, plenamente subdivididas: construções com o acabamento básico (Figura 13A), construções com o acabamento simples (Figura 13B) e de acabamento alto (Figura 13C).

Já analisando as condições das construções, verificaram-se três classes: construções velhas (Figura 14A), intermediárias (Figura 14B) e novas (Figura 14C).

Essas duas variáveis (acabamento e condição das construções), analisadas juntas, refletem, com maior clareza, as áreas pobres do município (na área suscetível). O referido fato foi constatado após a exaustiva realização de cruzamentos com as variáveis utilizadas para mapear a vulnerabilidade.



Figura 13 - Construções classificadas conforme o acabamento das construções.



Figura 14 - Exemplos de construções classificadas conforme as condições das construções.

A terceira variável com o maior peso (20%) refere-se ao tipo de material das construções, as quais foram segmentadas em imóveis de madeira (Figura 15A), misto (Figura 15B) e alvenaria (Figura 15C).

Teoricamente, analisando o tipo de material de cada construção, é possível identificar o grau de pobreza de cada local, além da possível probabilidade de perdas quando o local sofrer com uma inundação. Intui-se que os maiores prejuízos referem-se aos locais de material mais frágil (madeira) e os menores prejuízos aos locais construídos com material resistente (de alvenaria).



Figura 15 - Exemplos de construções classificadas conforme o material das construções.

Outra variável utilizada, a qual retrata uma característica geral da área de estudo, refere-se a densidade de construções (com 15%). Deve-se destacar que para essa variável, utilizou-se o algoritmo *Kernel Density* do ArcGIS®, e dividiram-se os dados em três classes, por meio do critério estatístico do quartil.

Seguindo com a análise, destaca-se, nesse momento, a variável referente ao número de andares das residências. Essa variável, para a área de estudo, não necessariamente remete ao

grau de pobreza da população, porém, indica os locais que podem sofrer menos com a influência de uma inundação. Ou seja, se uma construção possuir uma pavimentação acima do térreo é uma forma daquele local ter um menor efeito destrutivo (ser mais fácil a retirada de móveis, por exemplo).

Assim sendo, com o cruzamento de todos os dados, obteve-se um índice de vulnerabilidade para cada uma das construções, sendo que, quanto maior for o valor desse índice (com o máximo de 10) maior será o grau de pobreza do local (maior a vulnerabilidade).

Com a atribuição de um índice de vulnerabilidade para cada uma das construções, gerou-se uma modelagem, por meio do algoritmo *Natural Neighbor* (do ArcGIS®), com os dados de cada uma das residências, obtendo ao final, um arquivo matricial sobre a vulnerabilidade na área urbanizada e suscetível à inundação de Jaguari.

Optou-se por realizar a modelagem com o algoritmo *Natural Neighbor* pelo fato de que o mesmo possui como característica, a manutenção do valor das amostras na geração da modelagem final. Dessa forma, é garantido, ao final da modelagem, o valor unitário de cada amostra.

Após a aplicação do referido processo, os dados foram segmentados em três classes: índice menor que 6, entre 6 e 8, e valores maiores do que 8. Deve-se destacar que os valores foram escolhidos após analisar o padrão de variação dos dados classificados por meio dos pesos e notas atribuídos, ou seja, a experiência e conhecimento da área de estudo foi o critério utilizado para realizar a segmentação dos dados nas três classes.

3.2.8 Zoneamento do risco

O risco à inundação em Jaguari foi obtido a partir do cruzamento espacial dos dados de perigo à inundação junto aos vulneráveis, gerando ao final, quatro classes, conforme evidenciado no Quadro 1.

Um fato que deve ser levado em consideração, é que as áreas de Alto perigo, são, por natureza própria, mais importantes para desencadear áreas com maior risco, e, essa foi a medida utilizada nesse trabalho.

Ou seja, se um local possuir uma baixa vulnerabilidade, e, estiver localizado em uma área de alto perigo, o mesmo será caracterizado como de alto risco. Já, se determinada área

possuir uma alta vulnerabilidade e não estiver ao alcance (não suscetível) do acontecimento de um evento (inundação), o local não será mapeado como áreas de risco.

Risco			
	Alta Vulnerabilidade	Média Vulnerabilidade	Baixa Vulnerabilidade
Alto Perigo	R1	R2	R2
Médio Perigo	R2	R3	R3
Baixo Perigo	R3	R4	R4

Quadro 1 - Referência para o cruzamento espacial do zoneamento do risco.

Após analisado as circunstâncias utilizadas para caracterizar o risco na área de estudo, deve-se destacar as características particulares de cada classe de risco:

A classe "R1 - Risco muito alto", após o cruzamento espacial, resultou na intersecção de áreas com Alto perigo e de alta vulnerabilidade.

A classe "R2 - Risco alto" foi delimitado a partir da união de três cruzamentos: Alto perigo e média vulnerabilidade, médio perigo e alta vulnerabilidade, e, por fim, alto perigo e baixa vulnerabilidade.

A classe "R3 - Risco médio" foi caracterizada, também, a partir de três cruzamentos, com áreas de médio perigo e média vulnerabilidade, baixo perigo e alta vulnerabilidade, e, ainda, médio perigo e baixa vulnerabilidade.

A classe "R4 - Risco baixo" foi segmentada a partir de dois cruzamentos: com áreas de baixo perigo e média vulnerabilidade, além de áreas com baixo perigo e baixa vulnerabilidade.

3.2.9 Organização dos dados para o uso do aplicativo BZMAPS

Como forma de disponibilização de todas as informações finais, houve a construção do aplicativo BZMAPS, a partir da linguagem de programação *Visual Basic*, junto ao aplicativo *Microsoft Visual Basic 6.0*.

Com o aplicativo há a disponibilização de um banco de dados geocodificado, com informações acerca das residências localizadas na área suscetível à inundação. Entre as informações sintetizadas no banco de dados, podem-se destacar as coordenadas geográficas, a classificação da vulnerabilidade e do perigo, o zoneamento do risco e a cota altimétrica.

Assim, todas as informações, tabuladas em um banco de dados do *Microsoft Office Access*®, estarão disponíveis de forma ágil e fácil para qualquer usuário. Além disso, junto a linguagem SQL, poderão ser realizadas pesquisas textuais e numéricas dos dados tabulados, e os dados finais, selecionados por meio das pesquisas, poderão ser espacializados no *Google Earth*, por meio de arquivos KML.

4 RESULTADOS OBTIDOS

Nesse capítulo haverá a apresentação das análises realizadas a partir do entendimento dos conteúdos bibliográficos junto a aplicação dos processos metodológicos. À vista disso, serão apresentados os resultados referentes ao mapeamento da suscetibilidade, do tempo de retorno das inundações, do perigo, da vulnerabilidade, do zoneamento do risco, além da organização final dos dados.

4.1 Resultados da validação do MDT

A validação do MDT gerado é de fundamental importância a esse trabalho, visto que o mesmo é a base cartográfica primária à caracterização do risco, sendo assim, os resultados pertinentes a qualidade dos dados altimétricos está destacado a seguir.

Assim sendo, depois de explicitado na parte metodológica dessa dissertação, escolheram-se 40 pontos localizados na área com tempo de retorno de até 73 anos (áreas suscetível), e, a partir disso, analisaram-se todas as discrepâncias existentes entre os dados, conforme evidenciado na Figura 16.

Nessa análise, por meio da avaliação dos dados através de processos estatísticos, verificou-se que existe uma divergência, porém com uma baixa significância. A interpolação final dos dados (o MDT gerado a partir do *Topo to Raster*) gerou discordâncias de até (aproximadamente) 20 cm em relação ao ponto coletado no mesmo local (com o GNSS), porém, é uma variação esperada, visto a dimensão da área modelada.

De forma geral, os pontos foram analisados em duas formas, a primeira focando nos valores positivos e, por seguinte com as variações negativas.

Na primeira análise, com os dados (divergentes) positivos, verificou-se que os mesmos apresentam um desvio-padrão de 7,89 cm e uma média aritmética de 5,26 cm, tendo ao total, 21 pontos analisados. Já, com a análise exclusiva dos valores negativos, verificou-se um desvio-padrão de 4,62 cm e uma média aritmética de 3,33 cm, com a análise de 19 pontos. Dessa forma, pode ser analisado que a amplitude média da variação dos dados foi de 8,59 cm.

Salienta-se, que na análise dos 40 pontos, o que obteve a maior discrepância positiva foi com o valor de 22,31 cm de divergência, e o negativo com -15,58 cm, resultando em uma amplitude de 37,89 cm. Mesmo assim, são resultados de pontos extremos, não sendo um padrão das variações médias.

Visto os baixos valores (médios) de variação dos dados, intui-se, que a modelagem apresentou um resultado satisfatório para a área de estudo. Ao correlacionar o resultado final do MDT, aos dados obtidos com a fotogrametria (modelagem inicial), verifica-se que houve um efetivo aperfeiçoamento da modelagem, já que com a fotogrametria obteve-se uma precisão de 73,90 cm, e, a última modelagem, com os dados analisados, há uma amplitude máxima de 37,89 cm dos dados, e amplitude média de 8,59 cm.

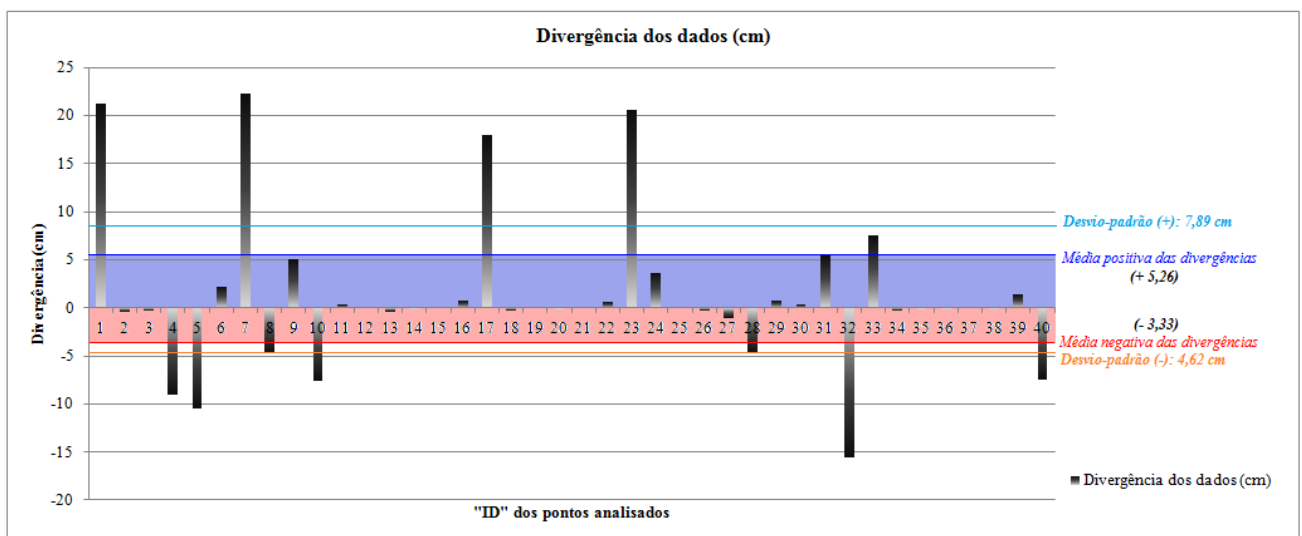


Figura 16 - Análise da acurácia do MDT com referência aos pontos GNSS.

A seguir, deve-se destacar o mapa de incertezas altimétricas (Figura 17). Desse modo, conforme já explicitado, o mesmo foi dividido em três (3) zonas: zonas confiáveis (com mais de 2 pontos/ha), zonas transitórias (com no mínimo 1 ponto/ha) e zonas duvidosas (sem nenhum ponto por ha).

Quanto aos resultados obtidos, contextualiza-se, de forma visual, que toda a área urbana apresenta-se dentro da zona transitória, ou seja, com pelo menos um (1) ponto/ha. Dessa forma, tem-se, alta confiabilidade nos dados estimados, uma vez que, as áreas nas quais necessitam a densidade de informações, estão previamente qualificadas quanto a consistência de informações.

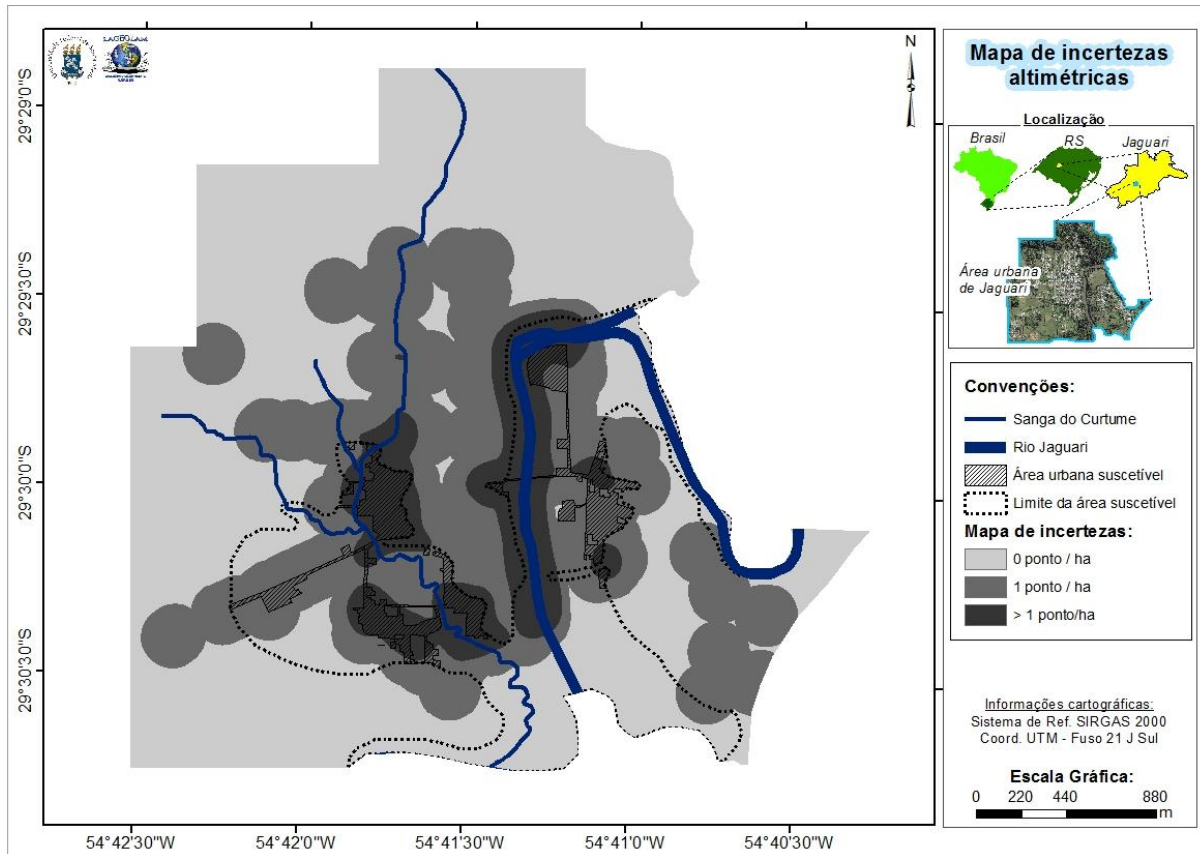


Figura 17 - Mapa de incertezas altimétricas obtido por meio da análise da densidade de pontos GNSS.

4.2 Análise da suscetibilidade

Com a definição do tempo de retorno de 73 anos e o MDT obtido pelo levantamento com receptores de sinal GNSS, obteve-se a definição da área suscetível à inundação no perímetro urbano de Jaguari.

Conforme o exposto, cabe ressaltar, inicialmente, o resultado obtido por meio da aplicação da fotogrametria, obtendo a primeira modelagem para a área de estudo, com a apresentação do "MDE 1" (Figura 18).

Visto o problema existente com o referido modelo, por representar o efeito dossel originado pela vegetação e pelas construções, extraíram-se as áreas úteis do "MDE 1" (Figura 19), por meio da aplicação metodológica já contextualizada. Assim, obteve-se, o "MDT1", nesse momento, com dados altimétricos detalhados no nível do solo (Figura 20).

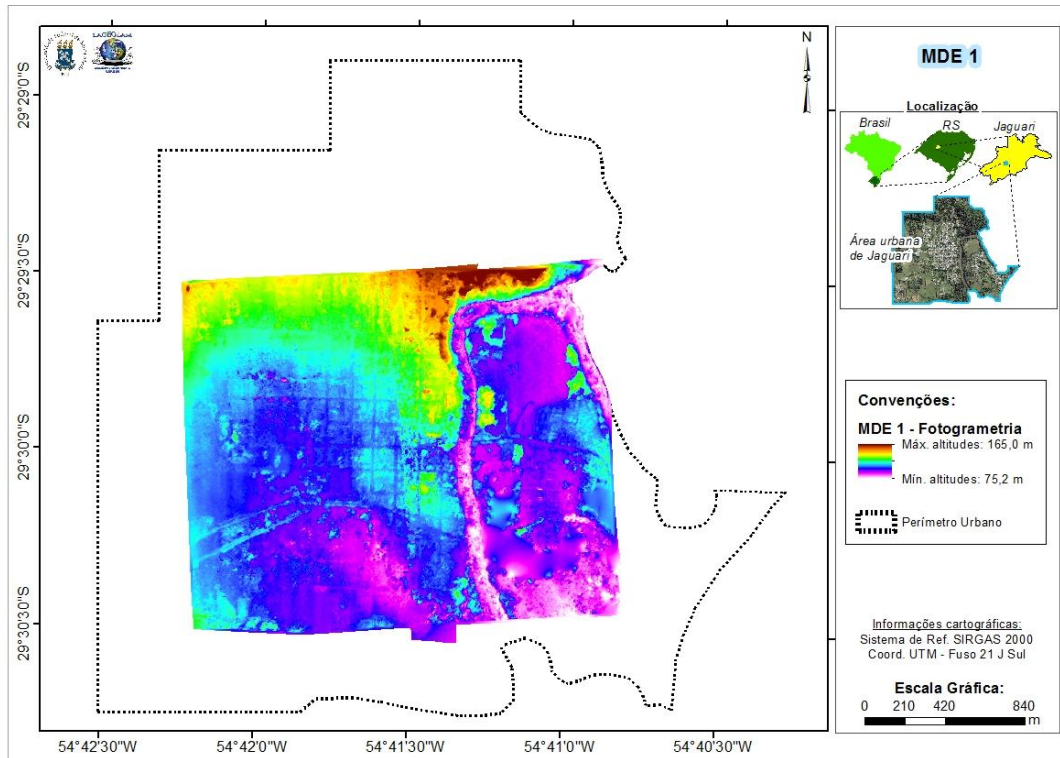


Figura 18 - Primeira modelagem: "MDE 1".

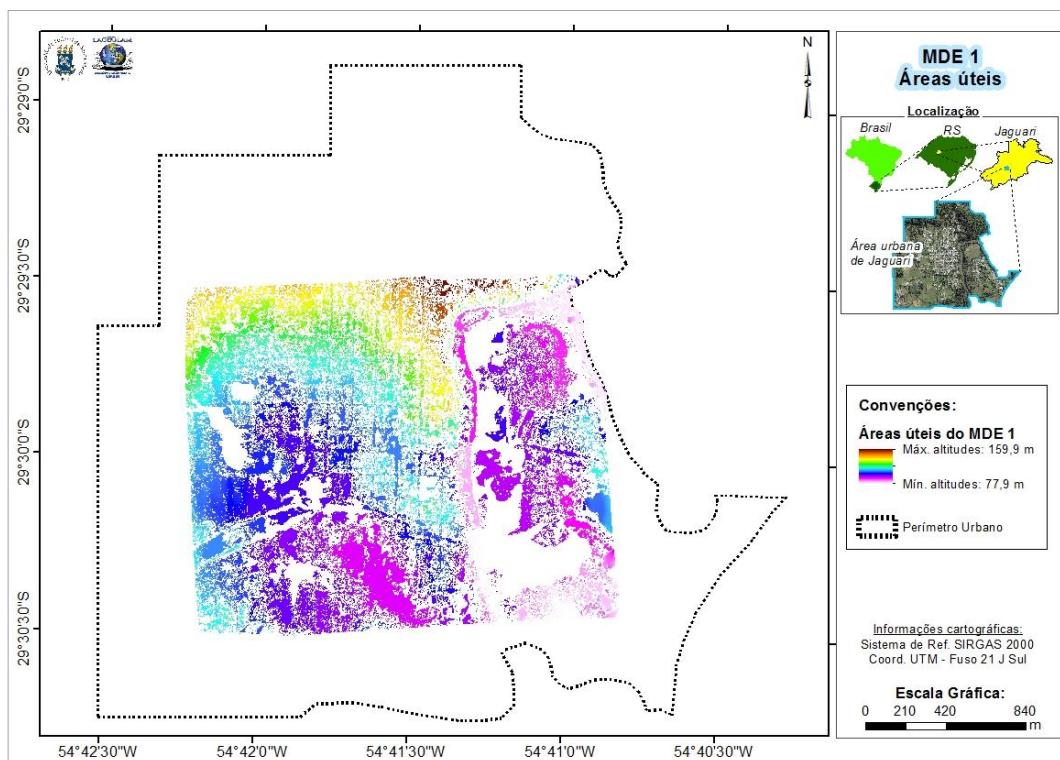


Figura 19 - Áreas úteis do "MDE 1".

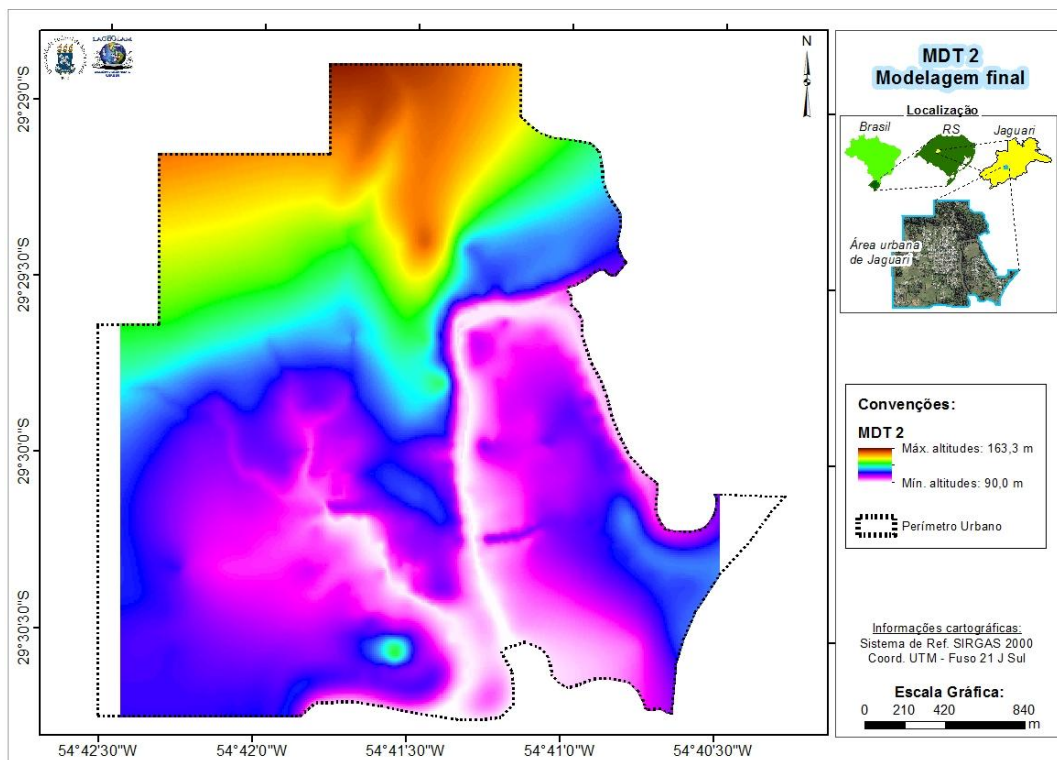


Figura 20 - Modelo utilizado após a aplicação das rotinas metodológica: "MDT 2".

Finalmente, com a modelagem altimétrica final da área de estudo, definiu-se a área suscetível por meio de uma divisão booleana, segmentada conforme o evento inédito de inundação caracterizado na área de estudo (Figura 21).

Conseqüentemente, dentro desse recorte espacial, mapeou-se um montante de 401 residências, espalhadas em uma área total de 238,03 ha. Porém, ressalva-se que apenas 33,89 ha correspondem as áreas suscetíveis e que estão urbanizadas, as quais totalizam 15,3% da área total urbanizada do município. Esses locais receberão atenção especial no que tange ao mapeamento da vulnerabilidade e do perigo à inundação.

A área de inundação englobou, no total, cinco bairros do município de Jaguari. O bairro delimitado como Centro, contabilizou 115 residências, no bairro Mauá houve o registro de 38 domicílios, no Sagrado Coração de Jesus mapearam-se 111 casas, no bairro Rivera registraram-se 130 construções, e, por fim, no bairro Nossa Senhora Aparecida houve um montante de 7 residências. A segmentação dos bairros do município, os quais estão inseridos dentro da área suscetível à inundação está destacado na Figura 22.

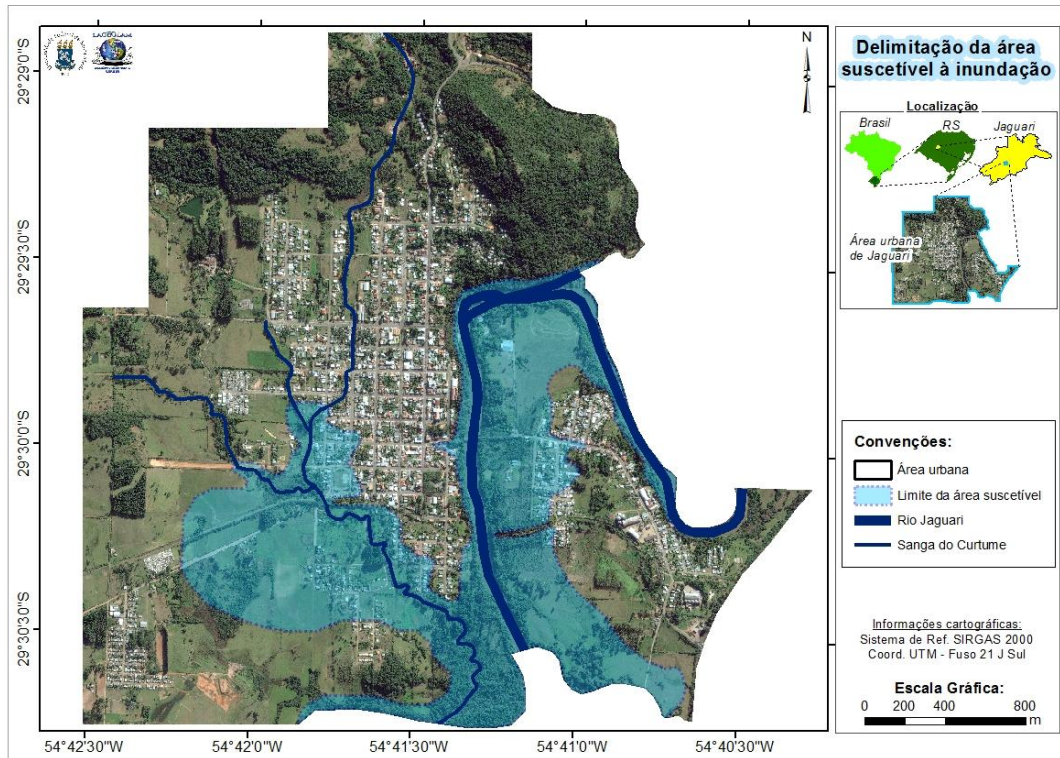


Figura 21 - Definição da área suscetível à inundação no perímetro urbano de Jaguari.

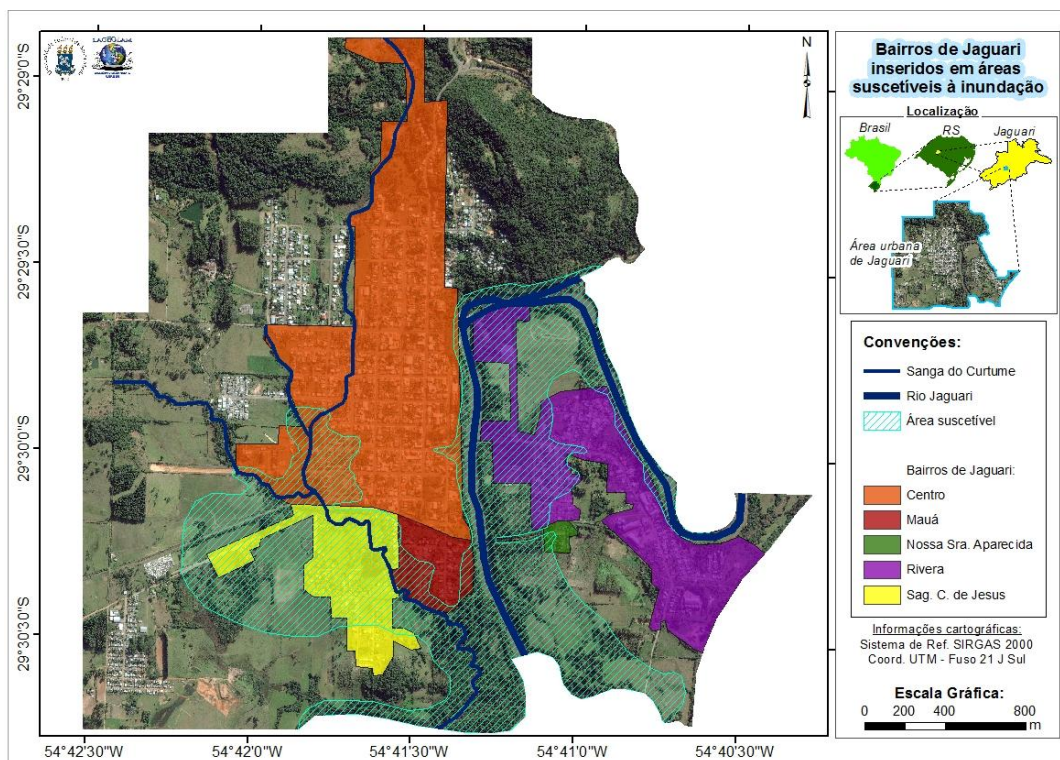


Figura 22 - Bairros de Jaguari inseridos dentro da área suscetível à inundação.

4.3 Tempo de retorno das inundações

Com a geração de várias instruções SQL (com o aplicativo “Pesquisas HidroWeb”), foram obtidas as estimativas, as quais foram utilizadas como amostras (Quadro 2), para, que assim, fosse estimada a recorrência das inundações em Jaguari, processo realizado com a utilização de diferentes funções matemáticas, simuladas junto a uma planilha eletrônica do *Excel*®.

Quadro 2 - Dados obtidos com o uso do aplicativo “Pesquisas HidroWeb” para criação das amostras.

Amostragem		
Tempo de retorno (anos)	Cota (cm)	Nº de eventos
1	810	74
2	900	37
3	969	24
4	990	19
5	1000	15
10,4	1060	7
18,3	1100	5
24,3	1170	3
36,5	1200	2
73	1260	1

Com as amostras obtidas, partiu-se para a análise das seis funções matemáticas utilizadas na estimativa dos tempos de retorno (Logarítmica, Linear, Exponencial, Polinomial de 2º grau, Polinomial de 3º grau e Potência). Assim, ao final da implementação metodológica, definiu-se que a função que se aproximou com mais eficiência das amostras foi a função logarítmica, por ter apresentado a maior correlação entre dados estimados e amostras (com $R^2=0,985$). Além disso, a fim de caracterizar os erros amostrais, também denominados como resíduos, que são gerados a partir da diferença entre os dados estimados e as amostras, verificou-se que a função logarítmica obteve o menor desvio padrão (de 9,18).

Uma síntese dos gráficos das funções utilizadas para definir o tempo de recorrência das inundações está sintetizada na Figura 23, além disso, a Tabela 2 apresenta o resultado obtido após realizar a análise detalhada dos resíduos de todas as funções.

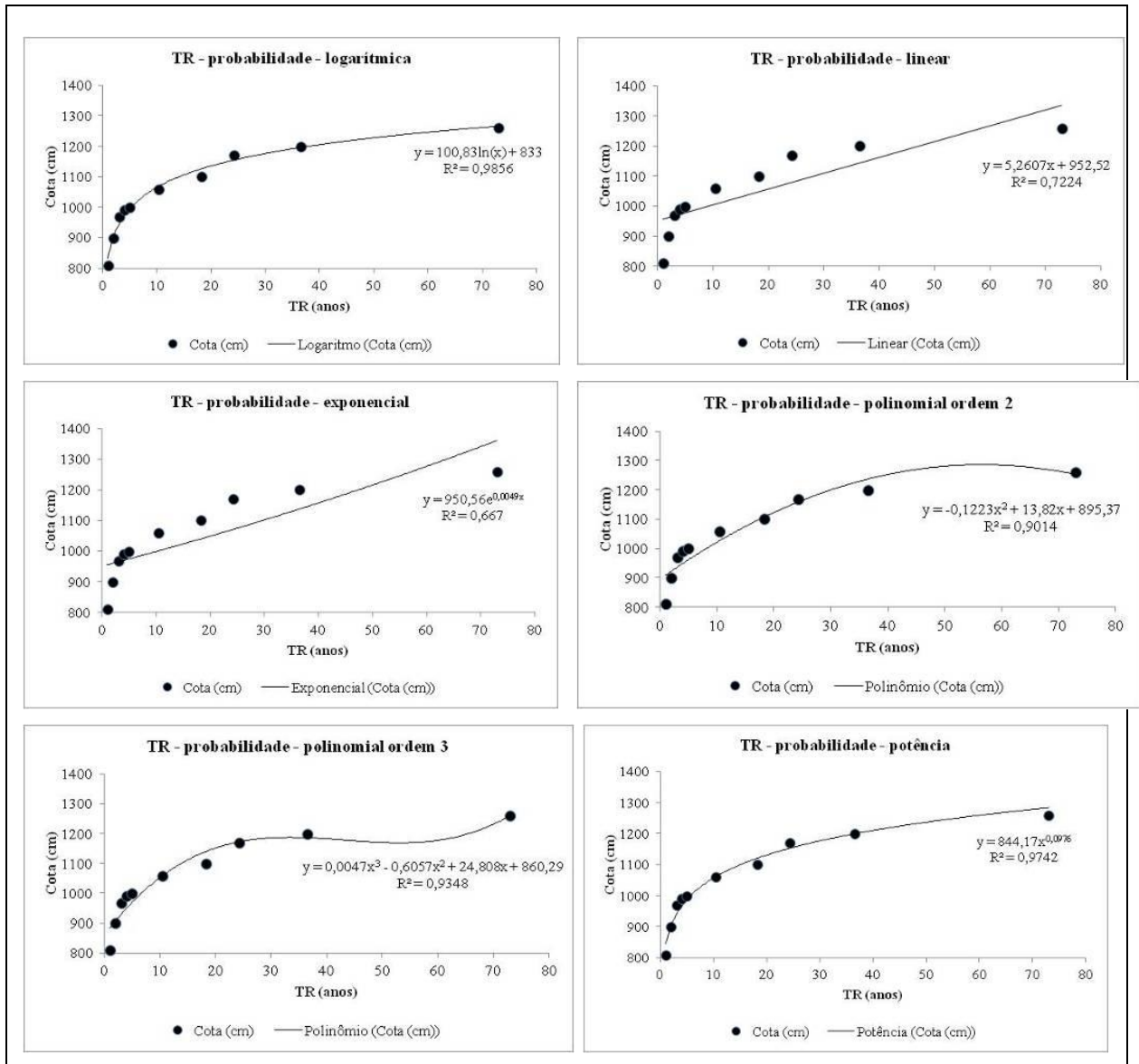


Figura 23 - Gráfico das funções analisadas.

Assim, com a utilização das estimativas da função logarítmica, juntamente com a correlação dos dados das réguas linimétricas da ANA (cota) com a altitude ortométrica dos pontos, alcançaram-se os valores evidenciados na Tabela 3. Para auxiliar na análise do tempo de retorno das inundações para a área urbana de Jaguari, a Figura 24, evidencia os referidos valores por meio de um gráfico.

Dessa forma, realizou-se a estimativa dos dados para os tempos de retorno de 2 e 10 anos, bem como para o de 73 anos, uma vez que é essa a amplitude total dos dados analisados, e, dessa forma, esse tempo de retorno representará o evento extraordinário ocorrido no município, que no caso é o datado no ano de 1984.

Tabela 2 - Discrepância entre os dados amostrais e os estimados.

Discrepância para a amostra (resíduo em cm)						
Tempo de retorno (anos)	Logarítmica	Linear	Exponencial	Polinomial (2)	Polinomial (3)	Potência
1	23,00	147,76	144,31	99,00	74,40	34,10
2	2,87	63,02	58,13	22,45	7,41	2,80
3	25,26	0,72	7,03	33,34	39,74	29,98
4	17,26	16,46	24,17	41,37	40,02	24,41
5	4,77	21,20	30,30	38,65	30,43	13,28
10,4	9,05	52,80	69,13	34,17	2,82	0,63
18,3	26,02	51,24	77,31	7,35	35,95	19,06
24,3	15,40	89,68	122,47	10,91	7,01	19,74
36,5	4,39	55,51	100,09	37,20	46,10	3,43
73	5,48	76,48	12,82	5,98	257,38	19,78
<i>Somatório</i>	<i>133,50</i>	<i>574,87</i>	<i>645,75</i>	<i>330,41</i>	<i>541,25</i>	<i>167,22</i>
<i>Média</i>	<i>13,35</i>	<i>57,49</i>	<i>64,58</i>	<i>33,04</i>	<i>54,13</i>	<i>16,72</i>
<i>Desvio Padrão</i>	<i>9,18</i>	<i>41,98</i>	<i>47,13</i>	<i>26,80</i>	<i>74,62</i>	<i>11,56</i>

Assim, para o tempo de retorno de 2 anos a referência adotada na cota da régua da ANA é de 10 m, com uma altitude ortométrica de 99,46 m. No tempo de retorno de 10 anos a altitude de referência é de 101,06 m com uma relação à cota da régua da ANA de 11,6 m. Por fim, o tempo de retorno de 73 anos apresentou uma cota, em relação à régua da ANA de 15,04 m, correspondendo a uma altitude de 104,50 m. Sabe-se, que existe a diferença da cota de inundação para a altitude do relevo, porém, essa relação será desprovida desse trabalho, visto a complexidade dessa análise.

Tabela 3 - Resultado dos tempos de retorno.

Tempo de Retorno (anos)	Cota em relação à régua (m)	Cota altimétrica de referência (m)	Diferença entre altimetria e cota na régua (m)
2	10,0	99,46	
10	11,6	101,06	89,46
73	15,04	104,50	

O auxílio da comunidade jaguariense em geral foi de grande importância a fim de realizar a estimativa do tempo de retorno das inundações, pois, os moradores indicaram as prováveis áreas inundadas pelo evento de 1984. Sendo assim, as referidas cotas aproximaram-se e muito da indicada no cálculo do tempo de retorno. No total, existiram 5 registros desses locais espalhados na cidade. A apresentação dos mesmos está disposta no Quadro 3.

Contextualiza-se, conforme já evidenciado em etapas anteriores, que as diferenças existentes devem-se, principalmente, a não coincidência do nível da inundação com o nível altimétrico topográfico. Assim sendo, essas estimativas apresentarão algumas diferenciações, nas áreas inundáveis, principalmente referenciando os registros da inundação de 1984. Ainda, cabe ressaltar, que o nível da inundação de 1984 é a base do cálculo para a estimativa do tempo de retorno máximo da área de estudo, de 73 anos.

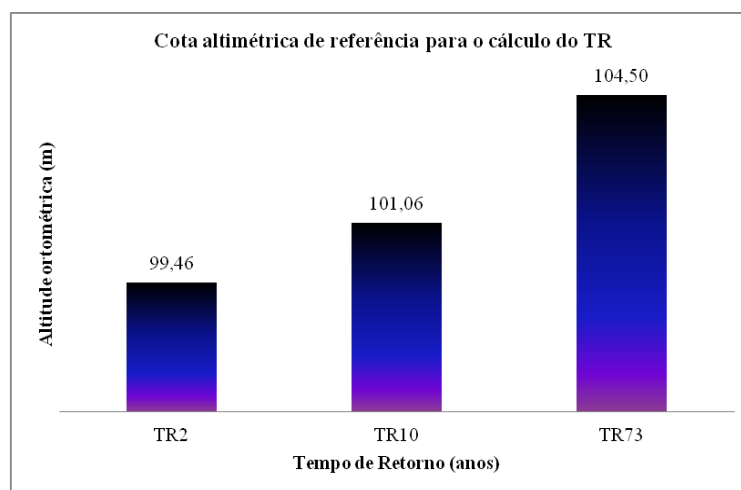


Figura 24 - Análise das cotas correspondentes aos tempos de retorno à inundação.

Id	Descrição do local	Altitude ortométrica (m)
1	Ponto localizado em uma residência antiga no bairro S. Coração de Jesus	104,1
2	Ponto localizado na esquina de um posto de combustível do bairro Rivera	105,5
3	Ponto localizado em uma residência no bairro Mauá	104,1
4	Ponto localizado em uma rua do bairro Mauá	104,1
5	Ponto localizado próximo ao Clube Poliesportivo	104,8
Média aritmética:		104,5

Quadro 3 - Marcas da inundação de 1984.

A fim de visualizar com um maior grau de detalhamento os referidos pontos, tem-se na Figura 25, um mapa de representação dos locais no qual foi evidenciado o nível da inundação ocorrida em 1984, conforme identificação ("Id") apresentada no Quadro 3.

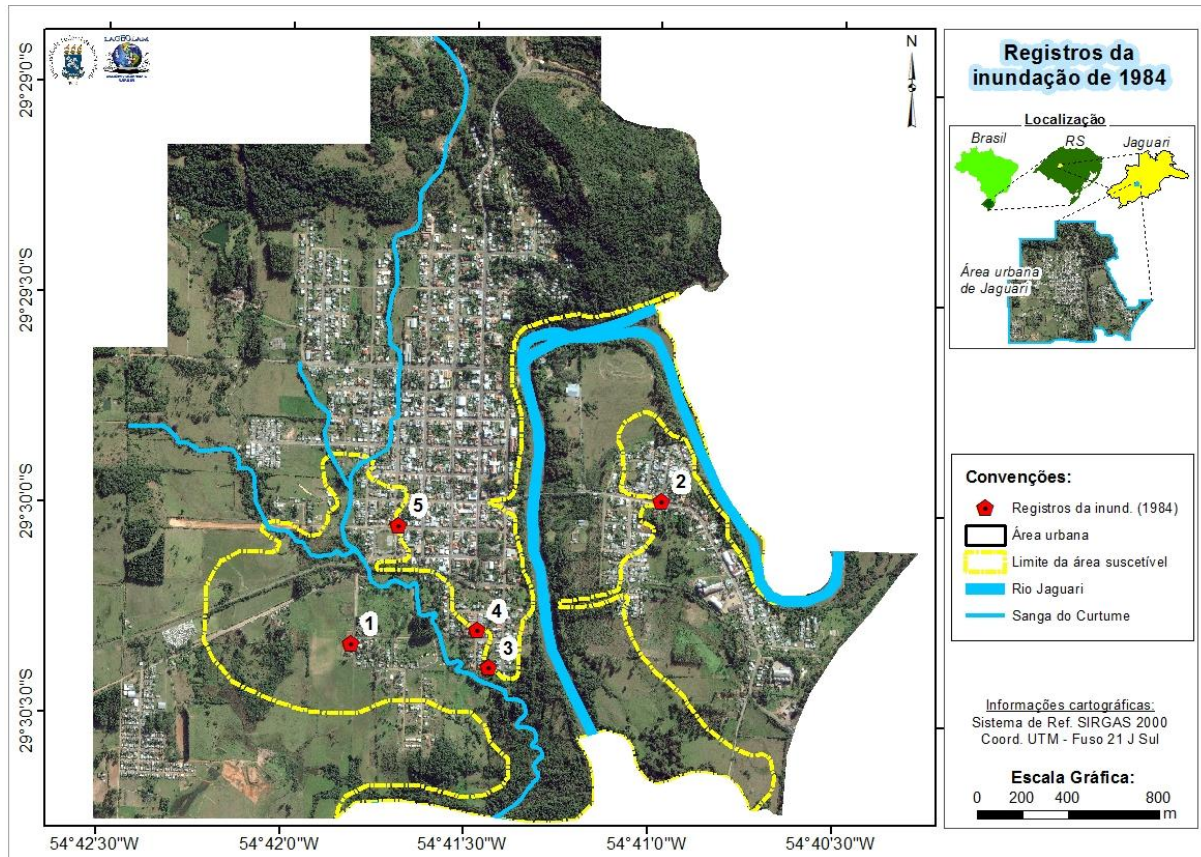


Figura 25 - Mapa de apresentação dos locais com marcas/registros de inundação.

4.4 Análise do Perigo à inundação

Após aplicação de todo o processo metodológico enfatizado no capítulo anterior, referente a cartografia do perigo à inundação, obteve-se, dessa forma, o mapa dessa variável, conforme disponibilizado na Figura 26. Portanto, analisa-se que as áreas mais perigosas estão localizadas próximas a sanga do Curtume e ao rio Jaguari.

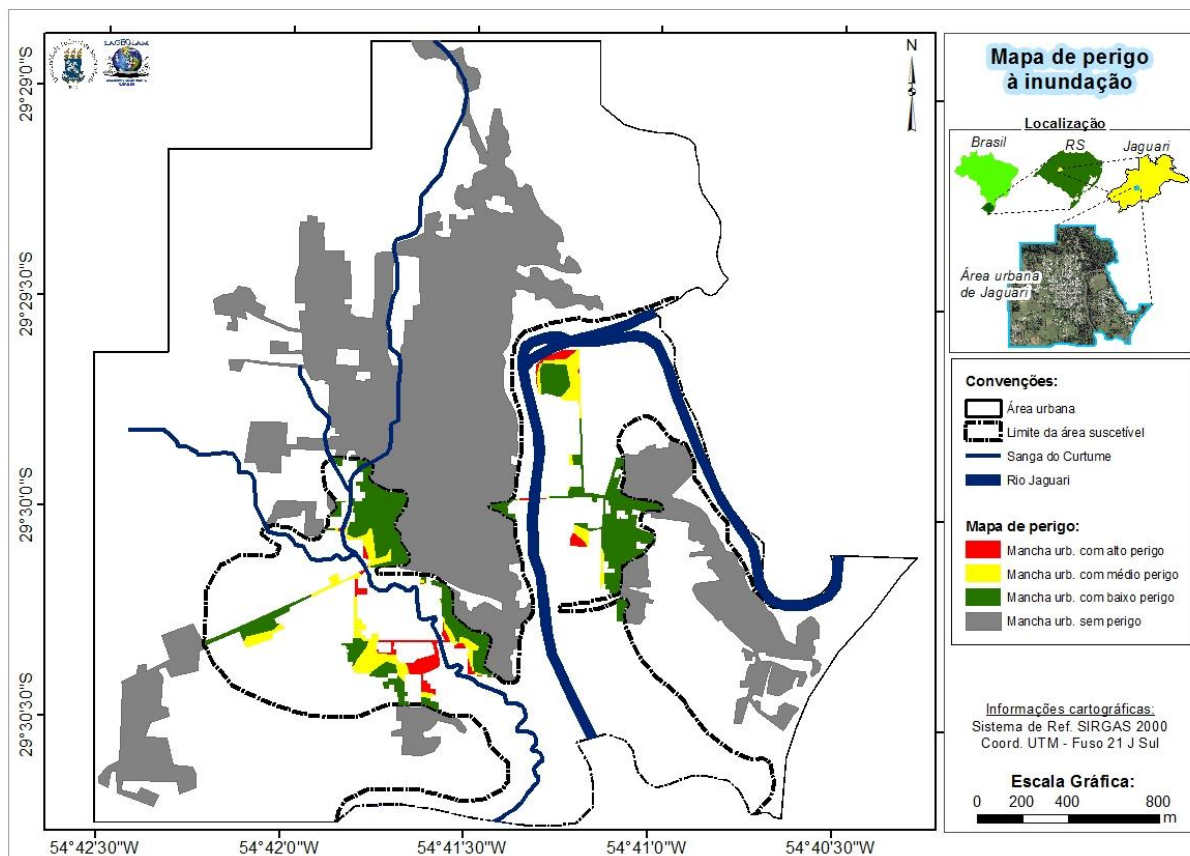


Figura 26 - Cartografia do perigo à inundação.

Outrossim, destaca-se que com a análise do tempo de retorno, obteve-se cerca de 15% da área urbanizada, mapeada na área abrangente ao tempo de retorno de 73 anos, com cerca de 30 ha de superfície. Ainda, a fim de contextualizar todos os tempos de recorrência, tem-se por meio da Tabela 4 a apresentação detalhada das áreas e porcentagens específicas de cada tempo de retorno.

Tabela 4 - Quantificação das áreas do mapeamento do perigo à inundação.

Tempos de Retorno	Perigo	Área (ha)	Área acumulada (ha)	Porcentagem da área de perigo	Porcentagem da área de perigo (acumulada)
TR2	Alto	3,22	3,22	9,6%	9,6%
TR10	Médio	7,65	10,87	22,8%	32,4%
TR73	Baixo	22,73	33,60	67,6%	100,0%

Com base na Tabela 4 é visto que a classe de alto perigo (com inundações que ocorrem com um tempo de retorno de 2 anos) abrange uma pequena área, com 3,22 ha, representando 9,6% da área de perigo, com um total de 18 residências. Já, na análise do médio perigo (TR10) a área inundável abrangeu um montante de 7,65 ha, representando 22,8% da

área de perigo, com 65 residências. Por fim, na área de baixo perigo (TR73) há 22,73 ha de área inundável, sendo 67,6% da área urbanizada, gerando um montante de 318 residências.

4.5 Análise da vulnerabilidade

Com o intuito de analisar os dados do mapeamento da cartografia da vulnerabilidade, pode-se verificar, resumidamente, uma síntese quanto as variáveis analisadas, conforme a Figura 27, com a disposição final dos resultados obtidos *in loco*.

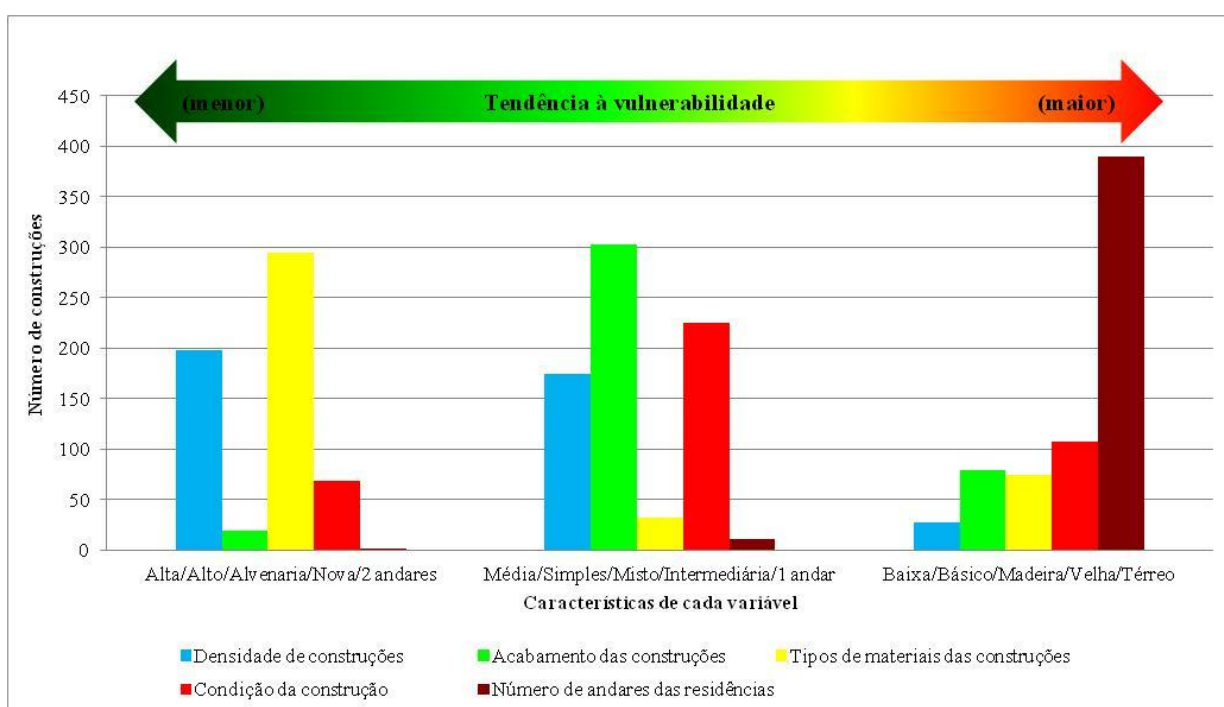


Figura 27 - Resultados parciais a respeito do mapeamento da vulnerabilidade.

No mapeamento da densidade, dentro da área suscetível, verificou-se que 198 construções estão inseridas na classe de alta densidade (de 12 a 26 casas/ha), 175 na classe média densidade (de 5 a 11 casas/ha) e 28 na classe de baixa densidade (com no mínimo 4 casas/ha).

Analisando a variável acabamento das construções, quantificaram-se 19 construções como de alto acabamento, 303 como de acabamento simples e 79 de acabamento básico. Referente ao tipo de material com que a residência foi construída verificou-se que 294 delas são de alvenaria, 32 mistas (alvenaria e madeira) e 75 de madeira. Ao analisar a variável

condição das construções, quantificou-se 69 construções como novas, 225 intermediárias e 107 velhas.

Por fim, ao segmentar as residências conforme o número de pavimentos verificou-se que quase todas as residências possuem apenas o térreo, totalizando um montante de 389 casas. Ainda, registrou-se 11 construções com um andar e apenas 1 com dois andares.

Após a análise e apresentação dos dados preliminares da vulnerabilidade, os mesmos foram espacializados conforme aplicação metodológica já evidenciada. Sendo assim, a seguir, serão destacadas as quantificações obtidas para cada classe de vulnerabilidade, conforme Tabela 5, além da visualização das referidas áreas na Figura 28.

Tabela 5 - Quantificação das áreas do mapeamento da vulnerabilidade à inundação.

Vulnerabilidade	Área (ha)	Área acumulada (ha)	Porcentagem da área suscetível	Porcentagem da área suscetível (acumulada)
Alta	2,96	2,96	8,8%	8,8%
Média	13,34	16,30	39,7%	48,5%
Baixa	17,30	33,60	51,5%	100,0%

Após realizar a análise da Tabela 5, é visto que 8,8% da área suscetível foi mapeada como de alta vulnerabilidade, com uma área de 2,96 ha, sendo, que nesse local há a espacialização de 46 residências. Já na classe de média vulnerabilidade, mapeou-se 13,34 ha, correspondente a 39,7% da área suscetível, com 171 residências. Por fim, na classe de baixa vulnerabilidade, registrou-se 17,30 ha, que caracteriza 51,5% da área suscetível, com 184 residências.

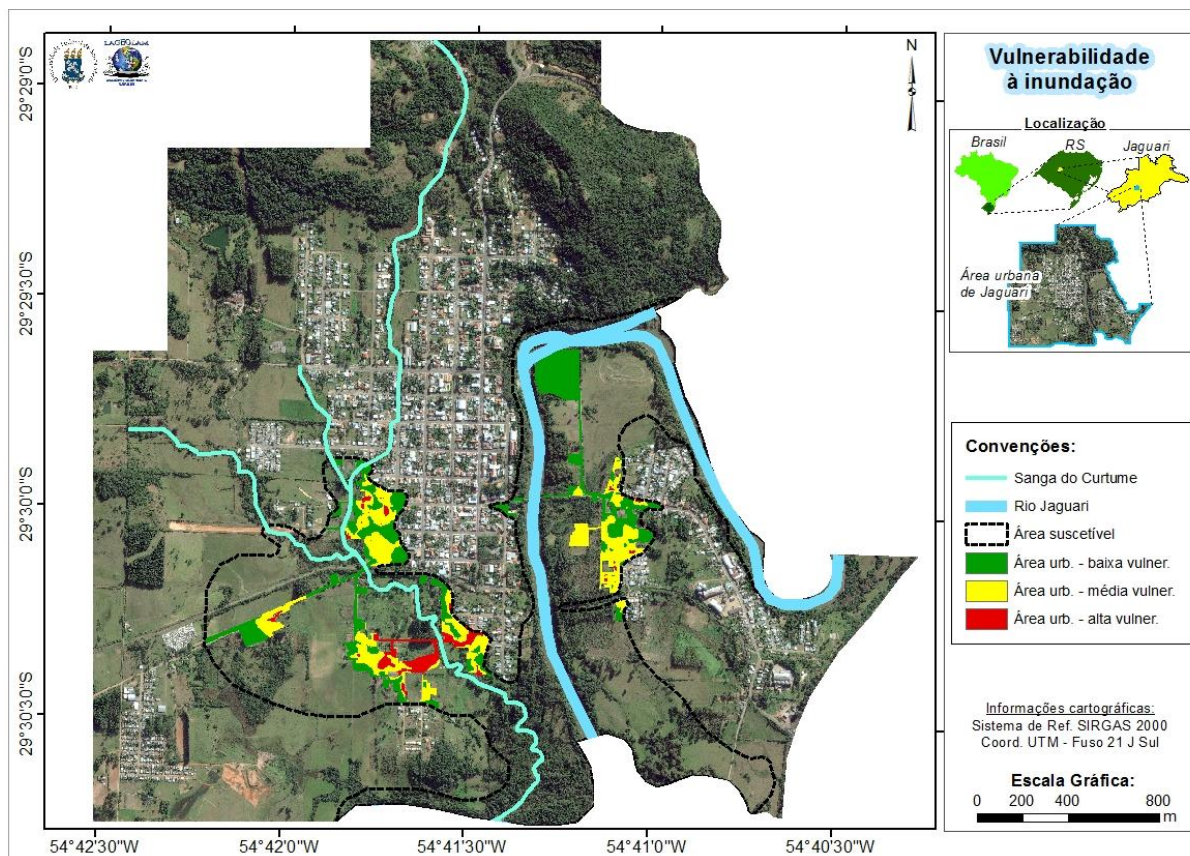


Figura 28 - Cartografia da vulnerabilidade à inundação.

4.6 Zoneamento do risco

Após a explicitação metodológica de definição do zoneamento do risco à inundação, abordado no capítulo anterior, e da análise dos resultados do perigo e da vulnerabilidade, tem-se, por meio da Tabela 6, a apresentação dos resultados quantitativos dessa variável, e, por meio da Figura 29, a apresentação cartográfica do zoneamento.

Além disso, a fim de analisar, de forma global, a quantificação dos dados que resultou no mapeamento das áreas de risco, tem-se, por meio da Figura 30, a identificação numérica dos mapeamentos da vulnerabilidade e do perigo à inundação na área de estudo.

Após a análise da Tabela 6, é visto que 4,5% da área suscetível foi mapeada na classe de risco muito alto, com uma área de 1,50 ha, sendo, que nesse local há a espacialização de 7 residências. Já na classe de alto risco, mapeou-se 2,26 ha, correspondente a 6,8% da área suscetível, com 21 residências. Ainda, na classe de médio risco, mapeou-se 23,8% da área

suscetível, com 7,88 ha, totalizando 84 residências. Por fim, na classe de baixo risco, registrou-se 21,54 ha, que caracteriza 64,9% da área suscetível, com 289 residências.

Tabela 6 - Quantificação do zoneamento do risco à inundação na área urbana de Jaguarí.

Classificação do risco	Áreas de Risco			Construção nas áreas de risco		
	Área (ha)	Frequência (%)	Frequência acumulada (%)	Nº de construções	Frequência (%)	Frequência acumulada (%)
Risco Muito Alto	1,50	4,5%	4,5%	7	1,7%	1,7%
Alto Risco	2,26	6,8%	11,3%	21	5,2%	6,9%
Médio Risco	7,88	23,8%	35,1%	84	20,9%	27,8%
Baixo Risco	21,54	64,9%	100,0%	289	72,2%	100,0%
Somatório	33,18	100,0%	-	401	100,0%	-

Após o mapeamento das áreas de risco à inundação no município de Jaguarí, verificou-se uma baixa quantidade de construções inseridas nas áreas de risco alto e muito alto; uma média concentração de residências na classe de médio risco; e uma altíssima quantidade de residências dispostas na área de baixo risco.

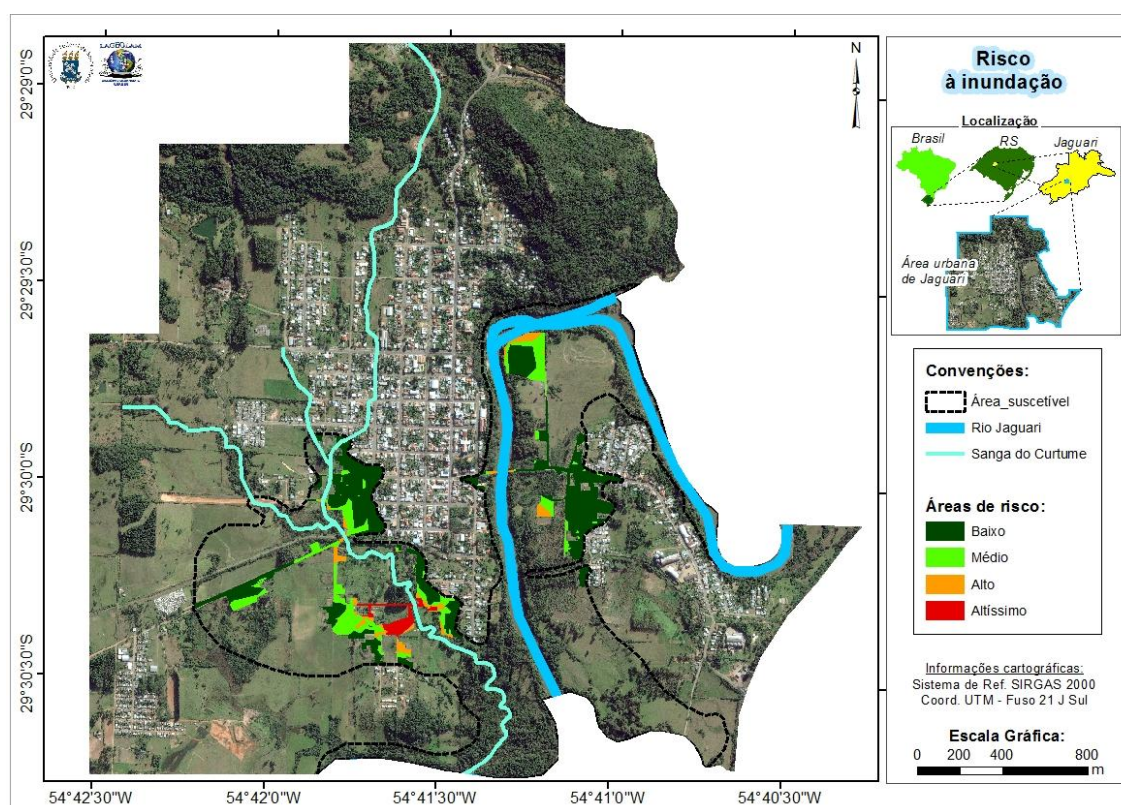


Figura 29 - Cartografia do risco à inundação.

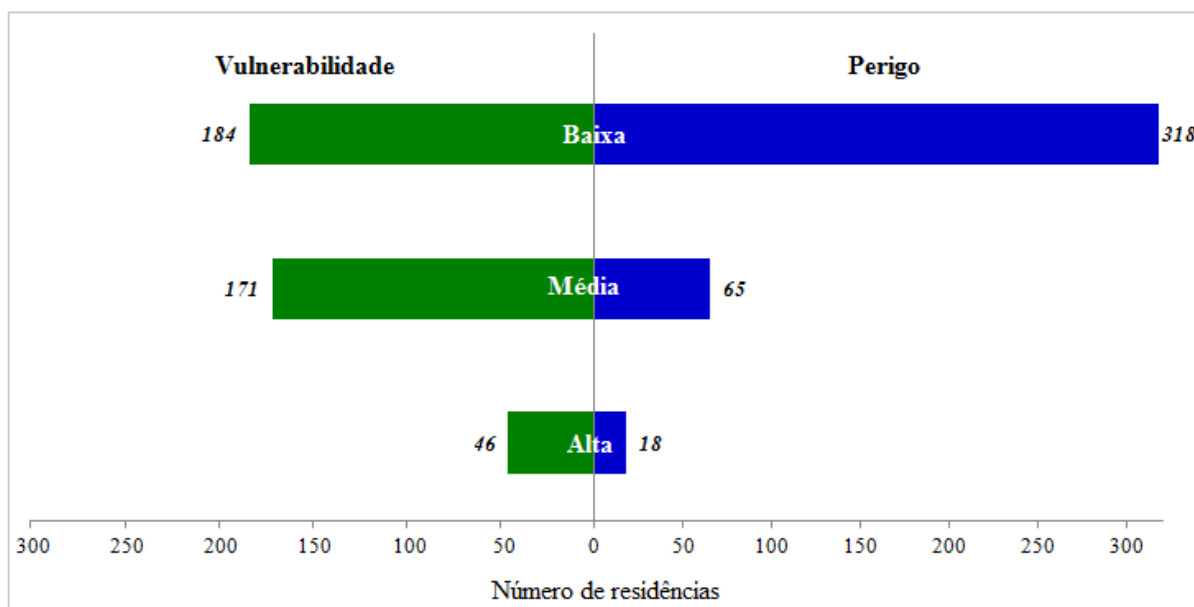


Figura 30 - Análise comparativa entre as construções englobadas em áreas vulneráveis e de perigo à inundação.

4.7 Organização dos dados finais

Após a aplicação de todo o processo metodológico e obtenção do dimensionamento da área suscetível, do mapeamento das classes de vulnerabilidade e de perigo, e, por fim, o zoneamento do risco, tem-se, por meio do aplicativo BZMAPS, a organização dos vários planos de informação. Tem-se com a Figura 31, a exposição da tela inicial do aplicativo, e na Figura 32 a apresentação da tela de consultas.



Figura 31 - Visualização da tela inicial do aplicativo BZMAPS.

The screenshot shows the BZMAPS application interface. At the top, there is a menu bar with options: 'Mapas', 'Consultas SQL (Dados intermediários)', 'Consultas SQL (Dados finais)', 'Atualizar', and 'Sair'. Below the menu bar, there are three main sections: a sidebar on the left with 'Consulta numérica (com SQL)' (f) and 'Consulta textual' (g); a central area with 'Gerar K.M.L' (h); and a right-hand panel (i) displaying 'Informações selecionadas' for a specific location. This panel includes 'Informações cadastrais' (Identificação: 32, Bairro: MAUÁ), 'Informações cartográficas' (Latitude: -29,5062437222222, Longitude: -54,6911316666667), and 'Informações das inundações' (Vulnerabilidade: Média Vulnerabilidade, Perigo: Baixo Perigo, Risco: Baixo risco). Below the right-hand panel is a table (j) with 10 columns: ID, Identificacao, Bairro, Latitude, Longitude, Densidade, Acabamento_construcao, Tipos_construcao, Condiçao_construcao, and Numero. The table contains 33 rows of data. At the bottom left, there is a 'Mapas' button (k).

ID	Identificacao	Bairro	Latitude	Longitude	Densidade	Acabamento_construcao	Tipos_construcao	Condiçao_construcao	Numero
1	1_CENTRO_Baixo risco	CENTRO	-29,4998350277778	-54,6902111944444	Média densidade	Alto	Alvenaria	Intermediária	
2	2_CENTRO_Baixo risco	CENTRO	-29,4998358888889	-54,6904260277778	Média densidade	Simples	Alvenaria	Intermediária	Térreo
5	5_CENTRO_Baixo risco	CENTRO	-29,5001006944444	-54,6898675	Média densidade	Simples	Alvenaria	Intermediária	Térreo
18	18_MAUÁ_Baixo risco	MAUÁ	-29,5052723611111	-54,69096	Alta densidade	Simples	Alvenaria	Velha	Térreo
19	19_MAUÁ_Baixo risco	MAUÁ	-29,5052812222222	-54,6910580277778	Alta densidade	Simples	Alvenaria	Intermediária	Térreo
20	20_MAUÁ_Baixo risco	MAUÁ	-29,5052805	-54,6911535555556	Alta densidade	Simples	Alvenaria	Intermediária	Térreo
21	21_MAUÁ_Risco médio	MAUÁ	-29,5048371388889	-54,69146375	Alta densidade	Básico	Misto	Velha	Térreo
22	22_MAUÁ_Risco médio	MAUÁ	-29,5047321111111	-54,6914634166667	Alta densidade	Básico	Alvenaria	Velha	Térreo
24	24_MAUÁ_Risco médio	MAUÁ	-29,5048266388889	-54,6911338333333	Alta densidade	Básico	Madeira	Velha	Térreo
25	25_MAUÁ_Baixo risco	MAUÁ	-29,5049173611111	-54,6911345	Alta densidade	Simples	Madeira	Intermediária	Térreo
26	26_MAUÁ_Baixo risco	MAUÁ	-29,5055321666667	-54,6911451111111	Alta densidade	Simples	Alvenaria	Intermediária	Térreo
27	27_MAUÁ_Baixo risco	MAUÁ	-29,5056610555556	-54,6911449166667	Média densidade	Simples	Misto	Intermediária	Térreo
28	28_MAUÁ_Baixo risco	MAUÁ	-29,5058016944444	-54,6911335277778	Média densidade	Simples	Alvenaria	Nova	Térreo
29	29_MAUÁ_Baixo risco	MAUÁ	-29,5058999444444	-54,6911538611111	Média densidade	Simples	Alvenaria	Intermediária	Térreo
30	30_MAUÁ_Baixo risco	MAUÁ	-29,5059882777778	-54,6911565833333	Média densidade	Simples	Alvenaria	Intermediária	Térreo
31	31_MAUÁ_Risco médio	MAUÁ	-29,5060790833333	-54,6911626944444	Média densidade	Básico	Misto	Velha	Térreo
32	32_MAUÁ_Baixo risco	MAUÁ	-29,5062437222222	-54,6911316666667	Média densidade	Simples	Madeira	Velha	Térreo
33	33_MAUÁ_Baixo risco	MAUÁ	-29,5062435	-54,6909816111111	Média densidade	Simples	Alvenaria	Nova	Térreo

Figura 32 - Visualização da tela de consultas do aplicativo BZMAPS.

Junto a Figura 32 há a segmentação da tela de consultas do BZMAPS em 11 partes, denotados pela ordem das letras de "a" até "k". Sendo assim, a seguir, será evidenciado algumas características particulares de cada item.

- "a": Nesse menu a apresentação de vários mapas, como por exemplo, o de localização da área de estudo, de suscetibilidade, de perigo, de vulnerabilidade, de risco, de densidade de residências e vários outros de altitudes/cotas;
- "b": Nesse menu já há a organização de várias rotinas SQL, como por exemplo: escolha de residências/bairro, analisar residências/densidade e demais características evidenciada na metodologia de mapeamento da vulnerabilidade;
- "c": Nesse menu já há uma pré organização de rotinas SQL de dados finais do mapeamento da vulnerabilidade, do perigo e do risco;
- "d": Nesse menu é possível realizar a atualização da base de dados do banco de dados, ou seja, voltar a apresentação de todos os dados (sem apresentar dados de uma seleção por SQL);
- "e": Menu para sair do aplicativo;
- "f": Menu de consultas SQL numéricas;
- "g": Menu de consultas SQL textual;

- "h": Menu para geração de arquivos KMLs, a partir dos dados obtidos na implementação de uma seleção (pela estrutura SQL);
- "i": Ao clicar em um registro (do ambiente "k") do banco de dados, nesse local haverá a sistematização dos dados, com algumas informações cadastrais, cartográficas e referente às inundações, além de identificar a fotografia da referida residência;
- "j": Nesse local há a informação do número de dados dispostos no ambiente "k" (obtidos com a seleção dos dados);
- "k": local que abrange todas as informações contidas no banco de dados, ou obtidas após a implementação de uma seleção de dados por SQL.

A fim de explicitar com mais detalhes os ambientes de consulta de dados, pela linguagem SQL, tem-se com as Figuras 33 e 34, a visualização das letras "f" e "g" (destacadas anteriormente na Figura 32), respectivamente.

The screenshot shows a web application window titled "Consultas - BZmaPs". It features a search interface on the left with a text input field containing the SQL query: `SELECT * FROM BD where ...` and a specific query: `ID >= 120 and ID < 134`. Below the search area are buttons for "Consulta textual" and "Gerar KML". On the right, there are sections for "Informações selecionadas" (selected information) and "Informações cadastrais" (cadastral information), including fields for "Identificação", "Bairro", "Latitude", "Longitude", "Vulnerabilidade", "Perigo", and "Risco". Below these sections is a table with 14 rows of data. The table columns are: ID, Identificacao, Bairro, Latitude, Longitude, Densidade, Acabamento_construcao, Tipos_construcao, Condicao_construcao, and Numero_and.

ID	Identificacao	Bairro	Latitude	Longitude	Densidade	Acabamento_construcao	Tipos_construcao	Condicao_construcao	Numero_and
120	120_SAG COR DE	SAG COR DE	-29,5057774166667	-54,6949736666667	Média densidade	Básico	Misto	Velha	Térreo
121	121_SAG COR DE	SAG COR DE	-29,5059034722222	-54,694949	Alta densidade	Simple	Alvenaria	Velha	Térreo
122	122_SAG COR DE	SAG COR DE	-29,5059773611111	-54,6949418611111	Alta densidade	Simple	Alvenaria	Intermediária	Térreo
123	123_SAG COR DE	SAG COR DE	-29,5060610555556	-54,6949508888889	Alta densidade	Básico	Alvenaria	Intermediária	Térreo
124	124_SAG COR DE	SAG COR DE	-29,5061469444444	-54,6949489166667	Alta densidade	Básico	Madeira	Velha	Térreo
125	125_SAG COR DE	SAG COR DE	-29,5062710833333	-54,6949488333333	Alta densidade	Básico	Alvenaria	Nova	Térreo
126	126_CENTRO_Baixo risco	CENTRO	-29,5006186944444	-54,6965513333333	Alta densidade	Simple	Alvenaria	Intermediária	Térreo
127	127_CENTRO_Risco médio	CENTRO	-29,5005117222222	-54,6965493888889	Alta densidade	Básico	Alvenaria	Velha	Térreo
128	128_CENTRO_Baixo risco	CENTRO	-29,5004503055556	-54,6966402777778	Alta densidade	Básico	Alvenaria	Intermediária	Térreo
129	129_CENTRO_Baixo risco	CENTRO	-29,5003682777778	-54,6965316666667	Alta densidade	Simple	Madeira	Intermediária	Térreo
130	130_CENTRO_Baixo risco	CENTRO	-29,5003021944444	-54,6965375	Alta densidade	Simple	Madeira	Intermediária	Térreo
131	131_CENTRO_Baixo risco	CENTRO	-29,5002297222222	-54,6965435	Alta densidade	Simple	Alvenaria	Intermediária	Térreo
132	132_CENTRO_Baixo risco	CENTRO	-29,5001628611111	-54,6965406388889	Alta densidade	Simple	Alvenaria	Intermediária	Térreo
133	133_CENTRO_Baixo risco	CENTRO	-29,5000809722222	-54,6965534166667	Alta densidade	Simple	Alvenaria	Nova	Térreo

Figura 33 - Análise do ambiente de pesquisa SQL com dados numéricos.

Com a análise da Figura 34, verifica-se que foi realizada uma pesquisa, através de um campo numérico, denominado "ID". Nesse local, foram selecionados todos os registros superiores ao número 120, e menores e iguais a 134. Assim, verifica-se que houve o registro de 14 itens ("j") e os mesmos foram selecionados no ambiente de amostra de dados ("k").

Dessa forma, todos os campos numéricos, poderão sofrer consultas conforme o modelo anterior.

ID	Identificacao	Bairro	Latitude	Longitude	Densidade	Acabamento_construcao	Tipos_construcao	Cor
205	205_N_SRA.APARECIDA_Baixo risco	N SRA.APARECIDA	-29,5034546111111	-54,6848719444444	Alta densidade	Simple	Madeira	Inte
206	206_N_SRA.APARECIDA_Baixo risco	N SRA.APARECIDA	-29,5034194166667	-54,6847363055556	Alta densidade	Simple	Madeira	Inte
207	207_N_SRA.APARECIDA_Baixo risco	N SRA.APARECIDA	-29,5035993333333	-54,6847185833333	Alta densidade	Básico	Misto	Inte
208	208_N_SRA.APARECIDA_Baixo risco	N SRA.APARECIDA	-29,5037226111111	-54,68477375	Alta densidade	Simple	Alvenaria	Nov
209	209_N_SRA.APARECIDA_Baixo risco	N SRA.APARECIDA	-29,5039130277778	-54,6847421388889	Alta densidade	Simple	Madeira	Inte
210	210_N_SRA.APARECIDA_Baixo risco	N SRA.APARECIDA	-29,5040172777778	-54,6847329444444	Média densidade	Simple	Alvenaria	Nov
217	217_N_SRA.APARECIDA_Baixo risco	N SRA.APARECIDA	-29,50346425	-54,6844999444444	Alta densidade	Simple	Madeira	Inte

Figura 34 - Análise do ambiente de pesquisa SQL com dados textuais.

Junto a Figura 34, pode-se verificar a estrutura de coleta de informações através de campos textuais, conforme o exemplo, para a tabela "Bairro", na qual foram selecionados todos os registros que continham a descrição "APARECIDA", a qual remetia-se ao bairro Nossa Senhora Aparecida. Nessa consulta, ao final, obteve-se 7 registros ("j"), e os dados selecionados estão amostrados no ambiente tabular ("k"). Dessa forma, todas as pesquisas textuais poderão ser realizadas nesse ambiente.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A realização do inventário das inundações, por meio dos dados das réguas linimétricas da ANA, foi de grande importância para todos os mapeamentos posteriores, pois, sucessivo a essa questão que foram definidos os tempos de retorno, e, por consequência a delimitação do evento extremo ocorrido na área. Ainda, pode-se definir, a importância desses a delimitação das áreas suscetíveis, sendo de grande importância para a definição dos locais que necessitavam a análise cadastral das residências.

Levando-se em consideração o mapeamento das áreas de perigo, constatou-se uma pequena porcentagem populacional localizada no tempo de recorrência mais frequente. Porém, a situação inverte-se ao verificar a área com tempo de retorno de 73 anos, pois, nesse local há uma parcela significativa da população.

Ainda, completa-se, que as inundações que ocorrem no município de Jaguari possuem três (3) segmentações bem definidas, conforme os tempos de retorno enfatizados nessa pesquisa. Sendo assim, intensifica-se que os tempos de recorrências simularam de forma representativa a dinâmica fluvial do município. Porém, deve-se destacar que a dinâmica fluvial é totalmente irregular, sem um padrão definido, assim subentende-se que os tempos de retorno, apenas geram uma estimativa temporal para com os dados analisados.

A união dos dados altimétricos obtidos com a fotogrametria junto aos coletados com o GNSS foi de grande importância para a confecção de todas as bases cartográficas, uma vez que as mesmas eram inexistentes. Com isso, pôde-se mapear os corpos hídricos, as réguas linimétricas da ANA e demais feições topográficas da área urbana de Jaguari.

A modelagem altimétrica na área de estudo mostrou-se altamente acurada conforme disposto nas análises de validação do MDT e do mapa de incertezas altimétricas. Nesse último, além de ter gerado uma discussão pertinente ao trabalho, pôde-se estabelecer uma metodologia simples e ao mesmo tempo eficiente para identificar as áreas acuradas modeladas pelo MDT, resguardando, inclusive, as de baixa confiabilidade. E, quanto ao resultado do mapa de incertezas, conclui-se que o mesmo gerou um resultado eficiente às pretensões dessa dissertação, uma vez que a principal área de interesse ao trabalho (a área suscetível) englobou-se nas zonas com maior acurácia da modelagem final.

No mapeamento das áreas vulneráveis, cabe ressaltar que não apresentou uma metodologia padrão dentro da academia, devido à adaptação das variáveis para a área de

estudo. Assim, posteriores trabalhos que venham a ser referenciados nessa dissertação, deverão ter a atenção quanto a atribuição de pesos e notas. Não necessariamente a mesma dinâmica de outras áreas de estudos possuíram graus de importância assemelhados aos dados interpretados e mapeados no município de Jaguari.

As ferramentas de geoprocessamento foram fundamentais para a confecção de toda a rotina metodológica dessa pesquisa. O levantamento de dados com receptores de sinal GNSS, apesar de ser uma etapa exaustiva, foi de grande importância ao trabalho, uma vez que possibilitou o mapeamento planialtimétrico a área de interesse da pesquisa.

Dados o exposto, destaca-se que o diferencial dessa pesquisa refere-se a forma na qual os dados finais foram disponibilizados, junto ao aplicativo BZMAPS. Essa pode ser considerada como uma grande inovação, uma vez que toda a pesquisa não se limitou a construção de uma metodologia sólida e a disponibilização de mapas, e sim, com um detalhamento interativo das bases cartográficas, sintetizadas no aplicativo BZMAPS.

Conclui-se, que o aplicativo BZMAPS foi responsável por realizar uma síntese dos resultados do trabalho. Com ele, foi possível organizar os dados, facilitar o manuseio das informações processadas, possui uma grande dinâmica, com interoperabilidade com o *Google Earth*, e é de grande eficiência a fim de analisar, de forma geral, os dados obtidos nas etapas metodológicas da pesquisa.

Completa-se, evidenciando que, por mais que todos os procedimentos metodológicos seguiram uma rigidez referente a acurácia dos dados, sabe-se que os resultados finais não foram representados idoneamente às condições da realidade local. Conclui-se, que há dois problemas quanto a essa questão.

A primeira referente a distinção da altitude do MDT com o nível altimétrico do rio Jaguari, os quais não obedecem a mesma proporção de variação, uma vez que o rio, por tendência natural, possui uma declividade negativa no sentido montante-jusante, logo, há pequenas discrepâncias. Em síntese, a cota de inundação mapeada, pode, em alguns locais, sofrer diferenciações para com a área inundável.

A segunda questão refere-se a estimativa do tempo de recorrência dos eventos, sendo que para o local foi utilizado a amplitude de dados entre os anos de 1941 a 2014. Assim, todo e qualquer evento que venha a acontecer posterior a essa data, alterará a estimativa do tempo de retorno, gerando incongruências com a dinâmica modelada. Com isso, cabe ressaltar que a atualização das bases cartográficas é de grande importância para a disponibilização de dados compatíveis a realidade local e temporal.

Outra questão a ser tratada, refere-se ao fato de que em futuros trabalhos, análises acerca das características da sub-bacia hidrográfica do rio Jaguari podem ser detalhadas, visando identificar a correlação das precipitações junto a vazão do rio, decompondo, inclusive, maiores detalhes da influência das características meandantes do rio Jaguari, disposta a montante da área urbana do município.

Por fim, salienta-se, que as aplicações metodológicas dessa pesquisa propiciou o dimensionamento das áreas de risco a inundação no município de Jaguari. As ferramentas empregadas nas etapas metodológicas gerou, de forma global, a todo o trabalho, uma padronização metodológica a qual foi de grande relevância ao desenvolvimento dos objetivos dessa dissertação.

BIBLIOGRAFIA

ALCANTARA, L. H.; ZEILHOFER, P. **Aplicação de técnicas de geoprocessamento para avaliação de enchentes urbanas: estudo de caso – Cáceres, MT.** Anais 1º Simpósio de Geotecnologias no Pantanal, Campo Grande, Brasil, 11-15 novembro 2006, Embrapa Informática Agropecuária/INPE, p.18-27. Disponível em: <http://www.inpe.br/crs/geodesastres/conteudo/artigos/Alcantara-Zeilhofer_2006_Geoprocessamento_para_avaliacao_de_enchentes_urbanas.pdf>. Acesso em 08 jul. 2013.

ANA. **Agência Nacional de Águas.** Disponível em <<http://www.ana.gov.br/>>. Acesso em 27 nov.2011.

AYALA-CARCEDO, F. J. **La ordenación del teriitorio en la prevención de catástrofes naturales y tecnológicas. Bases para un procedimiento técnico-administrativo de evaluación de riesgos para la población.** Boletín de la A.G.E. n° 30, 2000, p. 37-49, Instituto Geológico Y Minero de España.

BANDARA, K. R. M. U.; SAMARAKOON, L.; SHRESTHA, R. P.; KAMIYA, Y. **Automated Generation of Digital Terrain Model using Point Clouds of Digital Surface Model in Forest Area.** Remote Sens. 2011, 3, 845-858; doi:10.3390/rs3050845. Remote Sensing, ISSN 2072-4292.

BARBOSA, F. de A. dos R. **Medidas de proteção e controle de inundações urbanas na bacia do rio Mamanguape/PB.** Dissertação de Mestrado apresentada à Universidade Federal da Paraíba para obtenção do grau de Mestre, João Pessoa - Paraíba, Março – 2006, 116p.

BASSO, L. A.; MOREIRA, L. G. R.; PIZZATO, F. **A influência da precipitação na concentração e carga de sólidos em cursos d'água urbanos: o caso do arroio Dilúvio, Porto Alegre-RS.** Geosul, Florianópolis, v. 26, n. 52, p 145-163, jul./dez. 2011

BERTONE, P.; MARINHO, C. **Gestão de riscos e resposta a desastres naturais: a visão do planejamento.** VI Congresso de Gestão Pública - CONSAD. Centro de Convenções Ulysses Guimarães, Brasília/DF – 16, 17 e 18 de abril de 2013, 24 p.

BÊZ, M.; FIGUEIREDO, L. C. **Algumas reflexões acerca da geografia socioambiental e comunidade.** Geosul, Florianópolis, v. 26, n. 52, p 57-76, jul./dez. 2011.

CÂMARA, G.; MONTEIRO, A. M. **Geotecnologias em um Novo Paradigma de Desenvolvimento**. Divisão de Processamento de Imagens - INPE. NEPO/UNICAMP, Abril, 2000. Disponível em: <http://www.dpi.inpe.br/geopro/apresentacoes/inpe_nepo.pdf>. Acesso em 20 jun.2014.

CARVALHO, C. F.; CHAMMAS, M. C.; CERRI, G. G. **Princípios físicos do Doppler em ultra-sonografia**. Ciência Rural, v.38, n.3, mai-jun, 2008. ISSN 0103-8478. Disponível em: <<http://www.scielo.org/pdf/cr/v38n3/a47v38n3.pdf>>. Acesso em 24 fev.2014.

CASTRO, A. L. C. de. **Glossário de Defesa Civil: Estudos de riscos e medicina de desastres. 2ª Edição, Revista e Ampliada**. Ministério do Planejamento e Orçamento - Secretaria Especial de Políticas Regionais - Departamento de Defesa Civil. Brasília, 1998.

CASTRO, S. D. A. de. **Riesgos y peligros: una visión desde la Geografía**. Scripta Nova, Revista Electrónica de Geografía y Ciencias Sociales. Universidad de Barcelona, ISSN 1138-9788, n° 60, 15 de marzo de 2000, 15 p.

CHARGEL, L. T.; HORA, M. de A. G. M. da. **Simulação de inundações no rio Guapi-açu, localizado no estado do Rio de Janeiro, a partir da integração de SIG com modelos hidráulicos**. XX Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos, 17-22 de novembro de 2013, Bento Gonçalves/RS.

COELHO, A. C. S. **Avaliação do desempenho de receptores GPS em levantamentos altimétricos, para fim de sistematização de terras**. Dissertação apresentada à Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo. Piracicaba/SP, 2003.

CUNHA, S.; TAVEIRA-PINHO, F. **Aplicação de uma metodologia de análise de risco de inundações à zona ribeirinha do Peso da Régua**. 6ª Jornadas de Hidráulica, Recursos Hídricos e Ambiente, [2011], FEUP, ISBN 978-989-95557-5-4.

CUTTER, S. L.; PRESS, J. H. **American Hazardscapes - The Regionalization of Hazards and Disasters**. ISBN 0-309-07443-6. Copyright 2001 by the National Academy of Sciences. Printed in the United States of America. Disponível em: <http://www.inpe.br/crs/geodesastres/conteudo/livros/Cutter_2001_American_hazardscapes.pdf>. Acesso em 25 set. 2013.

DIAS, P. M. R. de C. **Elaboração de uma Carta de Aterros da Cidade de Lisboa por LiDAR e Fotogrametria Aérea**. Universidade de Lisboa. Faculdade de Ciências. Departamento de Engenharia Geográfica, Geofísica e Energia. Mestrado em Engenharia Geográfica, 2013. Disponível em: <http://repositorio.ul.pt/bitstream/10451/9878/1/ulfc105777_tm_Pedro_Dias.pdf>. Acesso em 22 mar. 2015.

DIAS, J. E.; GOMES O. V. DE O.; COSTA M. S. G. C. da; GARCIA J. M. P., GOES M. H. de B.. **Impacto ambiental de enchentes sobre áreas de expansão urbana no município de Volta Redonda/Rio de Janeiro**. Rev. biociênc., Taubaté, v.8, n.2, p.19-26, jul.-dez.2002. Disponível em: <<http://periodicos.unitau.br/ojs-2.2/index.php/biociencias/article/viewFile/68/46>>. Acesso em 08 jul. 2013.

ECKHARDT, R. R. **Geração de modelo cartográfico aplicado ao mapeamento das áreas sujeitas às inundações urbanas na cidade de Lajeado/RS**. Dissertação submetida ao Programa de Pós- Graduação em Sensoriamento Remoto do Centro Estadual de Pesquisas em Sensoriamento Remoto – UFRGS, Porto Alegre/RS, 2008, 117p.. Disponível em: <http://www.ufrgs.br/srm/ppgr/publicacoes/Dissert_RafaelEckhardt.pdf>. Acesso em 15 ago. 2013.

EM-DAT. **Country Profile**. The International Disaster Database. Centre for Resarch on the Epidemiology of Disasters - CRED. Disponível em: <http://emdat.be/country_profile/index.html>. Acesso em 20 jun. 2015.

ENOMOTO, C. F. **Método para elaboração de mapas de inundação estudo de caso na bacia do rio Palmital, Paraná**. Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Recursos Hídricos e Ambiental, Setor de Tecnologia, Universidade Federal do Paraná. Curitiba, 2004.

FERREIRA, L. F. **Acepções recentes do conceito de lugar e sua importância para o mundo contemporâneo**. Revista Território, Rio de Janeiro, ano V, nº 9, p. 65-83, jul./dez., 2000. Disponível em: <http://www.revistaterritorio.com.br/pdf/09_5_ferreira.pdf>. Acesso em: 19 mai.2014.

FIGUEIRÊDO, M. C. B. de; VIEIRA, V. de P. P. B.;MOTA, S.; ROSA, M. de F.; MIRANDA, S. **Análise da Vulnerabilidade Ambiental**. Fortaleza/CE, Embrapa, 2010, ISSN 1677-1915, 47 p.. Disponível em: <http://www.cnpat.embrapa.br/cnpat/cd/jss/acervo/Dc_127.pdf>. Acesso em 24 ago.2013.

FUJIMOTO, N. S. V. M.; DIAS, T. S.; BOMBARDELLI, G. F. **Análise da suscetibilidade à inundação na bacia hidrográfica do Arroio do Salso – Porto Alegre/RS**. XVI Encontro Nacional dos Geógrafos. Realizado de 25 a 31 de julho de 2010. Porto Alegre - RS, 2010. ISBN 978-85-99907-02-3

GOERL, R. F.; KOBIYAMA M.; PELLERIN, J. R. G. M. **Proposta metodológica para mapeamento de áreas de risco a inundação: estudo de caso do município de Rio Negrinho - SC**. Bol. Geogr., Maringá, v. 30, n. 1, p. 81-100, 2012.

HUTCHINSON, M. F. **A new procedure for gridding elevation and stream line data with automatic removal of spurious pits.** Journal of Hydrology, n. 106, p. 211-232, 1989.

IBGE. **Modelo de Ondulação Geoidal.** Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2015a. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/geociencias/geodesia/oquee_geoide.shtm>. Acesso em 10 fev.2015.

IBGE. **Rio Grande do Sul - Jaguari - infográficos: dados gerais do município.** Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2015b. Disponível em: <http://ibge.gov.br/cidadesat/painel/painel.php?lang=_PT&codmun=431110&search=rio-grande-do-sul%7Cjaguari%7Cinfograficos:-dados-gerais-do-municipio>. Acesso em 12 mar.2015.

INCRA. **Norma Técnica para Georreferenciamento de Imóveis Rurais – 2ª Edição/Revisada.** 2010.

IG - Instituto Geológico de São Paulo, 2012. **Mapeamento das áreas de risco a escorregamentos, inundações, erosão e colapso de solos dos municípios de Aparecida, Caçapava, Guaratinguetá, Pindamonhangaba, Redenção da Serra, Roseira, Taubaté, Tremembé e São José do Rio Preto.** Disponível em: <<http://igeologico.sp.gov.br/geodados/projetos/mapeamento-das-areas-de-risco-a-escorregamentos-inundacoes-erosao-e-colapso-de-solos-do-municipio-de-aparecida-cacapava-mirassol-pindamonhangaba-redencao-da-serra-roseira-sao-jose-do-rio-preto/>>. Acesso em 17 out.2014.

JAGUARI. **Delimitações do território urbano municipal.** Lei municipal nº 1836 de 31 de outubro de 1989.

JAGUARI. **Plano Ambiental de Jaguari - RS. Versão Complementar.** Jaguari, 2011.

JHA, A. K; LAMOND, R. B. J. **Cidades e Inundações - Um guia para a Gestão Integrada do Risco de Inundação Urbana para o Século XXI - Um Resumo para os Formuladores de Políticas.** THE WORLD BANK - Editoração: Joaquin Toro e Frederico Ferreira Pedroso Banco Mundial / Escritório de Brasília - 2012. Disponível em: <http://www.gfdr.org/sites/gfdr.org/files/Portuguese_Cities_and_Flooding_Summary_Policy_Makers.pdf>. Acesso em 15 ago. 2013.

JONES, J. L.; FULFORD, J. M.; VOSS, F. D. **Near-Real-Time Simulation and Internet-Based Delivery of Forecast-Flood Inundation Maps Using Two-Dimensional Hydraulic Modeling: A Pilot Study of the Snoqualmie River, Washington.** Washington U.S. GEOLOGICAL SURVEY. Water-Resources Investigations Report 02-4251, Tacoma, Washington, 2002.

KAVANAGH, B. F. **Geomatics**. ISBN 0-13-032289-X. 2003 by Pearson Education Inc., Upper Saddle River, New Jersey 07458 - Holly Shufeldt, 2003.

KHATIBI, R. **Evolutionary systemic modelling of practices on flood risk**. Journal of Hydrology 401 (2011) 36–52. 2011 Elsevier B.V.

KÖENE, R. **A influência do relevo da bacia hidrográfica do rio Negro nas inundações graduais ocorridas na cidade de Rio Negro/PR**. 9º SINAGEO - Simpósio Nacional de Geomorfologia, 21 à 24 de Outubro de 2012, Rio de Janeiro/RJ. Disponível em: <<http://www.sinageo.org.br/2012/trabalhos/2/2-596-674.pdf>>. Acesso em 27 mai.2014.

KRON, W. **Keynote lecture: flood risk = hazard x exposure x vulnerability**. Flood Defence '2002, Wu et al. (eds)© 2002 Science Press, New York Ltd., ISBN 7-03-008310-5.

KRÜGER, C. M.; DZIEDZIC, M. **Drenagem Urbana**. Módulo 2. Prefeitura Municipal de Curitiba - Instituto Municipal de Administração Pública/IMAP - Plano de Desenvolvimento de Competências, 2014. Disponível em: <[http://www.imap.curitiba.pr.gov.br/wp-content/uploads/2014/03/247_drenagem%20urbana_modulo_2%20\(1\).pdf](http://www.imap.curitiba.pr.gov.br/wp-content/uploads/2014/03/247_drenagem%20urbana_modulo_2%20(1).pdf)>. Acesso em 12 jul. 2015.

KÜNZLER, M.; HUGGEL, C.; RAMÍREZ, J. M. **A risk analysis for floods and lahars: case study in the Cordillera Central of Colombia**. Springer Science+Business Media B.V. 2012. DOI 10.1007/s11069-012-0271-9.

KUREK, R. K. M. **Avaliação do Tempo de Retorno nos níveis das inundações no vale do Taquari/RS**. Lajeado, novembro de 2012.

LANG, S.; BLASCHKE, T. **Análise da Paisagem com SIG**. Tradução Hermann Kux, São Paulo, Oficina de Textos, 2009. 424 p.

MAGNANELLI, N. P. **Perigo x Risco**. São José dos Campos, 2012. Disponível em: <[http://www.cvs.saude.sp.gov.br/up/7%20-%20Conceito%20Risco%20X%20Perigo%20-%20Neli%20Pieres%20Magnanelli%20\(DVST\).pdf](http://www.cvs.saude.sp.gov.br/up/7%20-%20Conceito%20Risco%20X%20Perigo%20-%20Neli%20Pieres%20Magnanelli%20(DVST).pdf)>. Acesso em 24 ago.2013.

MARANDOLA JUNIOR, E.; HOGAN, D. J. **Natural hazards: o estudo geográfico dos riscos e perigos**. Ambiente & Sociedade – Vol. VII nº. 2 jul./dez. 2004.

MARTINS, M. M.; FURTADO, J.; OLIVEIRA, M. de; DANTAS, M. C.; SOUZA, P. P. de; PANCERI, R. **Capacitação Básica em Defesa Civil**. Universidade Federal de Santa Catarina - Centro Universitário de Estudos e Pesquisas sobre Desastres. Florianópolis/SC, 2012.

MASKREY, A. **El Riesgo**. Capitulo 1 en: Navegando entre Brumas. La aplicación de los Sistemas de Información geográfica al análisis de riesgos em América Latina. Andrew Maskrey (Editor) ITDG/LA RED. Colombia, 1998. Disponível em: <<http://www.desenredando.org/public/libros/1998/neb/index.html>>. Acesso em 25 ago.2014.

MELO, L. F. de S.; JAMUR, K. P.; MIRANDA, F. D. A.; FREITAS, S. R. C. de. **Avaliação do Earth Gravity Model 2008 (EGM2008) no contexto das altitudes do sistema geodésico brasileiro: estudo de caso no Piauí**. Disponível em: <https://www.ufpe.br/cgtg/SIMGEOIII/IIISIMGEO_CD/artigos/Cad_Geod_Agrim/Geodesia%20e%20Agrimensura/A_149.pdf>. Acesso em 03 fev.2015.

MENDONÇA, F. de A. **Geografia e meio ambiente**. São Paulo, Contexto, 2001.

MENEZES, D. J. **Zoneamento das áreas de risco de inundação na área urbana de Santa Cruz do Sul - RS**. Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós Graduação em Geografia e Geociências (PPGGeo). Santa Maria, RS, Brasil, 2014.

MIRANDA, J. I. **Fundamentos e Sistemas de Informações Geográficas**. Brasília/DF: Embrapa, 2005.

MONICO, J. F. **Posicionamento pelo GNSS - descrição, fundamentos e aplicações** (2ª edição ed.). São Paulo: Editora Unesp, 2007.

MONTEIRO, L. R.; KOBİYAMA, M. **Proposta de metodologia de mapeamento de perigo de inundação**. REGA – Vol. 10, no. 2, p. 13-25, jul./dez. 2013

MUSEU MUNICIPAL (Jaguari, RS). **Museu municipal de Jaguari**. Jaguari, 2014.

PADI, P. T.; BALDASSARRE, D. Di; CASTELLARIN, A. **Floodplain management in Africa: Large scale analysis of flood data**. Physics and Chemistry of the Earth 36 (2011) 292–298.

PARKINSON, J.; MILOGRANA, J.; CAMPOS, L. C.; CAMPOS, R. **Drenagem Urbana Sustentável no Brasil**. Relatório do Workshop em Goiânia-GO, dia 7 de Maio 2003. Coordenação e organização: Escola de Engenharia Civil - Universidade Federal de Goiás. Coordenação internacional: Water Engineering and Development Centre, Loughborough University, Reino Unido.

PISTRIKA, A.; TSAKIRIS, G. **Flood Risk Assessment: A Methodological Framework**. Water Resources Management: New Approaches and Technologies. European Water Resources Association, Chania, Crete-Greece 14–16 June, 2007.

POLEZEL, W. G. C. **Investigações sobre o impacto da modernização do GNSS no posicionamento**. Dissertação de mestrado apresentado ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Cartográficas da Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Estadual Paulista. Presidente Prudente, 2010. Disponível em: <<http://www.acervodigital.unesp.br/handle/unesp/162419>>. Acesso em 15 set.2014.

PRADHAN, B. **Flood susceptible mapping and risk area delineation using logistic regression, GIS and remote sensing**. Journal of Spatial Hydrology, Vol.9, No.2 Fall 2009.

PREFEITURA MUNICIPAL DE JAGUARI. Localização. Disponível em: <http://jaguari.rs.gov.br/?page_id=56>. Acesso em 11 jan.2015.

PRINA, B. Z.; SÁ, R. G. C. de; CARVALHO, L. F. D. de; TRENTIN, R. **Altimetric measurement with alternative methods - using GNSS**. Latin American Remote Sensing Week – LARS, Santiago/Chile, 2013.

PRINA, B. Z.; TRENTIN, R. **Metodologia para mapeamento de áreas suscetíveis à inundação: estudo de caso para o município de Jaguari/RS**. Disponível em: <http://www.cartografia.org.br/cbc/trabalhos/1/274/CT01-9_1403562395.pdf>. Acesso em 20 dez. 2014.

PRINA, B. Z.; TRENTIN, R. **Modelagem do relevo a partir de fotografias aéreas: planejamento de áreas suscetíveis a desastres naturais - caso das inundações em Jaguari/RS**. In: 15º Congresso Brasileiro de Geologia de Engenharia e Ambiental, Bento Gonçalves/RS, 2015. Disponível em: <<http://cbge2015.hospedagemdesites.ws/trabalhos/trabalhos/43.pdf>>. Acesso em 29 out. 2015.

RECKZIEGEL; B. W. **Levantamento dos desastres desencadeados por eventos naturais adversos no estado do Rio Grande do Sul no período de 1980 a 2005**. Dissertação de mestrado, Universidade Federal de Santa Maria - UFSM, 2007 - Volume I e II.

RIBEIRO, C. B. de M.; LIMA, R. N. de S. **Simulação de inundações urbanas a partir da integração de técnicas de geoprocessamento à modelagem hidráulica e hidrológica**. Revista de Geografia - PPGE0 - v. 2, nº 1, p.1-9, 2011.

RIGHI, E.; ROBAINA, L. E. S. **Risco à inundação no médio curso do rio Uruguai: estudo de caso no município de São Borja - RS.** Revista Brasileira de Geomorfologia, v. 13, p. 279-286, 2012.

ROBINSON, A. H.; JOEL, L.; MORRISSON, P. C.; KIMERLING, A. J.; GUPTILL, S. C. (1995). **Elements of Cartography.** EUA: John Wiley & Sons, Inc.

SANTOS, R. F. dos (org). **Vulnerabilidade Ambiental: desastres naturais ou fenômenos induzidos?** Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 2007.

SANTOS, F. de O.; CHAVES, M. R. **Evolução urbana, especulação imobiliária e fragilidade ambiental em Caldas Novas (GO).** Caminhos de Geografia Uberlândia v. 10, n. 32 dez/2009 p. 126 - 137 - revista *on line* - ISSN 1678-6343.

SANTOS, M.; SILVEIRA, M. L. **O Brasil - Território e sociedade no início do século XXI.** Editora Record, Rio de Janeiro - São Paulo, 2011, 15ª edição. ISBN: 878 85 01 05939-0, 475 p.

SANTOS, K. R. **Inundações urbanas: um passeio pela literatura.** Rev. Geo. UEG - Goiânia, v.1, n.1, p.177-190, jan./jun. 2012.

SAUERRESSIG, S. R. **Zoneamento das áreas de risco a inundação da áreas urbana de Itaqui-RS.** Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós Graduação em Geografia e Geociências (PPGGeo). Santa Maria, RS, Brasil, 2012.

SAUERRESSIG, S. R.; ROBAINA, L. E. S. **Zoneamento das áreas de risco a inundação da área urbana de Itaqui-RS.** Boletim Gaúcho de Geografia, v. 42, p. 673-688, 2015.

SILVA, R. S.; MACHADO, P. J. O. **Inundações urbanas: o caso da micro-bacia hidrográfica do Córrego Ipiranga – Juiz de Fora/MG.** ISSN: 1980-0827. Fórum Ambiental da Alta Paulista, V. 07, N. 02, 2011.

SHIMIDT-THOMÉ,P.; GREIVING, S.; KALLIO, H.; FLEISCHHAUE, M.; JARVA, J. **Economic risk maps of floods and earthquakes for European regions.** Quaternary International 150 (2006) 103–112.

TELES, V. A **(In) consciência dos riscos naturais em meio urbano: estudo de caso: o risco de inundação no concelho de Braga.** Tese de Doutorado, Universidade do Minho, Instituto de Ciências Sociais, Fevereiro de 2010

TRENTIN, R.; BAZZAN, T. **O uso de geotecnologias para análise de áreas de risco e desastres naturais**. In: ROBAINA, L. E. de S.; TRENTIN, R. (Orgs.) Desastres Naturais no Rio Grande do Sul. Editora UFSM, Santa Maria, 2013, p. 163-179.

TRENTIN, R.; ROBAINA, L. E. S.; SILVEIRA, V. S. **Zoneamento do risco de inundação do rio Vacacaí no município de São Gabriel, RS**. Geo UERJ. ISSN 1981-9021. Geo UERJ, v. 1, p. 161-180, 2013.

TUCCI, C. E. M. 1993. **Hidrologia: Ciência e Aplicação**. EDUSP, Editora da UFRGS, ABRH, 952p.

TUCCI, C. E. M. **Gestão de inundações urbanas**. Ministério das Cidades – Global Water Partnership - World Bank – Unesco 2005.

TUCCI, C. E. M.; BERTONI, J. C. **Inundações urbanas na América do Sul**. Porto Alegre, 1ª edição: 2003, ISBN: 85-88686-07-4, 156 p. Disponível em: <<http://www.eclac.cl/samtac/noticias/documentosdetrabajo/5/23335/InBr02803.pdf>>. Acesso em 05 out. 2013.

VEYRET, Y. **Os Riscos: o homem como agressor e vítima do meio ambiente**. São Paulo: Contexto, 2007.

VIANA, D. R.; AQUINO, F. E.; MUÑOZ, V. A. **Avaliação de desastres no Rio Grande do Sul associados a complexos convectivos de mesoescala**. Sociedade & Natureza, Uberlândia, 21 (2): 91-105, ago. 2009.

WORLD METEOROLOGICAL ORGANIZATION. **Integrated Flood Management Tools Series - Flood Mapping**. Global Water Partnership, 2013, No.20.

ZANELLA, M. E. **Eventos pluviométricos intensos e impactos gerados na cidade de Curitiba/PR - bairro Cajuru: um destaque para as inundações urbanas**. Mercator - Revista de Geografia da UFC, ano 05, número 09, 2006.

Apêndice 1 - Relatório de Processamento dos dados GNSS

ID	Nome	Coordenadas UTM - Fuso 21 J Sul - SIRGAS 2000		Coordenadas Geográficas - SIRGAS 2000		Altitudes (m)		RMS (m)		Tipo da solução	Épocas	Número de satélites		Linha-base (m)
		UTM N (m)	UTM E (m)	Latitude	Longitude	Elipsoidal	Ortométrica	Horz (m)	Vert (m)			GPS	GLO	
1	P1_0130t	6733810,270	722600,080	29°30'19,77409"S	54°42'13,07619"W	115,490	104,990	0,020	0,030	Fixed	50	5	9	1138,33
2	P1_0130ta	6733794,240	722565,280	29°30'20,31669"S	54°42'14,35575"W	117,480	106,980	0,020	0,040	Fixed	31	5	7	1167,17
3	P1_0130tb	6733831,250	722645,600	29°30'19,06383"S	54°42'11,40223"W	113,450	102,960	0,010	0,030	Fixed	47	6	9	1101,47
4	P1_0130tc	6733904,390	722803,900	29°30'16,58780"S	54°42'05,58083"W	111,970	101,470	0,010	0,010	Fixed	54	6	9	982,51
5	P1_0130td	6733936,720	722874,480	29°30'15,49271"S	54°42'02,98508"W	112,230	101,730	0,010	0,010	Fixed	48	7	9	934,94
6	P1_0130te	6733950,090	722903,870	29°30'15,03976"S	54°42'01,90420"W	112,180	101,680	0,010	0,020	Fixed	31	7	9	916,3
7	P1_0130tf	6733695,930	723256,650	29°30'23,06429"S	54°41'48,62449"W	110,840	100,340	0,010	0,010	Fixed	59	8	9	484,39
8	P1_0130tg	6733704,630	723269,890	29°30'22,77337"S	54°41'48,13964"W	111,400	100,910	0,010	0,020	Fixed	45	8	9	476,71
9	P1_0130th	6733763,380	723260,290	29°30'20,87245"S	54°41'48,53910"W	111,790	101,300	0,040	0,060	Fixed	36	8	8	515,33
10	P1_0130ti	6733767,560	723256,300	29°30'20,73922"S	54°41'48,69044"W	112,450	101,950	0,010	0,020	Fixed	26	8	8	520,96
11	P1_0130tj	6733806,810	723257,360	29°30'19,46430"S	54°41'48,67979"W	113,150	102,650	0,010	0,010	Fixed	71	8	8	542,97
12	P1_0130tk	6733805,010	723243,140	29°30'19,53198"S	54°41'49,20614"W	113,520	103,020	0,020	0,030	Fixed	103	5	4	553,25
13	P1_0130u	6733806,380	723246,170	29°30'19,48561"S	54°41'49,09496"W	113,690	103,190	0,010	0,010	Fixed	97	8	7	551,64
14	P1_0130ua	6733837,910	723302,420	29°30'18,42559"S	54°41'47,03052"W	111,480	100,980	0,010	0,020	Fixed	80	7	8	528,67
15	P1_0130ub	6733829,570	723299,960	29°30'18,69786"S	54°41'47,11543"W	111,920	101,420	0,000	0,010	Fixed	73	7	7	524,82
16	P1_0130uc	6734420,800	723861,430	29°29'59,14247"S	54°41'26,71354"W	116,630	106,140	0,030	0,070	Fixed	52	6	7	959,32
17	P1_0130ud	6734420,290	723839,930	29°29'59,17271"S	54°41'27,51105"W	117,000	106,500	0,020	0,010	Fixed	46	6	4	955,19
18	P1_0130ue	6734446,960	723842,230	29°29'58,30566"S	54°41'27,44548"W	117,640	107,150	0,010	0,010	Fixed	35	6	6	981,87
19	P1_0130uf	6734451,770	723886,690	29°29'58,12083"S	54°41'25,79900"W	117,060	106,570	0,010	0,020	Fixed	34	6	6	994,51
20	P1_0130ug	6734463,920	723926,390	29°29'57,70064"S	54°41'24,33463"W	117,350	106,860	0,000	0,010	Fixed	48	7	4	1014,97
21	P1_0130uh	6734454,500	723948,450	29°29'57,99239"S	54°41'23,50912"W	116,890	106,400	0,020	0,040	Fixed	81	7	5	1011,25
22	P1_0130ui	6734433,420	723884,930	29°29'58,71741"S	54°41'25,85056"W	116,410	105,910	0,010	0,010	Fixed	35	7	4	976,19
23	P1_0130uj	6734437,020	723925,490	29°29'58,57441"S	54°41'24,34816"W	113,550	103,060	0,010	0,010	Fixed	94	7	5	988,65
24	P1_0130v	6734377,770	723937,500	29°30'00,49017"S	54°41'23,85894"W	115,460	104,960	0,010	0,010	Fixed	39	7	6	934,35
25	P1_0130va	6733966,180	724038,810	29°30'13,78707"S	54°41'19,79541"W	116,610	106,120	0,010	0,010	Fixed	85	7	6	601,46
26	P1_0130vb	6733685,400	724046,390	29°30'22,89752"S	54°41'19,30716"W	110,400	99,910	0,010	0,010	Fixed	114	7	5	413,99
27	P1_0130vc	6733686,270	724007,900	29°30'22,89396"S	54°41'20,73607"W	113,160	102,670	0,010	0,010	Fixed	61	7	6	381,67
28	P1_0131k	6734480,080	723326,810	29°29'57,56211"S	54°41'46,59716"W	114,260	103,770	0,010	0,020	Fixed	48	7	6	1066,22
29	P1_0131ka	6734359,230	723322,810	29°30'01,48820"S	54°41'46,65685"W	112,560	102,060	0,020	0,040	Fixed	36	6	6	954,98
30	P1_0131kb	6734326,120	723325,050	29°30'02,56145"S	54°41'46,54962"W	111,810	101,320	0,010	0,030	Fixed	32	7	8	923,62

ID	Nome	Coordenadas UTM - Fuso 21 J Sul - SIRGAS 2000		Coordenadas Geográficas - SIRGAS 2000		Altitudes (m)		RMS (m)		Tipo da solução	Épocas	Número de satélites		Linha-base (m)
		UTM N (m)	UTM E (m)	Latitude	Longitude	Elipsoidal	Ortométrica	Horz (m)	Vert (m)			GPS	GLO	
31	P1_0131kc	6734302,610	723315,010	29°30'03,33139"S	54°41'46,90471"W	111,790	101,290	0,000	0,010	Fixed	34	7	7	906,15
32	P1_0131kd	6734318,560	723167,670	29°30'02,90814"S	54°41'52,38455"W	112,450	101,950	0,020	0,030	Fixed	62	6	8	989,68
33	P1_0131l	6734321,780	723237,350	29°30'02,75877"S	54°41'49,80111"W	111,890	101,390	0,010	0,020	Fixed	44	6	8	957,69
34	P1_0131la	6734438,430	723311,640	29°29'58,92406"S	54°41'47,12955"W	113,650	103,150	0,020	0,060	Fixed	43	6	9	1032,59
35	P1_0131lb	6734443,580	723234,130	29°29'58,80665"S	54°41'50,00979"W	112,280	101,780	0,010	0,030	Fixed	38	6	8	1068
36	P1_0131lc	6734444,260	723212,420	29°29'58,79867"S	54°41'50,81612"W	112,460	101,960	0,020	0,040	Fixed	7	6	7	1078,02
37	P1_0131ld	6734449,210	723312,370	29°29'58,57371"S	54°41'47,11037"W	113,880	103,380	0,010	0,020	Fixed	61	5	9	1042,36
38	P1_0131le	6734674,020	723320,040	29°29'51,27040"S	54°41'46,99122"W	117,790	107,290	0,010	0,020	Fixed	58	6	7	1252,3
39	P1_0131lf	6734673,270	723248,020	29°29'51,34084"S	54°41'49,66327"W	118,350	107,850	0,010	0,010	Fixed	53	6	9	1274,66
40	P1_0131lg	6734663,000	723244,430	29°29'51,67661"S	54°41'49,78898"W	116,970	106,470	0,010	0,010	Fixed	36	6	9	1266,28
41	P1_0131lh	6734681,790	723485,950	29°29'50,91134"S	54°41'40,83987"W	120,730	110,230	0,020	0,040	Fixed	39	5	9	1221,53
42	P1_0131li	6734503,540	723452,350	29°29'56,71991"S	54°41'41,95566"W	115,390	104,900	0,010	0,020	Fixed	57	7	8	1053,24
43	P1_0131lj	6734443,700	723459,220	29°29'58,65792"S	54°41'41,65656"W	114,220	103,720	0,010	0,020	Fixed	68	7	8	993,43
44	P1_0131lk	6734384,010	723449,600	29°30'00,60215"S	54°41'41,96976"W	114,840	104,340	0,020	0,040	Fixed	50	7	8	937,87
45	P1_0131lm	6734325,390	723457,480	29°30'02,49991"S	54°41'41,63444"W	115,340	104,840	0,010	0,020	Fixed	91	7	8	879,22
46	P1_0131ma	6734318,900	723484,710	29°30'02,69318"S	54°41'40,61895"W	118,090	107,590	0,030	0,040	Fixed	43	7	8	866,14
47	P1_0131mb	6734194,740	723458,880	29°30'06,74079"S	54°41'41,48626"W	112,940	102,450	0,010	0,010	Fixed	84	8	8	753,56
48	P1_0131mc	6734127,050	723572,120	29°30'08,86535"S	54°41'37,23404"W	116,350	105,860	0,010	0,010	Fixed	62	8	7	660,34
49	P1_0131md	6734112,070	723577,070	29°30'09,34847"S	54°41'37,03910"W	113,850	103,360	0,030	0,060	Fixed	76	6	6	644,75
50	P1_0131me	6734110,840	723579,650	29°30'09,38657"S	54°41'36,94251"W	113,770	103,280	0,010	0,020	Fixed	179	8	6	643,1
51	P1_0131mf	6733684,850	723901,470	29°30'23,00903"S	54°41'24,68512"W	116,460	105,970	0,010	0,030	Fixed	90	7	5	297,4
52	P1_0131mg	6733661,180	723889,860	29°30'23,78465"S	54°41'25,09854"W	112,660	102,170	0,010	0,020	Fixed	40	6	5	272,79
53	P1_0131mh	6733639,050	723886,660	29°30'24,50542"S	54°41'25,20088"W	108,910	98,420	0,020	0,040	Fixed	56	6	5	256,02
54	P1_0131mi	6733687,620	723802,640	29°30'22,98261"S	54°41'28,35516"W	111,060	100,570	0,010	0,030	Fixed	40	7	6	239,6
55	P1_0131n	6733669,630	723754,140	29°30'23,59783"S	54°41'30,14173"W	106,800	96,310	0,010	0,020	Fixed	38	6	6	203,86
56	P1_0131p	6735066,840	724249,290	29°29'37,91893"S	54°41'12,79657"W	110,720	100,230	0,010	0,020	Fixed	104	7	5	1685,49
57	P1_0131pa	6735044,740	724249,690	29°29'38,63615"S	54°41'12,76542"W	110,230	99,740	0,010	0,020	Fixed	60	5	5	1664,8
58	P1_0131pb	6734982,290	724302,660	29°29'40,62926"S	54°41'10,75368"W	111,600	101,110	0,000	0,010	Fixed	60	7	5	1625,4
59	P1_0131q	6734894,030	724262,580	29°29'43,52039"S	54°41'12,17575"W	110,870	100,380	0,010	0,020	Fixed	73	7	6	1528,57
60	P1_0131qa	6734802,710	724225,800	29°29'46,50869"S	54°41'13,47350"W	112,020	101,520	0,010	0,010	Fixed	92	7	6	1430,14

ID	Nome	Coordenadas UTM - Fuso 21 J Sul - SIRGAS 2000		Coordenadas Geográficas - SIRGAS 2000		Altitudes (m)		RMS (m)		Tipo da solução	Épocas	Número de satélites		Linha-base (m)
		UTM N (m)	UTM E (m)	Latitude	Longitude	Elipsoidal	Ortométrica	Horz (m)	Vert (m)			GPS	GLO	
61	P1_0131qb	6734611,180	724260,530	29°29'52,70442"S	54°41'12,04307"W	113,000	102,510	0,010	0,010	Fixed	82	6	5	1269,96
62	P1_0131qc	6733997,470	724405,460	29°30'12,53442"S	54°41'06,21151"W	111,600	101,110	0,010	0,020	Fixed	73	6	6	885,65
63	P1_0131qd	6734016,510	724470,090	29°30'11,87442"S	54°41'03,82694"W	116,070	105,580	0,020	0,030	Fixed	30	7	6	949,36
64	P1_0131qe	6734064,490	724503,220	29°30'10,29533"S	54°41'02,63280"W	118,190	107,700	0,020	0,030	Fixed	41	7	6	1004,08
65	P1_0131qf	6734462,410	724473,480	29°29'57,39644"S	54°41'04,03075"W	117,160	106,680	0,020	0,020	Fixed	102	6	5	1259,48
66	P1_0131qg	6734468,170	723984,720	29°29'57,52496"S	54°41'22,17300"W	114,170	103,680	0,010	0,020	Fixed	181	7	5	1034,27
67	P1_0919l	6733594,760	723759,490	29°30'26,02509"S	54°41'29,88799"W	108,430	97,940	0,000	0,020	Fixed	57	8	6	137,88
68	P1_0919la	6733831,460	723907,750	29°30'18,24530"S	54°41'24,56028"W	116,850	106,360	0,010	0,030	Fixed	51	7	6	416,62
69	P1_0919lb	6733833,620	723802,350	29°30'18,24311"S	54°41'28,47347"W	112,520	102,030	0,000	0,010	Fixed	44	8	6	374,32
70	P1_0919lc	6733780,580	723617,180	29°30'20,08430"S	54°41'35,30654"W	107,820	97,330	0,000	0,000	Fixed	48	7	8	312,11
71	P1_0919ld	6733690,130	723485,990	29°30'23,10526"S	54°41'40,10894"W	110,770	100,270	0,010	0,030	Fixed	46	8	8	294,28
72	P1_0919m	6733830,650	723434,340	29°30'18,57652"S	54°41'42,12902"W	108,720	98,220	0,010	0,020	Fixed	46	10	8	435,73
73	P1_0919ma	6733841,850	723269,860	29°30'18,31868"S	54°41'48,24175"W	111,550	101,050	0,010	0,010	Fixed	50	9	8	555,48
74	P1_0919mb	6734028,060	723262,450	29°30'12,27836"S	54°41'48,65359"W	110,140	99,640	0,010	0,010	Fixed	46	9	9	696,66
75	P1_0919mc	6734027,060	723074,040	29°30'12,43179"S	54°41'55,64515"W	111,660	101,160	0,000	0,010	Fixed	49	8	9	824,78
76	P1_0919md	6733881,390	722767,360	29°30'17,35791"S	54°42'06,91990"W	111,940	101,440	0,000	0,000	Fixed	45	8	9	1006,06
77	P1_0919me	6733687,550	722333,570	29°30'23,92898"S	54°42'22,87713"W	121,980	111,470	0,000	0,010	Fixed	45	8	9	1371,16
78	P1_0919mf	6734238,650	723405,980	29°30'05,34907"S	54°41'43,48167"W	112,230	101,740	0,000	0,010	Fixed	44	8	9	812,36
79	P1_0919mg	6734306,690	723557,810	29°30'03,04268"S	54°41'37,89723"W	121,820	111,330	0,000	0,000	Fixed	51	8	9	839,83
80	P1_0919mh	6734448,910	723326,510	29°29'58,57423"S	54°41'46,58562"W	113,470	102,970	0,000	0,010	Fixed	43	9	8	1037,07
81	P1_0919n	6734691,420	723223,440	29°29'50,76735"S	54°41'50,58861"W	118,030	107,530	0,010	0,010	Fixed	46	9	8	1300,29
82	P1_0919na	6734677,300	723064,280	29°29'51,32825"S	54°41'56,48487"W	118,380	107,880	0,000	0,010	Fixed	49	9	8	1352,79
83	P1_0919nb	6734672,520	723417,260	29°29'51,25639"S	54°41'43,38225"W	118,700	108,200	0,000	0,010	Fixed	39	9	6	1225,75
84	P1_0919nc	6734667,980	723567,100	29°29'51,30736"S	54°41'37,81810"W	123,210	112,720	0,000	0,000	Fixed	44	10	7	1196,98
85	P1_0919nd	6734805,830	723450,330	29°29'46,90729"S	54°41'42,25299"W	121,610	111,110	0,010	0,010	Fixed	44	11	8	1349,82
86	P1_0919ne	6735070,490	722521,690	29°29'38,91139"S	54°42'16,90833"W	140,130	129,620	0,010	0,010	Fixed	43	12	7	1974,89
87	P1_0919nf	6735388,070	723120,550	29°29'28,21697"S	54°41'54,91866"W	143,550	133,040	0,010	0,020	Fixed	44	12	7	1993,53
88	P1_0919ng	6735377,150	723352,860	29°29'28,42237"S	54°41'46,28988"W	138,730	128,220	0,010	0,020	Fixed	44	12	7	1929,35
89	P1_0919nh	6735030,150	723353,410	29°29'39,68731"S	54°41'46,01466"W	128,640	118,140	0,010	0,010	Fixed	41	11	8	1588,68
90	P1_0919ni	6735028,070	723448,750	29°29'39,69332"S	54°41'42,47496"W	128,880	118,380	0,010	0,010	Fixed	40	11	6	1569,28

ID	Nome	Coordenadas UTM - Fuso 21 J Sul - SIRGAS 2000		Coordenadas Geográficas - SIRGAS 2000		Altitudes (m)		RMS (m)		Tipo da solução	Épocas	Número de satélites		Linha-base (m)
		UTM N (m)	UTM E (m)	Latitude	Longitude	Elipsoidal	Ortométrica	Horz (m)	Vert (m)			GPS	GLO	
91	P1_0919nj	6735025,160	723574,550	29°29'39,70697"S	54°41'37,80452"W	132,140	121,640	0,010	0,030	Fixed	44	11	6	1552,14
92	P1_0919nk	6735534,980	723716,320	29°29'23,06464"S	54°41'32,91909"W	153,800	143,300	0,010	0,030	Fixed	43	11	6	2058,07
93	P1_0919o	6735531,980	723831,740	29°29'23,08757"S	54°41'28,63377"W	164,070	153,570	0,010	0,020	Fixed	38	11	6	2060,05
94	P1_0919oa	6735372,810	723827,420	29°29'28,25764"S	54°41'28,67715"W	153,340	142,840	0,010	0,020	Fixed	44	11	6	1900,83
95	P1_0919ob	6735236,650	723823,780	29°29'32,68035"S	54°41'28,71186"W	145,640	135,140	0,010	0,020	Fixed	41	10	6	1764,7
96	P1_0919oc	6735019,890	723810,690	29°29'39,72597"S	54°41'29,03785"W	138,430	127,930	0,020	0,030	Fixed	40	9	6	1547,54
97	P1_0919od	6734921,710	723815,440	29°29'42,91015"S	54°41'28,78912"W	133,380	122,880	0,010	0,010	Fixed	45	10	5	1450,07
98	P1_0919oe	6734676,750	723810,440	29°29'50,86586"S	54°41'28,79420"W	131,020	120,530	0,010	0,010	Fixed	41	10	6	1205,76
99	P1_0919of	6734785,000	723931,970	29°29'47,27335"S	54°41'24,36413"W	136,710	126,220	0,000	0,010	Fixed	45	11	6	1330,3
100	P1_0920k	6733668,440	723775,330	29°30'23,62280"S	54°41'29,35453"W	103,670	93,180	0,010	0,020	Fixed	45	8	7	210,75
101	P1_0920ka	6733678,100	723718,010	29°30'23,34642"S	54°41'31,48875"W	103,200	92,710	0,020	0,020	Fixed	47	9	6	203,91
102	P1_0920l	6733676,760	723717,810	29°30'23,38993"S	54°41'31,49531"W	104,040	93,550	0,020	0,040	Fixed	45	9	6	202,5
103	P1_0920la	6733668,650	723774,620	29°30'23,61649"S	54°41'29,38090"W	104,580	94,090	0,040	0,060	Fixed	25	8	6	210,58
104	P1_0920lb	6733668,900	723773,090	29°30'23,60938"S	54°41'29,43812"W	103,830	93,340	0,030	0,060	Fixed	33	8	7	210,24
105	P1_0920lc	6733697,110	723799,600	29°30'22,67663"S	54°41'28,47485"W	111,040	100,550	0,010	0,010	Fixed	30	9	6	246,6
106	P1_0920ld	6733822,090	723636,920	29°30'18,72402"S	54°41'34,60458"W	105,050	94,550	0,010	0,030	Fixed	39	8	6	349,25
107	P1_0920lg	6734111,700	723313,770	29°30'09,52973"S	54°41'46,81044"W	107,080	96,580	0,020	0,030	Fixed	46	8	5	737,19
108	P1_0920lh	6734184,830	723285,440	29°30'07,17384"S	54°41'47,91568"W	107,720	97,220	0,010	0,030	Fixed	41	8	5	814,63
109	P1_0920li	6734307,820	723209,370	29°30'03,22987"S	54°41'50,82914"W	108,560	98,060	0,010	0,030	Fixed	41	10	8	959,11
110	P1_0920lj	6734388,100	723224,390	29°30'00,61416"S	54°41'50,33058"W	109,350	98,850	0,010	0,020	Fixed	42	10	8	1022,49
111	P1_0920m	6734453,340	723240,180	29°29'58,48592"S	54°41'49,79272"W	109,700	99,200	0,010	0,030	Fixed	46	9	8	1074,32
112	P1_0920ma	6734484,490	723239,730	29°29'57,47508"S	54°41'49,83204"W	110,660	100,160	0,020	0,060	Fixed	25	9	7	1102,87
113	P1_0920mb	6734600,270	723314,400	29°29'53,66828"S	54°41'47,14610"W	112,630	102,130	0,010	0,020	Fixed	21	8	9	1183,82
114	P1_0920mc	6734626,500	723332,820	29°29'52,80478"S	54°41'46,48201"W	116,130	105,630	0,020	0,030	Fixed	7	9	8	1203,15
115	P1_0920md	6734627,090	723332,870	29°29'52,78571"S	54°41'46,48063"W	113,950	103,450	0,010	0,010	Fixed	34	9	9	1203,7
116	P1_0920me	6734670,820	723413,830	29°29'51,31391"S	54°41'43,50827"W	116,310	105,810	0,000	0,000	Fixed	37	9	9	1224,86
117	P1_0920mf	6734788,470	723423,760	29°29'47,48807"S	54°41'43,22612"W	119,030	108,530	0,010	0,020	Fixed	32	9	8	1337,74
118	P1_0920mg	6735540,200	723428,150	29°29'23,08044"S	54°41'43,61602"W	142,970	132,460	0,020	0,060	Fixed	34	9	8	2079,35
119	P1_0920mh	6735372,260	723448,400	29°29'28,51955"S	54°41'42,74122"W	136,680	126,180	0,010	0,020	Fixed	30	9	8	1910,17
120	P1_0920n	6735095,110	723447,570	29°29'37,51779"S	54°41'42,56832"W	128,160	117,650	0,010	0,020	Fixed	45	10	6	1635,72

ID	Nome	Coordenadas UTM - Fuso 21 J Sul - SIRGAS 2000		Coordenadas Geográficas - SIRGAS 2000		Altitudes (m)		RMS (m)		Tipo da solução	Épocas	Número de satélites		Linha-base (m)
		UTM N (m)	UTM E (m)	Latitude	Longitude	Elipsoidal	Ortométrica	Horz (m)	Vert (m)			GPS	GLO	
121	P1_0920na	6734688,320	722775,860	29°29'51,15557"S	54°42'07,19612"W	118,600	108,100	0,000	0,010	Fixed	31	12	7	1516,52
122	P1_0920nb	6734694,980	723133,930	29°29'50,70933"S	54°41'53,91312"W	115,230	104,720	0,010	0,020	Fixed	43	12	7	1338,17
123	P1_0920nd	6734694,800	724020,350	29°29'50,14473"S	54°41'21,01787"W	108,230	97,730	0,020	0,040	Fixed	39	10	5	1261,98
124	P1_0920ne	6734855,700	724008,590	29°29'44,92881"S	54°41'21,57313"W	106,250	95,750	0,020	0,030	Fixed	23	10	4	1415,13
125	P1_0920nf	6735092,390	723982,560	29°29'37,26134"S	54°41'22,71351"W	106,070	95,570	0,010	0,030	Fixed	39	8	4	1641,66
126	P1_0920ng	6735091,990	723971,860	29°29'37,28121"S	54°41'23,11019"W	115,650	105,160	0,020	0,040	Fixed	29	8	4	1639,34
127	P1_0921l	6733734,030	723786,630	29°30'21,48620"S	54°41'28,98356"W	112,030	101,540	0,010	0,010	Fixed	20	9	7	275,14
128	P1_0921la	6733748,700	723787,060	29°30'21,00993"S	54°41'28,97828"W	112,030	101,540	0,030	0,050	Fixed	18	9	6	289,03
129	P1_0921lb	6733766,800	723787,520	29°30'20,42188"S	54°41'28,97468"W	111,780	101,290	0,020	0,040	Fixed	16	9	8	306,26
130	P1_0921lc	6733795,080	723787,740	29°30'19,50379"S	54°41'28,98720"W	111,570	101,080	0,020	0,030	Fixed	21	9	8	333,21
131	P1_0921ld	6733837,320	723788,220	29°30'18,13214"S	54°41'29,00057"W	112,600	102,100	0,010	0,010	Fixed	19	9	7	373,83
132	P1_0921le	6733852,260	723790,770	29°30'17,64535"S	54°41'28,91684"W	114,130	103,640	0,010	0,020	Fixed	18	8	8	388,89
133	P1_0921m	6733878,690	723798,660	29°30'16,78226"S	54°41'28,64349"W	115,560	105,070	0,090	0,240	Fixed	11	7	7	416,44
134	P1_0921ma	6733830,620	723788,330	29°30'18,34958"S	54°41'28,99161"W	112,020	101,530	0,010	0,050	Fixed	26	9	8	367,42
135	P1_0921mb	6733830,250	723764,230	29°30'18,37688"S	54°41'29,88550"W	110,750	100,260	0,010	0,020	Fixed	22	9	8	361,32
136	P1_0921mc	6733831,570	723723,250	29°30'18,36045"S	54°41'31,40753"W	109,780	99,290	0,000	0,010	Fixed	30	9	8	356,36
137	P1_0921md	6733826,550	723673,260	29°30'18,55566"S	54°41'33,25922"W	108,650	98,160	0,010	0,010	Fixed	29	9	8	350,05
138	P1_0921me	6733858,060	723669,020	29°30'17,53539"S	54°41'33,43962"W	109,610	99,120	0,010	0,020	Fixed	25	7	8	381,68
139	P1_0921mf	6733897,210	723669,900	29°30'16,26396"S	54°41'33,43597"W	111,090	100,590	0,000	0,010	Fixed	32	9	8	420,68
140	P1_0921mg	6733973,150	723672,050	29°30'13,79712"S	54°41'33,41199"W	114,430	103,940	0,010	0,010	Fixed	17	9	8	496,4
141	P1_0921mj	6733668,540	723562,490	29°30'23,75668"S	54°41'37,25386"W	109,050	98,560	0,010	0,010	Fixed	25	9	9	229,66
142	P1_0921mk	6733688,200	723545,560	29°30'23,12952"S	54°41'37,89672"W	109,220	98,730	0,000	0,010	Fixed	31	9	9	255,37
143	P1_0921ml	6733692,110	723510,460	29°30'23,02521"S	54°41'39,20197"W	109,550	99,060	0,010	0,020	Fixed	21	9	9	279,55
144	P1_0921mm	6733682,500	723483,970	29°30'23,35428"S	54°41'40,17812"W	111,210	100,720	0,010	0,030	Fixed	25	9	9	290,2
145	P1_0921mn	6733637,080	723483,730	29°30'24,82873"S	54°41'40,15346"W	112,010	101,520	0,010	0,010	Fixed	22	9	9	260,2
146	P1_0921mo	6733587,630	723483,300	29°30'26,43460"S	54°41'40,13332"W	112,310	101,810	0,010	0,020	Fixed	29	9	9	233,43
147	P1_0921mp	6733693,370	723450,740	29°30'23,02282"S	54°41'41,41940"W	111,640	101,150	0,010	0,010	Fixed	31	9	9	321,72
148	P1_0921mq	6733695,720	723340,030	29°30'23,01768"S	54°41'45,52986"W	111,630	101,130	0,010	0,020	Fixed	29	9	9	411,65
149	P1_0921mr	6733721,200	723428,120	29°30'22,13385"S	54°41'42,27937"W	112,000	101,510	0,010	0,010	Fixed	25	9	8	357,19
150	P1_0921ms	6733792,730	723428,960	29°30'19,81112"S	54°41'42,30080"W	109,340	98,850	0,010	0,010	Fixed	19	10	7	408,95

ID	Nome	Coordenadas UTM - Fuso 21 J Sul - SIRGAS 2000		Coordenadas Geográficas - SIRGAS 2000		Altitudes (m)		RMS (m)		Tipo da solução	Épocas	Número de satélites		Linha-base (m)
		UTM N (m)	UTM E (m)	Latitude	Longitude	Elipsoidal	Ortométrica	Horz (m)	Vert (m)			GPS	GLO	
151	P1_0921mt	6734183,450	723391,900	29°30'07,15038"S	54°41'43,96372"W	110,800	100,300	0,010	0,010	Fixed	26	10	8	766,22
152	P1_0921mu	6734188,540	723420,820	29°30'06,96652"S	54°41'42,89424"W	111,220	100,730	0,010	0,020	Fixed	21	10	7	760,24
153	P1_0921mv	6734200,930	723419,400	29°30'06,56511"S	54°41'42,95600"W	111,200	100,700	0,010	0,020	Fixed	32	10	7	772,34
154	P1_0921n	6734204,300	723444,570	29°30'06,43940"S	54°41'42,02442"W	112,060	101,560	0,010	0,020	Fixed	21	10	8	767,12
155	P1_0921na	6734197,490	723393,870	29°30'06,69307"S	54°41'43,90092"W	110,790	100,290	0,010	0,020	Fixed	19	10	8	778,43
156	P1_0921nb	6734476,390	724374,590	29°29'57,00652"S	54°41'07,71090"W	113,390	102,900	0,010	0,020	Fixed	18	10	7	1211,9
157	P1_0921nc	6734513,760	724385,320	29°29'55,78640"S	54°41'07,34010"W	112,830	102,340	0,010	0,020	Fixed	20	11	7	1248,84
158	P1_0921nd	6734501,200	724373,500	29°29'56,20179"S	54°41'07,76977"W	112,950	102,460	0,010	0,010	Fixed	31	11	6	1231,83
159	P1_0921ne	6734488,290	724238,790	29°29'56,70778"S	54°41'12,75913"W	113,990	103,500	0,010	0,020	Fixed	19	12	7	1151,03
160	P1_0921nf	6734480,150	724222,520	29°29'56,98279"S	54°41'13,35704"W	114,940	104,450	0,020	0,050	Fixed	27	11	7	1136,14
161	P1_0921ng	6734472,280	724151,430	29°29'57,28418"S	54°41'15,98927"W	116,370	105,880	0,010	0,020	Fixed	26	10	7	1097,39
162	P2_0130t4	6734141,700	723302,130	29°30'08,56352"S	54°41'47,26453"W	112,580	102,080	0,010	0,010	Fixed	47	5	5	768,87
163	P2_0130ta4	6734132,730	723303,770	29°30'08,85343"S	54°41'47,19715"W	110,870	100,370	0,020	0,040	Fixed	24	6	6	760,33
164	P2_0130tb4	6734113,660	723261,000	29°30'09,50011"S	54°41'48,77011"W	110,460	99,960	0,020	0,030	Fixed	25	6	7	766,94
165	P2_0130tc4	6734083,860	723192,500	29°30'10,51178"S	54°41'51,29046"W	110,820	100,320	0,010	0,030	Fixed	31	5	8	783,84
166	P2_0130td4	6734061,120	723142,890	29°30'11,28191"S	54°41'53,11491"W	110,960	100,470	0,010	0,020	Fixed	30	5	8	799,38
167	P2_0130te4	6734035,250	723086,980	29°30'12,15751"S	54°41'55,17075"W	111,310	100,810	0,010	0,020	Fixed	30	5	9	820,73
168	P2_0130tf4	6734008,900	723029,770	29°30'13,04987"S	54°41'57,27496"W	111,660	101,160	0,020	0,050	Fixed	36	5	8	846,75
169	P2_0130tg4	6733985,420	722978,760	29°30'13,84491"S	54°41'59,15063"W	111,780	101,280	0,010	0,030	Fixed	32	5	9	873,13
170	P2_0130th4	6733960,350	722925,480	29°30'14,69281"S	54°42'01,10962"W	112,020	101,520	0,010	0,010	Fixed	44	5	9	903,31
171	P2_0130ti4	6734013,890	723275,950	29°30'12,72953"S	54°41'48,14212"W	110,370	99,880	0,010	0,030	Fixed	29	5	8	677,2
172	P2_0130tj4	6733967,340	723274,820	29°30'14,24165"S	54°41'48,14980"W	110,470	99,970	0,010	0,020	Fixed	33	6	8	641,66
173	P2_0130tk4	6733890,010	723272,730	29°30'16,75326"S	54°41'48,17038"W	111,020	100,530	0,020	0,040	Fixed	36	7	8	586,19
174	P2_0130tl4	6733843,650	723271,630	29°30'18,25917"S	54°41'48,17717"W	111,630	101,130	0,030	0,050	Fixed	32	7	8	555,32
175	P2_0130tn4	6733830,810	723263,570	29°30'18,68119"S	54°41'48,46689"W	111,820	101,330	0,010	0,030	Fixed	59	7	8	553,1
176	P2_0130to4	6733838,490	723290,340	29°30'18,41466"S	54°41'47,47907"W	111,640	101,140	0,020	0,030	Fixed	27	5	8	537,94
177	P2_0130u4	6733832,290	723349,930	29°30'18,57769"S	54°41'45,26283"W	110,520	100,020	0,000	0,010	Fixed	60	7	7	490,96
178	P2_0130ub4	6733833,400	723289,210	29°30'18,58059"S	54°41'47,51725"W	112,020	101,520	0,010	0,010	Fixed	44	7	7	535,37
179	P2_0130uc4	6733829,710	723315,180	29°30'18,68353"S	54°41'46,55080"W	111,830	101,330	0,010	0,010	Fixed	48	7	7	513,75
180	P2_0130ud4	6734431,340	723860,360	29°29'58,80102"S	54°41'26,76083"W	116,210	105,710	0,010	0,010	Fixed	54	6	5	969,5

ID	Nome	Coordenadas UTM - Fuso 21 J Sul - SIRGAS 2000		Coordenadas Geográficas - SIRGAS 2000		Altitudes (m)		RMS (m)		Tipo da solução	Épocas	Número de satélites		Linha-base (m)
		UTM N (m)	UTM E (m)	Latitude	Longitude	Elipsoidal	Ortométrica	Horz (m)	Vert (m)			GPS	GLO	
181	P2_0130ue4	6734430,090	723838,700	29°29'58,85553"S	54°41'27,56390"W	117,910	107,420	0,030	0,070	Fixed	48	6	5	964,66
182	P2_0130uf4	6734435,680	723842,320	29°29'58,67173"S	54°41'27,43375"W	117,790	107,300	0,010	0,020	Fixed	48	6	5	970,75
183	P2_0130ug4	6734441,080	723889,610	29°29'58,46590"S	54°41'25,68260"W	117,190	106,700	0,010	0,010	Fixed	37	6	5	984,63
184	P2_0130uh4	6734464,230	723938,140	29°29'57,68288"S	54°41'23,89885"W	117,310	106,820	0,020	0,040	Fixed	51	7	5	1018,09
185	P2_0130uj4	6734420,350	723882,420	29°29'59,14352"S	54°41'25,93417"W	114,910	104,420	0,010	0,030	Fixed	38	7	4	962,89
186	P2_0130uk4	6734418,780	723923,700	29°29'59,16785"S	54°41'24,40107"W	113,600	103,110	0,010	0,010	Fixed	46	6	6	970,51
187	P2_0130v4	6734382,810	723923,490	29°30'00,33565"S	54°41'24,38258"W	115,020	104,530	0,020	0,030	Fixed	38	7	5	935,6
188	P2_0130va4	6733965,320	724013,210	29°30'13,83144"S	54°41'20,74483"W	116,830	106,340	0,000	0,010	Fixed	84	7	5	586,22
189	P2_0130vb4	6733692,750	724054,790	29°30'22,65340"S	54°41'19,00065"W	108,400	97,910	0,010	0,010	Fixed	113	7	5	425
190	P2_0130vc4	6733681,680	723979,940	29°30'23,06114"S	54°41'21,77059"W	115,980	105,490	0,020	0,030	Fixed	55	5	4	355,91
191	P2_0131k4	6734517,030	723327,850	29°29'56,36206"S	54°41'46,58596"W	114,740	104,240	0,010	0,030	Fixed	43	6	6	1100,69
192	P2_0131ka4	6734411,140	723324,130	29°29'59,80192"S	54°41'46,64616"W	113,150	102,650	0,010	0,020	Fixed	52	6	5	1002,64
193	P2_0131kb4	6734312,750	723320,710	29°30'02,99837"S	54°41'46,70087"W	112,100	101,610	0,010	0,030	Fixed	30	6	6	913,08
194	P2_0131kc4	6734312,650	723283,710	29°30'03,02549"S	54°41'48,07379"W	112,350	101,850	0,010	0,020	Fixed	38	6	6	928,51
195	P2_0131l4	6734325,410	723111,930	29°30'02,72163"S	54°41'54,45811"W	116,950	106,450	0,010	0,020	Fixed	47	6	6	1025,75
196	P2_0131la4	6734369,510	723312,900	29°30'01,16067"S	54°41'47,03212"W	112,550	102,050	0,010	0,020	Fixed	32	6	7	968,29
197	P2_0131lb4	6734443,880	723274,540	29°29'58,77113"S	54°41'48,51042"W	113,160	102,660	0,010	0,020	Fixed	37	6	8	1051,71
198	P2_0131lc4	6734440,300	723252,960	29°29'58,90100"S	54°41'49,30867"W	112,710	102,210	0,010	0,020	Fixed	36	6	7	1057,14
199	P2_0131ld4	6734485,080	723313,620	29°29'57,40844"S	54°41'47,09065"W	114,310	103,810	0,010	0,010	Fixed	50	6	9	1075,45
200	P2_0131le4	6734552,010	723330,880	29°29'55,22440"S	54°41'46,49900"W	115,250	104,750	0,010	0,030	Fixed	38	6	8	1132,83
201	P2_0131lf4	6734550,790	723400,530	29°29'55,21926"S	54°41'43,91340"W	116,370	105,880	0,010	0,020	Fixed	28	6	7	1111,61
202	P2_0131lg4	6734549,580	723445,240	29°29'55,22961"S	54°41'42,25350"W	117,010	106,510	0,020	0,030	Fixed	49	6	7	1099,7
203	P2_0131lh4	6734548,560	723460,820	29°29'55,25266"S	54°41'41,67434"W	117,070	106,570	0,010	0,010	Fixed	42	5	9	1095,36
204	P2_0131li4	6734565,130	723461,360	29°29'54,71434"S	54°41'41,66656"W	117,100	106,610	0,010	0,020	Fixed	24	5	9	1111,46
205	P2_0131lj4	6734669,580	723463,970	29°29'51,32175"S	54°41'41,64645"W	119,180	108,680	0,010	0,020	Fixed	57	5	8	1213,38
206	P2_0131lk4	6734714,180	723457,890	29°29'49,87785"S	54°41'41,90517"W	120,260	109,760	0,010	0,020	Fixed	34	5	8	1258,32
207	P2_0131ll4	6734443,010	723380,610	29°29'58,73097"S	54°41'44,57347"W	113,980	103,480	0,010	0,020	Fixed	35	5	8	1013,82
208	P2_0131lm4	6734442,810	723415,280	29°29'58,71518"S	54°41'43,28677"W	114,090	103,590	0,010	0,010	Fixed	42	5	8	1003,63
209	P2_0131ln4	6734443,700	723443,230	29°29'58,66848"S	54°41'42,25032"W	113,990	103,500	0,010	0,010	Fixed	69	5	8	997,24
210	P2_0131lo4	6734440,470	723479,140	29°29'58,75012"S	54°41'40,91497"W	114,670	104,170	0,040	0,070	Fixed	26	5	8	985,86

ID	Nome	Coordenadas UTM - Fuso 21 J Sul - SIRGAS 2000		Coordenadas Geográficas - SIRGAS 2000		Altitudes (m)		RMS (m)		Tipo da solução	Épocas	Número de satélites		Linha-base (m)
		UTM N (m)	UTM E (m)	Latitude	Longitude	Elipsoidal	Ortométrica	Horz (m)	Vert (m)			GPS	GLO	
211	P2_0131lp4	6734343,330	723448,700	29°30'01,92322"S	54°41'41,97338"W	115,260	104,760	0,010	0,020	Fixed	35	5	8	898,84
212	P2_0131m4	6734320,250	723477,200	29°30'02,65416"S	54°41'40,89866"W	116,540	106,040	0,010	0,020	Fixed	43	6	8	869,25
213	P2_0131ma4	6734280,960	723448,790	29°30'03,94819"S	54°41'41,92408"W	113,790	103,300	0,010	0,020	Fixed	59	6	7	838,89
214	P2_0131mb4	6734208,900	723447,380	29°30'06,28842"S	54°41'41,92349"W	112,490	101,990	0,010	0,020	Fixed	64	7	7	770,59
215	P2_0131mc4	6734195,140	723475,860	29°30'06,71682"S	54°41'40,85633"W	113,670	103,170	0,010	0,010	Fixed	37	7	7	748,94
216	P2_0131md4	6734132,430	723487,730	29°30'08,74506"S	54°41'40,36970"W	115,760	105,260	0,010	0,040	Fixed	43	5	5	685,47
217	P2_0131me4	6734135,560	723425,290	29°30'08,68341"S	54°41'42,68934"W	116,210	105,720	0,010	0,030	Fixed	82	7	6	709,21
218	P2_0131mf4	6734113,960	723566,680	29°30'09,29378"S	54°41'37,42606"W	115,250	104,750	0,020	0,040	Fixed	102	6	5	648,47
219	P2_0131mg4	6733686,590	723853,200	29°30'22,98367"S	54°41'26,47801"W	113,570	103,080	0,010	0,020	Fixed	87	7	6	266,46
220	P2_0131mh4	6733677,350	723866,410	29°30'23,27489"S	54°41'25,98094"W	113,260	102,770	0,030	0,050	Fixed	90	6	5	267,84
221	P2_0131mi4	6733672,070	723850,560	29°30'23,45660"S	54°41'26,56511"W	112,380	101,890	0,030	0,050	Fixed	96	6	5	253,55
222	P2_0131mj4	6733682,670	723823,610	29°30'23,12979"S	54°41'27,57298"W	110,000	99,510	0,020	0,030	Fixed	34	6	6	246,14
223	P2_0131n4	6733589,920	723703,940	29°30'26,21815"S	54°41'31,94604"W	108,520	98,030	0,010	0,020	Fixed	58	6	5	114,53
224	P2_0131p4	6735112,210	724264,740	29°29'36,43581"S	54°41'12,25674"W	111,650	101,150	0,010	0,020	Fixed	42	6	4	1733,4
225	P2_0131pa4	6735086,750	724281,820	29°29'37,25150"S	54°41'11,60424"W	109,480	98,990	0,010	0,010	Fixed	30	6	4	1715,25
226	P2_0131pb4	6735058,290	724295,650	29°29'38,16633"S	54°41'11,07000"W	109,010	98,510	0,000	0,010	Fixed	31	6	5	1693,49
227	P2_0131pc4	6734995,560	724250,350	29°29'40,23219"S	54°41'12,70461"W	110,010	99,520	0,010	0,020	Fixed	68	5	4	1618,83
228	P2_0131q4	6734877,810	724246,060	29°29'44,05764"S	54°41'12,77695"W	110,690	100,200	0,000	0,000	Fixed	70	5	5	1507,37
229	P2_0131qa4	6734835,510	724230,930	29°29'45,44075"S	54°41'13,30727"W	110,830	100,340	0,000	0,010	Fixed	98	6	5	1462,48
230	P2_0131qb4	6734552,420	724261,470	29°29'54,61135"S	54°41'11,96506"W	112,440	101,950	0,010	0,020	Fixed	68	6	5	1218,23
231	P2_0131qc4	6734015,980	724430,170	29°30'11,91764"S	54°41'05,30824"W	113,550	103,060	0,010	0,010	Fixed	93	6	6	916,49
232	P2_0131qd4	6734014,970	724453,670	29°30'11,93510"S	54°41'04,43531"W	115,010	104,520	0,010	0,020	Fixed	31	6	6	935,01
233	P2_0131qe4	6734044,440	724445,310	29°30'10,98378"S	54°41'04,76720"W	118,030	107,550	0,000	0,010	Fixed	42	6	5	945,56
234	P2_0131qf4	6734095,070	724457,420	29°30'09,33248"S	54°41'04,35529"W	116,500	106,010	0,010	0,020	Fixed	47	6	6	986,18
235	P2_0131qg4	6734433,690	724488,180	29°29'58,31920"S	54°41'03,46400"W	113,890	103,400	0,010	0,030	Fixed	52	6	5	1246,54
236	P2_0131qh4	6734462,650	724464,890	29°29'57,39434"S	54°41'04,34976"W	116,630	106,140	0,010	0,010	Fixed	75	7	5	1254,34
237	P2_0131r4	6734479,380	723993,750	29°29'57,15548"S	54°41'21,84633"W	110,120	99,630	0,010	0,010	Fixed	169	7	5	1047,63
238	P2_0131ra4	6734496,840	724009,200	29°29'56,57864"S	54°41'21,28575"W	108,340	97,850	0,020	0,040	Fixed	117	7	5	1068,89
239	P2_0919I4	6733624,380	723759,620	29°30'25,06346"S	54°41'29,90515"W	107,630	97,140	0,010	0,020	Fixed	79	8	6	164,01
240	P2_0919Ia4	6733816,360	723907,690	29°30'18,73549"S	54°41'24,55119"W	116,880	106,390	0,010	0,020	Fixed	50	8	6	403,83

ID	Nome	Coordenadas UTM - Fuso 21 J Sul - SIRGAS 2000		Coordenadas Geográficas - SIRGAS 2000		Altitudes (m)		RMS (m)		Tipo da solução	Épocas	Número de satélites		Linha-base (m)
		UTM N (m)	UTM E (m)	Latitude	Longitude	Elipsoidal	Ortométrica	Horz (m)	Vert (m)			GPS	GLO	
241	P2_0919lb4	6733818,450	723802,820	29°30'18,73509"S	54°41'28,44459"W	111,400	100,910	0,010	0,020	Fixed	44	8	6	360,08
242	P2_0919lc4	6733687,400	723557,370	29°30'23,14793"S	54°41'37,45750"W	108,960	98,460	0,000	0,000	Fixed	69	8	6	248,27
243	P2_0919ld4	6733544,160	723556,790	29°30'27,79839"S	54°41'37,37379"W	117,670	107,180	0,010	0,020	Fixed	37	8	6	148,06
244	P2_0919m4	6733830,730	723428,720	29°30'18,57753"S	54°41'42,33759"W	108,870	98,380	0,010	0,030	Fixed	46	7	6	439,1
245	P2_0919ma4	6733835,300	723269,730	29°30'18,53140"S	54°41'48,24162"W	111,810	101,320	0,010	0,010	Fixed	51	8	7	551,29
246	P2_0919mb4	6734111,940	723264,630	29°30'09,55378"S	54°41'48,63418"W	110,500	100,000	0,020	0,030	Fixed	55	8	7	763,49
247	P2_0919mc4	6733816,190	722794,670	29°30'19,45693"S	54°42'05,85865"W	111,390	100,890	0,010	0,010	Fixed	43	8	9	956,11
248	P2_0919md4	6733677,300	722320,390	29°30'24,27024"S	54°42'23,35902"W	122,080	111,580	0,010	0,030	Fixed	45	8	9	1382,67
249	P2_0919me4	6734278,130	723429,020	29°30'04,05249"S	54°41'42,65576"W	112,190	101,690	0,000	0,010	Fixed	47	8	8	842,09
250	P2_0919mf4	6734201,960	723555,550	29°30'06,44405"S	54°41'37,90376"W	117,690	107,200	0,020	0,030	Fixed	48	8	8	736,99
251	P2_0919mg4	6734434,120	723326,140	29°29'59,05464"S	54°41'46,58852"W	113,190	102,690	0,020	0,040	Fixed	47	8	8	1023,36
252	P2_0919n4	6734690,440	722911,310	29°29'50,99971"S	54°42'02,17143"W	123,040	112,530	0,010	0,020	Fixed	25	8	8	1440,88
253	P2_0919na4	6734687,190	723417,880	29°29'50,77990"S	54°41'43,37012"W	118,890	108,390	0,010	0,030	Fixed	42	9	8	1239,92
254	P2_0919nb4	6734683,400	723567,480	29°29'50,80648"S	54°41'37,81561"W	123,670	113,180	0,020	0,040	Fixed	45	9	8	1212,28
255	P2_0919nc4	6734809,070	723446,780	29°29'46,80455"S	54°41'42,38713"W	121,630	111,130	0,010	0,010	Fixed	47	9	7	1353,63
256	P2_0919nd4	6735372,770	723120,140	29°29'28,71415"S	54°41'54,92257"W	143,120	132,610	0,010	0,020	Fixed	44	10	6	1978,98
257	P2_0919ne4	6735368,790	723345,380	29°29'28,69849"S	54°41'46,56134"W	138,470	127,960	0,010	0,010	Fixed	43	10	5	1922,44
258	P2_0919nf4	6735030,700	723329,300	29°29'39,68497"S	54°41'46,90954"W	128,500	118,000	0,000	0,010	Fixed	32	11	5	1594,47
259	P2_0919ng4	6735027,480	723476,500	29°29'39,69470"S	54°41'41,44483"W	129,260	118,750	0,010	0,010	Fixed	38	11	6	1564,69
260	P2_0919nh4	6735036,000	723577,540	29°29'39,35310"S	54°41'37,70164"W	132,030	121,530	0,010	0,020	Fixed	34	11	6	1562,73
261	P2_0919ni4	6735519,950	723711,790	29°29'23,55536"S	54°41'33,07596"W	153,130	142,630	0,040	0,070	Fixed	45	10	6	2042,99
262	P2_0919o4	6735531,730	723847,250	29°29'23,08580"S	54°41'28,05805"W	164,160	153,660	0,010	0,020	Fixed	31	10	6	2060,94
263	P2_0919oa4	6735373,610	723834,890	29°29'28,22679"S	54°41'28,40033"W	153,830	143,330	0,010	0,010	Fixed	44	10	5	1902,2
264	P2_0919ob4	6735237,980	723838,880	29°29'32,62767"S	54°41'28,15230"W	145,720	135,220	0,010	0,030	Fixed	39	10	5	1767,24
265	P2_0919oc4	6735028,630	723833,340	29°29'39,42768"S	54°41'28,20384"W	138,830	128,330	0,010	0,010	Fixed	36	10	5	1558,19
266	P2_0919od4	6734921,270	723830,680	29°29'42,91478"S	54°41'28,22348"W	133,280	122,790	0,010	0,010	Fixed	43	10	5	1451,04
267	P2_0919oe4	6734662,650	723807,970	29°29'51,32539"S	54°41'28,87550"W	130,730	120,230	0,000	0,010	Fixed	41	10	5	1191,48
268	P2_0919of4	6734798,740	723932,330	29°29'46,82720"S	54°41'24,36085"W	136,840	126,340	0,010	0,020	Fixed	43	10	5	1343,87
269	P2_0919p4	6733973,660	723910,980	29°30'13,62662"S	54°41'24,54492"W	118,040	107,550	0,000	0,000	Fixed	47	10	6	544,05
270	P2_0919pa4	6734057,760	723913,160	29°30'10,89513"S	54°41'24,52623"W	121,930	111,440	0,010	0,010	Fixed	41	10	6	622,52

ID	Nome	Coordenadas UTM - Fuso 21 J Sul - SIRGAS 2000		Coordenadas Geográficas - SIRGAS 2000		Altitudes (m)		RMS (m)		Tipo da solução	Épocas	Número de satélites		Linha-base (m)
		UTM N (m)	UTM E (m)	Latitude	Longitude	Elipsoidal	Ortométrica	Horz (m)	Vert (m)			GPS	GLO	
271	P2_0919q4	6734188,660	723792,170	29°30'06,72328"S	54°41'29,11284"W	123,840	113,350	0,010	0,010	Fixed	41	10	5	719,05
272	P2_0919qa4	6734298,310	723919,430	29°30'03,08175"S	54°41'24,47079"W	117,880	107,390	0,010	0,010	Fixed	43	10	5	852,96
273	P2_0919qb4	6734422,940	723802,120	29°29'59,11123"S	54°41'28,91610"W	117,740	107,250	0,010	0,010	Fixed	42	10	5	952,56
274	P2_0919qc4	6734951,580	723997,120	29°29'41,82352"S	54°41'22,06925"W	107,110	96,610	0,000	0,010	Fixed	45	8	5	1506,27
275	P2_0919qd4	6734714,420	724255,380	29°29'49,35615"S	54°41'12,31052"W	112,770	102,280	0,010	0,010	Fixed	42	9	5	1360,77
276	P2_0919qe4	6734460,380	724358,940	29°29'57,53629"S	54°41'08,27973"W	113,410	102,920	0,020	0,030	Fixed	40	9	6	1189,86
277	P2_0919qf4	6734224,900	724357,300	29°30'05,18216"S	54°41'08,16688"W	111,540	101,050	0,010	0,020	Fixed	46	8	6	1003,02
278	P2_0919qg4	6734057,080	724470,600	29°30'10,55702"S	54°41'03,83818"W	117,950	107,470	0,010	0,010	Fixed	42	8	5	973,38
279	P2_0919qh4	6734165,840	724459,100	29°30'07,03382"S	54°41'04,34528"W	115,610	105,120	0,010	0,020	Fixed	40	8	5	1033,25
280	P2_0919qi4	6734336,410	724466,690	29°30'01,49137"S	54°41'04,18948"W	114,680	104,190	0,010	0,010	Fixed	42	8	5	1159,03
281	P2_0919qj4	6734445,770	724529,480	29°29'57,90063"S	54°41'01,94033"W	115,520	105,030	0,010	0,010	Fixed	42	8	5	1282,49
282	P2_0919r4	6734606,810	724564,090	29°29'52,64997"S	54°41'00,77503"W	119,100	108,610	0,000	0,010	Fixed	29	8	5	1428,98
283	P2_0919ra4	6734430,070	724613,440	29°29'58,35595"S	54°40'58,81290"W	116,020	105,530	0,000	0,010	Fixed	35	8	5	1327,7
284	P2_0919rb4	6734094,200	724912,270	29°30'09,06611"S	54°40'47,47426"W	126,540	116,060	0,030	0,020	Fixed	39	7	3	1370,15
285	P2_0919rc4	6733897,020	725005,520	29°30'15,40728"S	54°40'43,86753"W	126,110	115,630	0,010	0,010	Fixed	42	8	5	1381,9
286	P2_0919rd4	6733786,130	725230,690	29°30'18,86121"S	54°40'35,42874"W	125,610	115,130	0,010	0,020	Fixed	40	8	5	1572,34
287	P2_0919re4	6733605,280	725000,910	29°30'24,88121"S	54°40'43,82268"W	119,140	108,660	0,010	0,010	Fixed	45	8	5	1318,17
288	P2_0919rf4	6733401,180	724943,880	29°30'31,54418"S	54°40'45,78791"W	109,310	98,830	0,010	0,020	Fixed	39	8	5	1257,22
289	P2_0919rg4	6733439,940	725181,590	29°30'30,13172"S	54°40'36,99435"W	124,210	113,730	0,010	0,020	Fixed	54	8	6	1493,02
290	P2_0919sa4	6734489,290	723999,580	29°29'56,82976"S	54°41'21,63721"W	106,210	95,710	0,010	0,020	Fixed	36	6	2	1058,86
291	P2_0919sd4	6734429,640	723945,990	29°29'58,80076"S	54°41'23,58214"W	112,980	102,480	0,010	0,020	Fixed	62	8	6	986,63
292	P2_0919se4	6734454,200	723946,620	29°29'58,00323"S	54°41'23,57655"W	117,910	107,410	0,020	0,040	Fixed	48	8	6	1010,49
293	P2_0920k4	6733679,680	723759,640	29°30'23,26810"S	54°41'29,94489"W	103,900	93,410	0,010	0,020	Fixed	49	7	6	215,33
294	P2_0920ka4	6733687,350	723739,320	29°30'23,03236"S	54°41'30,70503"W	103,650	93,150	0,010	0,030	Fixed	45	8	4	216,96
295	P2_0920l4	6733687,300	723739,420	29°30'23,03374"S	54°41'30,70116"W	104,130	93,640	0,010	0,030	Fixed	44	8	5	216,9
296	P2_0920la4	6733685,150	723751,800	29°30'23,09574"S	54°41'30,24011"W	106,300	95,810	0,010	0,020	Fixed	31	8	4	217,92
297	P2_0920lb4	6733695,070	723785,890	29°30'22,75162"S	54°41'28,98207"W	110,290	99,800	0,010	0,030	Fixed	36	8	6	238,92
298	P2_0920lc4	6733801,500	723639,650	29°30'19,39052"S	54°41'34,48808"W	108,520	98,030	0,020	0,040	Fixed	37	7	4	328,37
299	P2_0920le4	6733961,990	723599,190	29°30'14,20646"S	54°41'36,10759"W	105,370	94,880	0,010	0,020	Fixed	49	7	5	493,34
300	P2_0920lf4	6734087,170	723340,240	29°30'10,30908"S	54°41'45,81006"W	102,690	92,200	0,020	0,040	Fixed	37	8	6	702,79

ID	Nome	Coordenadas UTM - Fuso 21 J Sul - SIRGAS 2000		Coordenadas Geográficas - SIRGAS 2000		Altitudes (m)		RMS (m)		Tipo da solução	Épocas	Número de satélites		Linha-base (m)
		UTM N (m)	UTM E (m)	Latitude	Longitude	Elipsoidal	Ortométrica	Horz (m)	Vert (m)			GPS	GLO	
301	P2_0920lh4	6734342,480	723211,490	29°30'02,10352"S	54°41'50,77595"W	108,720	98,230	0,010	0,030	Fixed	22	7	6	988,24
302	P2_0920li4	6734363,150	723223,480	29°30'01,42464"S	54°41'50,34589"W	108,880	98,380	0,010	0,040	Fixed	31	8	7	1000,76
303	P2_0920m4	6734427,210	723241,590	29°29'59,33328"S	54°41'49,72115"W	109,820	99,320	0,010	0,030	Fixed	41	8	7	1050,04
304	P2_0920ma4	6734481,600	723238,530	29°29'57,56946"S	54°41'49,87457"W	110,370	99,870	0,020	0,020	Fixed	19	9	6	1100,73
305	P2_0920mb4	6734479,870	723243,510	29°29'57,62254"S	54°41'49,68838"W	110,470	99,970	0,020	0,020	Fixed	18	9	5	1097,12
306	P2_0920mc4	6734689,400	723414,220	29°29'50,71043"S	54°41'43,50745"W	116,020	105,520	0,000	0,010	Fixed	44	9	8	1242,89
307	P2_0920n4	6735040,890	723455,380	29°29'39,27283"S	54°41'42,23860"W	126,720	116,220	0,010	0,020	Fixed	25	10	8	1580,95
308	P2_0920na4	6735113,730	723429,860	29°29'36,92470"S	54°41'43,23886"W	128,810	118,310	0,010	0,020	Fixed	30	8	8	1656,81
309	P2_0920nb4	6734696,630	722785,020	29°29'50,87992"S	54°42'06,86230"W	121,040	110,540	0,010	0,020	Fixed	15	10	7	1517,69
310	P2_0920nc4	6734680,290	723136,330	29°29'51,18473"S	54°41'53,81338"W	114,740	104,240	0,010	0,010	Fixed	25	10	7	1323,82
311	P2_0920ne4	6734794,050	724020,800	29°29'46,92222"S	54°41'21,07432"W	111,200	100,700	0,030	0,050	Fixed	33	11	4	1358,06
312	P2_0920nf4	6734828,650	724016,420	29°29'45,80180"S	54°41'21,26233"W	106,080	95,590	0,020	0,030	Fixed	16	9	4	1390,63
313	P2_0920nh4	6735089,570	723993,100	29°29'37,34606"S	54°41'22,32014"W	102,730	92,230	0,030	0,050	Fixed	26	9	4	1640,85
314	P2_0920ni4	6735058,250	723966,940	29°29'38,37976"S	54°41'23,26799"W	113,930	103,430	0,030	0,070	Fixed	40	9	4	1605,27
315	P2_0920nj4	6735011,990	723958,870	29°29'39,88672"S	54°41'23,53308"W	117,710	107,220	0,030	0,060	Fixed	37	9	4	1558,31
316	P2_0920nk4	6734891,150	723979,800	29°29'43,79644"S	54°41'22,66767"W	117,100	106,600	0,020	0,040	Fixed	31	10	4	1443,54
317	P2_0921ld4	6733792,570	723801,920	29°30'19,57605"S	54°41'28,45919"W	111,550	101,060	0,010	0,050	Fixed	23	7	5	335,33
318	P2_0921le4	6733839,090	723802,610	29°30'18,06542"S	54°41'28,46794"W	112,460	101,970	0,020	0,040	Fixed	18	7	6	379,61
319	P2_0921lf4	6733862,400	723803,050	29°30'17,30828"S	54°41'28,46846"W	114,580	104,090	0,010	0,010	Fixed	14	7	7	401,99
320	P2_0921m4	6733822,160	723788,520	29°30'18,62411"S	54°41'28,97811"W	111,500	101,010	0,010	0,020	Fixed	25	7	7	359,36
321	P2_0921mb4	6733838,740	723720,160	29°30'18,12965"S	54°41'31,52733"W	112,020	101,530	0,010	0,020	Fixed	18	8	7	363,16
322	P2_0921mc4	6733839,290	723678,340	29°30'18,13887"S	54°41'33,08000"W	109,140	98,650	0,000	0,010	Fixed	29	8	7	362,57
323	P2_0921md4	6733872,790	723679,140	29°30'17,05082"S	54°41'33,07474"W	110,290	99,800	0,010	0,020	Fixed	28	7	7	395,99
324	P2_0921me4	6733938,520	723681,150	29°30'14,91573"S	54°41'33,04858"W	113,040	102,550	0,010	0,010	Fixed	32	8	8	461,58
325	P2_0921mg4	6733643,630	723561,060	29°30'24,56654"S	54°41'37,28866"W	109,360	98,870	0,010	0,020	Fixed	23	8	9	210,18
326	P2_0921mh4	6733595,560	723560,040	29°30'26,12754"S	54°41'37,29088"W	110,900	100,410	0,010	0,010	Fixed	15	8	9	175,22
327	P2_0921mj4	6733696,580	723523,350	29°30'22,87162"S	54°41'38,72699"W	109,520	99,030	0,010	0,030	Fixed	19	9	9	275,08
328	P2_0921mk4	6733697,850	723483,280	29°30'22,85637"S	54°41'40,21524"W	110,780	100,290	0,020	0,020	Fixed	26	9	8	301,75
329	P2_0921ml4	6733659,260	723478,730	29°30'24,11189"S	54°41'40,35550"W	111,640	101,140	0,020	0,050	Fixed	18	9	8	278,17
330	P2_0921mm4	6733608,680	723477,720	29°30'25,75465"S	54°41'40,35588"W	112,300	101,810	0,010	0,010	Fixed	28	9	8	248,83

ID	Nome	Coordenadas UTM - Fuso 21 J Sul - SIRGAS 2000		Coordenadas Geográficas - SIRGAS 2000		Altitudes (m)		RMS (m)		Tipo da solução	Épocas	Número de satélites		Linha-base (m)
		UTM N (m)	UTM E (m)	Latitude	Longitude	Elipsoidal	Ortométrica	Horz (m)	Vert (m)			GPS	GLO	
331	P2_0921mn4	6733699,490	723432,540	29°30'22,83576"S	54°41'42,09936"W	112,240	101,750	0,010	0,010	Fixed	28	9	8	339,37
332	P2_0921mo4	6733700,220	723404,420	29°30'22,83010"S	54°41'43,14341"W	112,470	101,970	0,010	0,030	Fixed	19	9	8	361,5
333	P2_0921mp4	6733705,950	723268,450	29°30'22,73170"S	54°41'48,19407"W	111,290	100,790	0,010	0,010	Fixed	16	9	8	478,6
334	P2_0921mq4	6733747,570	723428,670	29°30'21,27735"S	54°41'42,27838"W	111,540	101,050	0,010	0,020	Fixed	33	9	8	375,34
335	P2_0921mr4	6733768,080	723428,480	29°30'20,61165"S	54°41'42,30038"W	110,770	100,280	0,010	0,020	Fixed	22	9	8	390,52
336	P2_0921ms4	6734192,030	723349,750	29°30'06,89896"S	54°41'45,53409"W	110,560	100,060	0,010	0,010	Fixed	24	10	7	791,24
337	P2_0921mt4	6734252,580	723350,940	29°30'04,93239"S	54°41'45,53468"W	111,400	100,900	0,010	0,020	Fixed	18	10	6	845,86
338	P2_0921n4	6734319,670	723352,530	29°30'02,75316"S	54°41'45,52488"W	111,600	101,100	0,080	0,150	Fixed	11	10	7	907,16
339	P2_0921nb4	6734606,580	724415,980	29°29'52,75325"S	54°41'06,27115"W	113,590	103,100	0,020	0,030	Fixed	28	10	6	1343,22
340	P2_0921nc4	6734610,980	724405,790	29°29'52,61704"S	54°41'06,65241"W	112,680	102,190	0,010	0,020	Fixed	23	10	7	1341,45
341	P2_0921nd4	6734611,260	724424,240	29°29'52,59599"S	54°41'05,96785"W	114,360	103,870	0,050	0,090	Fixed	12	10	7	1351,63
342	P2_0921ne4	6734493,070	724198,140	29°29'56,57887"S	54°41'14,27128"W	110,610	100,120	0,010	0,030	Fixed	23	10	5	1136,46
343	P2_0921ng4	6734466,620	724151,870	29°29'57,46745"S	54°41'15,96887"W	117,300	106,810	0,020	0,030	Fixed	24	11	6	1092,45
344	P3_0919p	6734021,130	723805,110	29°30'12,15371"S	54°41'28,50930"W	118,110	107,620	0,010	0,020	Fixed	53	10	6	556,37
345	P3_0919q	6734191,300	723691,420	29°30'06,70263"S	54°41'32,85383"W	122,030	111,540	0,010	0,010	Fixed	30	10	5	714,2
346	P3_0919qa	6734313,390	723919,810	29°30'02,59190"S	54°41'24,46778"W	117,350	106,850	0,010	0,010	Fixed	40	10	5	867,59
347	P3_0919qb	6734422,650	723817,510	29°29'59,11061"S	54°41'28,34479"W	117,590	107,100	0,000	0,010	Fixed	41	9	5	954,23
348	P3_0919qc	6734975,470	723988,540	29°29'41,05323"S	54°41'22,40518"W	107,080	96,590	0,010	0,020	Fixed	38	8	4	1527,96
349	P3_0919qd	6734782,170	724253,390	29°29'47,15770"S	54°41'12,43435"W	111,880	101,380	0,000	0,010	Fixed	37	9	5	1421,85
350	P3_0919qe	6734458,710	724368,750	29°29'57,58424"S	54°41'07,91446"W	113,480	102,990	0,020	0,030	Fixed	33	9	6	1194,04
351	P3_0919qf	6734102,620	724347,760	29°30'09,15813"S	54°41'08,43051"W	110,650	100,160	0,010	0,010	Fixed	43	9	6	908,58
352	P3_0919qg	6734015,740	724443,620	29°30'11,91676"S	54°41'04,80861"W	114,460	103,970	0,030	0,060	Fixed	32	7	5	927,26
353	P3_0919qh	6734165,290	724471,280	29°30'07,04360"S	54°41'03,89261"W	115,540	105,050	0,010	0,010	Fixed	43	8	5	1042
354	P3_0919qi	6734325,060	724466,070	29°30'01,86024"S	54°41'04,20409"W	114,550	104,060	0,020	0,030	Fixed	37	8	5	1150,23
355	P3_0919r	6734431,760	724602,930	29°29'58,30794"S	54°40'59,20407"W	116,060	105,580	0,010	0,010	Fixed	34	8	5	1321,63
356	P3_0919ra	6733906,950	725003,650	29°30'15,08605"S	54°40'43,94435"W	126,120	115,640	0,010	0,010	Fixed	40	8	5	1383,17
357	P3_0919rb	6733785,760	725237,870	29°30'18,86859"S	54°40'35,16198"W	125,660	115,180	0,010	0,020	Fixed	43	8	5	1579,31
358	P3_0919rc	6733460,540	725208,770	29°30'29,44529"S	54°40'36,00087"W	125,150	114,670	0,010	0,020	Fixed	44	8	6	1519,83
359	P3_0919rd	6733437,310	725194,900	29°30'30,20846"S	54°40'36,49834"W	124,670	114,190	0,010	0,010	Fixed	21	8	6	1506,39
360	P3_0919s	6734470,080	723984,020	29°29'57,46335"S	54°41'22,20031"W	110,930	100,440	0,010	0,030	Fixed	85	7	5	1035,93

ID	Nome	Coordenadas UTM - Fuso 21 J Sul - SIRGAS 2000		Coordenadas Geográficas - SIRGAS 2000		Altitudes (m)		RMS (m)		Tipo da solução	Épocas	Número de satélites		Linha-base (m)
		UTM N (m)	UTM E (m)	Latitude	Longitude	Elipsoidal	Ortométrica	Horz (m)	Vert (m)			GPS	GLO	
361	P3_0919sb	6734497,410	724002,690	29°29'56,56431"S	54°41'21,52792"W	105,550	95,060	0,010	0,030	Fixed	69	8	4	1067,53
362	P3_0919sd	6734439,690	723918,920	29°29'58,49205"S	54°41'24,59384"W	115,090	104,600	0,010	0,010	Fixed	16	5	4	989,68
363	P3_0919se	6734438,970	723919,540	29°29'58,51512"S	54°41'24,57060"W	115,590	105,100	0,020	0,040	Fixed	29	8	6	989,12
364	P3_0919sf	6734449,290	723948,510	29°29'58,16124"S	54°41'23,50300"W	116,520	106,030	0,020	0,030	Fixed	50	8	6	1006,24
365	P3_0920qS1	6735073,710	724025,480	29°29'37,84025"S	54°41'21,10706"W	101,970	91,480	0,020	0,020	Fixed	22	8	5	1631,64
366	P3_0920qS2	6735093,480	724026,700	29°29'37,19771"S	54°41'21,07636"W	102,510	92,010	0,020	0,020	Fixed	24	9	5	1651,23
367	P3_0920r	6733699,120	723854,470	29°30'22,57597"S	54°41'26,43992"W	114,610	104,120	0,010	0,020	Fixed	85	7	4	277,16
368	P3_0920ra	6733502,990	723696,370	29°30'29,04518"S	54°41'32,16323"W	115,310	104,820	0,020	0,050	Fixed	110	8	4	27,53
369	P3_0920s	6733419,410	723681,170	29°30'31,76814"S	54°41'32,66556"W	135,350	124,860	0,010	0,020	Fixed	21	8	4	60,01