

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E DE TECNOLOGIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA URBANA

**PROCEDIMENTOS PARA GESTÃO DE OCORRÊNCIA DE
INUNDAÇÕES EM CIDADES DE PEQUENO E MÉDIO PORTES COM
O USO DE SIG E LOGÍSTICA HUMANITÁRIA. ESTUDO DE CASO:
CIDADE DE JAHU, SP**

TALITA FERNANDA FELTRIN

São Carlos

2014

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E DE TECNOLOGIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA URBANA

**PROCEDIMENTOS PARA GESTÃO DE OCORRÊNCIA DE
INUNDAÇÕES EM CIDADES DE PEQUENO E MÉDIO PORTES COM
O USO DE SIG E LOGÍSTICA HUMANITÁRIA. ESTUDO DE CASO:
CIDADE DE JAHU, SP**

TALITA FERNANDA FELTRIN

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Urbana da Universidade Federal de São Carlos, como parte dos requisitos para a obtenção do título de Mestre em Engenharia Urbana.

Orientação: Prof. Dr. Archimedes Azevedo Raia Junior

Coorientação: Prof. Dr. Erick Kellner

São Carlos

2014

**Ficha catalográfica elaborada pelo DePT da
Biblioteca Comunitária da UFSCar**

F328pg

Feltrin, Talita Fernanda.

Procedimentos para gestão de ocorrência de inundações em cidades de pequeno e médio portes com o uso de SIG e logística humanitária. Estudo de caso : cidade de Jahu, SP / Talita Fernanda Feltrin. -- São Carlos : UFSCar, 2014. 244 f.

Dissertação (Mestrado) -- Universidade Federal de São Carlos, 2014.

1. Planejamento urbano. 2. Inundações. 3. Logística humanitária. 4. Procedimentos operacionais. 5. Sistemas de informação geográfica. 6. Ferramenta de apoio à logística. I. Título.

CDD: 711 (20^a)



FOLHA DE APROVAÇÃO

TALITA FERNANDA FELTRIN

Dissertação defendida e aprovada em 27/06/2014
pela Comissão Julgadora

Prof. Dr. Archimedes Azevedo Raia Junior
Orientador (PPGEU/UFSCar)

Prof. Dr. Bernardo Arantes do Nascimento Teixeira
(PPGEU/UFSCar)

Prof^a Dr^a Josiane Palma de Lima
(IEPG/UNIFEI)

Prof. Dr. Ricardo Siloto da Silva
Coordenador do CPG-EU

“O que eu faço, é uma gota no meio de um oceano. Mas sem ela, o oceano será menor”.

Madre Teresa de Calcutá.

Dedico este trabalho à Deus, pois sem Ele nada disso seria possível.

Ao meu falecido pai Aléssio Feltrin, que sempre foi um exemplo de alegria e de superação, e que me inspirou a sempre lutar pelos meus sonhos.

À minha mãe e minhas irmãs que, com muito carinho e apoio não mediram esforços para que eu chegasse até essa etapa de minha vida.

Aos meus sobrinhos que são os meus melhores e maiores presentes.

À todos aqueles que direta ou indiretamente me ajudaram nessa jornada.

AGRADECIMENTOS

A Deus, pelo dom da vida e por ter iluminado o meu caminho durante esta jornada.

Ao Dr. Archimedes Azevedo Raia Junior pela sua valiosa orientação, incentivo e contribuições para a realização deste trabalho.

Ao coorientador Dr. Erich Kellner, pelo seu incentivo, disponibilidade e apoio durante a elaboração deste.

Aos professores, Dr. Bernardo Arantes do Nascimento Teixeira e Dra. Josiane Palma de Lima, pela disponibilidade em fazer parte da banca examinadora, e assim contribuir para a excelência deste trabalho.

Ao Prof. José Carlos Toledo Veniziani Junior por me auxiliar desde a graduação até o mestrado.

Aos professores que me acompanharam durante a graduação e que me incentivaram à ingressar no mestrado, em especial: Prof. Osvaldo Contador Junior, Prof. Carlos Alberto Pavanelli (*in memoriam*), Prof. Gilmerson Inácio Gonçalves, Prof. Manuel Jesus Lucas, Profa. Cida Cristina de Souza Moraes e Profa. Magaly Natalia Pazzian Vasconcellos Romão.

À minha família, em especial à minha mãe, Maria de Lourdes Feltrin, pela educação, exemplo, apoio e incentivo desde sempre. Às minhas irmãs, Adriana, Paula e Márcia Feltrin, pela alegria, incentivo e apoio.

Aos meus cunhados Marcos Rodrigues e Marcos Benozzo por terem me ajudado sempre que possível, principalmente durante as pesquisas de campo.

Aos amigos do mestrado, pelos momentos divididos juntos, especialmente à Cintia Campos e João Vitor Guerrero; e aos meus amigos: Martha Cardoso, Renata Hernandez, Luiza Diz, Izabela Maranzatto e Vinicius Carrara, pela amizade, incentivo e apoio constantes.

À CAPES – Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior pela concessão de bolsa de mestrado e ao PPGEU – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Urbana, pela oportunidade de participar do programa.

À todos que sempre me apoiaram, os meu mais sinceros agradecimentos.

RESUMO

Os cenários de desastres naturais são uma realidade atualmente, e tendem a se tornar cada vez mais frequentes em vista das alterações climáticas que geram condições intensamente anormais, desde o aumento de populações que vivem sem infraestrutura adequada nas áreas suscetíveis à ocorrência de desastres, até mesmo o aumento de veículos nas ruas, que pode provocar e/ou agravar a intensidade dos desastres. No Brasil, os municípios sofrem com deslizamentos de terra, ventos fortes, seca e principalmente com inundações. Durante situações emergenciais, a rede logística é fundamental para gerenciar os suprimentos que devem ser armazenados em locais estratégicos e as equipes de atendimento devem estar posicionadas em centrais próximas aos locais afetados pelo desastre, podendo atender em tempo hábil, principalmente os locais que foram afetados com maior intensidade. Em vista disso, faz-se necessário, por meio da utilização do Sistema de Informações Geográficas (SIG), mapear as áreas de risco, definir e quantificar os pontos estratégicos que servirão de apoio à gestão da Logística Humanitária, com o propósito de garantir menor tempo de resposta, minimização de riscos e o melhor desempenho possível em casos de contingências emergenciais. Com base nesses aspectos, essa pesquisa teve como objetivo desenvolver um método de gestão de desastres, com a análise das áreas de risco de inundações, por meio de um Sistema de Informações Geográficas, procurando identificar, a partir desse mapeamento, os locais que servirão como armazéns de suprimentos e centrais de assistência para as equipes de atendimento. O SIG, assim como a ferramenta LSS (*Logistics Support System*) que foi utilizada nessa pesquisa, auxiliaram na elaboração do fluxo dos procedimentos para a gestão logística de ocorrência de inundações para cidades de pequeno e médio portes. Por meio das simulações realizadas, pôde-se observar que por se tratar de um mapeamento realizado por meio de modelos e métodos matemáticos e devido a falta de dados cadastrados ao longo da bacia estuda, foi utilizado o Método Muskingum-Cunge que melhor se aplicou aos tipos de dados coletados. Com isso, o estudo concentrou-se apenas na macrodrenagem do rio Jahu. Para a determinação dos locais estratégicos foram considerados os equipamentos urbanos como escolas, creches, hospitais, dentre outros que funcionarão como locais de abrigos e armazéns para assistência humanitária. Com o uso de LSS pôde-se analisar que a ferramenta permite organizar, quantificar e qualificar os suprimentos recebidos e distribuídos, a fim de evitar a falta de suprimentos indispensáveis e o excesso de suprimentos desnecessários. Por fim, a partir do uso das ferramentas LSS e SIG, bem como da elaboração de procedimentos para a gestão da logística humanitária é possível elaborar o plano de contingência para a ocorrência de inundações para atendimento à Lei Federal 12.608, com o principal objetivo de reduzir o tempo de tomada de decisão por parte da Defesa Civil e das equipes de atendimento.

Palavras-chave: Inundações, Logística Humanitária, Procedimentos, SIG, LSS.

ABSTRACT

The scenarios of natural disasters are a reality today, and tend to become increasingly frequent in view of climate change that generate abnormal conditions intensively, since the increase of people living without adequate infrastructure susceptible to the occurrence of disaster areas, even increasing number of vehicles on the streets, which may cause and/or exacerbate the intensity of disasters. In Brazil, municipalities suffer from landslides, strong winds, drought and floods mainly. Through emergency situations, the logistics network is fundamental to manage the supplies should be stored in strategic locations and care teams should be positioned near the sites affected by the disaster and may meet in a timely manner, especially sites that were affected with greater intensity. In view of this, it is necessary, through the use of Geographic Information System (GIS) map areas of risk, define and quantify the strategic points that will support the management of the Humanitarian Logistics, in order to ensure lower response time, minimize risk, and optimal performance in cases of emergency contingencies. Based on these aspects, this research aimed to develop a method of disaster management, by analyzing the areas of floods risk, through a Geographic Information System, seeking to identify, from this mapping, the locations that serve as supply warehouses and central of assistance for care teams. GIS, as well as LSS (Logistics Support System), tool that was used in this research, assisted in the preparation of the flow procedures for the logistics management of flooding for small and medium cities. Through simulations, could observe that for the case of a mapping realized using models and mathematical methods and due to lack of data registered along the basin studies, that was used the Method Muskingum-Cunge that best applied to types of data collected. With this, the study focused only on the river macrodrainage Jahu. To determine the strategic locations were considered urban facilities such as schools, kindergartens, hospitals, and others to act as local shelters and warehouses for humanitarian assistance. With the use of LSS could be analyzed that the tool allows organizing, quantify and qualify supplies received and distributed, to avoid the lack of essential surpimentos unnecessary and excessive supplies. Finally, from the use of LSS and GIS tools as well as the development of procedures for the management of humanitarian logistics is possible prepare the contingency plan for the occurrence of flooding to attend the Federal Law 12,608, with the main objective to reduce the time of decision making by Civil Defense and service teams.

Keywords: Floods, Humanitarian Logistics, Proceedings, GIS, LSS.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Origem dos desastres naturais	7
Figura 2 - Diferenças entre inundação gradual e brusca	13
Figura 3 - Vítimas fatais por desastres no Brasil (de 1948 a abril de 2007).....	16
Figura 4 - Principais desastres nas regiões brasileiras	16
Figura 5 - Número de ocorrências de inundações no mundo	17
Figura 6 - Comprimento axial da bacia.....	24
Figura 7 - Período de retorno econômico (Treconômico)	30
Figura 8 - Valores de K para coeficiente de assimetria e períodos de retorno.....	35
Figura 9 - Geração do Hidrograma Unitário em uma bacia	36
Figura 10 - Primeiro princípio de Shermann: constância do tempo de base para chuvas de mesma duração	37
Figura 11 - Segundo princípio de Shermann- proporcionalidade das vazões em relação a diferentes precipitações de mesma duração	37
Figura 12 - Terceiro princípio de Shermann – um hidrograma unitário pode ser formado pela aditividade de diferentes hidrogramas unitários	37
Figura 13 - Características do hidrograma unitário sintético do SCS	38
Figura 14 - Efeitos da translação e amortecimento de uma onda de cheia se propagando ao longo de um rio de um ponto A (montante) para um ponto B (jusante).	40
Figura 15 - Fluxo da Logística Humanitária em caso de desastres	57
Figura 16 - Permissões da ferramenta LSS	65
Figura 17 - Requerimento de suprimentos por meio de LSS.....	67
Figura 18 - Entrada de Suprimentos na ferramenta LSS.....	67
Figura 19 - Informações sobre entrega de suprimentos no LSS	68
Figura 20 - Questões que envolvem uma análise de risco.....	74
Figura 21 – Tela inicial do QGis	76
Figura 22 - Fases da Metodologia	79
Figura 23 - Delimitação das Bacias Hidrográficas do rio Jahu, tendo como exutório o posto 5D-029 – Bacia 1, e 7 km a jusante do posto – Bacia 2	84
Figura 24 - Bacias hidrográficas que abrangem o município de Jahu.....	90
Figura 25 - Bacias que abrangem a área urbana da cidade de Jahu	91
Figura 26 - Pontos de inundação no dia 15 de novembro de 2011	93
Figura 27 - Tabela de atributos do mapa de inundações	100
Figura 28 - Vazões Máximas anuais do Rio Jahu – Posto 5D-029	102
Figura 29 - Tela do Banco de Dados Fluviométricos do Estado de São Paulo – Posto 5D-029 – Vazões máximas mensais	102
Figura 30 - Curvas de ajuste para o conjunto de pontos considerados de acordo com o método empregado para extrapolação das vazões.....	106
Figura 31- Tela do Banco de Dados Fluviométricos do Estado de São Paulo – Posto 5D-029 – Equação da curva-chave.....	107
Figura 32 - Tela do Banco de Dados Fluviométricos do Estado de São Paulo – Posto 5D-029 – Seção Transversal	107
Figura 33 - Hidrogramas sintetizados a partir do Método do SCS, para o posto fluviométrico 5D-029.....	109
Figura 34 - Hidrogramas Sintéticos do SCS gerados para diferentes distâncias a jusante do Posto Fluviométrico 5D-029, considerando precipitação de 15 minutos em função do período de retorno (Tr) adotado	110
Figura 35 - Manchas de inundação considerando vazões para Tr = 20, 50, 100 e 200 anos para o rio Jahu.....	112
Figura 36- Comparação entre as simulações e as áreas inundadas do município de Jahu em relação a distância dos locais estratégicos	120
Figura 37 - Comparação entre as simulações e as áreas inundadas no município de Jahu em relação aos tipos de locais estratégicos.....	121
Figura 38 - Áreas inundadas no município de Jahu em relação a distância dos locais estratégicos.....	123

Figura 39 - Áreas inundadas do município de Jahu em relação aos tipos de locais estratégicos	124
Figura 40 - Distância dos locais estratégicos para a simulação TR 20 anos.....	126
Figura 41 - Tipo de locais estratégicos para a simulação TR 20 anos.....	127
Figura 42 - Distância dos locais estratégicos para a simulação TR 50 anos.....	129
Figura 43 - Tipos de locais estratégicos para a simulação TR 50 anos	130
Figura 44 - Distância dos locais estratégicos para a simulação TR 100 anos.....	132
Figura 45 - Tipos de locais estratégicos para a simulação TR 100 anos	133
Figura 46 - Distância dos locais estratégicos para a simulação TR 200 anos.....	135
Figura 47 - Tipos de locais estratégicos para a simulação TR 200 anos	136
Figura 48 - Criação de itens (suprimentos e recursos) no banco de dados	138
Figura 49 - Modelo de relatório com as entradas de suprimentos, gerado no LSS, em PDF.....	139
Figura 50 - Item para ser distribuído	140
Figura 51 - Item para ser entregue no local estratégico	140
Figura 52 - Modelo de relatório com a saída de suprimento gerado no LSS em PDF	141
Figura 53 - Procedimentos para a gestão de desastres por inundações	143
Figura A. 1 - Fotointerpretação no Google Earth	156
Figura A. 2 - Como salvar polígono	157
Figura A. 3 - Salvar Polígono com extensão “.kml”.....	157
Figura A. 4 - Adicionar camada vetorial.....	158
Figura A. 5 - Adicionar arquivo vetorial shape	159
Figura A. 6 - Mapa da prefeitura em formato shape	159
Figura A. 7 - Adicionar arquivo vetorial KML	160
Figura A. 8 - Salvar o arquivo KML em shape	161
Figura A. 9 - Remover arquivo vetorial KML.....	161
Figura A. 10 - Arquivos em shape.....	162
Figura A. 11 - Arquivos sobre áreas de inundação	162
Figura A. 12 - Mesclar arquivos shape	163
Figura A. 13 - Abrir tabela de atributos	164
Figura A. 14 - Ícones da tabela de atributos	165
Figura A. 15 - Busca no QGIS	165
Figura A. 16 - Criar simbologia	166
Figura A. 17 - Alterar simbologia	166
Figura A. 18 - Arquivos shape: vias, logradouro e hidrografia	167
Figura A. 19 - Simbologia para todos os arquivos shape	167
Figura A. 20 - Compositor de impressão	168
Figura A. 21 - Janela do Compositor	169
Figura A. 22 - Mapa na janela do compositor	169
Figura A. 23 - Editando barra de escala.....	170
Figura A. 24 - Editando seta norte.....	171
Figura A. 25 - Editando rótulo	172
Figura A. 26 - Mapa das áreas inundadas que ocorreram em Jahu	173
Figura A. 27 - Tela inicial do Google Earth.....	174
Figura A. 28- Pesquisa do local estratégico	175
Figura A. 29 - Marcador para o local estratégico	175
Figura A. 30 - Salvar marcador do local estratégico.....	176
Figura A. 31 - Salvar marcador com extensão “.kml”	176
Figura A. 32 -Adicionar camada vetorial.....	177
Figura A. 33 - Adicionar arquivo vetorial kml.....	177
Figura A. 34 - Salvar o arquivo KML em shape	178
Figura A. 35 - Adicionar arquivo shape.....	178
Figura A. 36 - Remover arquivo vetorial KML.....	179
Figura A. 37 - Arquivos em shape.....	179

Figura A. 38 - Mesclar arquivos shape	180
Figura A. 39 - Mesclar arquivos shape (cont.)	180
Figura A. 40 - Arquivos shape mesclados.....	181
Figura A. 41 - Inserção de arquivos da prefeitura em formato shape	183
Figura A. 42 - Arquivos da prefeitura em formato shape.....	183
Figura A. 43 - Arquivos do Cad inseridos no Qgis.....	184
Figura A. 44 - Converter dxf para formato shape.....	185
Figura A. 45 - Arquivos shape	185
Figura A. 46 - Linhas para polígonos	186
Figura A. 47 - Linhas para polígonos (cont)	186
Figura A. 48 - Arquivos shape com feição de polígono.....	187
Figura A. 49 - Inserção dos locais estratégicos	187
Figura A. 50 - Inserção do arquivo de locais estratégicos	188
Figura A. 51 - Arquivos renomeados.....	188
Figura A. 52 - Exclusão de locais estratégicos dentro da mancha de alagamento	189
Figura A. 53 - Exclusão de locais estratégicos dentro da mancha de alagamento (cont)	189
Figura A. 54 - Arquivos com os locais estratégicos em relação aos TRs	190
Figura A. 55 - Polígonos Voronoi	191
Figura A. 56 - Polígonos Voronoi (buffer).....	191
Figura A. 57 - SRC do Polígono Voronoi.....	192
Figura A. 58 - Polígonos Voronoi dos locais estratégicos	192
Figura A. 59 - Editando simbologia.....	193
Figura A. 60 - Editando simbologia (cont).....	193
Figura A. 61 - Polígonos Voronoi com os locais estratégicos	194
Figura A. 62 - Polígonos Voronoi em relação ao território municipal.....	194
Figura A. 63 - Geoprocessamento: cortar polígonos voronoi.....	195
Figura A. 64 - Geoprocessamento: cortar Polígonos Voronoi (cont).....	195
Figura A. 65 - Áreas de influencia dos locais estratégicos.....	196
Figura A. 66 - Arquivos com as áreas de influência	196
Figura A. 67 - Atribuir valores para os locais estratégicos	197
Figura A. 68 - Editando tabela de atributos.....	198
Figura A. 69 - Distância dos locais estratégicos	198
Figura A. 70 - Valores sobre os locais estratégicos	199
Figura A. 71 - Distância entre o local estratégico e as áreas inundadas	199
Figura A. 72 - Criando simbologias.....	200
Figura A. 73 - Criando simbologias (cont).....	201
Figura A. 74 - Simbologia para todos os arquivos.....	201
Figura A. 75 Tabela de atributos dos tipos de locais estratégicos	202
Figura A. 76 - Criando simbologias para os tipos de locais estratégicos.....	203
Figura A. 77 - Simbologia para os tipos de locais estratégicos	203
Figura A. 78 - Camadas ativas para a elaboração de mapa	204
Figura A. 79 - Linhas de grade.....	205
Figura A. 80 - Assistente de instalação do LSS.....	206
Figura A. 81 - Informações do usuário	207
Figura A. 82 - Localização de pasta de destino	207
Figura A. 83 - Instalação do LSS realizada.....	208
Figura A. 84 - Instalação do LSS finalizada.....	208
Figura A. 85 - Logon: LSS.....	209
Figura A. 86 - Configuração do LSS	209
Figura A. 87 - Configurações do LSS (cont).....	210
Figura A. 88 - Configuração de recursos do LSS	211
Figura A. 89 - Tela inicial do LSS.....	211
Figura A. 90 - Registrando as estradas de suprimento. Passo 1.....	212

Figura A. 91 - Registrando as estradas de suprimento. Passo 2.....	213
Figura A. 92 - Registrando as estradas de suprimento. Passo 3.....	214
Figura A. 93 - Registrando as estradas de suprimento. Passo 4.....	215
Figura A. 94 - Registrando as estradas de suprimento. Passo 5.....	216
Figura A. 95 - Registrando as estradas de suprimento. Passo 6.....	216
Figura A. 96 - Editando as categorias de suprimentos.....	217
Figura A. 97 - Editando os itens de suprimentos.....	217
Figura A. 98 - Busca por tipo de suprimento ou recurso.....	218
Figura A. 99 - Informação sobre o item.....	218
Figura A. 100 - Inserção da informação do item.....	219
Figura A. 101 - Informação sobre diversos ítems.....	219
Figura A. 102 - Ítems criados no banco de dados.....	220
Figura A. 103 - Atualização do banco de dados.....	220
Figura A. 104 - Registrando as saídas de suprimento.....	221
Figura A. 105 - Registrando as saídas de suprimento.....	222
Figura A. 106 - Selecionando item para distribuição.....	222
Figura A. 107 - Selecionando item para distribuição (cont).....	223
Figura A. 108 - Salvando as informações sobre saída de suprimentos.....	223
Figura A. 109 - Atualização do banco de dados no sistema.....	224
Figura A. 110 - Gerando relatório das entradas de suprimento. Passo 1.....	225
Figura A. 111 - Gerando relatório das entradas de suprimento. Passo 2.....	225
Figura A. 112 - Gerando relatório das entradas de suprimento. Passo 3.....	226
Figura A. 113 - Relatório de entradas de suprimentos no LSS.....	226
Figura A. 114 - Relatório de entradas de suprimentos em PDF.....	227
Figura A. 115 - Gerando relatório das saídas de suprimento. Passo 1.....	228
Figura A. 116 - Gerando relatório das saídas de suprimento. Passo 2.....	228
Figura A. 117 - Gerando relatório das saídas de suprimento. Passo 3.....	229
Figura A. 118 - Gerando relatório das saídas de suprimento. Passo 4.....	229
Figura A. 119 - Gerando relatório das saídas de suprimento. Passo 5.....	230
Figura A. 120 - Relatório de saída de suprimento no LSS.....	230
Figura A. 121 - Relatório de saída de suprimento em PDF.....	231
Figura - Anexo. 1 - Ônibus ilhado na inundação do dia 15/11/2011.....	235
Figura - Anexo. 2 - Transbordamento do rio na ponte da rua Floriano Peixoto.....	235
Figura - Anexo. 3 - Transbordamento do rio na rua Quintino Bocaiúva.....	236
Figura - Anexo. 4 - Inundação no kartódromo de Jahu.....	236

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Classificação dos desastres por intensidade.....	6
Tabela 2 - Desastres consequentes das atividades humanas.....	8
Tabela 3 - Exemplos de grandes desastres até 1999	9
Tabela 4 - Desastres relatados no mundo, no período 2000 a 2013	10
Tabela 5 - Desastres relatados no mundo, no período 2000 a 2013 (cont.).....	11
Tabela 6 - Definição dos principais desastres que ocorrem no Brasil.....	14
Tabela 7 - Número de mortos, afetados e de municípios atingidos por desastres, em 2010.....	15
Tabela 8 - Registro de inundações no Brasil no período de 1940 à 2008.....	18
Tabela 9 - Nº de vítimas fatais por desastres no Brasil	18
Tabela 10 - Nº de afetados por desastres no Brasil	19
Tabela 11 - Danos em USD por desastres no Brasil	19
Tabela 12 - Métodos indiretos para estimação da vazão de enchente em relação a área da bacia	28
Tabela 13 - Recomendações para valores mínimos de período de retorno (TR)	31
Tabela 14 - Valores de z para Distribuição Normal.....	34
Tabela 15 - Quadro comparativo entre as funções da Logística Empresarial e Logística Humanitária	62
Tabela 16 - Utilização do LSS na América Latina e Caribe.....	69
Tabela 17 - Características geomorfométricas das bacias hidrográficas do rio Jahu	101
Tabela 18- Vazões máximas anuais (Q) em ordem decrescente.....	103
Tabela 19 - Resultados das estimativas de vazões para Tr=50, 100 e 200 anos segundo o método de Gumbel ..	103
Tabela 20 - Resultados das estimativas de vazões para TR=50, 100 e 200 anos segundo o método Log-Normal	104
Tabela 21 - Determinação dos parâmetros para cálculo do Coeficiente de Assimetria (CA) a ser aplicado com o método Log-Pearson III.....	104
Tabela 22 - Resultados das estimativas de vazões para TR=50, 100 e 200 anos segundo o método Log-Pearson III.....	105
Tabela 23 - Vazões máximas anuais obtidas para os períodos de retorno Tr=50, 100 e 200 anos, segundo os modelos de Gumbel, Log-Normal e Log-Pearson III	105
Tabela 24 - Vazões consideradas para aplicação do Método de Muskingum-Cunge no Posto Fluviométrico 5D-029.....	108
Tabela 25 - Locais estratégicos - Ginásios e estádios	113
Tabela 26 - Locais estratégicos - Creches	114
Tabela 27 - Locais estratégicos - Hospitais.....	114
Tabela 28 - Locais estratégicos - Diversos.....	115
Tabela 29 - Locais estratégicos - Escolas estaduais.....	115
Tabela 30 - Locais estratégicos - CMEIs	116
Tabela 31 - Locais estratégicos - Escolas municipais.....	117
Tabela 32 - Atividades e recursos para as equipes de atendimento a desastres	142

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ACNUR - Alto Comissariado das Nações Unidas para os Refugiados

AVADAN - Avaliação de danos

CARE - *Cooperative for American Remittances to Europe*

CICR - Comitê Internacional da Cruz Vermelha

COBRADE - Classificação e codificação brasileira de desastres

CODAR - Codificação de desastres, ameaças e riscos

CONPDEC - Conselho Nacional de Proteção e Defesa Civil

CRED - Centre for Research on the Epidemiology of Disasters

DFID - Departamento de Desenvolvimento Internacional

DIRDN - Década Internacional para Redução dos Desastres Naturais

ECP - Estado de Calamidade Pública

EM-DAT - Emergency Disasters Database

FAB - Força Aérea Brasileira

FICR - Federação Internacional da Cruz Vermelha

GPS - Global Positioning System – Sistema de Posicionamento Global

HAP - Parceria de Responsabilidade Humanitária

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

LSS - Logistics Support System – Sistema de Apoio Logístico

MSF - Médicos Sem Fronteiras

NOPRED - Notificação Preliminar de Desastre

NUDECs - Núcleos de Defesa Civil

OCHA - *United Nations Office for the Coordination of Humanitarian Affairs*

OFDA - Office of Foreign Disaster Assistance

OMS - Organização Mundial da Saúde

ONG - Organização Não Governamental

OPAS - Organização Pan-Americana da Saúde

PAHO - Pan American Health Organization – Organização Panamericana de Saúde

PAM - Programa Alimentar Mundial

PNGR - Planejamento Nacional para Gestão de Riscos

PNPDEC - Política Nacional de Proteção e Defesa Civil

QGIS - Quantum GIS

SIG - Sistema de Informação Geográfica

SINPDEC - Sistema Nacional de Proteção e Defesa Civil

TR – Período de retorno

UNICEF - Fundo das Nações Unidas para a Infância

USAID/OFDA - Agência dos Estados Unidos para o Desenvolvimento Internacional/Oficina de Assistência para Desastres na América Latina e Caribe

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	1
1.1	Considerações Iniciais.....	1
1.2	Objetivos	3
1.2.1	<i>Objetivo geral</i>	3
1.2.2	<i>Objetivos específicos</i>	3
1.3	Relevância do estudo	3
2	CONCEITOS DE DESASTRES	5
2.1	Desastres em nível mundial.....	8
2.2	Desastres no Brasil.....	12
2.3	Sistema Nacional de Proteção e Defesa Civil (SINPDEC).....	20
3	INUNDAÇÕES URBANAS.....	22
3.1	Características Morfométricas da Bacia	23
3.1.1	<i>Área da bacia</i>	23
3.1.2	<i>Forma da bacia</i>	23
3.1.3	<i>Tempo de concentração</i>	25
3.2	Previsão de Enchentes.....	25
3.3	Cálculo da Vazão de Enchente	26
3.3.1	<i>Período de retorno para o cálculo da enchente</i>	28
3.3.2	<i>O emprego da Lei de Probabilidade na previsão de enchentes</i>	31
3.3.2.1	Distribuição de Gumbel.....	32
3.3.2.2	Distribuição Log-Normal.....	33
3.3.2.3	Distribuição Log Pearson III	34
3.4	Hidrograma Unitário e Hidrograma Unitário Sintético	36
3.4.1	<i>Hidrograma Unitário Sintético do SCS</i>	38
3.5	Propagação de ondas em rios e canais.....	39
3.5.1	<i>Método Muskingum-Cunge</i>	41
4	INSTRUMENTOS PARA MITIGAÇÃO DOS EFEITOS DOS DESASTRES.....	44
4.1	Instrumentos de política urbana	45
4.1.1	<i>Plano Diretor</i>	45
4.1.2	<i>Leis de Parcelamento, Uso e Ocupação do Solo</i>	45
4.1.3	<i>Leis de Zoneamento</i>	46
4.1.4	<i>Leis de Macrozoneamento</i>	47
4.1.5	<i>Zonas especiais de interesse social</i>	47
4.2	Lei 12.608 como ferramenta de auxílio à gestão da Logística Humanitária	48
5	ATIVIDADES DA LOGÍSTICA HUMANITÁRIA.....	52
5.1	Conceitos de Logística Empresarial.....	52
5.1.1	<i>Transporte no contexto empresarial</i>	53

5.1.2	<i>Armazenamento no contexto empresarial</i>	54
5.1.3	<i>Sistema de informações no contexto empresarial</i>	54
5.2	Conceitos de Logística Humanitária	55
5.2.1	<i>Transporte no contexto emergencial</i>	58
5.2.2	<i>Armazenamento no contexto emergencial</i>	59
5.2.3	<i>Sistema de Informações no contexto emergencial</i>	60
5.3	Desafios da Logística Humanitária	61
5.4	Logística Empresarial x Logística Humanitária.....	62
5.5	Utilização da ferramenta LSS em missões humanitárias	63
6	SISTEMAS DE INFORMAÇÕES GEOGRÁFICAS	70
6.1	Conceitos.....	70
6.1.1	<i>Modelo de SIG matricial ou raster</i>	71
6.1.2	<i>Modelo de SIG vetorial</i>	71
6.2	Aplicações de SIG	72
6.3	Utilização de SIG em missões humanitárias.....	73
6.4	Uso da ferramenta Quantum GIS.....	75
7	MATERIAIS E MÉTODOS.....	78
7.1	Etapas da metodologia	78
7.2	Descrição das etapas da metodologia	80
8	ESTUDO DE CASO: MUNICÍPIO DE JAHU-SP.....	89
8.1	Descrição do município.....	89
8.2	Inundações em Jahu	91
9	RESULTADOS E DISCUSSÕES	95
9.1	Enfrentamento de Desastres.....	95
9.1.1	<i>Relação da Defesa Civil com a cidade</i>	95
9.1.2	<i>Equipes de atendimento</i>	96
9.1.3	<i>Recursos utilizados</i>	97
9.2	Aplicações do estudo.....	98
9.2.1	<i>Mapeamento das áreas inundadas com base no histórico de inundações do município de Jahu</i>	98
9.2.2	<i>Simulação das manchas de inundação com base em modelos estatísticos em hidrologia</i>	100
9.2.2.1	Características geomorfométricas das bacias do Rio Jahu.	100
9.2.2.2	Vazões máximas de escoamento	101
9.2.2.3	Aplicação do Método de Muskingum-Cunge para estimativa da propagação de ondas	106
9.2.3	<i>Locais estratégicos para atendimento às vítimas</i>	113
9.2.4	<i>Elaboração de mapas</i>	118
9.2.5	<i>Uso da ferramenta LSS</i>	137
9.2.6	<i>Procedimentos para a gestão de desastres por inundação</i>	141
10	CONSIDERAÇÕES FINAIS E RECOMENDAÇÕES	144
10.1	Considerações finais.....	144

10.2 Recomendações	147
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	149
APÊNDICE A.1 – ÁREAS DE INUNDAÇÃO.....	156
APÊNDICE A.2 – LOCAIS ESTRATÉGICOS.....	174
APÊNDICE A.3 – ELABORAÇÃO DE MAPAS	182
APÊNDICE B - TUTORIAL DO LSS	206
APÊNDICE C - LOCAIS AFETADOS NAS INUNDAÇÕES EM JAHU.....	232
ANEXOS	235

1 INTRODUÇÃO

1.1 Considerações Iniciais

As situações emergenciais urbanas têm caráter imprevisível e por isso um plano para atender e suprir as necessidades das pessoas atingidas pode ser necessário para mitigar as consequências causadas pelos desastres. A distribuição de suprimentos e equipes deve ser eficaz para aliviar a calamidade pública. Para tal, a ajuda deve chegar ao seu destino, inclusive em locais de difícil acesso (assim como o epicentro do desastre, denominado *Última Milha*), no menor tempo possível, enfrentando todas as dificuldades, como por exemplo: falhas nos sistemas de comunicação, a falta de acessibilidade em lugares isolados e, muitas vezes, o próprio colapso de toda infraestrutura em geral e também do sistema viário.

O planejamento urbano, principalmente no que se refere ao uso e ocupação do solo, é essencial para as cidades em relação aos impactos das alterações climáticas, pois além de controlar a expansão urbana, com o mapeamento das áreas de risco e com a lei de zoneamento, é possível regulamentar os lugares adequados para serem habitados. Para isso, faz-se necessário adotar os instrumentos legais contidos no Estatuto da Cidade como forma de controlar a expansão e ocupação urbana.

Além do planejamento urbano, é extremamente importante a sinergia entre as atividades de armazenamento, transporte e o sistema de informações para que se possa atender as vítimas da melhor forma possível. Sem essa sinergia a ajuda não chega e a cadeia de assistência não atende adequadamente ao que se propõe.

Como forma de minimizar os efeitos causados pelos desastres urbanos, e como forma de auxiliar as atividades logísticas em caso de desastres, foi aprovada a Lei Federal n. 12.608, de 10 de abril de 2012, que Institui a Política Nacional de Proteção e Defesa Civil – PNPDEC, que dispõe sobre o Sistema Nacional de Proteção e Defesa Civil - SINPDEC e o Conselho Nacional de Proteção e Defesa Civil – CONPDEC (BRASIL, 2012).

Dentre outras providências, reza que os municípios devam elaborar o mapeamento das áreas de risco, promover a fiscalização dessas áreas, organizar e administrar abrigos provisórios para assistência à população em condições adequadas de higiene e segurança. Também devem manter a população informada sobre as áreas de risco e ocorrência de

eventos, mobilizar e capacitar as equipes de atendimento, promover a coleta, a distribuição e o controle de suprimentos, bem como garantir moradia temporária às famílias que forem atingidas pelo desastre (FELTRIN e RAIJA JUNIOR, 2012).

Calamidades e desastres são ações destrutivas que exigem um maior esforço logístico em termos de conhecimento e de custo, porque as ocorrências súbitas exigem uma resposta muito rápida em áreas devastadas. Uma resposta bem sucedida a um desastre não pode ser fruto de ações improvisadas. É preciso estar sempre preparado para uma resposta mais eficaz (COZZOLINO, 2012).

Para ações proativas por parte do gestor urbano, no sentido de mitigar a ocorrência de desastres urbanos, é necessário considerar medidas tanto no âmbito do planejamento e controle do espaço urbano, como forma de prevenção, observância das normas pertinentes e quanto ao enfrentamento após a sua ocorrência.

Na atualidade, diversas ferramentas de apoio à gestão, nas mais diversas áreas, têm sido utilizadas. Particularmente, na área relacionada aos desastres, o uso de tecnologias informatizadas, que produzem e gerenciam informações mais precisas têm obtido muito sucesso no exterior (KOVÁCS e SPENS, 2007; HOWDEN, 2009; COZZOLINO, 2012).

A utilização de tecnologias de apoio à decisão em eventos extremos é de grande importância para a sinergia entre as atividades de armazenamento, transporte e o sistema de informações para que se possa atender às vítimas da melhor forma possível (FELTRIN e RAIJA Jr., 2013). De maneira particular, duas delas podem ser consideradas como fundamentais, ou seja, Sistemas de Informações Geográficas (SIGs) e programas de Logística Humanitária.

Os SIGs permitem, por exemplo, uma análise a partir de informações contidas nos bancos de dados que, no contexto emergencial, dizem respeito às rotas de acesso e de fuga, transporte em geral, localização de pontos de apoio que serão utilizados como centrais de assistência, alojamentos, armazéns, redes de abastecimento de água ou possíveis sistemas de comunicação. Para essa pesquisa foi utilizado o Sistemas de Informações Geográficas (SIG) Quantum Gis (QGIS) 1.8 Lisboa.

Além do uso de SIG, a ferramenta *Logistics Support System* (LSS), Sistema de Apoio Logístico, em português, utilizada nesta pesquisa, serviu como um software de auxílio para a localização dos pontos de apoio e a gestão de suprimentos, bem como a sincronia com a distribuição, estoque e informação, de acordo com o recebimento de donativos ou a necessidade de determinados suprimentos nos pontos atingidos.

1.2 Objetivos

Como objetivos, geral e específicos, têm-se:

1.2.1 Objetivo geral

O objetivo geral desta pesquisa de mestrado foi desenvolver uma metodologia de apoio a decisão que agrega as ferramentas LSS e SIG para a gestão logística de ocorrência de inundações em cidades de pequeno e médio portes.

1.2.2 Objetivos específicos

Como objetivos específicos, têm-se:

- Desenvolver os procedimentos de tomada de decisão com auxílio do SIG, por meio de mapeamento das áreas de risco do município de Jahu, para atendimento à Lei Federal 12.608;
- Aplicar a metodologia desenvolvida para um estudo de caso no município de Jahu-SP;
- Elaborar tutoriais para a aplicação de procedimentos metodológicos para mapeamentos das áreas de risco e de gestão de desastres por inundação, com o uso das ferramentas QGis e LSS, utilizando-se como exemplo o município de Jahu.

1.3 Relevância do estudo

Os desastres, principalmente os urbanos, têm sido motivo de grande preocupação, por isso, é importante a utilização de uma ferramenta de suporte à tomada de decisão. Em muitos países, principalmente no Brasil vêm ocorrendo uma série de desastres, entre esses, inundações, escorregamentos de terra, desabamentos, secas, entre outros, que deixam todos os

anos muitas vítimas fatais, além das vítimas com ferimentos leves e graves e perda de uma quantidade imensa de patrimônio particular e público.

Ficou também evidenciada, em muitos casos, a falta de um método previamente elaborado de forma a atender a estas situações, às vezes anunciadas e a outras, absolutamente imprevistas. Nestas ocasiões, verifica-se um grande caos nas cidades, com total comprometimento dos sistemas de transporte coletivo urbano, do transporte individual e do sistema viário, bem como no deslocamento de veículos e viaturas no atendimento dos serviços de emergência, tais como: veículos da Defesa Civil, corpo de bombeiros, ambulâncias, polícia militar e civil, prefeitura municipal, dentre outros.

Diante deste quadro de extrema gravidade, por meio dessa pesquisa de mestrado, será possível oferecer às Defesas Civas e prefeituras, os procedimentos necessários para o enfrentamento de desastres por meio de apoio técnico e humanitário à população e com o intuito de atender às disposições da Lei Federal 12.608.

2 CONCEITOS DE DESASTRES

Entende-se como desastre o resultado de eventos adversos naturais ou humanos sobre um ecossistema vulnerável, causando danos humanos, materiais, ambientais e consequentes prejuízos econômicos, culturais e sociais (ARAÚJO, 2012).

Os desastres podem ser classificados pela evolução, duração, intensidade e origem, descritos a seguir.

a) Quanto à evolução

Os desastres podem ser *súbitos*, *graduais* ou de *somação de efeitos parciais*. Os desastres súbitos se caracterizam pela rápida velocidade, como por exemplo: as inundações bruscas. Os desastres graduais ocorrem de forma mais lenta que os desastres súbitos, e caracterizam-se pela evolução em etapas, como por exemplo: inundações graduais. A somação de efeitos parciais refere-se aos desastres de grande proporção cujo impacto resulta em um grande número de óbitos e de feridos, como por exemplo: acidentes de trânsito (KOBİYAMA et al., 2006).

b) Quanto à duração

Considerando-se a sua duração, os desastres podem ser *episódicos* e *crônicos*. Os desastres episódicos têm maior atenção devido a sua magnitude. Alguns desses desastres são: terremoto, inundação e vulcanismo. Os desastres crônicos apresentam grandes prejuízos em longo prazo. Um exemplo é a erosão do solo, que pode gerar a degradação, desertificação e assoreamento dos rios. Esse fenômeno ainda pode incidir em escorregamentos e inundações (KOBİYAMA et al., 2006).

c) Quanto à intensidade

Os desastres são classificados, quanto a intensidade, em: *pequeno*, *médio* e *grande* portes e ainda de impactos *muito significativos* (DEPARTAMENTO ESTADUAL DA DEFESA CIVIL, 2012).

A partir da Tabela 1 é possível analisar as diferentes intensidades que um desastre pode atingir. Os níveis I e II são desastres de baixa intensidade e, por isso, são facilmente superáveis. O nível III significa desastres com grandes danos e prejuízos, mas que podem ser superados com a colaboração de recursos provenientes do estado e do governo.

O nível IV representa os grandes danos que o desastre pode ocasionar nos municípios. Nesse nível o desastre não é superável pelos municípios, mesmo quando bem informados e preparados. Quando o desastre é do nível IV o município decreta o estado de calamidade pública (ECP) e necessita do apoio do governo estadual ou federal (KOBİYAMA et al., 2006).

Tabela 1 - Classificação dos desastres por intensidade

Nível	Intensidade	Situação
I	Desastre de pequeno porte, onde os impactos causados são menores e os prejuízos são menos vultosos. (Prejuízo ≤ 5% PIB municipal)	Facilmente superável com os recursos do município.
II	De média intensidade, onde os impactos são de alguma importância e os prejuízos são significativos, embora não sejam vultosos. (5% < Prejuízo ≤ 10% PIB)	Superável pelo município, desde que envolva uma mobilização e administração especial.
III	De grande intensidade, com dano importante e prejuízos vultosos. (10% < Prejuízo ≤ 30% PIB)	A situação de normalidade pode ser restabelecida com recursos locais, desde que complementados com recursos estaduais e federais. (Situação de emergência – SE)
IV	Com impactos muito significativos e prejuízos muito vultosos. (Prejuízo > 30% PIB)	Não é superável pelo município, sem que receba ajuda externa. Eventualmente necessita de ajuda internacional. (Estado de calamidade pública – ECP)

Fonte: adaptado de Kobiyama et al., 2006

d) Quanto à origem

Considerando a sua origem, os desastres podem ser classificados *naturais*, de *origem antrópica* ou *mistos*. Os desastres naturais são provocados por fenômenos naturais extremos e ocorrem independentemente da ação humana. Os de ação antrópica são causados pelas ações diretas dos seres humanos. Os desastres mistos são uma associação das atividades humanas

com o meio ambiente, que resulta em impactos negativos e contribuem para intensificar, complicar ou agravar os desastres naturais ocasionando os desastres (CASTRO, 2010).

Os desastres naturais podem ser de origem sideral, por geodinâmica terrestre interna ou externa ou ainda pelo desequilíbrio da biocinese¹. A Figura 1 ilustra as causas dos desastres relacionados à dinâmica externa e interna da terra.

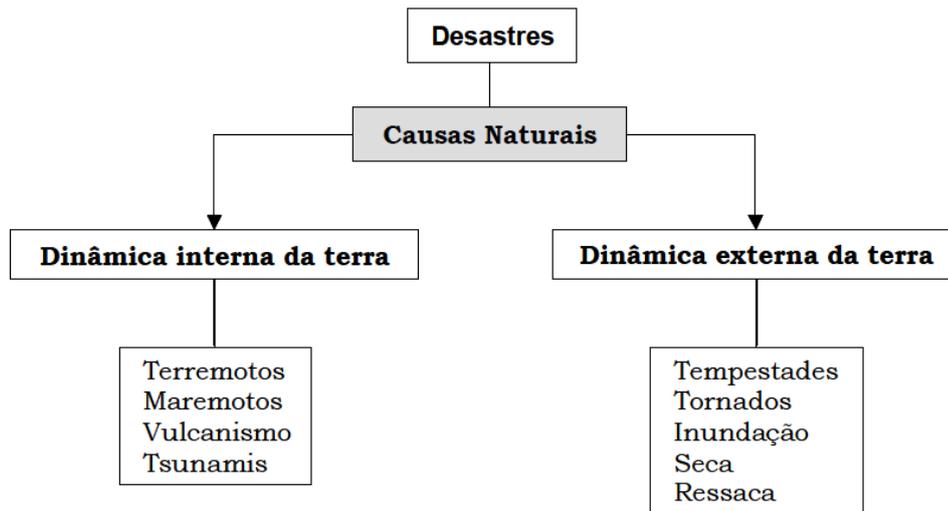


Figura 1 - Origem dos desastres naturais

Fonte: Kobiyama et al., 2006

As causas antropogênicas estão ligadas diretamente ao ser humano (MARENGO, 2006) e são responsáveis por grande parte das mudanças climáticas, devido ao fato de alterarem o meio ambiente e também de ocuparem áreas ambientalmente frágeis, potencializando a incidência de eventos extremos; cerca de 90% dos problemas relacionados ao aquecimento global são resultantes das atividades humanas (LIMA, 2008).

Os desastres mistos são decorrentes da interação entre a sociedade e o meio ambiente (SIEBERT, 2012) e geram perdas materiais, de infraestrutura e de recursos, além de serem responsáveis, todos os anos, por perdas humanas de valores incalculáveis (LIMA, 2008). Neste trabalho serão abordados os desastres naturais e a influência que o ser humano exerce no meio urbano, ou seja, são desastres mistos que tem origem natural e são ainda mais agravados pelo fator humano. Esses desastres podem ser classificados em (GARCIA, 1985):

- **Desastres meteorológicos:** ciclones, furacões, tornados, fortes tempestades e secas;
- **Desastres topográficos:** deslizamentos de terra, avalanches e inundações.

¹ Biocinese: também conhecida como comunidade ou biota pode ser definida como conjunto de diversas espécies que habitam uma mesma região num determinado período (KOBİYAMA et al., 2006)

A Tabela 2 mostra os principais aspectos relacionados com desastres decorrentes das ações antrópicas.

Tabela 2 - Desastres consequentes das atividades humanas

Agravantes humanos	Desastres consequentes
Emissão de gases nocivos	Chuvas ácidas
Retirada da mata ciliar e assoreamento dos rios	Inundações litorâneas e graduais
Impermeabilização do solo (concreto, asfalto...)	Inundações
Ocupação desordenada de encostas íngremes	Escorregamentos

Fonte: adaptado de Kobiyama et al., 2006

Os desastres podem ser caracterizados quando causam a destruição da infraestrutura local e leva a população ao estado de sofrimento e de privação (COSTA et al., 2012). Segundo o Ministério da Saúde eles causam uma grande quantidade de vítimas fatais ou com enfermidades, danificam ou destroem a infraestrutura e os sistemas de informação e aumentam a vulnerabilidade das pessoas que ficam expostas à essas condições (ROSIN, 2011).

Os desastres naturais e mistos podem ocorrer em qualquer país do mundo, visto que os fenômenos de origem natural como tempestades, terremotos e, vulcões, assim como os fenômenos que são induzidos pela atividade humana, podem ocorrer em diversas partes do mundo (MARCELINO, 2007). Ainda segundo Marcelino (2007, p. 6): “algumas regiões são mais afetadas em função da magnitude e frequência dos fenômenos e da vulnerabilidade do sistema social”.

2.1 Desastres em nível mundial

Dentre os desastres que atingiram vários os países do mundo, alguns exemplos das piores catástrofes são a Peste Negra, no ano de 1347, a Epidemia da Varíola, no México, em 1520, a Fome na China, em 1876, o Acidente Ferroviário na Índia, em 1981, o Acidente Nuclear de Chernobyl, em 1986, os Ataques Terroristas de 11 de Setembro, em 2001, dentre outros (SPIGNESI, 2006).

Apesar do grande número de desastres tecnológicos e humanos, os desastres naturais e mistos são os mais frequentes e de maiores proporções e consequências. Os maiores desastres segundo Cardoso et al. (2010, p. 302), “estão associados com as alterações climáticas, a dinâmica da terra e as condições meteorológicas, independente da intervenção humana”.

Dentre esses desastres estão as erupções vulcânicas, inundações, terremotos, tsunamis e furacões. Na Tabela 3, pode-se observar a ordem cronológica de alguns dos maiores fenômenos que assolaram os países até o ano de 1999.

Tabela 3 - Exemplos de grandes desastres até 1999

Ano de início do evento	Fenômeno	Como o evento ficou conhecido	Localização	Número de mortos
79	Erupção vulcânica	A Erupção do Monte Vesúvio	Itália	-
526	Terremoto	O Terremoto em Antioquia	Síria	250.000 – 300.000
1556	Terremoto	O Grande Terremoto da China	China	830.000
1755	Terremoto	O Terremoto de Lisboa	Portugal	90.000
1780	Furacão	O Grande Furacão	Caribe, Jamaica e Porto Rico	32.000
1887	Inundação	As Inundações do Rio Amarelo e do Rio Yang-Tsé	China	900.000 - 2.000.000
1889	Inundação	A Enchente em Johnstown	Estados Unidos	2.200
1896	Tsunami	O Tsunami Japonês	Japão	22.000
1900	Furacão	O Furacão Galveston	Estados Unidos (Texas) e Cuba	6.000 – 12.000
1902	Erupção vulcânica	A Erupção do Monte Pelée	Martinica	35.000
1923	Terremoto	O Grande Terremoto de Kanto	Japão	142.000
1939	Terremoto	Terremoto em Erzincan	Turquia	36.000 – 39.000
1966	Inundação	A Inundação em Florença	Itália	34
1988	Terremoto	O Terremoto na Armênia	Armênia	25.000
1992	Furacão	O Furacão Andrew	Estados Unidos e Bahamas	26
1995	Terremoto	O Terremoto de Kobe	Japão	6.434
1998	Furacão	O Furacão Mitch	América Central (Honduras, Nicarágua, Guatemala e El Salvador) e sul da Flórida (EUA)	9.000
1999	Terremoto	O Terremoto em Izmit	Turquia	17.217

Fonte: Spignesi, 2006

Nas Tabelas 4 e 5 estão classificados todos os desastres que ocorreram em diversos locais do mundo, no período de 2000 a 2013, segundo dados do Emergency Disasters Database (EM-DAT).

Tabela 4 - Desastres relatados no mundo, no período 2000 a 2013

País	Fenômeno	Ano do evento	N. de afetados
Índia	Seca	2000	50 milhões
Índia	Terremoto	2001	6,3 milhões
China	Ciclone	2001	14,9 milhões
China	Tempestade	2002	100 milhões
China	Seca	2002	60 milhões
Índia	Seca	2002	300 milhões
Estados Unidos	Seca	2002	3,3 milhões
Equador	Erupção vulcânica	2002	128.150
China	Inundação	2003	150 milhões
Estados Unidos	Ciclone	2004	16 milhões
Estados Unidos	Ciclone	2004	11 milhões
Estados Unidos	Ciclone	2004	18 milhões
Japão	Terremoto	2004	28 milhões
Indonésia	Tsunami	2004	165.708
Estados Unidos	Ciclone	2005	125 milhões
China	Ciclone	2005	19,6 milhões
Estados Unidos	Ciclone	2005	16 milhões
Paquistão	Terremoto	2005	5,2 milhões
Estados Unidos	Ciclone	2005	14,3 milhões
Comoros	Erupção vulcânica	2005	245.000
Indonésia	Terremoto	2006	3,2 milhões
China	Ciclone	2006	29,6 milhões
Equador	Erupção vulcânica	2006	450.013
China	Inundação	2007	105 milhões
Myanmar	Ciclone	2008	138.366
China	Terremoto	2008	131 milhões
Estados Unidos	Inundação	2008	10 milhões
Estados Unidos	Ciclone	2008	30 milhões

Fonte: EM-DAT, 2013

Tabela 5 - Desastres relatados no mundo, no período 2000 a 2013 (cont.)

País	Fenômeno	Ano do evento	N. de afetados
China	Seca	2009	63,6 milhões
Haiti	Terremoto	2010	3,9 milhões
Chile	Terremoto	2010	30 milhões
China	Inundação	2010	152 milhões
Paquistão	Inundação	2010	9,5 milhões
Indonésia	Erupção vulcânica	2010	137.140
Estados Unidos	Seca	2011	8 milhões
Nova Zelândia	Terremoto	2011	15 milhões
Japão	Tsunami	2011	210 milhões
China	Tempestade	2011	22 milhões
Estados Unidos	Tempestade	2011	14 milhões
Tailândia	Inundação	2011	40 milhões
China	Ciclone	2012	50 mil
Itália	Terremoto	2012	15,8 milhões
Estados Unidos	Seca	2012	20 milhões
Estados Unidos	Ciclone	2012	50 milhões
China	Seca	2013	10 milhões

Fonte: EM-DAT, 2013

Segundo Guha-Sapir (2012), 29.782 pessoas morreram e cerca de 206 milhões de pessoas foram afetadas direta ou indiretamente por algum dos 302 desastres naturais e mistos que ocorreram em vários países no ano de 2011.

De acordo com Tominaga et al. (2009, p. 10) os desastres

constituem um tema cada vez mais presente no cotidiano das pessoas, independentemente destas residirem ou não em áreas de risco. Ainda que em um primeiro momento o termo nos leva a associá-lo com terremotos, tsunamis, erupções vulcânicas, ciclones e furacões. Os Desastres Naturais contemplam, também, processos e fenômenos mais localizados tais como deslizamentos, inundações, subsidências e erosão, que podem ocorrer naturalmente ou induzidos pelo homem.

Quanto aos fenômenos da dinâmica interna, segundo Tominaga et al. (2009, p. 19): “o Brasil caracteriza-se por uma fraca atividade na ocorrência de tremores, que em sua maioria, são de baixa magnitude variando entre 2º e 4º na escala Richter” e são pouco frequentes os danos causados por tremores.

2.2 Desastres no Brasil

As cidades brasileiras são cada vez mais atingidas por desastres, que se tornam cada vez mais frequentes e intensos (FELTRIN e RAIA JUNIOR, 2012).

No Brasil, os principais desastres que acometem as cidades são deslizamentos de terras e encostas, estiagens, ventos fortes e inundações, que afetam a população principalmente nas regiões mais pobres (SANTOS e CÂMARA, 2002). Essas regiões são mais vulneráveis em relação à exposição dos riscos e também pela capacidade de tomar medidas de resposta.

Os deslizamentos de terras e encostas são caracterizados pelos movimentos gravitacionais de massa, como solo, rochas, vegetação e material de construção ao longo de terrenos inclinados, denominados encostas ou escarpas, que ocorrem de forma rápida (CASTRO, 2010).

Segundo Santos e Câmara (2002, p.9),

Embora em outros países os escorregamentos possam ser provocados por abalos sísmicos ou aquecimento de nevados por vulcões, no Brasil, esses movimentos gravitacionais de massa relacionam-se com a infiltração de água e embebição do solo das encostas. Por esse motivo, no país, os escorregamentos são nitidamente sazonais e guardam efetiva relação com os períodos de chuvas intensas e concentradas.

As estiagens ocorrem quando a perda da umidade do solo é superior a sua reposição devido ao longo período de baixa pluviosidade ou da sua ausência (DEPARTAMENTO ESTADUAL DA DEFESA CIVIL - RS, 2006).

Segundo Castro (2010), os ventos são deslocamentos de ar das zonas anticlonais (de alta pressão) para as zonas ciclônicas (de baixa pressão) e é a partir da diferença da pressão atmosférica entre esses deslocamentos que se determina a sua velocidade (fraco, moderado e forte).

As inundações podem ser classificadas em inundações graduais (enchentes), inundações bruscas (enxurradas) ou inundações litorâneas (alagamentos), segundo Castro (2010). As inundações graduais ocorrem de forma lenta e são praticamente previsíveis. Por outro lado, as inundações bruscas, popularmente conhecidas como enxurradas ocorrem de forma súbita com escoamento violento (KOBAYAMA et al., 2006). A Figura 2 mostra a diferença de velocidade em função do tempo de duração para as inundações, brusca e gradual.

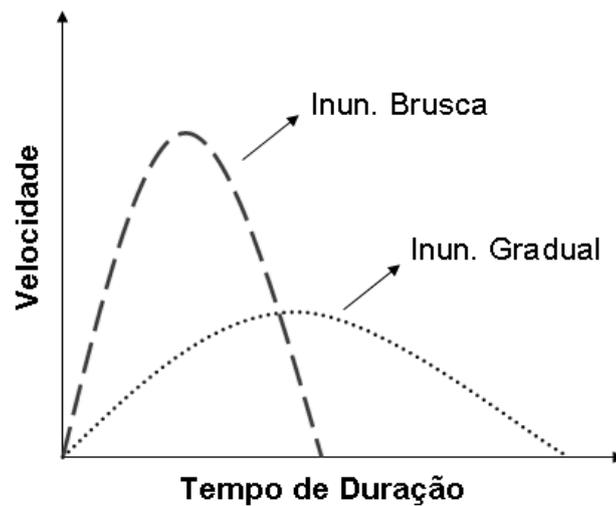


Figura 2 - Diferenças entre inundação gradual e brusca
 Fonte: Kobiyama et al., 2006

Segundo Siebert² (1997 apud Medeiros e Câmara, 1998, p. 8), inundações “são fenômenos naturais que ocorrem devido a uma excessiva precipitação num determinado período de tempo”. As inundações são águas que se acumulam no leito das ruas e nos perímetros urbanos. Esse fenômeno é ainda mais agravado devido à fortes precipitações pluviométricas associadas aos sistemas de drenagem deficientes, dificultando assim a vazão das águas acumuladas (DEPARTAMENTO ESTADUAL DA DEFESA CIVIL - RS, 2006). Como consequência, a água sobrepõe as margens atingindo maior ou menor extensão em função de suas características físicas, tais como: capacidade de infiltração dos solos, solos com camada impermeável ou com lençol freático próximo da superfície (MEDEIROS e CÂMARA, 1998).

As inundações são responsáveis por um grande número de óbitos e de pessoas feridas, além de grandes perdas patrimoniais. Para o Departamento Estadual da Defesa Civil - RS (2006, p. 16), “é comum a combinação dos dois fenômenos - enxurrada e alagamento - em áreas urbanas acidentadas, como ocorre no Rio de Janeiro, Belo Horizonte e em cidades serranas”. Ainda, segundo o Departamento Estadual da Defesa Civil - RS (2006, p. 16), “Os alagamentos das cidades normalmente provocam danos materiais e humanos mais intensos que os das enxurradas”.

² Siebert, C.F. Estruturação e desenvolvimento da rede urbana do Vale do Itajaí. Ed. FURB. 1997

Em nível nacional, os municípios ficam cada vez mais vulneráveis a desastres, tais como secas, incêndios florestais e, principalmente, os escorregamentos, vendavais e inundações, sejam no meio urbano ou rural, que são responsáveis por um número elevado de perdas humanas e materiais todos os anos. Na Tabela 6 encontra-se um resumo dos principais fenômenos que ocorrem com maior recorrência no Brasil.

Tabela 6 - Definição dos principais desastres que ocorrem no Brasil

Principais desastres no Brasil	Descrição
Inundação	É caracterizada pela grande concentração de águas pluviais acima da capacidade de armazenamento e de vazão. As inundações são classificadas em enchentes, enxurradas e alagamentos.
Enchente	Ocorre quando há elevação do nível de água acima de sua vazão normal.
Alagamento	É o acúmulo de água no leito das ruas e nos perímetros urbanos onde há sistemas de drenagem ineficientes.
Enxurrada	É um grande volume de água que é escoado com alta velocidade na superfície do terreno.
Deslizamento de terra	É caracterizado pelos movimentos gravitacionais de massa, ou seja, é a ação da gravidade sobre superfícies inclinadas, como encostas e escarpas.
Estiagem	É causada devido à falta de precipitação pluviométrica em uma determinada região por um longo período de tempo.
Vento forte	O vento é formado pelo movimento do ar na atmosfera como, por exemplo, movimentos de rotação e translação da terra.

Fonte: Castro, 2010

A Tabela 7 apresenta o número de vítimas fatais, o número de afetados e os municípios brasileiros que foram atingidos pelos desastres, segundo os estados, em 2010. Segundo dados da Secretaria Nacional da Defesa Civil (2010), registrou-se um total de 158 mortos e de 12.082.794 pessoas afetadas, em 893 municípios.

Tabela 7 - Número de mortos, afetados e de municípios atingidos por desastres, em 2010

Estado	Mortos	Afetados	Municípios
Alagoas	33	206.598	37
Amazonas	0	53.979	7
Bahia	13	429.672	55
Ceará	0	262.367	32
Distrito Federal	0	9.000	1
Espírito Santo	0	135.684	31
Goiás	0	2.812	2
Maranhão	0	214.748	38
Mato Grosso do Sul	1	80.516	25
Mato Grosso	0	876	2
Minas Gerais	0	1.048.426	16
Pará	0	36.018	11
Paraíba	0	64.458	21
Paraná	0	3.213	5
Pernambuco	1	398.235	13
Piauí	0	722.646	113
Rio de Janeiro	92	6.436.182	132
Rio Grande do Norte	0	24.760	10
Rio Grande do Sul	2	406.282	136
Rondônia	0	8.747	3
Santa Catarina	3	739.324	155
São Paulo	13	629.754	28
Sergipe	0	118.497	20
Total	158	12.082.794	893

Fonte: adaptado da Secretaria Nacional de Defesa Civil³, (2011, apud CARDOSO e FELTRIN, 2011)

Na Figura 3, a partir de dados do EM-DAT, foram registradas cerca de 6.000 e 1.500 vítimas de inundações e escorregamentos, respectivamente, entre os anos de 1948 e 2007. A figura ilustra também que além de inundações e escorregamentos, a incidência de ventos fortes é o terceiro tipo de desastre que mais afetou a população brasileira nesse período.

Na Figura 4 são classificados os tipos de desastres mais frequentes que acometem as regiões brasileiras.

³ Secretaria Nacional de Defesa Civil. Defesa Civil no Brasil. Disponível em: <<http://www.integracao.gov.br/web/guest/defesa-civil/s2id>>. Elaborado por Cardoso, M. R. B e Feltrin, T. F. 2011

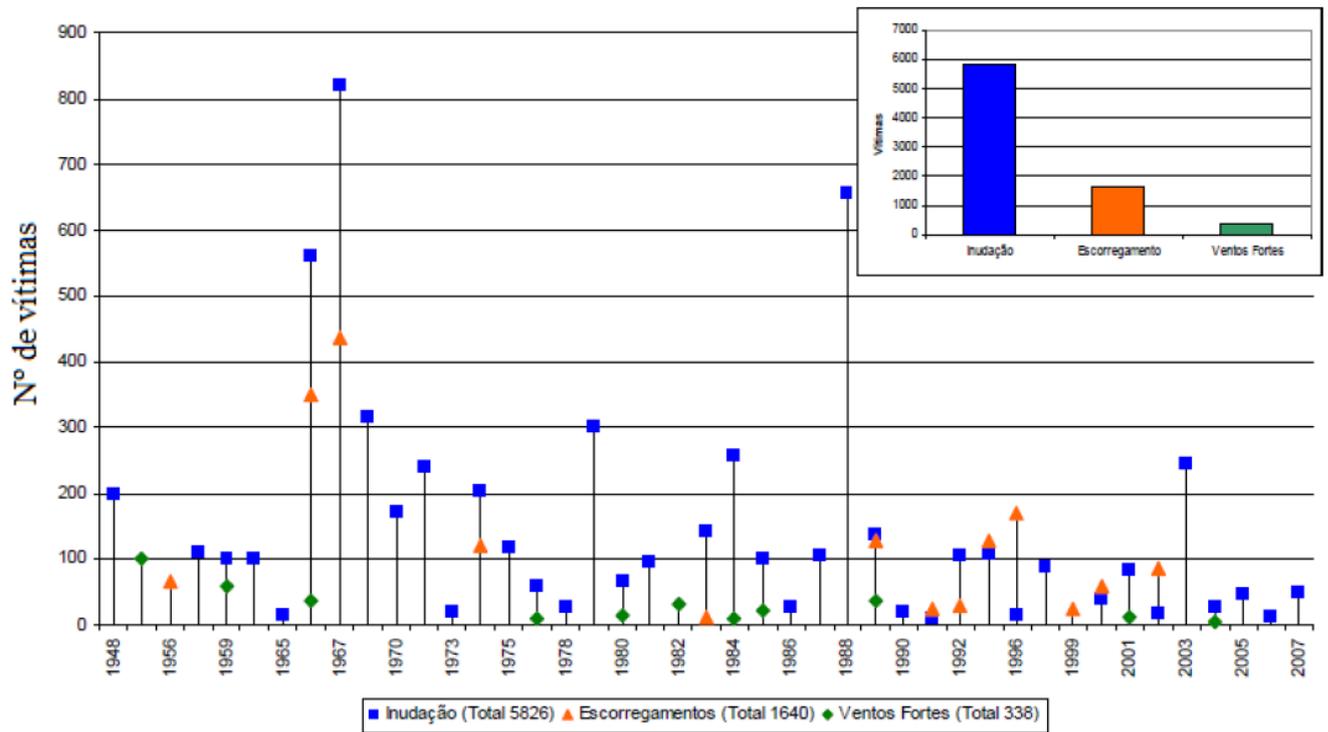


Figura 3 - Vítimas fatais por desastres no Brasil (de 1948 a abril de 2007)

Fonte: EM-DAT⁴ (apud NUNES, 2007)



Figura 4 - Principais desastres nas regiões brasileiras

Fonte: Kobiyama, 2013

⁴ EM-DAT. Search Database. Disponível em: <<http://www.em-dat.net/links/disasterdb.html>>. Elaborado por Ricardo Araki e Lucí H. Nunes

Uma pesquisa realizada entre 2000 e 2007 revelou que cerca de 50% dos municípios brasileiros relataram ter sofrido alteração ambiental nos 24 meses anteriores a essa pesquisa, sendo que cerca de 16% sofreram com deslizamento de terras e 19% com inundações (ARAÚJO, 2012). Ainda, segundo Araújo (2012, p. 46), “entre 2000 e 2007 mais de 1,5 milhões de pessoas foram afetadas por algum tipo de desastre natural no Brasil” e o “prejuízo econômico gerado por esses eventos é estimado em mais de US\$ 2,5 bilhões”.

A partir da observação das Figuras 3 e 4 e com base dos dados do EM-DAT, é possível concluir que as inundações são os desastres mais frequentes que ocorrem nas cidades brasileiras, onde foram registrados 94 desastres, cadastrados entre os anos de 1960 e 2008, com 5.720 mortes e mais de 15 milhões de pessoas desabrigadas e desalojadas (EM-DAT, 2013).

As inundações representam aproximadamente 60% dos desastres registrados no Brasil, e desses, cerca de 40% ocorreram na região Sul e Sudeste (TOMINAGA et al., 2009). De acordo com dados do EM-DAT, em 2008, o Brasil esteve em 10º lugar entre os países com os maiores números de vítimas em desastres.

A Figura 5 mostra que o Brasil ficou entre os principais países com histórico de ocorrências de inundações, entre 1974 e 2003.

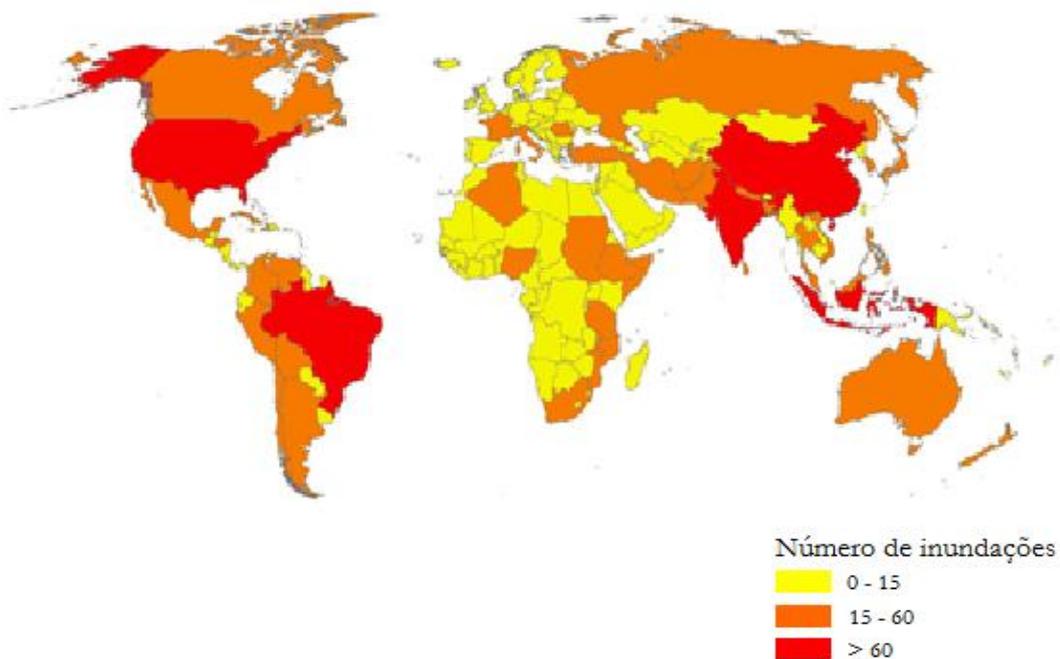


Figura 5 - Número de ocorrências de inundações no mundo
Fonte: EM-DAT/OFDA/CRED, 2013

Na Tabela 8 constam os registros de inundações que ocorreram entre os anos de 1940 e 2008, no Brasil.

Tabela 8 - Registro de inundações no Brasil no período de 1940 à 2008

Período	Nº de eventos	Nº de mortes	Nº de afetados (desabrigados/desalojados)
2000 – 2008	27	776	2.466.592
1990 – 1999	20	386	317.793
1980 – 1989	23	1.598	8.789.613
1970 – 1979	11	1.142	2.902.371
1960 – 1969	13	1.818	825.986
1950 – 1959	2	212	Sem registros
1940 - 1949	1	200	Sem registros

Fonte: Tominaga et al., 2009

As Tabelas 9, 10 e 11 mostram os registros de desastres em função do número de mortes, número de afetados (desabrigados e desalojados) e prejuízos econômicos, respectivamente.

Tabela 9 - Nº de vítimas fatais por desastres no Brasil

Desastre	Data	Nº de mortes
Epidemia	01/Jan/1974	1.500
Inundação	11/Jan/2011	900
Inundação	23/Jan/1967	785
Movimento de massa úmida	19/Mar/1967	436
Inundação	11/Jan/1966	373
Movimento de massa úmida	11/Jan/1966	350
Inundação	14/Mar/1969	316
Inundação	Jan/1979	300
Epidemia	Mai/1984	300
Inundação	1988	300

Fonte: EM-DAT/OFDA/CRED, 2013

Tabela 10 - N° de afetados por desastres no Brasil

Desastre	Data	N° de afetados
Seca	Setembro/1983	20.000.000
Seca	Agosto/1970	10.000.000
Seca	Abril/1998	10.000.000
Seca	1979	5.000.000
Movimento de massa úmida	11/Jan/1966	4.000.000
Inundação	02/Fev/1988	3.020.734
Inundação	Jan/1983	3.008.300
Inundação	22/Novq2008	1.500.015
Inundação	Jan/1979	1.500.000
Inundação	22/abr/2009	1.150.900

Fonte: EM-DAT/OFDA/CRED, 2013

Tabela 11 - Danos em USD por desastres no Brasil

Desastre	Data	Danos (USD)
Seca	1978	2.300.000
Seca	Dez/2004	1.650.000
Inundação	Jun/1984	1.000.000
Inundação	Jun/1984	1.000.000
Inundação	02/Fev/1988	1.000.000
Inundação	11/Jan/2011	1.000.000
Inundação	22/Nov/2008	750.000
Seca	Nov/1985	651.000
Inundação	19/Jun/2010	602.000
Temperaturas extremas	Jul/1975	600.000

Fonte: EM-DAT/OFDA/CRED, 2013

Em 2011, cerca de 30 mil pessoas morreram, no mundo, devido a ocorrência de desastres. No Brasil, as inundações foram os desastres mais fatais da história do país, onde foram registrados mais de 900 mortos (GUHA-SAPIR, 2012).

Devido à extrema gravidade dessas situações, evidencia-se a necessidade de planejamento como forma de atender rapidamente à população afetada, por meio de ações

previamente estudadas, no sentido de enfrentar os problemas que muitas vezes são absolutamente imprevisíveis (FELTRIN e RAIA, 2012). Segundo Cardoso e Feltrin (2011, p. 4),

Através de diversos recursos científicos e tecnológicos é possível que medidas sejam tomadas visando um planejamento contra desastres, através de desenvolvimento de um melhor uso e ocupação do solo, infraestrutura urbana, distribuição populacional, redes de transporte e mapeamento das áreas de risco, entre outras ações.

Além de medidas de prevenção como planejamentos estratégicos, a partir da elaboração de planos de contingências as equipes de atendimento e as Defesas Cíveis estarão ainda mais aptas a enfrentarem os problemas relacionados aos desastres por meio de operações humanitárias.

2.3 Sistema Nacional de Proteção e Defesa Civil (SINPDEC)

O SINPDEC é composto por vários órgãos responsáveis por coordenar as ações de proteção e defesa civil e para atender aos problemas internos consequentes dos desastres em todo o território nacional (SECRETARIA NACIONAL DE DEFESA CIVIL, 2013).

O Decreto nº 97.274, de 16 de dezembro de 1988, teve como proposta pensar a Defesa Civil como instituição estratégica para redução de riscos de desastres. Um ano depois foi aprovada a Resolução 44/236, que estabelecia o ano de 1990 como o início do DIRDN- Década Internacional para Redução dos Desastres Naturais (SECRETARIA NACIONAL DE DEFESA CIVIL, 2013).

O DIRDN teve como objetivo central a redução de perdas humanas e materiais provocados por desastres naturais. Para atender às especificações da Resolução 44/236, foi elaborado o Plano Nacional de Redução de Desastres, conhecido como Plano Nacional de Defesa Civil (PNDC) que estabelece metas e programas que deveriam ser alcançados até o ano 2000 (SECRETARIA NACIONAL DE DEFESA CIVIL, 2013).

A partir de 2010, houve a implantação do Planejamento Nacional para Gestão de Riscos (PNGR), que ficou caracterizado pela criação PNPDEC, organização do SINPDEC, pela construção do Banco de Dados de Registros de Desastres e também pela elaboração do Atlas Brasileiro de Desastres Naturais (SECRETARIA NACIONAL DE DEFESA CIVIL, 2013).

Compete à Secretaria Nacional de Defesa Civil formular a PNDC, promover o planejamento das atividades da Defesa Civil, por meio de Planos Diretores, preventivos e de contingências, estabelecer estratégias e diretrizes para prevenção e redução de desastres, capacitar e treinar recursos humanos, consolidar e interligar as informações de riscos e desastres, monitorar, criar sistemas de alerta e alarme e conscientizar a população a respeito das áreas de riscos e prepará-los para o enfrentamento de desastres (SECRETARIA NACIONAL DE DEFESA CIVIL, 2013).

O principal objetivo da Defesa Civil é de reduzir os riscos dos desastres por meio de ações de prevenção, mitigação, preparação, resposta e recuperação que se dá por intermédio das esferas do Governo (Federal, Estadual e Municipal) e também com o apoio da população (SECRETARIA NACIONAL DE DEFESA CIVIL, 2013).

O SINPDEC elaborou, com base na classificação geral, a Codificação de Desastres, Ameaças e Riscos (CODAR), que foi aprovada pela Resolução nº 2 do CONPDEC (CASTRO, 2003).

A CODAR pode ser definida por meio de códigos alfabéticos ou por códigos numéricos; cada código (alfabético ou numérico) se refere a classificação dos tipos de desastres. O sistema alfabético é estruturado com a sigla CODAR, seguida de 5 letras. O sistema numérico de classificação também é estruturado com a sigla CODAR, seguida de 5 números. A CODAR tem como finalidade uniformizar a nomenclatura, desenvolver uma base teórica para os bancos de dados e facilitar o intercâmbio de informações (SECRETARIA NACIONAL DE DEFESA CIVIL, 2007).

Além da CODAR, uma nova nomenclatura também vêm sendo utilizada desde 2012 pelas coordenadorias de Defesa Civil: a Classificação e Codificação Brasileira de Desastres (COBRADE), que classifica os desastres de acordo com a categoria, grupo, subgrupo, tipo e subtipo (COORDENADORIA DE DEFESA CIVIL DE SÃO PAULO, 2013).

Em 2012, foi publicada no Diário Oficial da União a PNPDEC, Lei nº 12.608, que tem o intuito de gerenciar os riscos e desastres com base em ações de prevenção, mitigação, preparação, resposta e recuperação.

3 INUNDAÇÕES URBANAS

A inundação ocorre quando as águas dos rios, riachos, galerias pluviais saem do leito de escoamento devido à falta de capacidade de transporte de um destes sistemas e ocupa áreas onde a população utiliza para moradia, transporte, recreação, comércio, entre outros.

Estes eventos podem ocorrer devido ao comportamento natural dos rios ou ampliados pelo efeito da alteração produzida pelo homem na urbanização, pela impermeabilização das superfícies e a canalização dos rios.

Quando a precipitação é intensa e o solo não tem capacidade de infiltrar, grande parte do volume escoava para o sistema de drenagem, superando sua capacidade natural de escoamento. O excesso do volume que não consegue ser drenado ocupa a várzea, inundando de acordo com a topografia das áreas próximas aos rios. Estes eventos ocorrem de forma aleatória em função dos processos climáticos locais e regionais.

Segundo Tucci (2003), na medida em que a população impermeabiliza o solo e acelera o escoamento através de condutos e canais, a quantidade de água que chega ao mesmo tempo no sistema de drenagem aumenta, produzindo inundações mais frequentes do que as que existiam quando a superfície era permeável e o escoamento se dava pelo ravinamento natural.

Tucci (2003) menciona ainda que tanto os efeitos das características morfométricas da bacia quanto de sua impermeabilização podem ocorrer de maneira isolada ou combinada, mas que, geralmente, as inundações ribeirinhas ocorrem em bacias de grande e médio porte (>500 km²) no seu trecho onde a declividade é baixa e a seção de escoamento pequena, enquanto que as inundações na drenagem urbana ocorrem em pequenas bacias urbanizadas (1-100 km², a exceção são grandes cidades, como São Paulo).

Para tal, torna-se importante distinguir os conceitos de cheia (ou enchente) e inundação. A enchente caracteriza-se pela ocorrência da vazão relativamente grande do escoamento superficial, enquanto a inundação distingue-se pelo extravasamento do canal. Uma enchente pode ou não causar inundação. Obras de controle podem ser realizadas no rio para evitar a ocorrência da inundação. Por outro lado, a existência de alguma obstrução no

escoamento natural do rio pode levar à inundação, mesmo não havendo grande aumento do escoamento superficial.

3.1 Características Morfométricas da Bacia

As características morfométricas, segundo Tonello (2005), podem ser classificadas em características geométricas, características do relevo e características da rede de drenagem. Dentre as características geométricas de uma bacia hidrográfica, pode-se citar a área, o perímetro, o comprimento axial do talvegue, e de maneira indireta a forma e o tempo de concentração.

3.1.1 Área da bacia

A área da bacia é a área plana (projeção horizontal) inclusa entre os seus divisores topográficos. A área de uma bacia é o elemento básico para o cálculo das outras características físicas.

3.1.2 Forma da bacia

É uma das características da bacia mais difíceis de serem expressas em termos quantitativos. Ela tem efeito sobre o comportamento hidrológico da bacia, como por exemplo, no tempo de concentração (T_c).

Existem vários índices utilizados para determinar a forma das bacias, geralmente procurando relacioná-las com formas geométricas conhecidas. Entre esses índices pode-se citar o Coeficiente de Compacidade (K_c) e o fator de forma (F).

- *Coeficiente de Compacidade (K_c)*

O coeficiente de compacidade (K_c) expressa a relação entre o perímetro da bacia e o perímetro de um círculo de mesma área que a bacia, conforme expresso pela Equação (01).

$$K_c = \frac{P}{2.\pi.r} \quad (01)$$

sendo P o perímetro da bacia (km) e r o raio de uma circunferência com área igual ao da bacia (km).

O K_c é sempre um valor maior que 1 (se fosse 1 a bacia seria um círculo perfeito). Quanto menor o K_c , ou seja, quanto mais próximo da unidade, mais circular é a bacia, menor o T_c e maior a tendência de haver picos de vazão.

- *Fator de forma (Kf)*

O fator de forma (K_f) ou índice de conformação é a relação entre a área de uma bacia e o quadrado do seu comprimento axial (L), conforme expresso pela Equação (02).

$$K_f = \frac{A}{L^2} \quad (02)$$

sendo que A é a área da bacia (km^2) e L é o comprimento axial da bacia (km).

A Figura 6 ilustra o comprimento axial da bacia hidrográfica em relação a forma da bacia.

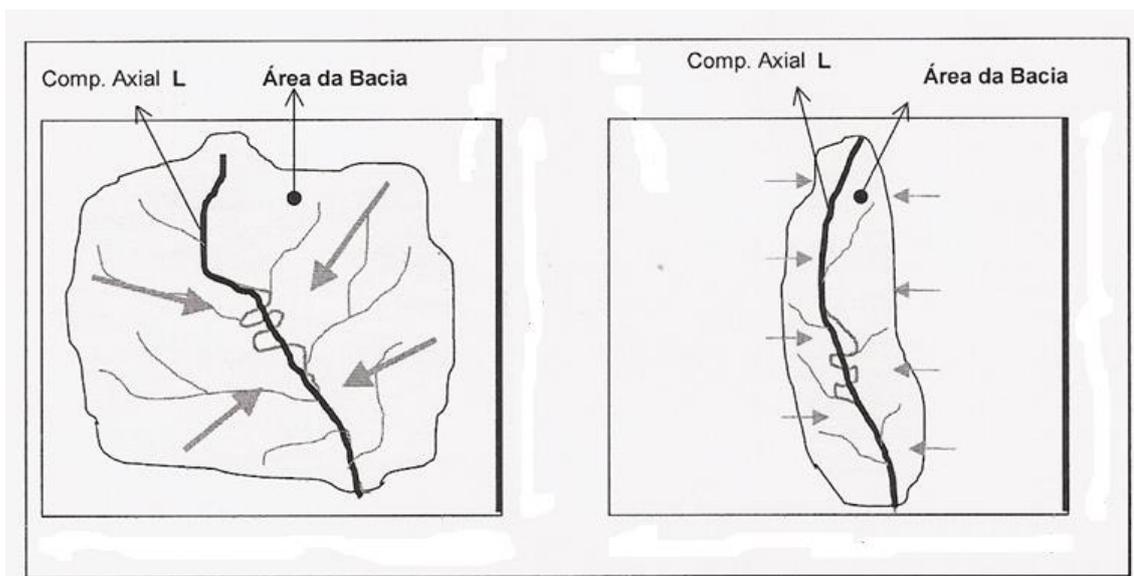


Figura 6 - Comprimento axial da bacia

Fonte: Porto et al., 1999

Quanto menor o valor de K_f , mais comprida é a bacia e, portanto, menos sujeita a picos de enchente, pois o T_c é maior e, além disso, fica difícil uma mesma chuva intensa abranger toda a bacia.

3.1.3 Tempo de concentração

Tempo de Concentração (T_c) é o tempo necessário para que toda a área da bacia contribua para o escoamento até o ponto de controle, exutório ou local de medição.

Dessa maneira, o tempo de concentração é influenciado pelo comprimento axial da bacia, da área da bacia, da forma da bacia, da declividade da bacia e de alterações antrópicas que ocorreram na bacia.

Há vários métodos para estimar o tempo de concentração de uma bacia hidrográfica, entre eles, é bastante conhecida a formulação “*California Culverts Practice*”, expressa pela Equação (03).

$$T_c = 57 \cdot \left(\frac{L^3}{\Delta H} \right)^{0,385} = 57 \cdot \left(\frac{L^2}{I} \right)^{0,385} \quad (03)$$

sendo T_c o tempo de concentração da bacia (min); L o comprimento do talvegue (km); ΔH o desnível do talvegue entre o ponto mais distante da bacia e a seção de medição (m), I a declividade média da bacia (m/km).

3.2 Previsão de Enchentes

Conforme Naghettini (1999) e Heller & Pádua (2006), a magnitude e previsão de uma cheia pode ser avaliada em curto prazo ou em longo prazo. A previsão de cheia em curto prazo, ou em tempo-real, depende da previsão da precipitação, cuja antecedência é de poucos dias ou horas. Uma vez iniciada a chuva, o tempo máximo possível de previsão da cheia é limitado pelo tempo médio de deslocamento da água na bacia até a seção de interesse (tempo de concentração). Este tipo de previsão é utilizado para alertar a população ribeirinha e os operadores de obras hidráulicas.

A previsão de cheia em longo prazo quantifica estatisticamente a possibilidade de ocorrência da enchente, sem precisar quando esta ocorrerá. A previsão em longo prazo se baseia na estatística de ocorrência de níveis no passado e permite estabelecer os níveis de cheia para alguns riscos escolhidos (HELLER & PÁDUA 2006).

Em Engenharia, o conhecimento das magnitudes das precipitações apresenta grande interesse prático por sua frequente aplicação nos projetos hidráulicos. Nos projetos de vertedouros de barragens, no dimensionamento de canais, na definição das obras de desvio dos cursos d'água, na determinação das dimensões de galerias de águas pluviais, deve-se conhecer a magnitude das enchentes que poderiam ocorrer com uma determinada frequência. Já nos projetos de irrigação e abastecimento de água, há de se conhecer a grandeza das estiagens que adviriam e com que frequência ocorreriam. A frequência é estabelecida com base no conceito de período de retorno, como sendo o intervalo de tempo médio, em anos, para que um evento seja igualado ou superado.

De acordo com Gontijo (2007), uma das dificuldades de se prever a ocorrência de cheias se deve à aleatoriedade das inter-relações dos fenômenos que a provocam. O período de retorno de uma cheia não é, necessariamente, o mesmo da chuva que a gerou, pois depende, entre outros fatores, da capacidade de infiltração do solo, da cobertura vegetal e do estado de umidade do solo. Entretanto, na prática, tendo em vista a dificuldade de estabelecer a ordem de grandeza dessa probabilidade, a cheia causada por um episódio de precipitação é simplesmente considerada de mesma frequência.

Face ao exposto, pode-se dizer que o engenheiro deve dispor de elementos para avaliar o provável risco associado às vazões de projeto. Tais análises só são possíveis com o suporte de modelos de distribuição probabilística teóricos. Para tanto, realizam-se análises estatísticas de eventos registrados no passado, verificando-se a frequência associada a cada magnitude. Em seguida, verifica-se o ajuste de tais dados a leis probabilísticas teóricas para, com o amparo das mesmas, avaliar as probabilidades de eventos extremos maiores por extrapolação.

3.3 Cálculo da Vazão de Enchente

Segundo Gontijo (2007), a determinação de cheias é um processo complexo por se tratar de um fenômeno natural e por envolver diversos fatores intervenientes. Dentre estes, as principais variáveis hidrológicas que caracterizam o comportamento hidrológico da bacia são:

capacidade de infiltração, porcentagem de escoamento básico, descarga superficial, tempo de armazenamento superficial e índice de umidade do solo, sendo esta última variável essencial, pois controla a fração de chuva que infiltra, escoar superficialmente, ou evapora pela superfície e camadas superficiais do solo.

O cálculo da vazão de enchente utilizado no projeto de obras hidráulicas, como os canais de macro drenagem, é um procedimento necessário no dimensionamento de obras de controle e proteção contra inundações, cujas finalidades podem ser:

a) para definir a vazão máxima de projeto;

b) para estabelecer, se possível, o hidrograma da cheia, isto é, para determinar a distribuição das vazões ao longo do tempo, desde o instante em que se tem o aumento da vazão, determinado pelo escoamento superficial produzido por determinada chuva, até o fim da contribuição do escoamento superficial.

No cálculo da vazão de enchente podem ser utilizados métodos baseados em dados de chuva, que fazem a transformação da chuva em vazão, como por exemplo, o método do hidrograma unitário.

De acordo com a disponibilidade dos dados hidrológicos pode-se utilizar diversos métodos para a determinação do escoamento superficial. Fundamentalmente, os métodos de quantificação de cheias podem ser diretos, quando se baseiam apenas nos registros fluviométricos, ou indiretos, quando usam os registros pluviométricos (para construção da chuva de projeto) e uma técnica de transformação de chuva-vazão (NAGHETTINI, 1999; GONTIJO, 2007).

Quando se dispõe da série histórica de vazão, pode-se recorrer a modelos ou leis de probabilidade já consagrados, que permitem prever a enchente com base na descrição das frequências de ocorrência dos eventos extremos de vazão.

Segundo Fendrich (2008), a estimativa das vazões de enchente, a partir da precipitação efetiva, é obtida por métodos indiretos e, segundo o autor, consiste em uma alternativa viável para esse fim.

Acredita-se que a relação inversa também seja verdadeira, ou seja, a partir dos dados de vazão máxima, obter-se a precipitação efetiva que o causou. Segundo Souza Pinto et al,

(2000) quando não é possível estabelecer a ordem de grandeza dessa possibilidade, a vazão obtida de uma precipitação pode ser considerada de mesma frequência.

Segundo Naghettini (1999), a escolha do método para determinação da vazão de enchente depende de vários fatores: objetivo a ser alcançado, dados disponíveis, importância do projeto e suas consequências, e características da bacia recomenda, e propõe o uso dos métodos apresentados na Tabela 12, em função da área da bacia.

Tabela 12 - Métodos indiretos para estimação da vazão de enchente em relação a área da bacia

Área da bacia (km²)	Métodos usualmente aplicados
Menor que 2,6	Método racional
2,6 – 260	Hidrograma Unitário, Métodos Estatísticos
260 – 5200	Hidrograma Unitário, Métodos Estatísticos
Maior que 5200	Métodos Estatísticos, Simulação de Vazões

Fonte: adaptado de Naghettini, 1999.

3.3.1 Período de retorno para o cálculo da enchente

Conforme mencionado anteriormente, o período de retorno ou intervalo de recorrência de uma enchente é o tempo médio, em anos, em que a enchente é igualada ou superada pelo menos uma vez.

Como forma de determinação do período de retorno para o cálculo da vazão de enchente pode ser utilizado um critério baseado na fixação do risco, ou um critério econômico ou, ainda, um critério baseado na experiência do projetista, este último sendo o mais comumente adotado no Brasil.

i) Critério de Fixação do Risco

Para a escolha do período de retorno da enchente de projeto pode-se recorrer ao procedimento de fixação do risco assumido para o caso de a obra vir a falhar dentro do seu tempo de vida útil. Isto porque a estrutura projetada para determinada vazão de pico ocorrerá certo risco de falha dentro do seu período de vida útil. A seleção do risco que se deseja correr depende da gravidade da falha para o funcionamento da estrutura ou obra, bem como dos recursos disponíveis para a sua construção, entre outros fatores.

Para obter uma expressão para o período de retorno em função do risco, considera-se o evento de magnitude Q_p , com intervalo de recorrência Tr . Então a probabilidade de que este evento seja igualado ou superado em um ano qualquer pode ser expressa pela Equação (04).

$$P(Q \geq Q_p) = \frac{1}{Tr} \quad (04)$$

sendo P a probabilidade que uma vazão Q se iguale ou supere a vazão de projeto Q_p (decimal); Tr o período de retorno (anos).

Considerando-se somente as possibilidades de que a falha ocorra, ou seja, a probabilidade de não ocorrência da falha em um determinado ano qualquer será, pode ser expressa pela Equação (05).

$$P(Q < Q_p) = \left(1 - \frac{1}{Tr}\right) \quad (05)$$

No entanto, em engenharia, uma obra é feita para operar satisfatoriamente por um determinado número de anos. Assim, considerando-se n anos de vida útil da obra, ou para um tempo de construção de n anos, a probabilidade do sistema não falhar nenhuma vez neste período é a chamada *segurança* (S), expressa pela Equação (06).

$$S = \underbrace{\left(1 - \frac{1}{Tr}\right) \times \left(1 - \frac{1}{Tr}\right) \times \dots \times \left(1 - \frac{1}{Tr}\right)}_{n \text{ anos}} = \left(1 - \frac{1}{Tr}\right)^n \quad (06)$$

Sendo S a probabilidade de segurança (decimal); n a vida útil do canal (número de anos); Tr o período de retorno (anos).

Conseqüentemente, em uma série de n anos, o risco de falha pode ser representado pela probabilidade R de que, ao menos um evento se iguale ou exceda o evento de intervalo de recorrência (Tr), conforme expresso pela Equação (07).

$$R = 1 - \left(1 - \frac{1}{Tr}\right)^n \quad (07)$$

Dessa maneira, pode-se escolher o período de retorno da cheia a ser utilizado no projeto da obra hidráulica, conhecendo-se o tempo de vida provável da estrutura, obtendo-se, com isso, o risco que se deseja correr de que a obra venha a falhar.

ii) Critério Econômico de Fixação do Risco

Pelo critério econômico, o período de retorno da vazão de projeto deveria ser aquele que conduzisse ao menor custo global. Por exemplo, em caso de existência de seguro contra enchentes, poder-se-ia construir uma curva que fizesse a representação dos custos anuais do seguro em função do período de retorno (Tr) e, no mesmo gráfico, se lançariam os gastos anuais de amortização do capital aplicado na obra. A soma dessas duas parcelas geraria uma nova curva que, passando por um ponto de mínimo, produziria neste ponto o período de retorno mais econômico.

A Figura 7 ilustra a aplicação do critério econômico para a determinação do período de retorno (Tr).

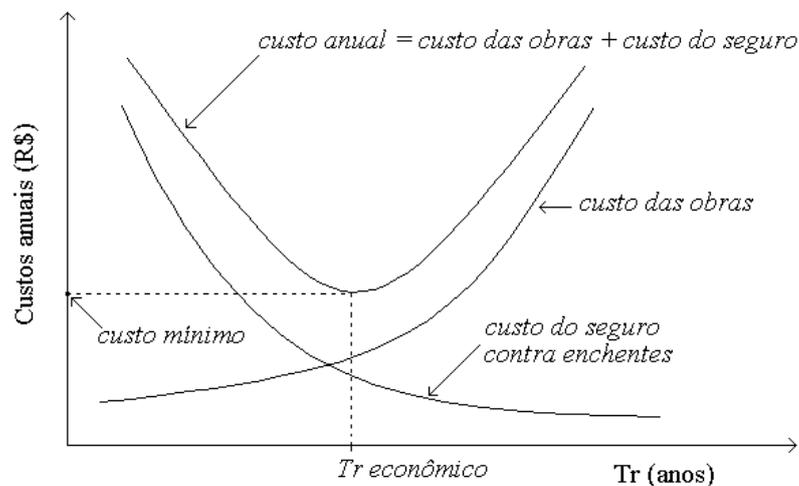


Figura 7 - Período de retorno econômico ($Tr_{econômico}$)

Fonte: Barbosa Jr. (2006)

iii) Critérios usualmente adotados no Brasil

Em geral, a ausência de seguros contra enchentes ou a dificuldade de obtenção de informações a esse respeito conduz à utilização de outros critérios para a fixação do período de retorno da vazão de cheia de projeto.

Dependendo do tipo de obra, as principais variáveis consideradas para a fixação do período de retorno são: a) a vida útil da obra, b) o tipo de estrutura, c) a facilidade de reparação e ampliação, e d) o perigo de perda de vida.

A Tabela 13 apresenta recomendações para valores mínimos de período de retorno (Tr) em função do tipo de obra.

Tabela 13 - Recomendações para valores mínimos de período de retorno (TR)

Obra	Seção Geométrica/Tipo de ocupação da área		TR (anos)
Canalização	A céu aberto	Trapezoidal	50
		Retangular	100
	Contorno fechado		100
Travessias: pontes, bueiros e estruturas afins	Qualquer		100
Galeria de Água pluvial	Área residencial		2
	Área comercial ou com edifícios públicos		5
	Área comercial valorizada		5 - 10

Fonte: DAEE (2005), CETESB (1986).

3.3.2 O emprego da Lei de Probabilidade na previsão de enchentes

Todos os projetos de engenharia são planejados para o futuro, não havendo certeza absoluta das exatas condições de trabalho da obra ou estrutura.

Uma vez que o comportamento exato das vazões em anos futuros não pode ser absolutamente previsto, procura-se introduzir leis de probabilidade de modo a estabelecer as

prováveis variações de maneira a permitir que a vazão de projeto, por exemplo, seja estimada com base em um risco calculado.

Dessa maneira, recorre-se à análise estatística com o propósito de utilizar os eventos de descargas observadas (série histórica de vazões) num dado período, como meio de se efetuar a projeção para um período de tempo maior.

Na previsão de enchentes, ou seja, na determinação da magnitude das vazões de pico das cheias, recorre-se ao uso de modelos de probabilidade, a partir de um enfoque estatístico que consiste em definir a relação entre as descargas máximas e as correspondentes frequências de ocorrência, apoiando-se no estudo de uma série de dados observados.

A hipótese básica é que as cheias verificadas durante um determinado período possam ocorrer em um período futuro de características hidrológicas similares, isto é, com uma expectativa de repetição.

Segundo Tucci (2003) as principais distribuições estatísticas utilizadas em hidrologia para ajustes de vazões máximas são:

- a) **Distribuição de Gumbel** - utilizada também para o cálculo de vazões e chuvas máximas.
- b) **Distribuição Log-normal** - bastante utilizada para o cálculo de vazões máximas e mínimas e chuvas máximas.
- c) **Distribuição Log-Pearson Tipo III** - utilizada para o cálculo de vazões e chuvas máximas.

Essas distribuições estatísticas são apresentadas detalhadamente na sequência.

3.3.2.1 Distribuição de Gumbel

Segundo Tucci (2003) a principal relação utilizada no ajuste da distribuição de Gumbel para análise de máximos é expressa pela Equação (08).

$$P_{(Q \geq Q_p)} = 1 - e^{-e^{-y}} = \frac{1}{Tr} \quad (08)$$

sendo P a probabilidade de uma vazão Q ser igualada ou superada a uma dada vazão Q_p (decimal); y é a variável reduzida de Gumbel; Tr é o período de retorno (anos).

A variável reduzida de Gumbel pode ser obtida pela aplicação da Equação (09).

$$y = -\ln \left[-\ln \left(\frac{Tr-1}{Tr} \right) \right] \quad (09)$$

Ao relacionar a vazão (Q) com o período de retorno (Tr) obtém-se a relação expressa pela Equação (10).

$$y = \frac{Q_{Tr} - \bar{Q} + 0,45 \cdot S_x}{0,78 \cdot S_x} \quad (10)$$

Essas distribuições estatísticas são apresentadas detalhadamente na sequência.

sendo Q_{Tr} a vazão (ou chuva) para um determinado período de retorno Tr (m^3/s); \bar{Q} a vazão média da amostra (m^3/s); S_x o desvio padrão da amostra (m^3/s), 0,45 e 0,78 parâmetros de distribuição.

3.3.2.2 Distribuição Log-Normal

Nem todos os eventos hidrológicos obedecem à Distribuição Normal. Alguns deles se ajustam segundo uma distribuição denominada *Log-Normal*. As vazões máximas e mínimas anuais de um curso de água natural atendem normalmente à esta distribuição (TUCCI, 2003).

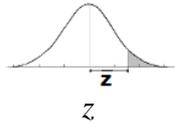
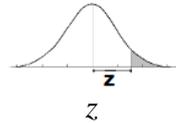
A distribuição log-normal é aplicada conforme Equação (11).

$$\log Q_{Tr} = \overline{\log Q} + K \cdot S_{\log Q} \quad (11)$$

sendo $\log Q_{Tr}$ é o logaritmo da vazão para um determinado período de retorno; Tr é o período de retorno (anos); $\overline{\log Q}$ é a média dos logaritmos das vazões máximas anuais observadas; $S_{\log Q}$ é o desvio padrão dos logaritmos das vazões máximas anuais observadas; K é o fator de frequência da distribuição normal, que é igual à variável normal central reduzida z , que pode ser determinada pela Equação (12) ou Tabela 14.

$$K = \frac{\log Q_{Tr} - \overline{\log Q}}{S_{\log Q}} = Z \quad (12)$$

Tabela 14 - Valores de z para Distribuição Normal

Probabilidade de exceder	T _R (anos)		Probabilidade de exceder	T _R (anos)	
		z			z
0,0001	10000	3,719	0,250	4	0,674
0,0005	2000	3,291	0,300	3,333	0,524
0,001	1000	3,090	0,350	2,857	0,385
0,002	500	2,878	0,400	2,5	0,253
0,005	200	2,576	0,450	2,222	0,126
0,010	100	2,326	0,500	2	0,000
0,020	50	2,054	0,550	1,818	-0,126
0,025	40	1,960	0,600	1,667	-0,253
0,050	20	1,645	0,650	1,538	-0,385
0,100	10	1,282	0,700	1,428	-0,524
0,150	6,667	1,036	0,750	1,333	-0,674
,200	5	0,842	0,800	1,176	-0,842

Fonte: adaptado de Naghettini & Pinto (2007)

3.3.2.3- Distribuição Log Pearson III

Segundo Naghettini e Pinto (2007), na distribuição Log Pearson III, a vazão máxima é calculada de maneira semelhante aquela feita para a distribuição Log-Normal. A principal diferença está na determinação do fator de frequência K , pois na distribuição Log-Pearson III leva-se também em consideração o coeficiente de assimetria (CA), que pode ser determinado pela Equação (13).

$$CA = \frac{n \sum (\log Q_i - \overline{\log Q})^3}{(n-1) \cdot (n-2) \cdot S_{\log Q}^3} \quad (13)$$

sendo $\log Q_i$ o logaritmo de uma determinada vazão da amostra; $\overline{\log Q}$ a média dos logaritmos das vazões da amostra; n o número de elementos da amostra; $S_{\log Q}$ o desvio padrão dos logaritmos da amostra.

O valor do fator de frequência K para a distribuição Log Pearson III, que leva em consideração o coeficiente de assimetria (CA), pode ser obtido da Figura 8.

Coeficiente de Assimetria	Período de retorno em anos							
	2	5	10	25	50	100	200	1000
	Porcentagem de probabilidade de ocorrência							
	50	20	10	4	2	1	0.5	0.1
3.0	-0.396	0.420	1.180	2.278	3.152	4.051	4.970	7.250
2.5	-0.360	0.518	1.250	2.262	3.048	3.845	4.652	6.600
2.2	-0.330	0.574	1.284	2.240	2.970	3.705	4.444	6.200
2.0	-0.307	0.609	1.302	2.219	2.912	3.605	4.298	5.910
1.8	-0.282	0.643	1.318	2.193	2.848	3.499	4.147	5.660
1.6	-0.254	0.675	1.329	2.163	2.780	3.388	3.990	5.390
1.4	-0.225	0.705	1.337	2.128	2.706	3.271	3.828	5.110
1.2	-0.195	0.732	1.340	2.087	2.626	3.149	3.661	4.820
1.0	-0.164	0.758	1.340	2.043	2.542	3.022	3.489	4.540
0.9	-0.148	0.769	1.339	2.018	2.498	2.957	3.401	4.395
0.8	-0.132	0.780	1.336	1.998	2.453	2.891	3.312	4.250
0.7	-0.116	0.790	1.333	1.967	2.407	2.824	3.223	4.150
0.6	-0.099	0.800	1.328	1.939	2.359	2.755	3.132	3.960
0.5	-0.083	0.808	1.323	1.910	2.311	2.686	3.041	3.815
0.4	-0.066	0.816	1.317	1.880	2.261	2.615	2.949	3.670
0.3	-0.050	0.824	1.309	1.849	2.211	2.544	2.856	3.525
0.2	-0.033	0.830	1.301	1.818	2.159	2.472	2.763	3.380
0.1	-0.017	0.836	1.292	1.785	2.107	2.400	2.670	3.235
0	0.000	0.842	1.282	1.751	2.054	2.326	2.576	3.090
-0.1	0.017	0.836	1.270	1.716	2.000	2.252	2.482	2.950
-0.2	0.033	0.850	1.258	1.680	1.945	2.178	2.388	2.810
-0.3	0.050	0.853	1.245	1.643	1.890	2.104	2.294	2.675
-0.4	0.066	0.855	1.231	1.606	1.834	2.029	2.201	2.540
-0.5	0.083	0.856	1.216	1.567	1.777	1.955	2.108	2.400
-0.6	0.099	0.857	1.200	1.528	1.720	1.880	2.016	2.275
-0.7	0.116	0.857	1.183	1.488	1.663	1.806	1.926	2.150
-0.8	0.132	0.856	1.166	1.448	1.606	1.733	1.837	2.035
-0.9	0.148	0.854	1.147	1.407	1.549	1.660	1.749	1.910
-1.0	0.164	0.852	1.128	1.366	1.492	1.588	1.664	1.800
-1.2	0.195	0.844	1.086	1.282	1.379	1.449	1.501	1.625
-1.4	0.225	0.832	1.041	1.198	1.270	1.318	1.351	1.465
-1.6	0.254	0.817	0.994	1.116	1.166	1.197	1.216	1.280
-1.8	0.282	0.799	0.945	1.035	1.069	1.087	1.097	1.130
-2.0	0.307	0.777	0.895	0.959	0.980	0.990	0.995	1.000
-2.2	0.330	0.752	0.844	0.888	0.900	0.905	0.907	0.910
-2.5	0.360	0.711	0.771	0.793	0.798	0.799	0.800	0.802
-3.0	0.396	0.636	0.660	0.666	0.666	0.667	0.667	0.668

Figura 8 - Valores de K para coeficiente de assimetria e períodos de retorno
Fonte: Naghettini e Pinto, 2007

3.4 Hidrograma Unitário e Hidrograma Unitário Sintético

O método do hidrograma unitário proposto por Sherman em 1932, baseia-se primeiramente em determinadas propriedades do hidrograma do escoamento superficial (Souza Pinto et al., 2000).

Segundo os autores, o *Hidrograma Unitário* (H.U) é o hidrograma resultante de um escoamento superficial de volume unitário. O volume unitário é decorrente da chuva unitária, que corresponde à altura pluviométrica e duração unitária (exemplo: chuva com altura unitária de 10 mm e duração unitária de 1 hora), conforme ilustrado pela Figura 9.

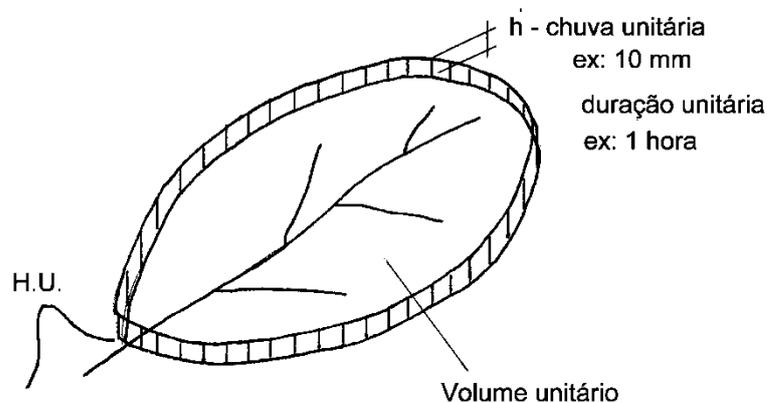


Figura 9 - Geração do Hidrograma Unitário em uma bacia
Fonte: Souza Pinto et al., 2000

De acordo com Collischonn (2010) uma bacia pode ser imaginada como um sistema que transforma chuva em vazão. A transformação envolve modificações no volume total da água, já que parte da chuva infiltra no solo e pode retornar à atmosfera por evapotranspiração, e modificações no tempo de ocorrência, já que existe um atraso na ocorrência da vazão em relação ao tempo de ocorrência da chuva.

A teoria do H.U. baseia-se nas três princípios, conhecidos como princípios de Shermann (Sousa Pinto et al., 2008):

a) Para chuvas de iguais durações, as durações dos escoamentos superficiais correspondentes são iguais (Figura 10).

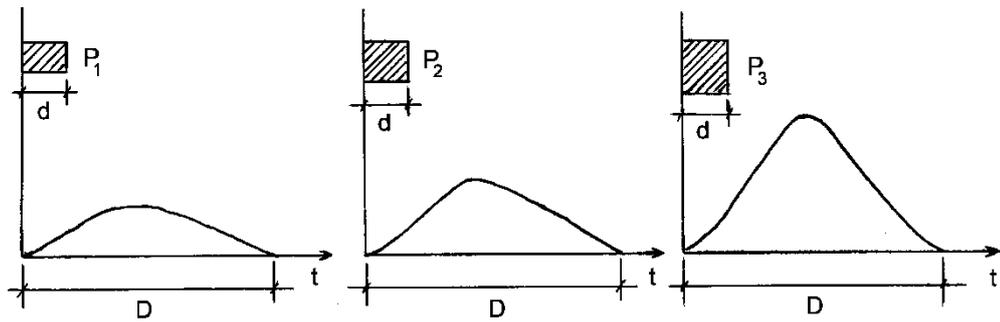


Figura 10 - Primeiro princípio de Sherman: constância do tempo de base para chuvas de mesma duração
 Fonte: Souza Pinto et al., 2000

b) Duas chuvas de mesma duração, mas com volumes escoados diferentes, resultam em hidrogramas cujas ordenadas são proporcionais aos correspondentes volumes escoados (Figura 11).

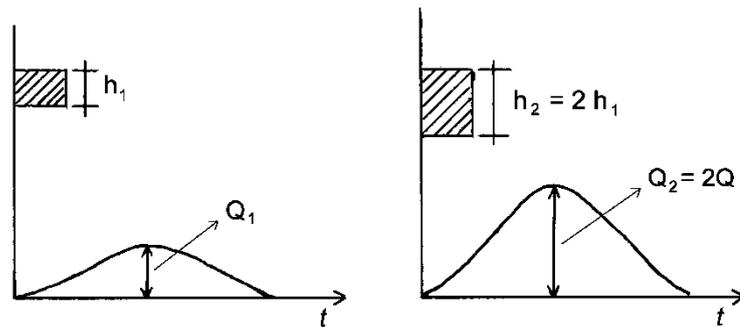


Figura 11 - Segundo princípio de Sherman- proporcionalidade das vazões em relação a diferentes precipitações de mesma duração
 Fonte: Souza Pinto et al., 2000

c) Considera-se que as precipitações anteriores não influenciam a distribuição no tempo do escoamento superficial de uma dada chuva (Figura 12).

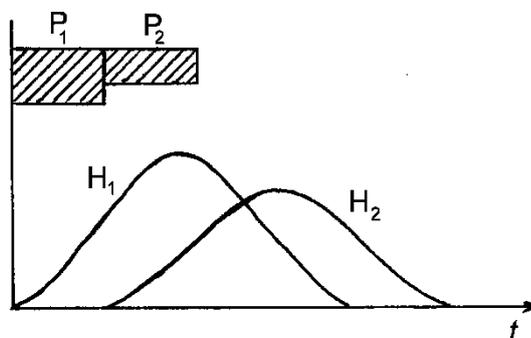


Figura 12 - Terceiro princípio de Sherman – um hidrograma unitário pode ser formado pela aditividade de diferentes hidrogramas unitários
 Fonte: Souza Pinto et al., 2000

Collischonn (2010) considera a teoria do hidrograma unitário útil, mas não inteiramente correta, pois baseia-se na relação linear entre chuva efetiva e vazão em uma bacia. Além disso, o autor lembra que a precipitação efetiva pode não ocorrer em toda a bacia.

No entanto, é bastante comum inexistirem dados observados de vazões e/ou precipitações em uma determinada bacia. Quando isso ocorre, é normalmente empregado o hidrograma unitário sintético ou um hidrograma unitário obtido a partir da análise do relevo, denominado hidrograma unitário geomorfológico (Collischonn, 2010).

3.4.1 Hidrograma Unitário Sintético do SCS

Segundo Collischonn (2010) a partir de um estudo com um grande número de bacias e de hidrogramas unitários nos EUA, técnicos do Departamento de Conservação de Solo (Soil Conservation Service – atualmente Natural Resources Conservation Service) verificaram que os hidrogramas unitários podem ser aproximados por relações de tempo e vazão estimadas com base no tempo de concentração e na área das bacias. Em outras palavras, o hidrograma unitário pode ser aproximado por um triângulo, definido pela vazão de pico e pelo tempo de pico e pelo tempo de base, conforme a Figura 13.

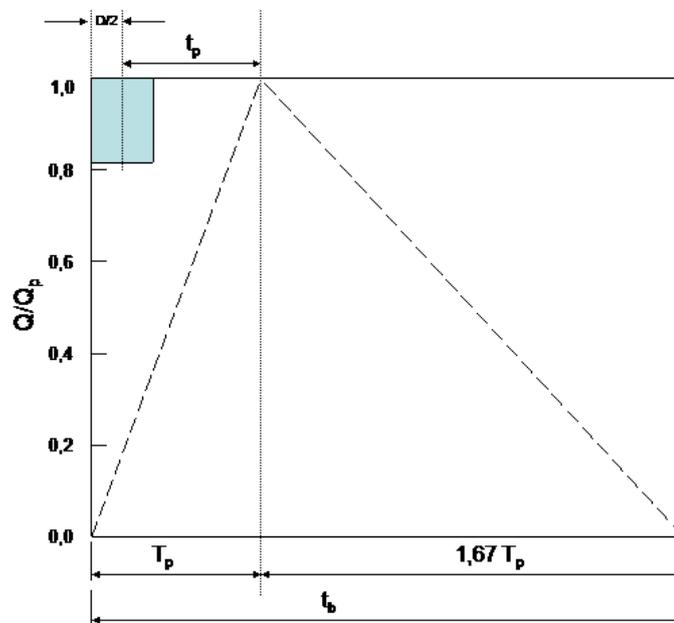


Figura 13 - Características do hidrograma unitário sintético do SCS
Fonte: Callishon (s.d.)

As relações identificadas e ilustradas na Figura 13 são indicadas na sequencia.

- tempo de pico (t_p) do hidrograma pode ser estimado como sendo 60% do tempo de concentração.
- tempo de subida do hidrograma - T_p (horas) pode ser estimado como o tempo de pico - t_p (horas) mais a metade da duração da chuva - D (horas), conforme Equação (14).

$$T_p = t_p + \frac{D}{2} \quad (14)$$

- tempo de base do hidrograma - t_b (horas) pode ser estimado pela Equação (15).

$$t_b = 2,67 \cdot T_p \quad (15)$$

- A vazão de pico do hidrograma unitário triangular- q_p (m^3/s) pode ser estimada pela equação (16).

$$q_p = \frac{0,208 \cdot A}{T_p} \quad (16)$$

sendo T_p o tempo de subida do hidrograma (horas); A a área da bacia (km^2) e q_p a vazão de pico por mm de chuva efetiva (m^3/s)

3.5 Propagação de ondas em rios e canais

O objetivo dos cálculos de propagação de vazão em rios é determinar o hidrograma de vazões em uma seção transversal de um rio, com base no hidrograma conhecido em uma ou mais seções transversais localizadas a montante.

A propagação de vazões é especialmente interessante quando é necessário determinar o comportamento de uma onda de cheia ao longo de um rio natural ou canal artificial.

De acordo com Collischonn (2010), os efeitos principais que ocorrem quando uma cheia se propaga ao longo de um rio são a translação e o amortecimento, conforme pode ser observado na Figura 14.

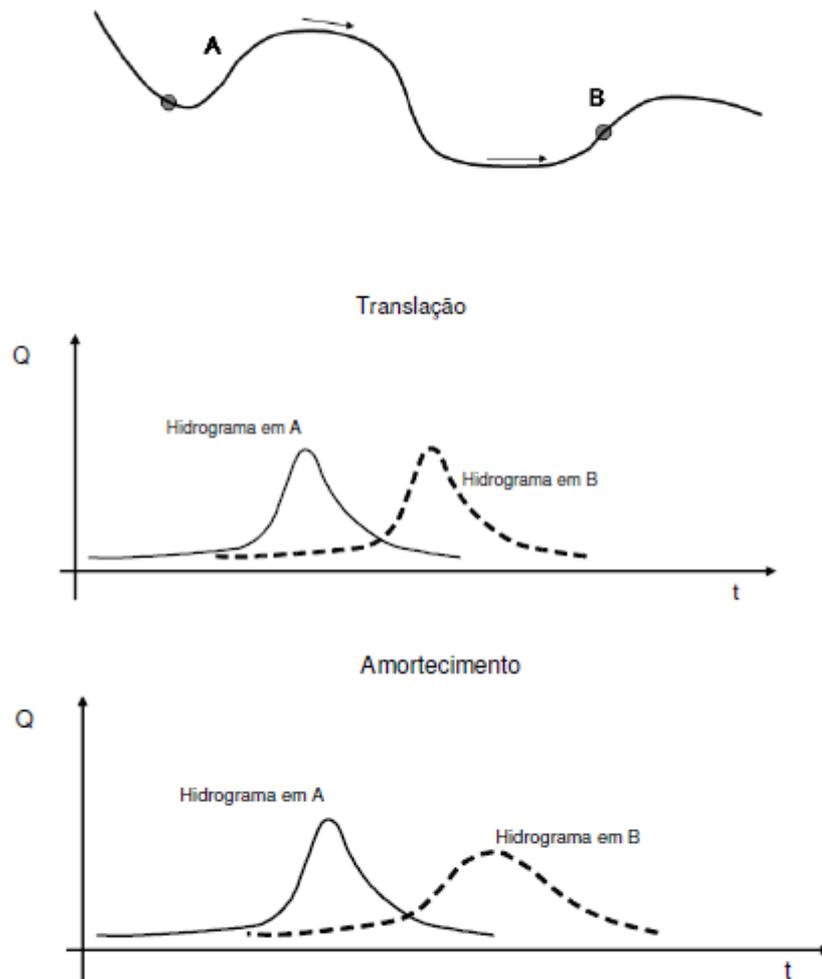


Figura 14 - Efeitos da translação e amortecimento de uma onda de cheia se propagando ao longo de um rio de um ponto A (montante) para um ponto B (jusante).

Fonte: Collischonn (2010)

Segundo Collischonn (2010) em um canal ideal, isto é, sem rugosidade, e se a água não tivesse viscosidade, ou seja, se fosse um fluido ideal, uma onda de cheia poderia se propagar sem alteração na forma do hidrograma. Neste caso haveria apenas a translação da onda de cheia, com o pico de vazão no ponto de jusante ocorrendo algum tempo depois do pico a montante. Entretanto, existe perda de energia devida ao contato e atrito com as margens e com o fundo. Além disso, os canais e rios não são perfeitamente regulares, e a água é retida e armazenada em trechos mais largos e nas áreas inundáveis, sendo posteriormente devolvida ao rio.

Como resultado, Collischonn (2010) menciona que uma onda de cheia é gradualmente amortecida enquanto se propaga para jusante. A intensidade do amortecimento de uma cheia depende de diversos fatores, como a rugosidade do leito do rio e das margens, da presença de

vegetação no leito, ilhas e planície, e na quantidade de obstáculos como pilares de pontes e aterros.

Além da translação e do amortecimento a onda de cheia em geral cresce de montante para jusante em função da contribuição que recebe dos afluentes. Em rios em regiões muito planas podem ocorrer ainda efeitos de jusante, afetando a vazão e o nível da água em função do que ocorre a jusante de um determinado local, como no caso de trechos de rio próximo ao mar, que sofrem o efeito da maré.

As equações de Saint-Venant permitem representar os efeitos de translação, amortecimento e também os efeitos de jusante sobre o escoamento a montante.

No entanto, não existem soluções analíticas para as equações de Saint-Venant na maior parte das aplicações úteis. Somente nas décadas mais recentes é que os métodos numéricos e os computadores digitais permitiram a solução das equações completas de Saint-Venant.

Atualmente existem diversos programas computacionais de modelos matemáticos que resolvem as equações de Saint-Venant numericamente para resolver problemas de propagação de vazão em rios e canais. Um dos métodos mais usuais para resolução da propagação de ondas em canais é o de Muskingum-Cunge.

3.5.1 Método Muskingum-Cunge

De maneira bastante simplificada, o método de Muskingum-Cunge permite determinar a vazão Q para um determinado tempo $t + \Delta t$ conhecida a vazão de montante no tempo t e $t + \Delta t$, assim como a vazão no ponto considerado para o tempo t , conforme representado pela Equação (16).

$$Q_{t+\Delta t} = C_1 \cdot I_{t+\Delta t} + C_2 \cdot I_t + C_3 \cdot Q_t \quad (16)$$

sendo $Q_{t+\Delta t}$ a vazão para um determinado tempo $t + \Delta t$ (m^3/s); $I_{t+\Delta t}$ a vazão de montante no tempo $t + \Delta t$ (m^3/s), C_1 , C_2 e C_3 coeficientes determinados pelas Equações (17), (18) e (19).

$$C_1 = \frac{\Delta t - 2 \cdot K \cdot X}{2 \cdot K \cdot (1 - X) + \Delta t} \quad (17)$$

$$C_2 = \frac{\Delta t + 2 \cdot K \cdot X}{2 \cdot K \cdot (1 - X) + \Delta t} \quad (18)$$

$$C_3 = \frac{2 \cdot K \cdot (1 - X) - \Delta t}{2 \cdot K \cdot (1 - X) + \Delta t} \quad (19)$$

onde K , e X são parâmetros do modelo Muskingum.

$$K = \frac{\Delta x}{c} \quad (20)$$

onde Δx é o comprimento do trecho de rio (m); K é o parâmetro do modelo Muskingum (s); e c é a celeridade cinemática da onda de cheia (m/s).

Considerando válida a equação de escoamento permanente na forma de Manning, a celeridade c pode ser aproximada pela equação (21).

$$c = \frac{5}{3} \cdot \bar{u} \quad (21)$$

onde \bar{u} é a velocidade média de escoamento (m/s), c é a celeridade de propagação da onda (m/s).

O valor de Δx deve ser cuidadosamente escolhido. Tucci (2003) oferece uma estimativa para sua determinação, conforme representado pela Equação (22).

$$\Delta x \cong \frac{2,5 \cdot Q}{S_0 \cdot B \cdot c} \quad (22)$$

onde B é a largura do rio (m); S_0 é a declividade do fundo do rio (m/m); c é a celeridade da onda de cheia (m/s); Q é a vazão de referência (m³/s); Δx é o comprimento do trecho de rio (m).

Tucci (2003) menciona ainda que o intervalo de tempo de cálculo ideal para o método de Muskingum-Cunge (Δt) deve ser relativamente pequeno se comparado ao tempo de ascensão (T_p) do hidrograma, sugerindo que $\Delta t \leq \frac{T_p}{5}$.

Tucci (2003) menciona que X pode ser estimado pela Equação (23).

$$X = \frac{1}{2} \cdot \left(1 - \frac{Q}{B \cdot c \cdot S_0 \cdot \Delta x} \right) \quad (23)$$

onde B é a largura do rio (m); S_0 é a declividade do fundo do rio (m/m); c é a celeridade da onda de cheia (m/s); Q é a vazão de referência (m³/s); Δx é o comprimento do trecho de rio (m).

De acordo com Tucci (2003) a estabilidade numérica do modelo de Muskingum-Cunge é conseguida quando $X \leq \frac{\Delta t}{2 \cdot K} \leq (1 - X)$.

4 INSTRUMENTOS PARA MITIGAÇÃO DOS EFEITOS DOS DESASTRES

A urbanização acelerada, associada à falta de planejamento, tem sido a principal responsável pela degradação ambiental de muitas cidades brasileiras. Esse processo afeta principalmente os rios, córregos e suas várzeas, pois destrói a vegetação ciliar devido a ocupação de áreas irregulares.

Em 1940, a taxa de urbanização brasileira era de 31%. Segundo dados do censo 2010, essa taxa passou para 84% da população que vive em áreas urbanas (DEPARTAMENTO ESTADUAL DA DEFESA CIVIL DE SANTA CATARINA, 2012). Entretanto, devido a grande quantidade de pessoas que migraram do meio rural para o urbano e devido a falta de planejamento, esses cidadãos passaram a ocupar áreas ambientalmente frágeis e a modernidade das cidades deu lugar à violência, poluição, favelas e ocorrência de desastres (FELTRIN e RAIA JUNIOR, 2013).

Aliado às mudanças climáticas e às ações antrópicas, o rápido processo de urbanização levou a população a habitar áreas frágeis (BRAGA, 2012). Essas áreas são comumente ocupadas, devido a falta de conhecimento em relação às áreas que habitam, pela falta de serviços básicos e pela falta de infraestrutura do local (SIEBERT, 2012).

Essa situação passa a ser ainda mais agravada devido ao rápido processo de urbanização que levou a população a habitar áreas frágeis, como topos de morros, encostas e escarpas, áreas próximas às margens de cursos d'água e outros locais onde há ação eólica intensa, arenização e desertificação (GOMES e PEREIRA, 2011). Consequentemente, se esses locais não forem considerados durante a elaboração ou na revisão dos Planos Diretores poderão vir a representar riscos futuros (NAVARRO, 2012).

Por isso, a elaboração de um Plano Diretor que atenda às reais necessidades de cada município, pode antever, planejar e diagnosticar problemas causados pelo uso e ocupação de solo irregulares, por meio de plano de contingência, além de mobilizar recursos e esforços para corrigi-los, transformando positivamente as situações indesejáveis e socialmente injustas (FELTRIN e RAIA JUNIOR, 2013).

4.1 Instrumentos de política urbana

O Estatuto da Cidade prevê uma série de instrumentos a fim de que as cidades possam controlar o desenvolvimento e a expansão urbana, onde os principais instrumentos de política urbana deverão ser levados em consideração com o objetivo de reduzir as consequências dos desastres naturais e mistos. Estes instrumentos estão descritos a seguir.

4.1.1 Plano Diretor

O Estatuto da Cidade define os Planos Diretores como sendo obrigatórios para cidades com população acima de 20 mil habitantes e podem ser definidos como um conjunto de princípios e diretrizes que orientam a utilização do espaço urbano.

O Plano Diretor é um instrumento básico da política de desenvolvimento, que deve partir de uma leitura real da cidade, com o intuito de envolver os aspectos urbanos, sociais, econômicos e ambientais, característicos de cada município (BRASIL, 2002).

O Plano Diretor deve estabelecer objetivos e atividades a serem executadas durante o planejamento da ordenação territorial e deve estabelecer e controlar as regras para parcelamento, uso e ocupação do solo, macrozoneamento, zoneamento, áreas de interesse sociais, dentre outros instrumentos jurídicos (MINISTÉRIO PÚBLICO - RS, 2013).

Segundo Brasil (2002, p. 43),

cabe ao Plano Diretor cumprir a premissa constitucional da garantia da função social da cidade e da propriedade urbana. Ou seja, é justamente o Plano Diretor o instrumento legal que vai definir, no nível municipal, os limites, as faculdades e as obrigações envolvendo a propriedade urbana. Tem, portanto, uma importância imensa. O Plano Diretor deverá explicitar de forma clara qual o objetivo da política urbana.

4.1.2 Leis de Parcelamento, Uso e Ocupação do Solo

A Lei do Parcelamento do Solo urbano deve integrar as áreas de uso comum responsáveis pelo desenvolvimento das funções sociais da cidade e pelo planejamento urbano. Essas áreas são divididas, de acordo com o Ministério Público – SC, (2010), em:

- Áreas institucionais - destinadas às edificações comunitárias que fornecem educação, cultura e lazer, tais como praças, teatros e ginásios de esporte;
- Áreas de arruamento - destinadas à abertura de ruas, ou seja, é a infraestrutura adequada para o livre acesso e circulação de veículos e pessoas dentro do município; e
- Áreas verdes - propiciam a melhoria da qualidade ambiental e estética da cidade e desempenham função ecológica, paisagística e recreativa.

Segundo Ministério Público - SC, (2010, p.69), a Lei de Parcelamento do Solo urbano compreende “as normas urbanísticas, sanitárias, civis e penais, visando disciplinar a ocupação do solo e o desenvolvimento urbano”.

A partir da Lei de Parcelamento e da Lei de Uso e Ocupação do Solo, o Plano Diretor passa a conter as diretrizes para induzir usos e ocupações específicos de terrenos providos de infraestrutura e equipamentos, e regulamenta a ocupação das áreas da cidade, com base numa distribuição de densidade de forma equitativa.

As Leis de Parcelamento, Uso e Ocupação do Solo tem como objetivo também reduzir conflitos entre usos e ocupações em áreas ambientalmente frágeis, como encostas íngremes e margens de rios, e em áreas incompatíveis na cidade, reduzindo, dessa forma, os vazios urbanos (BRASIL, 2002).

4.1.3 Leis de Zoneamento

As Leis de Zoneamento significam a divisão do território urbanizado em diferentes zonas para as quais terão usos e ocupações específicos. Segundo Brasil (2002, p. 40) “essa estratégia baseia-se na ideia da definição de um modelo de cidade ideal, traduzido em índices, tais como taxas de ocupação, coeficientes de aproveitamento, tamanhos mínimos de lotes, etc.”.

O sistema de zoneamento do município abrange os modelos de assentamento urbano e o estabelecimento de zonas de uso do solo. As zonas delimitam geograficamente as áreas territoriais e tem como objetivo estabelecer regras especiais de uso da propriedade.

Essas áreas são classificadas em:

- Zonas de Uso Industrial (ZUI);
- Zona de Uso Estritamente Industrial (ZEI);
- Zona de Uso Predominantemente Industrial (ZUPI); e
- Zona de Uso Diversificado (ZUD).

4.1.4 Leis de Macrozoneamento

A Lei de Macrozoneamento é um instrumento que estabelece o uso e a ocupação do solo nas cidades, de acordo com as estratégias de política urbana. A partir dessa definição é possível incentivar, coibir ou qualificar a ocupação em determinadas zonas, contribuindo para o controle de densidade demográfica e evitar também os vazios urbanos (BRASIL, 2002).

4.1.5 Zonas especiais de interesse social

A definição de Zonas Especiais de Interesse Social (ZEIS) tem o intuito de incluir no zoneamento da cidade o estabelecimento de um padrão urbanístico próprio para o assentamento, com o objetivo de incluir as parcelas marginalizadas da cidade em locais próprios para ocupação.

Por meio das ZEIS é possível promover a urbanização e regularização das áreas urbanas ocupadas pela população de baixa renda. A população deverá ser provida de serviços básicos e de infraestrutura adequada para melhorar a qualidade de vida dos que habitam esses locais.

As ZEIS visam incorporar os espaços urbanos irregulares como favelas, assentamentos urbanos precários e loteamentos irregulares à cidade legal (BRASIL, 2002).

4.2 Lei 12.608 como ferramenta de auxílio à gestão da Logística Humanitária

Com o auxílio desses instrumentos de política urbana (Plano Diretor; Leis de Parcelamento, Uso e Ocupação do Solo; Leis de Zoneamento, Leis de Macrozoneamento; e Zonas Especiais de Interesse Social) e a fim de contribuir para que o município esteja apto a enfrentar essa série de desastres, foi aprovada a Lei Federal de Proteção da Defesa Civil nº 12.608, de 10 de abril de 2012, com o intuito de preparar os municípios para enfrentamento de desastres.

Essa Lei altera as Leis Federais números 12.340, de 1º de dezembro de 2010, 10.257, de 10 de julho de 2001, 6.766, de 19 de dezembro de 1979, 8.239, de 4 de outubro de 1991, e 9.394, de 20 de dezembro de 1996, além de instituir a PNPDEC.

A PNPDEC autoriza a criação de sistemas de informações e monitoramento de desastres, capazes de prever e controlar os seus efeitos negativos. Estabelece algumas diretrizes e objetivos para as ações de prevenção, mitigação, preparação, resposta e recuperação, voltadas à Defesa Civil (BRASIL, 2012).

A Lei Federal 12.608 visa criar um sistema nacional de informações e monitoramento de desastres, treinar, capacitar e qualificar os agentes de proteção e defesa civil, cadastrar os municípios com áreas suscetíveis à ocorrência de desastres.

Em nível escolar, inclui os princípios da Defesa Civil, assim como a educação ambiental, nos currículos dos estabelecimentos educacionais, integra as políticas de ordenamento territorial, desenvolvimento urbano, saúde, meio ambiente, geologia, educação, ciência e tecnologia e as demais políticas setoriais (BRASIL, 2012).

Apenas uma parcela dos municípios brasileiros se enquadra nos instrumentos de política urbana do Estatuto da Cidade, e são pouquíssimos os que aplicam os Instrumentos de Política Urbana tais como Plano Diretor, parcelamento do uso e da ocupação do solo, Planos de Desenvolvimento Econômico e Social, Instituição de Zonas Especiais de Interesse Social, Zoneamento ambiental, dentre outros instrumentos (BRASIL, 2002).

O Plano Diretor é de extrema importância tanto para o planejamento das cidades como para o controle dos locais inapropriados para ocupação. Para isso, os municípios com áreas suscetíveis a desastres devem conter os parâmetros de parcelamento, uso e ocupação do solo;

mapeamento contendo as áreas de riscos; planejamento de ações de intervenção preventiva e realocação de população de áreas com risco de desastres. O PD deve conter, também, diretrizes para previsão de áreas para habitação de interesse social onde o uso habitacional for permitido (BRASIL, 2012).

Apesar do Estatuto da Cidade regulamentar que o Plano Diretor é obrigatório para os municípios com mais de 20 mil habitantes, com a aprovação da nova Lei Federal de Proteção da Defesa Civil, os principais objetivos são distribuir competências entre as esferas do governo e alterar o Estatuto da Cidade, determinando, dessa forma, que todos os municípios devam mapear as áreas de risco por meio de cartas geotécnicas (BRASIL, 2002). Dispõe também, que os municípios devem realocar a população que mora nessas áreas de risco, bem como regularizar os assentamentos urbanos e elaborar planos de contingências.

Segundo Brasil (2012), parágrafo único do artigo 3º da Lei nº 12.608, a PNPDEC deve integrar-se às “políticas de ordenamento territorial, desenvolvimento urbano, saúde, meio ambiente, mudanças climáticas, gestão de recursos hídricos, geologia, infraestrutura, educação, ciência e tecnologia e às demais políticas setoriais, tendo em vista a promoção do desenvolvimento sustentável”.

Para isso, a Lei Federal nº 12.608 dispõe sobre a obrigatoriedade da elaboração e implementação dos Planos de Proteção e Defesa Civil nas três esferas do governo, bem como a elaboração do Plano de contingência, que integrará os locais estratégicos de apoio, como abrigos e armazéns temporários, as rotas para o transporte das equipes de atendimento até o local atingido e para os abrigos provisórios e, também, a distribuição dos suprimentos em toda a rede assistencial (FELTRIN e RAIA JUNIOR, 2012).

A União, os Estados e os Municípios devem adotar as medidas necessárias para elaborar o planejamento com base em pesquisas e estudos sobre as áreas de risco, e também planejamentos e estudos para a preparação da cidade em ações de prevenção, mitigação, preparação, resposta e recuperação, com o objetivo de reduzir os efeitos causados pelos desastres (BRASIL, 2012).

De acordo com o Artigo 6º, da Lei nº 12.608, cabe à União implementar e executar as normas da PNPDEC, promover estudos, pesquisas e projetos sobre o ocorrência de desastres e suas consequências, além de fornecer diretrizes para o desenvolvimento urbano. Deve ainda a União apoiar os Estados e Municípios no mapeamento das áreas de risco, na criação de

sistema de informações e de sistema para cadastro nacional de municípios com histórico de desastres e que tenham áreas suscetíveis à ocorrência de desastres tais como, deslizamentos, inundações ou processos geológicos e/ou hidrológicos (BRASIL, 2012).

Aos Estados cabe executar as normas da PNPDEC, cooperar com a União e com os Municípios, por meio da realização das atividades de mapeamento e monitoramento das áreas de risco e estudos das ameaças. Deve declarar *estado de calamidade pública* ou *situação de emergência* quando for necessário e apoiar os municípios no levantamento das áreas de risco com o intuito de elaborar com mais facilidade o plano de contingência.

Aos Municípios compete cooperar com os Estados e a União através do mapeamento das áreas de risco e adequar o Plano Diretor às disposições da Lei Federal nº 12.608, de maneira a considerar, em âmbito local, as necessidades características de cada município, que serão adotadas e elaboradas em projeto específico. Os Municípios terão o prazo de cinco anos para se regularizar, aprovando o Plano Diretor pela Câmara Municipal (FELTRIN e RAIA JUNIOR, 2012).

Cabe aos Municípios conscientizar a população acerca dos riscos e das áreas de risco, combatendo, dessa forma, a ocupação de áreas vulneráveis, além de estimular a expansão e o ordenamento territorial e orientar e capacitar as comunidades antes e durante uma situação emergencial com o intuito de promover autoproteção (BRASIL, 2012).

Segundo Feltrin e Raia Junior (2012, p. 10), “Os Municípios devem, ainda, identificar e administrar locais estratégicos que servirão de abrigos provisórios para assistência e/ou que servirão para alocar suprimentos, e devem prover solução de moradia às famílias que ficaram desabrigadas ou desalojadas por causa dos desastres, bem como elaborar plano de contingência para caso de desastres”.

O parágrafo 6º do inciso V, Artigo 3º, da Lei nº 12.608 reza que “O Plano de Contingência de Proteção e Defesa Civil será elaborado no prazo de 1 (um) ano, sendo submetido a avaliação e prestação de contas anual, por meio de audiência pública, com ampla divulgação.”

De forma geral, a PNPDEC deve conter a identificação, assim como o mapeamento dos riscos nas áreas mais vulneráveis e suscetíveis aos desastres no País e fornecer, também,

as diretrizes em âmbito nacional e regional sobre o monitoramento dos lugares suscetíveis a desastres, bem como a produção de alertas antecipados (FELTRIN e RAIA JUNIOR, 2012).

De forma geral, a Lei Federal de Proteção e Defesa Civil busca propor que os municípios elaborem planos de contingência/emergência com o intuito de auxiliar as equipes de atendimento, bem como a Defesa Civil durante as atividades logísticas.

5 ATIVIDADES DA LOGÍSTICA HUMANITÁRIA

O termo *Logística* foi usado, inicialmente, associado às atividades militares de aquisição, transporte, distribuição e estocagem. A Logística Militar tinha como principal objetivo abastecer, transportar e alojar as tropas. Dessa forma, através de estratégias e planejamentos, era possível propiciar os recursos necessários para manter o exército, atender às necessidades gerais das batalhas e, assim, contribuir para a vitória das tropas durante os combates (AZEVEDO, 2013). O termo logística foi, posteriormente, adotado pela área empresarial.

5.1 Conceitos de Logística Empresarial

Para a Logística Empresarial, as atividades da logística militar foram estudadas e associadas à administração de fluxos de bens e serviços da empresa. Com o principal objetivo de reduzir custos, possibilitando, dessa forma, se tornar uma empresa mais competitiva no mercado, os conceitos da Logística Militar foram adotados com o propósito de vencer o tempo e distância na movimentação de bens e agregar valores aos produtos e serviços que são essenciais para a satisfação do cliente e para o sucesso das atividades de marketing (AZEVEDO, 2013).

A definição de Logística Empresarial, apresentada por Ballou (1993, p. 23), aponta que “sua missão é colocar as mercadorias ou os serviços certos no lugar e no instante corretos e na condição desejada, ao menor custo possível”. A logística trata de todas as atividades de movimentação e armazenagem que facilitam o fluxo de produtos e bens desde o ponto de origem, ou seja, de aquisição da matéria-prima, até o destino final (consumidor), providenciando níveis de serviços adequados aos clientes a um custo razoável (BALLOU, 1993).

A Logística Empresarial estuda como a administração deve prover melhor nível de rentabilidade nos serviços e em seus produtos, assim como na distribuição dos produtos aos consumidores, através do planejamento, organização e controle efetivos para as atividades de movimentação e armazenagem, que visam facilitar o fluxo de produtos (GARCIA et al., 2013).

As empresas, de forma geral, sempre desenvolveram atividades de suprimentos, transporte, distribuição e estocagem de produtos, mas, atualmente, os conceitos de Logística Empresarial vêm sendo tratados de forma integrada e coordenada em busca de maior vantagem competitiva para a empresa, tornando possíveis entregas dos produtos e serviços disponíveis no tempo e no lugar certo, nas condições desejadas e com menor custo aos clientes (BALLOU, 1993).

As principais atividades logísticas são as de transportes, armazenamento/manutenção de estoques e sistema de informações. Esse tripé está inteiramente interligado e qualquer alteração em uma dessas atividades influi fortemente na outra, gerando problemas para a empresa.

5.1.1 Transporte no contexto empresarial

Para Ballou (1993, p. 24), “Transporte refere-se aos vários métodos para se movimentar produtos”. O principal objetivo do transporte é de movimentar produtos de um ponto de origem até um determinado destino e deve atender às expectativas dos clientes em relação ao desempenho da entrega e das condições do produto transportado (BOWERSOX e CLOSS, 2010).

O conceito de logística está muito relacionado à atividade de transporte, pois é um dos elementos mais importantes da rede logística e o frete representa cerca de 2/3 dos custos logísticos (BALLOU, 1993). Por essa razão, é necessário analisar o serviço de transporte que será utilizado de acordo com o preço de cada modal de transporte, com o volume e peso da carga total que será transportado, com o tempo necessário para a entrega do pedido e também de acordo com a necessidade de integração com outros modais, ou seja, intermodalidade.

A intermodalidade representa a distribuição e movimento de produtos por meio de dois modos de transporte ou mais. A principal vantagem do transporte intermodal consiste em combinar diferentes modais com o intuito de reduzir custos econômicos, emissão de poluentes, consumo de energia e o tráfego rodoviário (BOWERSOX e CLOSS, 2010). Os principais modais de transportes são: ferroviário, rodoviário, hidroviário, aeroviário e dutoviário.

5.1.2 Armazenamento no contexto empresarial

A atividade de armazenamento é importante para a redução de custos de transportes e de produção e contribui significativamente para a coordenação entre demanda e oferta, garantindo, dessa forma, a disponibilidade do produto. Porém, duas grandes preocupações relativas ao armazenamento são os altos custos para manutenção do estoque, que absorvem cerca de 25% do capital da empresa e também a ociosidade de espaço, já que o armazém exige uma grande área para estocar as mercadorias e para fazer a sua movimentação (MONTEIRO JUNIOR et al., 2003).

Para evitar esses problemas, é necessário ter uma rotatividade maior dos produtos e gerenciamento de estoque que possibilite, por meio de cálculos de previsão de demanda, estabelecer um estoque mínimo, que será útil para o atendimento mais rápido das solicitações ou para prevenção em caso de oscilação da demanda, além de ser uma proteção para a empresa em caso de erros e atrasos na produção, servindo como segurança para as empresas.

5.1.3 Sistema de informações no contexto empresarial

Um sistema de informação de alta qualidade é fundamental para o sucesso das operações da rede logística. A partir desse sistema, é possível ter uma visão holística da empresa e interligar as atividades logísticas para criar um processo integrado (BOWERSOX e CLOSS, 2010).

Segundo Coelis (2007, p. 9) “o propósito de um sistema de informação logística é coletar, manter e manipular os dados dentro da empresa para tomada de decisões, abrangendo desde o nível estratégico até o operacional”.

Atualmente, o sistema de informação é responsável pela eficácia da gestão logística, pois otimiza os fluxos de materiais, gerencia todos os processamentos requeridos, otimiza a utilização de recursos físicos, constrói um banco de dados de acordo com as atividades realizadas (processamento de pedidos, emissão de notas fiscais, gerenciamento de estoque, localização de instalações e de armazéns, entregas de mercadorias, etc.), fornece maior agilidade devido a integração entre os setores da empresa, reduz custos com estoques e fornece feedback (COELIS, 2007).

Para que os sistemas de informações tornem a gestão logística eficiente, é necessário que as informações estejam disponíveis em tempo hábil, e sejam acessíveis, flexíveis, precisas e confiáveis, a fim de reduzir as incertezas operacionais e agilizar o fluxo de atividades.

5.2 Conceitos de Logística Humanitária

Apesar de ter uma função fundamental para o sucesso dos esforços de assistência, a Logística Humanitária é ainda pouco conhecida e subutilizada em muitas organizações humanitárias. Muitas vezes classificada como uma função de apoio, suas funções se limitam à execução de decisões tomadas depois delas terem ocorrido. Isto coloca um enorme fardo sobre a Logística, a quem não tem sido dada a oportunidade de articular as restrições físicas no processo de planejamento. Ela também tende a causar tensões com as pessoas em programas que não conseguem entender atrasos e falhas no processo de entrega de suprimentos (THOMAS, 2003).

Muitas das preocupações e constrangimentos ainda enfrentados pela Logística Humanitária espelham a substância das discussões enfrentadas pela Logística no setor privado há 15 anos (RICKARD, 2011). No entanto, as questões da Logística Humanitária afetam as escalas de tempo, a adequação de materiais, os métodos de execução, o gerenciamento de ativos e muitos outros aspectos do gerenciamento (CHAIKIN, 2011).

A Logística Humanitária é uma derivação dos conceitos de Logística e pode ser definida como processo de planejamento, implementação e controle do fluxo eficiente, de baixo custo e armazenagem de mercadorias e materiais, bem como informações relacionadas, desde o ponto de origem até o ponto de consumo com o objetivo de aliviar o sofrimento das pessoas vulneráveis a uma situação de inundação (THOMAS e KOPCZAK, 2005, 2007).

Para Nogueira et al. (2008, p. 2), Logística Humanitária “é a função que visa o fluxo de pessoas e materiais de forma adequada e em tempo oportuno na cadeia de assistência com o objetivo principal de atender de maneira correta o maior número de pessoas”.

A Logística Humanitária é um ramo da Logística que adotou alguns conceitos da Logística Empresarial, porém com foco diferente. No caso da Logística Empresarial, o foco é o cliente e tem como objetivo o lucro; já, para a Logística Humanitária, o principal objetivo é

salvar o maior número possível de pessoas, em um curto período de tempo e, geralmente, com um orçamento limitado (GARCIA, 1985).

Para a Logística Humanitária, há a necessidade de que as equipes de atendimento e os suprimentos sejam transportados no menor tempo possível com o objetivo de atender e salvar o maior número de pessoas possíveis. A Logística Humanitária visa atender o maior número de pessoas possíveis de maneira correta, por meio do fluxo de pessoas (equipes de atendimento e as vítimas) e de materiais (suprimentos, medicamentos, entre outros). Para isso é importante que haja fluência do transporte das equipes de atendimento e das vítimas, assim como da distribuição dos suprimentos, através da coordenação de esforços, de modo que as mercadorias e serviços necessários para o atendimento das vítimas cheguem ao lugar correto no menor tempo possível.

Segundo Cardoso et al., (2011, p. 9):

Ao se planejar uma rede de Logística Humanitária trabalha-se com previsões e expectativas de demanda, já que a demanda exata só é conhecida após a ocorrência do desastre, no entanto, tendo em mãos mapas de áreas de risco, da infraestrutura de transporte que poderá ser utilizada, das possibilidades de fluxos de circulação entre outros detalhes, é possível atingir uma eficiência satisfatória na resposta a esses eventos.

Para Cozzolino (2012), a gestão de desastres é muitas vezes descrita como um processo composto de várias etapas, mesmo que haja discordância, quanto aos autores, no que tange à sua estrutura e nomenclatura das etapas. No entanto, na maioria das vezes, a literatura concorda sobre a existência das seguintes fases: i) mitigação; ii) preparação; iii) resposta; e iv) reconstrução.

Estas quatro fases constituem o *ciclo de gestão de desastres*. Com o foco na gestão logística e da cadeia de suprimentos, o processo que envolve a logística, principalmente, está relacionado com a preparação, resposta e reconstrução. Juntos eles compõem os fluxos da Logística Humanitária (Figura 15).

A *fase de mitigação* refere-se às leis e mecanismos que reduzem a vulnerabilidade social. Estas são questões que se relacionam com as responsabilidades dos governos e não envolvem a participação direta da Logística.



Figura 15 - Fluxo da Logística Humanitária em caso de desastres

Fonte: Adaptado de Cozzolino, 2012

A *fase de preparação* está relacionada com as diversas operações que ocorrem durante o período anterior a um desastre. Esta fase incorpora as estratégias postas em prática que permitem a implementação de uma resposta operacional de sucesso. Esta fase é fundamental porque nela estão inseridos o projeto de rede física, os sistemas de tecnologia de comunicação e da informação, e a base onde a colaboração é desenvolvida. O objetivo desta etapa é evitar consequências graves de um desastre. Esta fase também incorpora os esforços que são feitos em desastres, permitindo o aprendizado e a adaptação com as experiências passadas, de modo a enfrentar novos desafios.

A *fase de resposta* está ligada às várias operações que são imediatamente implantadas após a ocorrência do desastre. Ela possui dois objetivos principais; eles são consecutivos e constituem duas subfases: i) o primeiro objetivo é responder imediatamente através da ativação da “rede silenciosa” ou “rede temporária”. Esta é a subfase, chamada de *resposta imediata*; e ii) o segundo objetivo é o de restaurar, no menor tempo possível, os serviços básicos e a entrega de mercadorias a um maior número de beneficiários. Esta é a subfase da *restauração*.

A última fase, a *fase da reconstrução*, está associada às diferentes operações a serem empreendidas posteriormente ao desastre. Ela envolve a reabilitação e tem como objetivo conduzir os problemas na perspectiva de longo prazo. Os efeitos do desastre podem se prolongar por um longo período de tempo e podem ter consequências graves que afetam a

população. Além disso, os desastres podem também trazer efeitos de longo prazo no gerenciamento das equipes. Por exemplo, logo após a ocorrência do desastre, as equipes de transportes podem alterar o uso de um modo de transporte por outro mais adequado, que passa a ser usado por um prazo mais prolongado, segundo Cozzolino (2012).

Essas fases são essenciais para a gestão das atividades, porém é necessário que se invista mais na prevenção e preparação como forma de reduzir a probabilidade de ocorrência de desastres. Para isso, deve-se avaliar as áreas de risco, elaborar planejamentos para possíveis riscos de desastres, assistência humanitária para as vítimas, rotas de fuga, restauração de acessos para locais distantes, recuperação e mitigação de estruturas e infraestrutura (SOLECKI et al., 2011).

Quando o desastre é de grande magnitude, também é necessário o planejamento para a evacuação das vítimas para locais com melhor infraestrutura e também localizar pontos estratégicos próximos, para o armazenamento de suprimentos e atendimento das equipes de apoio.

Entretanto, não basta apenas pensar em rotas e modos de transportes, assim como armazenamento de suprimentos. Para o bom funcionamento da gestão da Logística Humanitária, é necessário que haja a integração entre Transportes, Armazenamento e Informações.

5.2.1 Transporte no contexto emergencial

As atividades relacionadas ao transporte são a distribuição de suprimentos, locomoção das equipes de atendimento e das vítimas. É através dos transportes que as provisões chegam aos locais onde são requeridas, mas para isso é necessário que haja integração entre as outras atividades logísticas, como armazenamento e informações. Ou seja, para transportar os suprimentos é necessário saber se há estoque dos mesmos (FELTRIN e RAIA JUNIOR, 2013).

Há a necessidade de conhecer as consequências dos desastres (as vias que foram danificadas ou destruídas, os caminhos mais seguros para o transporte e rotas de fugas), pois

após a ocorrência devem ser escolhidos os modais de transportes. Sem esse planejamento prévio, as atividades logísticas podem se tornar inviáveis.

Nos locais onde a infraestrutura é precária e são ainda mais devastados por desastres, o sistema de transporte é significativamente comprometido, dificultando a chegada das equipes de assistência e gerando atrasos na entrega de suprimentos e medicamentos (MEIRIM, 2006).

Nos casos onde o transporte via terrestre se torna inviável, a operação se dá por intermédio das Forças Armadas, que contam com o apoio da Força Aérea Brasileira (FAB) e da Marinha do Brasil. Nos locais onde as vias terrestres foram devastadas cabe ao Exército Brasileiro realizar as atividades de transporte (CARDOSO et al., 2011). Todas as instituições das Forças Armadas auxiliam com as atividades de busca e salvamento, além das atividades de prevenção e reconstrução, e apoiam a Defesa Civil com material e equipes para atendimento, além do próprio transporte (FELTRIN e RAIA JUNIOR, 2013).

5.2.2 Armazenamento no contexto emergencial

Outro ponto importante no que concerne à Logística Humanitária é o armazenamento de materiais de apoio, que consiste em alocar os materiais necessários em um local específico, até serem requisitados. Para isso, deve-se encontrar o lugar ideal que permita uma relação entre o local em si e as pessoas afetadas, e como se dará a realização desse transporte, a fim de que a distribuição seja a mais eficiente possível, reduzindo perda de tempo e avarias das mercadorias distribuídas (ZAGO e LIMA LEANDRO, 2013).

Devido ao caráter de difícil previsão dos desastres, para a Logística Humanitária não existe um estoque prévio, por isso, sua demanda é desconhecida e é impossível saber o local em que será requerida, até acontecer o desastre (NOGUEIRA et al., 2007).

Portanto, a partir do controle das áreas de risco e elaboração do plano de contingência será possível estabelecer previamente os locais estratégicos que servirão de base para as atividades humanitárias. A partir desse plano será possível utilizar esses locais tanto como para armazenagem como para abrigos.

Durante a ocorrência os donativos/suprimentos devem ficar protegidos em locais seguros até serem distribuídos no seu destino final; para isso, há a necessidade de um Sistema

de Informação de alta qualidade, que possa controlar as atividades de acordo com as distribuições requeridas, identificar os tipos de suprimentos, quantidade recebida e a localização de cada item (FELTRIN e RAIA JUNIOR, 2013).

5.2.3 Sistema de Informações no contexto emergencial

O sistema de informação (SI) é ainda outro aspecto importante para a gestão logística. Assim como o sistema de informações para a Logística Empresarial, no contexto emergencial, o SI é uma ferramenta que interliga as atividades logísticas (como armazenamento, distribuição de suprimentos e transporte das vítimas e dos socorristas) num processo que permita a sinergia e coordenação dessas mesmas atividades.

Frente a uma situação de emergência, a sinergia entre esses pontos é essencial para garantir que esses processos funcionem de forma a maximizar a capacidade de discernimento e a ação imediata (NOGUEIRA e GONÇALVES, 2009).

Em caso de contingências, geralmente, as informações ficam comprometidas, pois normalmente as atividades são improvisadas e não seguem um planejamento prévio, dificultando, nesse caso, a interação entre todas as equipes de atendimento. Nesses casos, as informações são pouco confiáveis, incompletas ou inexistem, o que pode ocasionar atrasos de resposta devido às dúvidas de demandas, tipos de suprimentos necessários e locais onde há a necessidade de atendimento (CARDOSO et al., 2011).

Walton et al. (2011) apontam a necessidade de uma melhor gestão da informação para capturar de forma mais consistente, analisar e compartilhar informações para entender melhor as necessidades dos clientes internos da equipe, ou seja, os solicitadores que trabalham no campo durante emergências.

A informação é a base para que uma rede logística seja eficiente e eficaz e, para as atividades humanitárias, é de extrema importância, pois durante situações adversas um sistema que integre e coordene as atividades de transportes e de armazenamento pode diferenciar os resultados das ações humanitárias (FELTRIN e RAIA JUNIOR, 2013). Um sistema de informação de boa qualidade além da otimização do fluxo de informação entre todos os setores, permite mais agilidade e organização, veracidade da informação, mais

segurança de acesso à informação que são importantes para a tomada de decisão a fim de otimizar o tempo de resposta das ações.

5.3 Desafios da Logística Humanitária

Os principais desafios da Logística Humanitária, além do transporte, do armazenamento e das informações, são (NOGUEIRA et al., 2007):

- **Infraestrutura:** geralmente é precária em locais pouco desenvolvidos e é ainda mais devastada pelos desastres. Como consequência, a infraestrutura prejudica o transporte das equipes de atendimento, bem como das próprias vítimas e também o acesso e as instalações dos abrigos e dos armazenamentos.
- **Recursos humanos:** além da falta de coordenação e informação entre as equipes de atendimento, está também um grande número de voluntários, despreparados para agir diante essas situações.
- **Materiais:** é um dos principais desafios para a Logística Humanitária, pois a demanda é imprevisível e nem sempre os materiais disponíveis são os requeridos e necessários para a assistência.
- **Abastecimento:** os suprimentos devem ser entregues no menor tempo possível para que depois sejam disponibilizados às equipes que prestarão a assistência as vítimas.
- **Distribuição:** há a necessidade de controle e de integração entre a distribuição de suprimentos e as informações, para evitar o excesso ou a escassez de determinados suprimentos.
- **Processos coordenados:** é de extrema importância para a operação humanitária que os processos sejam coordenados, pois, durante a ação, a partir da sinergia entre as informações, pessoas envolvidas e materiais é que se alcançará uma eficiência satisfatória.

5.4 Logística Empresarial x Logística Humanitária

Quando se contrapõe os conceitos sobre Logística Empresarial e Logística Humanitária, pode-se verificar uma série de similaridades e de distinções. A Tabela 15 resume e dispõe as comparações das funções e atividades da Logística Empresarial com a Logística Humanitária nas seguintes questões: demanda, centros de distribuição, estoques, sistemas de informação, transporte, objetivo e foco.

Tabela 15 - Quadro comparativo entre as funções da Logística Empresarial e Logística Humanitária

Aspectos	Logística Empresarial	Logística Humanitária
Demanda	É possível prever a demanda através do controle de estoque e de vendas.	Possui caráter imprevisível. É estimada após a ocorrência do desastre.
Centros de distribuição	São definidos em locais estratégicos de acordo com a demanda.	São definidos após a ocorrência dos desastres. Geralmente, ficam em locais sem planejamento prévio e próximos aos locais mais atingidos.
Estoques	São bem definidos em relação entre a demanda e a oferta.	Não possui estoque. Após a ocorrência de desastres há a mobilização para donativos. Geralmente, não há o produto requerido na hora pela falta de informação.
Sistemas de Informação	De alta qualidade.	São pouco confiáveis, incompletos ou inexistentes.
Transporte	É preciso. Está de acordo com o planejamento da produção.	Dependendo o tipo de desastre, são escolhidos os modais e as rotas de acordo com as infraestruturas que não tiverem sido destruídas ou danificadas pelos desastres.
Objetivos	Maior qualidade, menor custo e menor tempo de entrega com vistas ao lucro.	Ajudar o maior número possível de pessoas. Levar as equipes de atendimento e suprimentos até o local atingido.
Foco	Produtos, serviços e clientes.	Vítimas, suprimentos e equipes de atendimento.

Fonte: adaptado de Nogueira et al., 2008

5.5 Utilização da ferramenta LSS em missões humanitárias

As unidades de Logística Humanitária são os mais amplos agentes humanitários em uma cadeia de suprimentos e sistemas de informações. Podem ajudar a construir a capacidade logística enquanto elaboram uma melhor articulação com outras unidades, uma melhor integração logística da cadeia de suprimentos humanitários. Sistemas de informações logísticas humanitárias podem melhorar a eficácia das cadeias de suprimentos humanitários, fornecendo informações oportunas e precisas sobre quais suprimentos são necessários e quais já foram entregues, permitindo aos doadores ser mais sensíveis às necessidades dos beneficiários (HOWDEN, 2009).

Em nível internacional, as autoridades ligadas à área de Defesa Civil têm grandes problemas relacionados com o recebimento e identificação dos suprimentos, pois devido à falta de comunicação, os suprimentos não são requeridos a tempo. Durante a assistência emergencial, os produtos não são alocados de forma que facilite a sua identificação e priorização e, conseqüentemente, geram problemas durante sua utilização, que deve ser imediata no decorrer de um desastre. Segundo a *Pan American Health Organization* (PAHO, 2010, p. 2) “a inadequada administração da ajuda humanitária implica em um segundo desastre”. Os problemas mais comuns durante os desastres são referentes à chegada de ajuda inapropriada ou que não foi solicitada, chegada massiva de ajuda internacional e danificação ou destruição das vias de acesso que impedem a chegada aos locais atingidos, bem como a distribuição de suprimentos. Outra grande dificuldade enfrentada durante as missões humanitárias está relacionada com a armazenagem, pois, em geral, os locais atingidos não possuem infraestrutura que comporte um armazém e quando o tem o espaço é escasso ou está indisponível para uso imediato (PAHO, 2010).

Para evitar tais problemas, a ferramenta LSS (*Logistics Support System*) foi desenvolvida com o objetivo de responder às necessidades da cadeia de assistência humanitária. O LSS foi criado através da participação das agências Organização Mundial da Saúde (OMS), Organização Pan-Americana da Saúde (OPAS), Fundo das Nações Unidas para a Infância (UNICEF), Programa Alimentar Mundial (PAM), *United Nations Office for the Coordination of Humanitarian Affairs* (OCHA) e Alto Comissariado das Nações Unidas para os Refugiados (ACNUR).

O software *Logistics Support System* (LSS) foi elaborado pelos países que contribuíram com as experiências logísticas em gestão de desastres e das organizações que participaram das reuniões e oficinas sobre a gestão humanitária em desastres, tais como (PAHO, 2006):

- *Cooperative for American Remittances to Europe* (CARE);
- *World Economic Forum* (Fórum Econômico Mundial);
- Médicos Sem Fronteiras (MSF);
- OXFAM Reino Unido;
- Federação Internacional da Cruz Vermelha (FICR);
- Parceria de Responsabilidade Humanitária (HAP);
- Agência dos Estados Unidos para o Desenvolvimento Internacional/Oficina de Assistência para Desastres na América Latina e Caribe (USAID/OFDA);
- Departamento de Desenvolvimento Internacional (DFID);
- Instituto Fritz;
- Diversos centros russos de medicina de desastres;
- Banco Mundial;
- Comitê Internacional da Cruz Vermelha (CICR);
- BioForce; e
- USD Agência de Defesa Logística.

Os principais objetivos do LSS são de consolidar e compartilhar informações de diversas organizações e entidades com o intuito de facilitar a coordenação entre as equipes e para auxiliar na gestão de suprimentos. Minimiza a duplicação de informação e consequentemente melhora a tomada de decisões para a gestão logística. A ferramenta possui uma interface moderna e amigável que facilita sua utilização, e as suas principais funções são registrar a doação recebida, classificar, inventariar, fazer controle de inventário e compartilhar as informações para todas as agências.

A partir do LSS é possível registrar várias permissões que são definidas pelos usuários durante a sua aplicação, conforme ilustra a Figura 16 e descritas em seguida (PAHO, 2006).



Figura 16 - Permissões da ferramenta LSS

Fonte: PAHO, 2006

1. *Entries* - Entradas: Os usuários podem acessar o menu de entradas e pesquisar, adicionar, editar e entregar os donativos;
2. *Consignment* - Consignação: Os usuários podem acessar o menu e buscar conteúdo, adicionar, editar e entregar a partir de entradas de consignação;
3. *Deliveries* - Entregas: Os usuários podem acessar o menu de Entregas e procurar, adicionar e editar as entregas;
4. *Express Entry* - Entrada expressa: Os usuários podem acessar o menu de entradas expresso, para que os usuários possam procurar, adicionar e editar essas entradas;
5. *Express Delivery* - Entrega expressa: os usuários podem acessar o menu de entregas expressas, para que os usuários possam procurar, adicionar e editar essas entregas;
6. *Pipeline*⁵: Os usuários podem acessar o menu e adicionar, editar e excluir as informações de pipeline;

⁵ *Pipeline* é uma lista de itens que compõe o banco de dados que são disponibilizados para os armazéns (PAHO, 2006)

7. *Requests* - Pedidos: Os usuários podem acessar o menu e adicionar e editar solicitações;
8. *Reports* - Relatórios: Os usuários podem visualizar e imprimir os relatórios no menu Relatórios (*Reports*);
9. *Utility* - Utilidade : O usuário pode acessar as funções no menu Utilities. Essas funções incluem exportação, importação, ferramenta de consulta, contatos, listas de atualização de pesquisa, etc.;
10. *LSS data Import* - Importação de Dados LSS: Permite aos usuários importar as entradas, as entregas, o pedido e os dados de outros aplicativos *Pipeline*;
11. *Ext. data Import* - Importação de Dados Externos: Permite aos usuários importar entradas, entregas, e pedidos externos ao LSS;
12. *Data Export* - Exportação de Dados: Permite aos usuários exportar as entradas, as entregas, o pedido e os dados Pipeline para outros aplicativos LSS .
13. *Admin* - Administrador: O usuário pode acessar as funções de administrador no menu. Essas funções incluem Manutenção de pesquisa, editor de recursos, Opções do sistema, Informações do Site, os Usuários e Permissões, banco de dados/backup, restauração de banco de dados, e de Reposição do Sistema.

A partir do LSS é possível emitir relatórios para os doadores, autoridades nacionais e agências de assistência humanitária sobre os suprimentos recebidos e entregues, além de quantificar e qualificar os suprimentos. Outra questão importante é a escolha dos locais para armazenamento dos suprimentos e dos locais de atendimento que servirão para assistir às vítimas, pois isso garante a eficiência e transparência na gestão dos suprimentos humanitários (PAHO, 2010).

O LSS permite fazer requerimentos de suprimentos (Figura 17) e informar as quantidades e tipos de suprimentos que chegaram ao armazém (Figura 18).

Editando Requerimientos

Cerrar Grabar Imprimir

Número de requerimientos: 000002
 Tipo de requerimientos: Lista de necesidades en Alimentos
 Fecha de requerimientos: 09/ 08/ 2005

Estado de requerimientos: Solicitado
 Contacto de requerimientos: CNP
 Destino de requerimientos: CAMPAMENTO UNO

Comentarios: Lista de necesidaes en granos y alimentos

Items

Categoría	Subcatgeroría	Descripción	Cantidad requeri...	Unidad de pr
Alimentos y Bebi...	CEREALES/GR...	ARROZ	7000.00	Kilogramos
Alimentos y Bebi...	CEREALES/GR...	FRIJOLES	2500.00	Kilogramos
Alimentos y Bebi...	CEREALES/GR...	GARBANZOS	4000.00	Kilogramos
Alimentos y Bebi...	LACTEOS/CAR...	PESCADO	5000.00	Kilogramos
Alimentos y Bebi...	PRODUCTOS F...	PAPAYA	5000.00	Kilogramos

Adicionar Editar Borrar

Figura 17 - Requerimento de suprimentos por meio de LSS
 Fonte: PAHO, 2006

Entry Wizard

Entry Items

Enter the Items for this Entry:

Items

Item Name	Presentation Unit	Total Quantity	Packaging Inform...	Unit W

Add Edit Delete

Back Next Cancel

Figura 18 - Entrada de Suprimentos na ferramenta LSS
 Fonte: PAHO, 2006

A ferramenta LSS permite, também, estabelecer as prioridades de distribuição dos suprimentos, tais como data de entrega, os tipos de suprimentos que devem ser entregues primeiro, entre outras informações, conforme mostra a Figura 19.

Figura 19 - Informações sobre entrega de suprimentos no LSS

Fonte: PAHO, 2006

O LSS é um instrumento que está disponível para todas as instituições, para auxiliar a minimização de duplicação de dados e melhorar a resposta às necessidades reais das populações afetadas. A ferramenta funciona como uma planilha e permite compartilhar as informações em escala global para facilitar a partilha de informações entre as agências humanitárias, acompanhar a administração de todos os materiais de ajuda humanitária que serão recebidos, estabelecer prioridades de distribuição de acordo com as necessidades das vítimas e dispor de informações sobre o fluxo de doações (PAHO, 2010).

Na Tabela 16 constam alguns países da América Latina e do Caribe que utilizaram a ferramenta LSS durante as situações de emergência.

Além dos países da América Latina e do Caribe, a Turquia, a Jordânia, a Somália, as Maldivas, o Egito e o Quênia também utilizaram o LSS como auxílio para as missões humanitárias.

Tabela 16 - Utilização do LSS na América Latina e Caribe

Ano	Tipo de desastre	Local
1992	Tsunami	Nicarágua
1993	Terremoto	Costa Rica
1997	Furacão	República Dominicana
1998	Inundação	México
1999	Inundação	Venezuela
2003	Erupção vulcânica	México
2004	Inundação	Argentina
2005	Inundação	Panamá
2007	Furacão	Nicarágua
2007/2008	Inundação	Bolívia
2008	Terremoto	Peru
2008	Inundação	México
2009	Furacão	El Salvador
2010	Terremoto	Haiti

Fonte: PAHO, 2010

A ferramenta LSS, além de ser utilizada para a gestão de suprimentos nas missões humanitárias, é utilizada também para vinícolas, pequenos armazéns, hospitais, (Organização Não-Governamental - ONG) e para empresas.

6 SISTEMAS DE INFORMAÇÕES GEOGRÁFICAS

O primeiro software de Sistemas de Informações Geográficas (SIG), *Canadian Geographic Information System*, surgiu no Canadá, em 1971. No entanto, era muito difícil de usar, pois não existiam monitores gráficos de alta resolução e a mão de obra tinha que ser especializada (GRANCHO, 2005).

As principais desvantagens, inicialmente, desses sistemas eram a baixa capacidade de armazenamento e de velocidade de processamento. O maior problema nessa época foi a não comercialização dos sistemas, sendo que cada empresa interessada deveria desenvolver seu próprio sistema (CÂMARA et al., 2001).

Entre os anos de 1973 e 1980 houve fortes financiamentos do Estado que incentivaram o desenvolvimento de novos recursos computacionais e sua comercialização. No entanto, devido aos custos e ao fato destes sistemas utilizarem computadores de grande porte, apenas algumas empresas tinham acesso à tecnologia (CÂMARA et al., 2001).

No decorrer dos anos 1980 houve forte evolução dos sistemas gerenciadores de bancos de dados geográficos em grande escala e também a incorporação de muitas funções de análise espacial, que proporcionou a aplicação de SIG em diversos setores da sociedade (CÂMARA et al., 2001). Nessa fase, ainda eram precários o armazenamento, o acesso e o processamento de dados, que limitavam a sua utilização.

Durante a década de 1990 e início do século XXI, os SIGs se tornaram corporativos, devido a popularização da internet, das redes de computadores e dos bancos de dados, que facilitou a integração do usuário com os aplicativos do SIG (GRANCHO, 2005).

6.1 Conceitos

O SIG é um sistema de suporte à decisão que opera a partir de uma base de dados computacional que permite aos usuários a organização de informação cartográfica de

diferentes fontes, como informação de sensores espaciais, informação recolhida com Sistema de Posicionamento Global (GPS) ou obtida a partir da topografia (GRANCHO, 2005).

Um Sistema de Informação Geográfica é constituído por hardware (computador), software (programa executável) e um ambiente institucional construído para suportar a captura, gestão, manipulação, análise, modelação, visualização de informações geográficas que facilitam a produção de mapas (PITZ e FIGUEIREDO, 2001).

Os SIGs utilizam dados georreferenciados e dados não espaciais que são suporte às análises espaciais. Um dos objetivos do SIG é representar o mundo real em um ambiente computacional. Os modelos fundamentais para a representação em mapas são os modelos raster ou matricial e modelo vetorial (SILVA, 2007).

6.1.1 Modelo de SIG matricial ou raster

O modelo raster é uma matriz composta por linhas e colunas, onde cada célula ou pixel contém um único valor que representa determinada característica do mundo real ou categorias temáticas do mundo real, como a área da superfície a que se refere, temperaturas, topografia, vegetação, etc. (CÂMARA et al., 2001).

Esse modelo demanda mais espaço de armazenamento, porém tem maior capacidade de sobreposição e de processamento.

6.1.2 Modelo de SIG vetorial

O modelo vetorial é representado por pares de coordenadas (X, Y). Esse modelo pode ser composto por feições vetoriais de ponto, linha ou de polígono (CÂMARA et al., 2001):

- Ponto

A feição pontual é composta por um par de coordenadas (X, Y) que representa elementos do mundo real, como postes da rede elétrica, poços, sinalização de trânsito, pontos cotados, árvores, entre outros.

- Linha

A feição linear é composta por dois ou mais pares de coordenadas (pontos) conectados por segmentos de retas. Representa os elementos do mundo real, como por exemplo: estradas, hidrografia, curvas de nível, linhas de distribuição elétrica, redes de drenagem e de abastecimento, etc.

- Polígono

A feição poligonal é formada pelo conjunto fechado de linhas e representa os elementos do mundo real, tais como: lotes, limite do município, quadras, uso do solo, categoria de vegetação, represas, etc.

6.2 Aplicações de SIG

A ferramenta SIG é utilizada em várias áreas de conhecimento. Alguns exemplos de aplicação de SIG são para otimização de tráfego, controle cadastral, para análise logística, para planejamento do uso do solo, controle de epidemias e para controle das áreas de inundações, etc. Abaixo constam alguns exemplos de aplicações.

- Companhias de gás, telefone, água, esgoto, eletricidade, etc.

Uma companhia de gestão de infraestrutura necessita utilizar SIG para gerenciar todas as atividades, como informações sobre o posicionamento geográfico dos consumidores e equipamentos e também realizar avaliações diárias dos serviços executados, manter os registros de atividades atualizados e fornecer essas informações para outras companhias de gestão de infraestrutura (ABRANTES, 1998).

- Empresas responsáveis pela pavimentação e manutenção de rodovias

Para essas empresas, o SIG auxilia no armazenamento de informações sobre o estado da pavimentação da rede rodoviária, além disso, mantém um cadastro de toda a sinalização vertical e horizontal das rodovias, assim como os pontos de conflitos (HIGAHY et al., 2009).

- Aplicações ambientais

As aplicações ambientais podem ser divididas em dois grupos: meio ambiente e o uso de recursos naturais que são obtidos, principalmente, por meio de sensoriamento remoto. Alguns tipos de aplicações ambientais envolvem os estudos a respeito das mudanças climáticas e dos desastres que acometem as cidades. Para esse tipo de aplicação, o SIG tem como principal objetivo criar e integrar banco de dados a partir de informações coletadas em diferentes épocas a fim de avaliar a evolução dos diversos fenômenos e as principais regiões que são atingidas (SILVA, 2007).

6.3 Utilização de SIG em missões humanitárias

Em várias situações cotidianas, especialmente naquelas onde é necessário tomar decisões em situações críticas, como no caso da gestão de desastres, ter o conhecimento correto acerca do local, planejamentos e *timing* exato das ações, é de extrema importância para uma adequada e eficaz resposta a esses eventos.

As ferramentas de apoio à decisão para gestão de crises e emergências requerem análise de dados e informação, que assim auxiliam a tomada de decisão de forma mais rápida e eficaz, encurtando o tempo de resposta e facilitando a escolha das melhores ações para a resolução dos problemas encontrados.

As principais ferramentas para a gestão de áreas de risco, bem como o gerenciamento, estão associadas às geotecnologias, que permitem a coleta, armazenamento e análise de uma grande quantidade de dados. Essas geotecnologias podem ser representadas por SIGs (Sistemas de Informações Geográficas) e por sensoriamento remoto (MARCELINO, 2007).

Essas geotecnologias apresentam diversas facilidades na geração e produção de dados para o estudo de eventos adversos, que permitem as atividades de inventariação dos perigos e ameaças, estudo das vulnerabilidades e o mapeamento das áreas de risco. A partir dessas ferramentas é possível elaborar planos preventivos e dar suporte as tomadas de decisões (MARCELINO, 2007).

Ainda, de acordo com Marcelino (2007), os principais dados requeridos para uma análise das áreas de risco abrangem: i) tipos de desastres, local de ocorrência, frequência e intensidade; ii) questões geofísicas que podem aumentar a ocorrência de desastres, tais como,

vegetação, uso da terra, relevo, hidrologia, etc.; e iii) as informações com relação à infraestrutura, população, edificações, etc.

A Figura 20 ilustra as principais questões que são necessárias para a análise e para o mapeamento das áreas de risco



Figura 20 - Questões que envolvem uma análise de risco
 Fonte: Marcelino, 2007

A partir da análise e do mapeamento das áreas de risco, é possível definir rotas de acesso e de fuga, elaborar planos de evacuação, gerenciar sistemas de alerta e identificar abrigos, armazéns e centros para assistência humanitária.

Os SIGs podem melhorar a qualidade das análises dos desastres, orientar as atividades de planejamento, definir medidas de mitigação, implementar ações de respostas e facilitar a tomada de decisão em caso de emergências (MASKREY, 1998).

Para os municípios, os sistemas de informações geográficas permitem aos gestores locais a autonomia nos levantamentos de dados e possibilitam a comunicação e integração da Defesa Civil com as secretarias municipais, em caso de novos desastres (MARCELINO, 2007).

Ergun et al. (2010) sugerem as modernas tecnologias, dentre elas os Sistemas de Informações Geográficas, como sistemas de informação robustos para a melhoria da Logística Humanitária. Vários outros trabalhos sugerem e defendem o uso de Sistemas de Informações Geográficas nas aplicações de Logística Humanitária (SMIRNOV et al., 2007; KAATRUD et al., 2011; VAN WYK, 2012; LACROIX et al., 2013).

Para tal, se os municípios utilizarem um software que ofereça diversos recursos e ferramentas de apoio à decisão a um custo zero poderá tornar viável a sua utilização em municípios com menor poder aquisitivo. O Quantum GIS, software utilizado nessa pesquisa, além de ser livre e gratuito, pode ser usado em computadores pessoais e também possibilita a capacitação do usuário por meio de manuais e tutoriais em português que torna simples e acessível a sua utilização.

6.4 Uso da ferramenta Quantum GIS

O desenvolvimento do Quantum GIS (QGIS) teve início no ano de 2002 e funcionava em sistemas operacionais livres (GNU/Linux). Atualmente, o Quantum é uma aplicação multi plataforma que também funciona no Mac OsX e no Windows XP (NANNI et al., 2012).

O Quantum GIS é um SIG livre e gratuito, com uma interface gráfica simples e atraente que permite a produção de arquivos para um SIG através de conexões com banco de dados PostGIS5. O QGIS fornece funções e características básicas de qualquer software SIG.

O QGIS acessa a biblioteca QGIS que contém o núcleo lógico, que é usado para construir uma interface do SIG e outras aplicações e possibilita acessibilidade aos bancos de dados de imagens com extensão PNG (*Portable Network Graphics*) e JPEG (*Joint Photographic Experts Group*) através do servidor WMS (*Web Map Service*) (NANNI et al., 2012).

O QGIS suporta as bases de dados geográficas PostGIS, SpatiaLite7 e SQL Anywhere8, além de todos os formatos suportados pela biblioteca. Permite, também, consultas espaciais, exploração interativa de dados, identificação e seleção de geometrias, pesquisa, visualização e seleção de atributos, importação, exportação, conversão e criação de simbologia vetorial e raster. Com ele é possível criar, editar e exportar camadas vetoriais em diferentes formatos (NANNI et al., 2012).

Os formatos vetoriais suportados pelo QGIS são do tipo shapefile, MapInfo, SDTS, GML, DGN, VRT, DXF, entre outros. Os formatos raster suportados são ERDAS, GeoTIFF, SDTS Raster, JPEG, PNG, ArcInfo, entre muitos outros. O geoprocessamento das camadas

raster e vetoriais permitem a sobreposição, recorte, amostragem e interpolação TIN (NANNI et al., 2012).

O Quantum GIS possui várias versões em 28 idiomas. Dentre esses, existem versões em Inglês, Francês, Alemão, Italiano e Português, além de manuais e tutoriais em seus respectivos idiomas.

O SIG a ser utilizado nessa pesquisa é o Quantum GIS versão 1.8 Lisboa no idioma português.

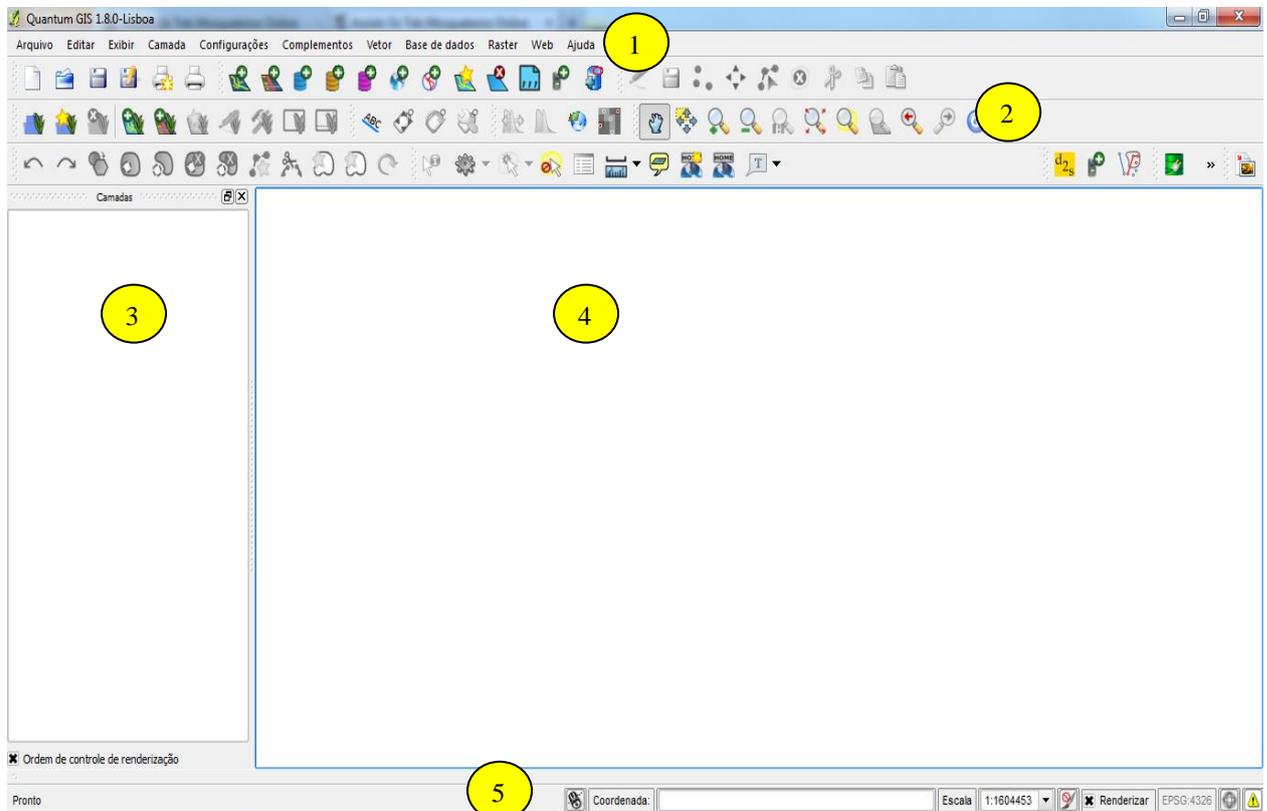


Figura 21 – Tela inicial do QGis

Fonte: a autora

Conforme mostra a Figura 21, a tela inicial do QGis apresenta, segundo Nanni et al., (2012):

1 – Barra de menus: fornece acesso a diversos recursos do QGIS. Os menus de nível superior e um resumo de algumas das opções do menu estão listados abaixo, juntamente com os ícones dos instrumentos correspondentes que aparecem na barra de ferramentas.

2 – Barra de ferramentas: fornece acesso à maior parte das mesmas funções que os menus, além de ferramentas adicionais para interagir com o mapa.

3 – Legenda do mapa: a área da legenda é usada para definir a visibilidade e ordenação das camadas. A seleção em cada entrada de legenda pode ser usada para mostrar ou esconder a camada.

4 – Visualizador de mapas: corresponde a área em que os mapas são exibidos.

5 – Barra de situação: mostra a sua posição atual em coordenadas (metros ou graus decimais)

7 MATERIAIS E MÉTODOS

A pesquisa desenvolvida é do tipo descritivo-exploratória, com o objetivo de descrever as características da população e do fenômeno por meio de técnicas de coleta de dados. Envolveu também levantamento bibliográfico, entrevistas com pessoas que tiveram experiências práticas com o problema pesquisado, através de uma abordagem qualitativa.

O estudo de caso foi realizado no município de Jahu, SP, tendo como objeto de estudo as ocorrências de inundações. Com isso foi realizado um mapeamento com base no histórico de ocorrências no município e também foram realizadas simulações das manchas de alagamento para 4 períodos de retorno: 20, 50, 100 e 200 anos.

Após essa fase, foi realizada a comparação entre os mapeamentos elaborados com base em modelos estatísticos em hidrologia e o mapa elaborado com as ocorrências de inundações. Feito isso, foram considerados os equipamentos urbanos, como escolas, creches, ginásios, entre outros que servirão como possíveis locais estratégicos para apoio durante a assistência humanitária mediante desastres.

7.1 Etapas da metodologia

O trabalho é composto por 7 etapas que estão esquematizadas de maneira sintética na Figura 22 e que são descritas em seguida.

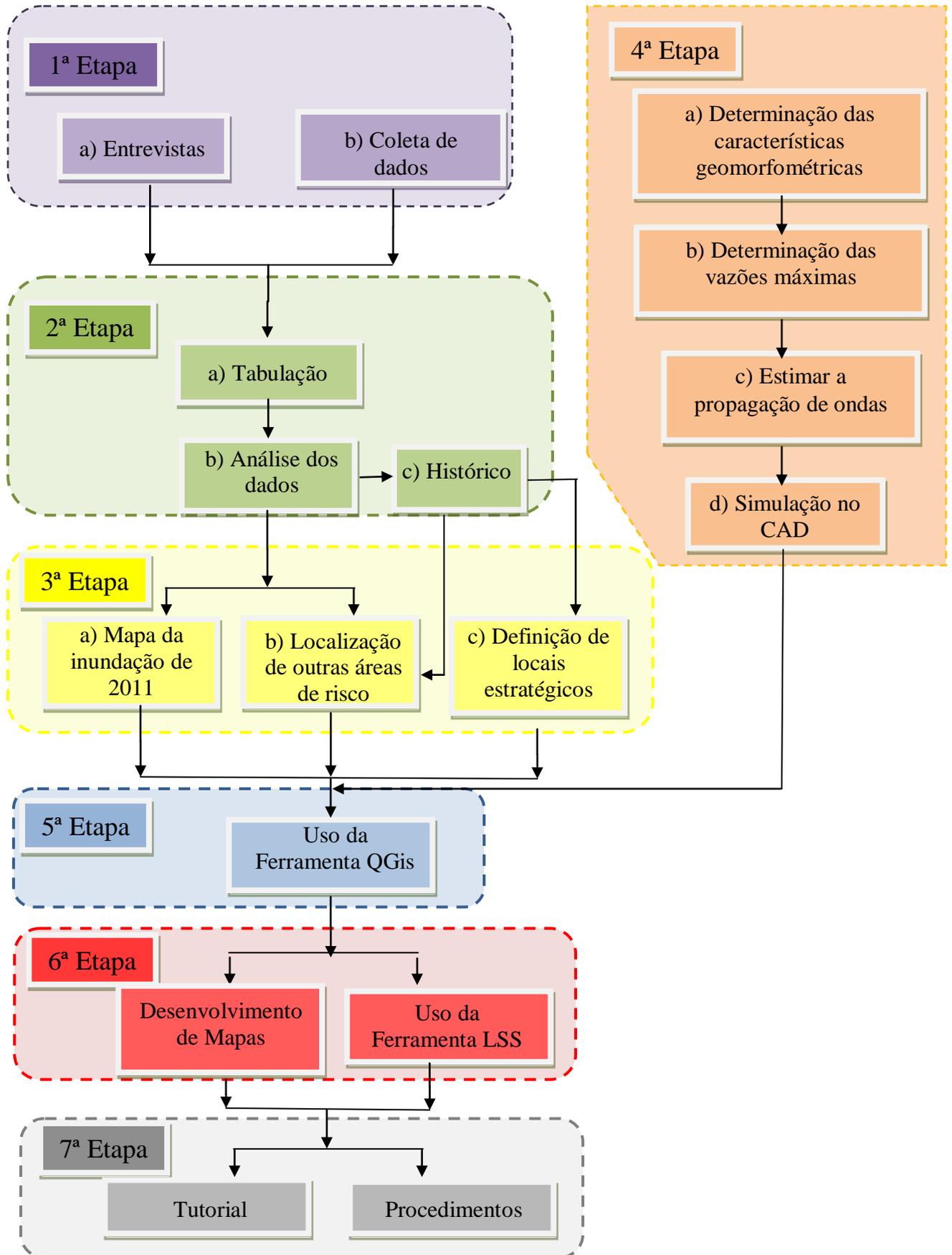


Figura 22 - Fases da Metodologia

Fonte: a autora

7.2 Descrição das etapas da metodologia

1ª etapa:

a) Entrevistas

Foi realizado o levantamento de dados, através de uma abordagem qualitativa. A realização de entrevistas consistiu em uma abordagem direta, com roteiros previamente estabelecidos, conforme recomenda SILVA e MENEZES (2001). Os entrevistados foram o secretário da Defesa Civil de Jahu e sua assistente.

Nestas entrevistas foram elencadas as seguintes perguntas:

- Quais as atividades que a Defesa Civil realiza durante uma assistência emergencial?
- Como é realizado o levantamento dos locais de risco?
- De que forma se dá a conscientização da população a respeito das áreas possíveis de serem inundadas?
- Existem medidas de intervenção para esses locais? Se sim, quais?
- Quais os procedimentos para solicitar recursos para os locais e vias que foram danificados/destruídos?
- Quais equipes são acionadas?
- Quais os recursos utilizados?

Essas entrevistas tiveram como propósito auxiliar no levantamento de dados sobre o ocorrência de áreas que foram inundadas, bem como essas informações também serviram para auxiliar na determinação dos locais estratégicos.

b) Coleta de dados

Além das entrevistas com os representantes da Defesa Civil de Jahu, foi realizada coleta de dados com o apoio da Defesa Civil, e também pelo Sistema de Informação da

Secretaria Nacional de Defesa Civil, onde constam a Notificação Preliminar de Desastres (NOPRED) e o AVADAN.

A partir dessa coleta foi possível obter os seguintes dados:

- locais atingidos,
- o número de vítimas,
- vias interditadas,
- prédios e instalações danificadas,
- equipes de atendimentos acionadas, e
- os principais recursos utilizados.

Com o apoio da Secretaria de Planejamento e Obras, foi obtido o mapa da inundação do dia 15 de novembro de 2011 em formato digital, que constam as áreas que foram afetadas nesse evento.

Foram levantadas informações no DAEE-Departamento de Águas e Energia Elétrica do Estado de São Paulo a respeito dos dados hidrológicos, além de dados e características geomorfométricas da bacia que abrange o município de Jahu

2ª etapa:

a) Tabulação

Após o levantamento de dados, como os principais recursos necessários, equipes de atendimento, número de vítimas e os principais pontos críticos, foram tabulados com o auxílio de planilha eletrônica.

b) Análise dos dados

Essas informações coletadas, assim como o mapa de inundações do dia 15 de novembro de 2011, elaborado pela Secretaria de Planejamento e Obras, serviram para compor o histórico de desastres da cidade, para auxiliar o mapeamento das áreas de risco e também para localizar os pontos estratégicos que servirão para atendimento às vítimas.

c) Histórico da cidade de Jahu e dos desastres

Algumas informações com relação ao histórico da cidade foram levadas em consideração, tais como:

- Hidrologia: foram estudadas as características do Rio Jahu e seus córregos, bem como os locais próximos que sofrem com as inundações;
- Legislações: Plano Diretor, Zoneamento e Uso e Ocupação do Solo;
- Histórico de inundações: por meio do NOPRED e do AVADAN foram analisados os dados relativos às inundações que afetaram as cidades. As principais foram:
 - ✓ 09 de dezembro de 2003;
 - ✓ 17 de janeiro de 2011;
 - ✓ 15 de novembro de 2011;
 - ✓ 27 de fevereiro de 2012; e
 - ✓ 12 de janeiro de 2013.

A partir das informações desses eventos, foi possível identificar os bairros que costumam ser inundados, bem como auxiliar na definição de locais estratégicos/de apoio às vítimas durante a assistência humanitária.

3ª etapa:

a) Mapa da inundação de 2011

Foi utilizado o mapa de inundações do dia 15 de novembro de 2011 devido à esse evento ter sido o de maior gravidade (grande número de vítimas, grande número de locais danificados, e perda de patrimônio público imensa e grande prejuízo econômico) registrado nos últimos 30 anos, no município de Jahu.

b) Localização de outras áreas de risco

Além do mapa das inundações do dia 15 de novembro de 2011, as informações sobre outras áreas atingidas em outros eventos e que foram coletadas no NOPRED e no AVADAN, foram inseridas no SIG, utilizando fonte externa, por meio da atividade de fotointerpretação no Google Earth.

c) Definição de locais estratégicos

Posteriormente, foram identificados os locais propícios a funcionarem como pontos de apoio para a assistência humanitária. Esses locais, a priori, foram levados em consideração devido à distância e facilidade de acesso, que pode servir, tanto para alocação de recursos como também para que as equipes de atendimento possam oferecer atendimento à população atingida. Por meio dos dados coletados na Secretaria de Educação e na Prefeitura Municipal de Jahu, foram definidos os equipamentos urbanos (escolas, creches, ginásios, estádios e hospitais) que podem se tornar os locais de apoio para as atividades de armazenamento e também, para abrigar as vítimas desabrigadas/desalojadas.

4ª etapa:

a) Determinação das características geomorfométricas da bacia do Rio Jahu

Com auxílio de um programa computacional CAD, delimitou-se a bacia do rio Jahu, tendo como exutório o posto 5D-029 e outro a 7 km a jusante, de maneira a abranger toda a malha urbana do município de Jahu, conforme pode ser observado na Figura 23.

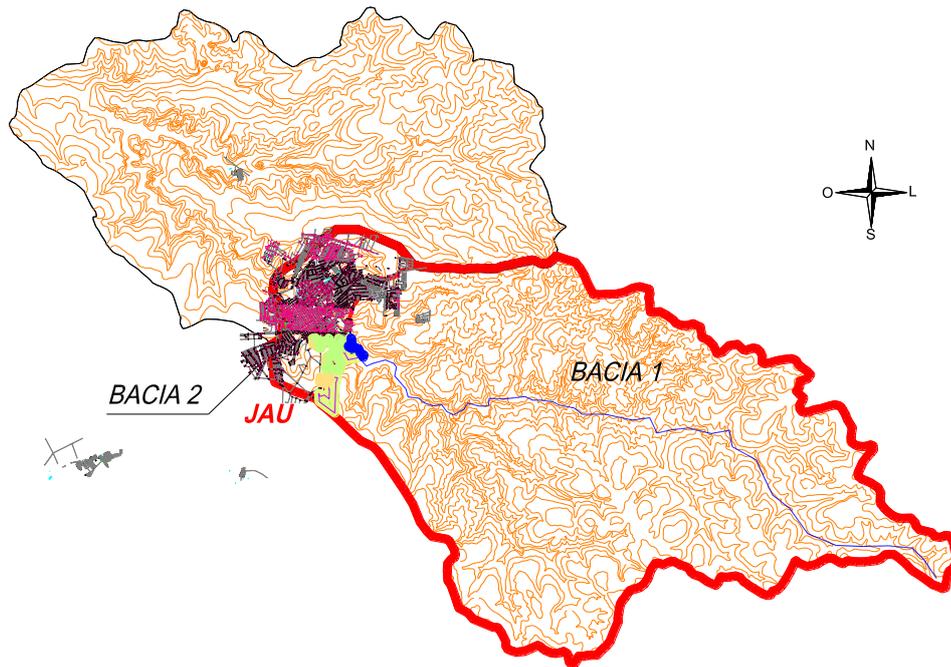


Figura 23 - Delimitação das Bacias Hidrográficas do rio Jahu, tendo como exutório o posto 5D-029 – Bacia 1, e 7 km a jusante do posto – Bacia 2

Fonte: a autora

Ainda com o auxílio do programa computacional CAD, determinou-se o comprimento do talvegue e o perímetro das bacias para as duas situações consideradas, a fim de calcular os coeficientes de compacidade (K_c) e o fator de forma (K_f), fazendo-se uso das Equações (01) e (02).

Para a bacia hidrográfica 2, verificou-se o desnível geométrico e calculou-se a declividade média, a fim de estimar o tempo de concentração (T_c), conforme Equação (03).

b) Determinação das vazões máximas de escoamento

A partir dos dados fluviométricos disponibilizados no site do DAEE (<http://www.sigrh.sp.gov.br/cgi-bin/bdhtm.exe/flu?lig=podfp>), obteve-se as vazões máximas mensais, entre os anos de 1981 e 1999, para o rio Jahu.

As vazões máximas mensais observadas no período de 1981 a 1999 foram organizadas em ordem decrescente e calculadas a frequência e o período de retorno.

Para a análise das vazões máximas foram considerados os períodos de retorno (T_r) de 20, 50, 100 e 200 anos.

Para o período de retorno de 20 anos foi considerado o dado medido, cuja frequência é de 0,05; já para os demais períodos de retorno foram empregados os modelos de ajuste segundo *Gumbel*, *Log-Normal* e *Log-Pearson III*, conforme proposto por Tucci (2003).

c) Avaliação das ondas de propagação pelo canal de macro-drenagem

Para o cálculo da propagação de ondas pelo canal de macro-drenagem do rio Jahu empregou-se o método de Muskingum-Cunge, conforme proposto por Callischon (s.d.).

Para tanto, foi necessário a construção do hidrograma de cheia no posto 5D-029, para cada um dos períodos de retorno considerados.

A vazão de pico do hidrograma foi assumida como sendo a vazão máxima estimada para os períodos de retorno (T_r) de 20, 50, 100 e 200 anos. A partir do primeiro princípio de Sherman, foi estimado o tempo de base, sendo adotado o modelo do Hidrograma Unitário do SCS, conforme proposto por Calischonn (s.d.).

Como não se obteve a largura do canal em cada seção considerada, considerou-se o canal com largura constante e igual a 16,90m.

A partir da equação curva-chave para a seção do posto fluviométrico 5D-029, obteve-se a vazão de $105,2\text{m}^3/\text{s}$, cuja altura d'água atingiu 4,10m, observada em 1999, calculou-se a área da seção, e, pela equação da continuidade, obteve-se a largura média do canal (B), igual a 16,90m.

A partir da construção do Hidrograma Sintético para os períodos de retorno, aplicou-se o método de Muskingum-Cunge e obteve-se, para cada período de retorno, a evolução do hidrograma para cada quilômetro a jusante do posto 5D-029, até a distância de 7 km.

Para cada simulação realizada, foi adotado o intervalo de tempo $\Delta t = 0,5$ h, sendo verificada a estabilidade numérica do método, conforme apresentado na seção 3.5.1 (método Muskingum-Cunge).

d) Simulação no CAD: Delimitação da mancha de alagamento para os quatro períodos de retorno

A partir das vazões máximas obtidas para cada seção considerada, após o emprego do método de Muskingum-Cunge, determinou-se a altura d'água considerando-se a equação da curva-chave, especificada pelo DAEE.

A partir da cota do fundo do canal, determinou-se a cota de alagamento para cada vazão considerada.

As cotas de alagamento foram transferidas para os gráficos CAD e delimitadas e elaboradas as manchas de alagamento. Após, os arquivos das simulações dos períodos de retorno para 20, 50, 100 e 200 foram transferidos para o Sistema de Informações Geográficas QGis.

5ª etapa: Uso da ferramenta QGis

Após a fotointerpretação das áreas inundadas nas diversas ocorrências de inundações no Google Earth, foram inseridos os arquivos em formato kml e o mapa do dia 15 de novembro de 2011, no software de Sistema de Informações Geográficas (Quantum GIS 1.8), conforme pode ser visto no tutorial do Apêndice A.1

Posteriormente, foram inseridos os arquivos dos locais estratégicos em formato kml, conforme pode ser visto no tutorial do Apêndice A.2.

6ª etapa:

a) Desenvolvimento de Mapas

Para a elaboração do Mapa no QGis 1.8 Lisboa, foram inseridos os arquivos em formato shape, resultantes do Apêndice A.1 (mapa das áreas inundadas), Apêndice A.2 (locais estratégicos) e as simulações hidrológicas com os períodos de retorno para 20, 50, 100 e 200 anos.

Analisou-se as áreas que foram inundadas e os locais estratégicos. Foi feita essa análise para se evitar a possibilidade de algum desses locais estratégicos serem afetados durante as inundações. Para isso, os locais que estavam dentro das manchas das simulações para os períodos de retorno de 20, 50, 100 e 200 anos foram desconsiderados.

Após essa análise, foram inseridos também, arquivos complementares da cidade de Jahu, como: vias, hidrografia, rodovia, ferrovia, lotes e logradouros. Após a inserção desses arquivos foi realizada a composição de mapas.

O Apêndice A.3 mostra o tutorial com a elaboração dessa etapa e a composição dos mapas.

b) Uso da ferramenta LSS

Após a elaboração dos mapas, todas as informações pertinentes às simulações e aos locais estratégicos foram inseridas na ferramenta LSS, que integra todas as atividades necessárias para a gestão da logística, ou seja, a ferramenta disponibiliza o banco de dados sobre as informações das localizações dos pontos estratégicos (armazéns e abrigos) e todos os processos e recursos envolvidos, como donativos e equipes de atendimento. Essa etapa foi desenvolvida no tutorial do Apêndice B.

7ª etapa:

a) Tutoriais

Foram elaborados tutoriais (Apêndices A.1, A.2, A.3 e B) sobre os procedimentos metodológicos para mapeamentos das áreas de risco e de gestão de desastres por inundação, com o uso das ferramentas QGis e LSS, utilizando como exemplo o município de Jahu. Espera-se que este tutorial venha a facilitar o seu emprego por parte das gestões municipais, Defesas Civis, etc.

b) Procedimentos

Para a elaboração da ordem dos procedimentos necessários em caso de inundações, foram analisadas as equipes de atendimento, recursos utilizados e as atividades em geral, que a Defesa Civil, juntamente com as equipes, desempenham nas missões humanitárias.

Após essa etapa, foi elaborada uma cartilha com as instruções, procedimentos e hierarquização necessários para o bom desempenho durante as atividades de prestação de socorro às vítimas das inundações (que consta na seção 9.2.6).

8 ESTUDO DE CASO: MUNICÍPIO DE JAHU-SP

8.1 Descrição do município

O município de Jahu (ou Jaú), objeto de estudo desta pesquisa, fica situado na região central do estado de São Paulo, a 296 km da capital, conforme dados da Prefeitura de Jahu. De acordo com a Prefeitura do Município de Jahu (2012) “localiza-se à latitude 22°17’44” e à longitude 48°33’28”, estando a 541 metros de altitude”. Segundo dados do censo 2010 do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), o município tem uma população de 131.040 habitantes e um grau de urbanização de 96,86% (IBGE, 2012).

O município de Jahu teve seu Plano Diretor aprovado através da Lei Complementar nº 277, de outubro de 2006, e para atender as disposições do Plano Diretor, foi sancionada a Lei Complementar nº 298, de 11 de novembro de 2007, que regulamenta o zoneamento, parcelamento e uso e ocupação do solo em todo o território municipal.

O município de Jahu vem sofrendo um processo de urbanização intensa, cuja ocupação se dá em áreas protegidas e de risco. Como resultado, esse quadro tem alterado a vazão pluvial dos rios e córregos da cidade, que comprometem seriamente o sistema de drenagem em algumas regiões da cidade e, conseqüentemente, nesses pontos críticos, as inundações passaram a ocorrer com maior intensidade trazendo transtornos à população (PREFEITURA DO MUNICÍPIO DE JAHU, 2012).

Apesar do artigo 59 da Lei Complementar nº 277, de outubro de 2006, instituir a não utilização e ocupação das cabeceiras e várzeas para fins construtivos, os principais pontos críticos no município são referentes à ocupação da Bacia do Córrego dos Pires, Bacia do Córrego da Figueira e a Bacia do Rio Jahu, que geraram uma série de impactos negativos.

No córrego dos Pires a intensa expansão urbana apresenta um processo erosivo avançado que compromete as margens do córrego, além da impermeabilização do solo, remoção de matas ciliares e aumento do escoamento superficial. As áreas da bacia do córrego da Figueira e do Rio Jahu apresentam sérios problemas com inundações durante os eventos de chuvas. No córrego da Figueira, vários moradores tiveram suas casas e comércios inundados, além de terem os veículos ilhados, também provocaram danos à saúde causados pela

ocorrência de doenças de veiculação hídrica. Na bacia do Rio Jahu, o principal bairro afetado que apresenta um histórico de ocorrência de inundações é o Jardim Sempre Verde (PREFEITURA DO MUNICÍPIO DE JAHU, 2012).

Jahu possui área total de 688,34 km², sendo a área urbana de 16,33 km² e área rural de 672,01 km². A microrregião de Jahu está dividida em 12 municípios: Bariri, Barra Bonita, Bocaina, Boracéia, Dois Córregos, Igarapu do Tietê, Itaju, Itapuá, Jahu, Macatuba, Mineiros do Tietê e Pederneiras e é pertencente à mesorregião de Bauru.

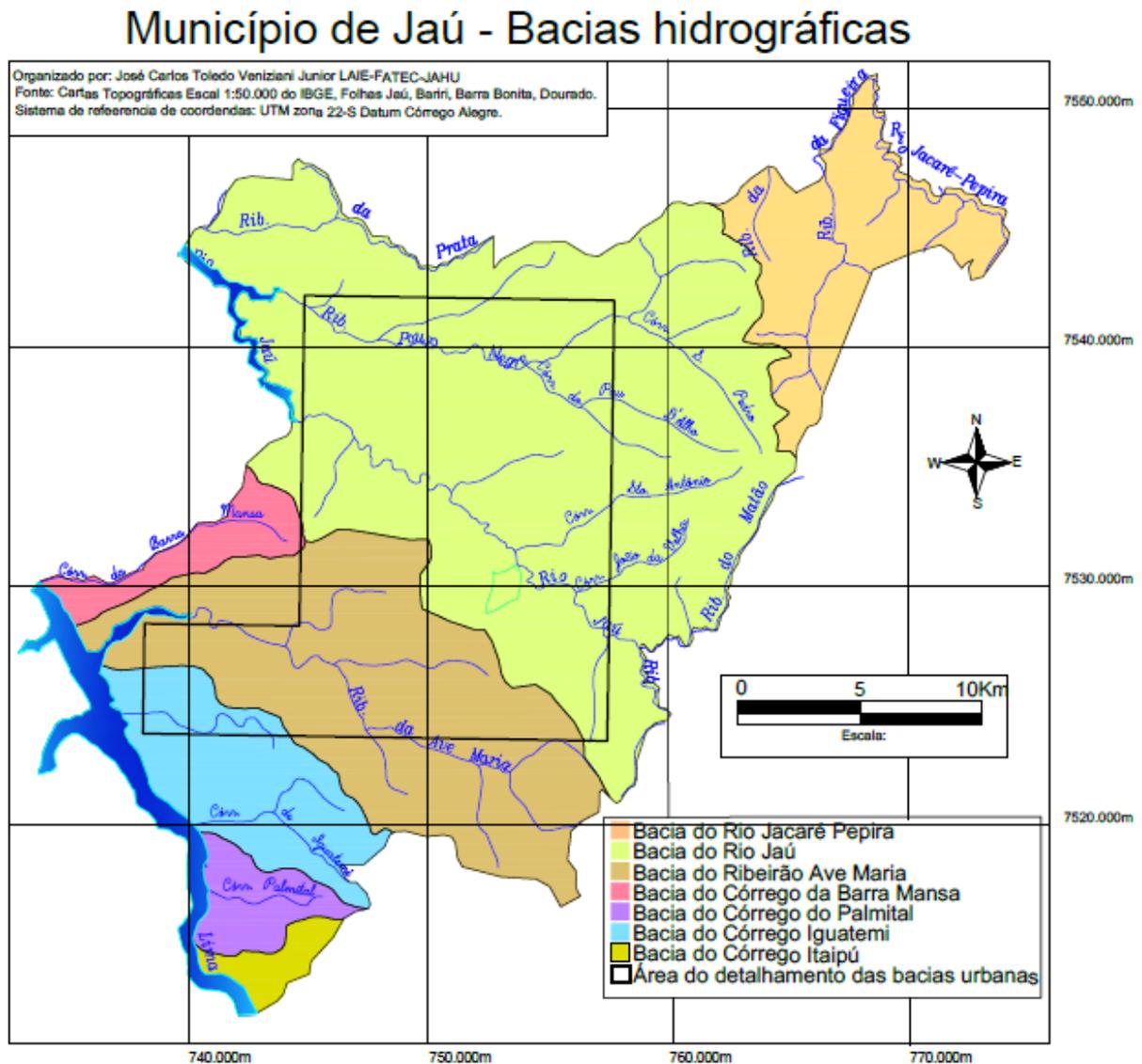


Figura 24 - Bacias hidrográficas que abrangem o município de Jahu

Fonte: adaptado de Cartas topográficas do IBGE, 2014

O município é banhado pelo Rio Tietê e seus afluentes (Rios Ave Maria, Jacaré-Pepira e Jahu), assim como os córregos e ribeirões que atravessam o município. Na Figura 24, pode-

se observar as bacias hidrográficas que abrangem o município de Jahu. Na Figura 25 pode-se observar com mais detalhes as bacias hidrográficas que abrangem a área urbana de Jahu.

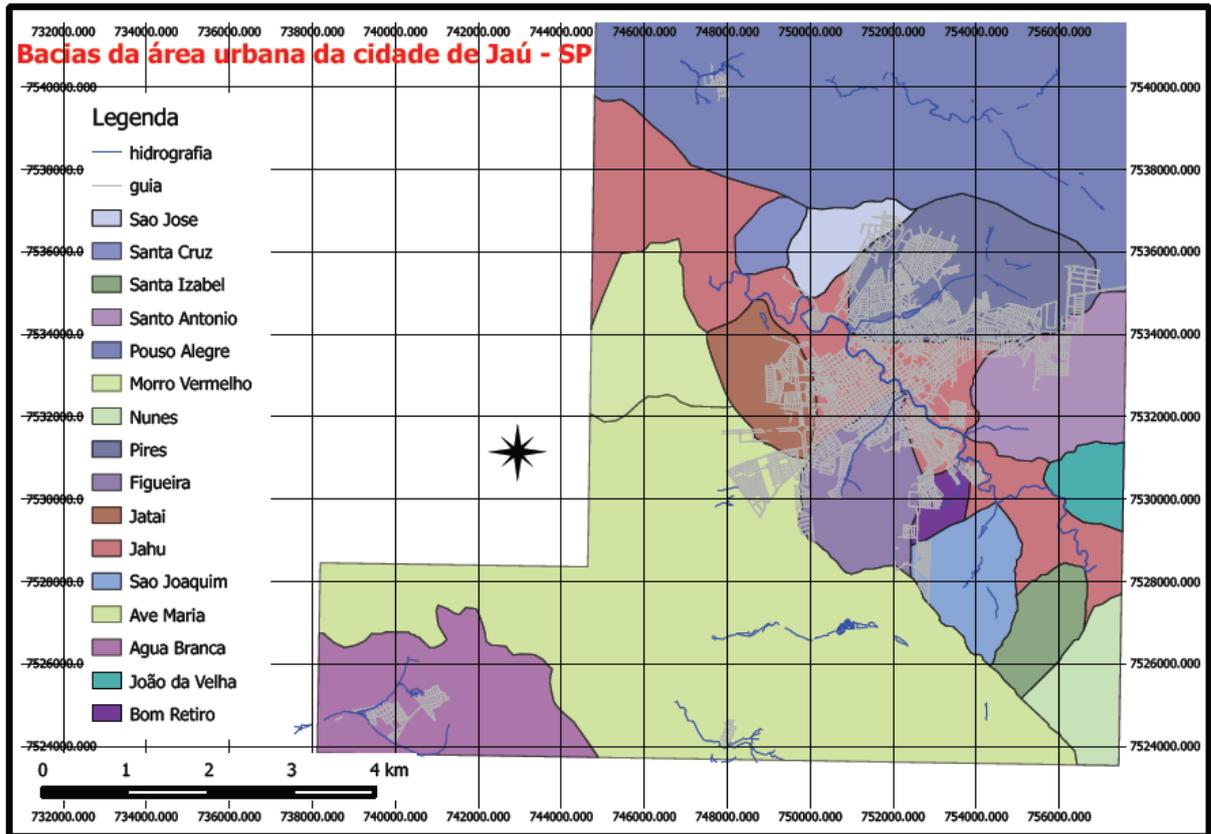


Figura 25 - Bacias que abrangem a área urbana da cidade de Jahu

Fonte: a autora

8.2 Inundações em Jahu

No dia 09 de dezembro de 2003, devido a forte precipitação pluviométrica, ocorreram inundações que afetaram 65 pessoas, deixando 5 pessoas desalojadas e 60 desabrigadas. Esse evento foi considerado como desastre de médio porte e os prejuízos foram de R\$ 165 mil reais devido às residências que foram destruídas, R\$ 76 mil reais pelas estradas que foram danificadas e R\$ 88 mil reais referente aos danos causados na pavimentação de vias urbanas.

Em 17 de janeiro de 2011 ocorreu o transbordamento do Rio Jahu, que causou as inundações nos seguintes locais: Jardim Sempre Verde, Centro, Jardim Carolina, e São José, além de afetar a zona rural da cidade, Vila Ribeiro, Pouso Alegre e o distrito de Potunduva. Esse evento resultou em 104 pessoas afetadas, 1 desalojada e 12 desabrigadas.

Ainda no ano de 2011, no dia 15 de novembro, o município de Jahu foi afetado pela pior inundação dos últimos 10 anos, sendo que alguns pontos da cidade, tais como Jardim Sempre Verde, Centro, Parque Bela Vista, Vila São Judas Tadeu, Jardim São José, Vila Ivan, Jardim Maria Luiza IV e Santo Antônio, foram seriamente afetados.

De acordo com dados da Secretaria Municipal de Saúde de Jahu, esse evento teve uma abrangência em torno de 2 mil imóveis, com aproximadamente 6 mil moradores. As a es preventivas relacionadas ao risco de contamina o e de doenças de veicula o hídrica geraram um prejuízo de 48 mil reais, sendo que inclusos nesses custos, as a es preventivas contaram com 10 agentes de saúde, além de campanhas, folders e cartilhas para conscientiza o da popula o.

Segundo o relatório do SAEMJA - Serviço de água e Esgoto do Município de Jahu, os valores de reparo, substitui es e manuten o em equipamentos e instala es para o abastecimento de água tiveram um custo de R\$ 35.675 reais e R\$ 124.290 reais relacionados ao serviço de esgoto. R\$ 15.290 reais foram gastos decorrentes da limpeza e desinfec o das casas e dos serviços de desentupimento de esgoto.

De acordo com dados da Secretaria de Planejamento e Obras, foram apontados danos materiais referentes  :

- danos em muros, revestimentos e alvenarias de 70 residências;
- destrui o de 6 residências;
- danos em telhados, sistemas de coleta de água e de eletricidades em 4 edifica es públicas de ensino;
- danos relacionados   infraestrutura pública: 1 ponte sobre o Córrego João da Velha, 3 pontes sobre o Rio Jahu e a destrui o da ponte sobre o Banhar o;
- pavimenta o de vias urbanas (5 km de vias, no total e 40.000 m²);
- destrui o de uma edifica o particular de saúde e de uma edifica o particular de ensino;
- danos a 20 edifica es industriais; e
- danos a 30 edifica es comerciais.

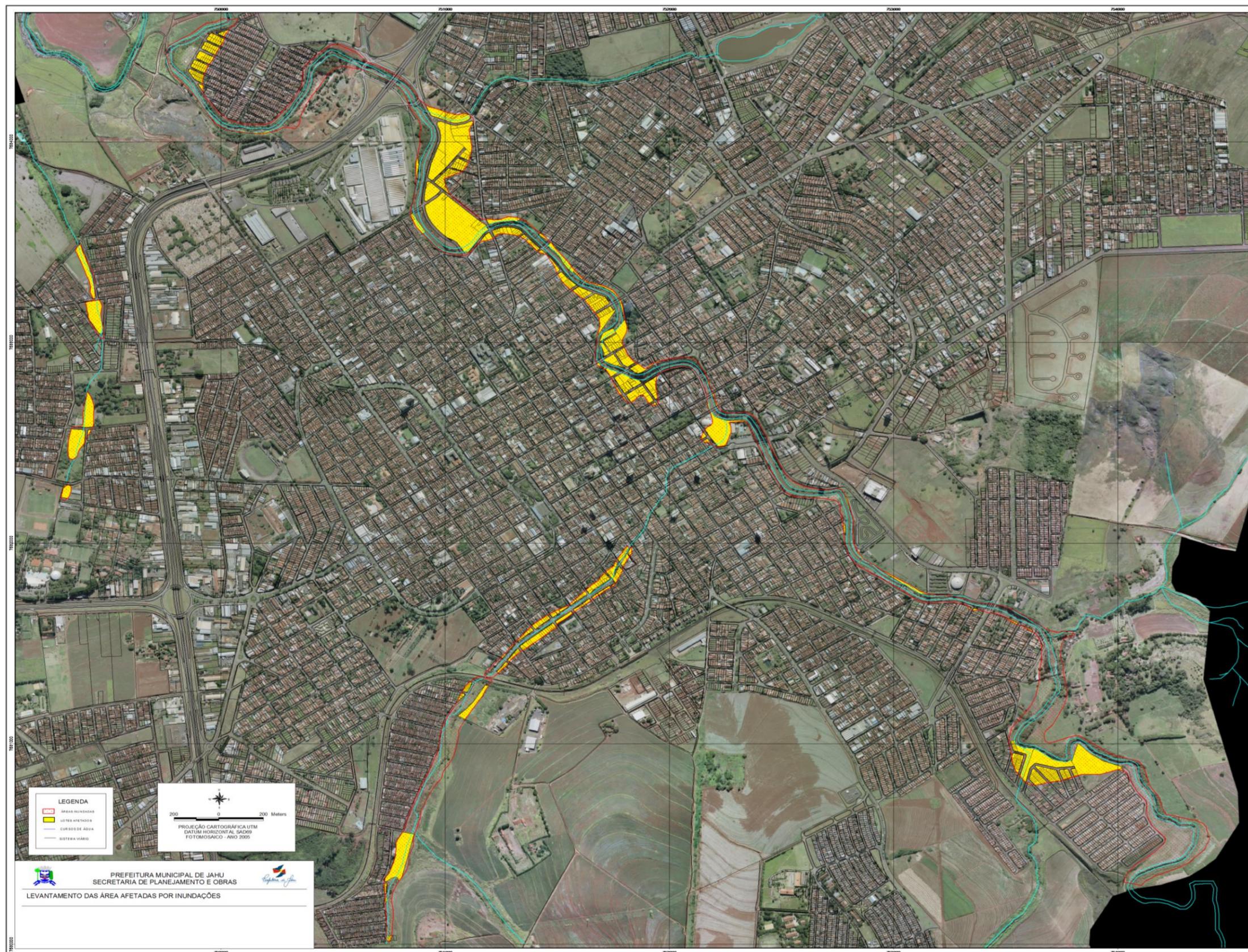


Figura 26 - Pontos de inundação no dia 15 de novembro de 2011
Fonte: Prefeitura Municipal de Jahu, 2012

As residências que foram danificadas e destruídas geraram um prejuízo de R\$ 2.280.000 reais; os danos e destruições referentes a infraestrutura pública (pontes e pavimentação) geraram custos de R\$ 1.580.000 reais e as edificações de saúde, de ensino, de comércio e de indústrias, R\$ 1.560.000 reais. No total, os prejuízos relatados pela Secretaria de Planejamento e Obras foram de R\$ 5.420.000 reais.

Segundo dados do NOPRED (Notificação Preliminar de Desastres), que é de responsabilidade da Defesa Civil de Jahu, 15 pessoas ficaram desabrigadas, devido ao risco iminente ou a destruição de suas casas, obrigando-os a abandonar definitivamente suas moradias. 300 pessoas ficaram desalojadas, tendo que se retirar temporariamente de suas casas; e 20 pessoas ficaram levemente feridas, sendo declarada situação de emergência.

As Figuras do anexo A.1, A.2, A.3 e A.4 mostram algumas fotos que foram tiradas pela Defesa Civil durante o acontecimento do dia 15 de novembro de 2011, já a Figura 26 mostra os locais onde as inundações (em amarelo) atingiram os bairros.

Em 27 de fevereiro de 2012, outra ocorrência deste tipo deixou mais 22 pessoas desalojadas e 103 pessoas foram afetadas pelas inundações.

Recentemente, no dia 12 de janeiro de 2013, Jahu teve 6 locais afetados por inundações: Centro, Bairro São José, Vila Ivan, Jardim Sempre Verde, Jardim João Balan I e Vila Netinho, onde ocorreu a queda de uma árvore que impediu o fluxo de veículos na via de acesso ao bairro. Nesse evento, 12 pessoas foram afetadas pelo desastre.

De acordo com as informações que foram divulgadas pela Defesa Civil de Jahu, as famílias que ficaram desalojadas ficaram temporariamente em casa de familiares até que pudessem voltar às suas moradias; algumas pessoas que ficaram desabrigadas não teriam condições de voltar às suas casas devido a falta de infraestrutura e segurança. Nesse caso a Defesa Civil, junto com a participação de voluntários e da Prefeitura Municipal de Jahu, encaminharam essas pessoas afetadas para um hotel da cidade.

9 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Nessa pesquisa, foi realizada uma entrevista com o Coordenador de Defesa Civil de Jahu, Sr. Valdir Baltazar, a respeito das principais funções da Defesa Civil para a cidade, bem como os recursos utilizados e os procedimentos durante uma gestão de risco.

9.1 Enfrentamento de Desastres

9.1.1 Relação da Defesa Civil com a cidade

As principais funções da Defesa Civil na cidade são relacionadas aos aspectos sociais, tais como realizar campanhas de agasalho, colaborar com materiais de higiene para a rodoviária, promover o combate às drogas, auxiliar na associação dos alcóolicos anônimos e colaborar com a secretaria de assistência e desenvolvimento social.

Além dessas atividades sociais, a Defesa Civil trabalha ativamente em campanhas de prevenção e conscientização dos desastres. Foram elaboradas cartilhas destinadas às crianças com o intuito de ensiná-las a respeito dos desastres e suas consequências. A Defesa Civil tem como função, também, realizar um levantamento dos locais que foram afetados por diversos desastres tais como inundações, erosões, vendavais e deslizamentos de terra.

Como forma de prevenir as consequências desses desastres, a Defesa Civil em parceria com as secretarias municipais, deve elaborar um plano de contingência considerando as áreas de risco e os locais estratégicos de apoio. Em Jahu esse plano, no entanto, ainda não foi realizado. A cidade possui um mapa das áreas de risco, mas está desatualizado, pois não contém as áreas que foram atingidas a partir de 2005. Foram tomadas medidas de intervenção para algumas áreas tal como o Bairro Santo Antônio, onde foram implantadas galerias de contenção, porém devido à falta de manutenção, em períodos de grande índice pluviométrico, há a concentração de águas nas ruas. Por isso, apesar dessas medidas de intervenção, faz-se necessário considerar também essas áreas no mapa.

Durante as ações de emergência, as principais funções da Defesa Civil, com o apoio do Corpo de Bombeiros, são de dar assistência às vítimas e leva-las a locais seguros. Tem como função, também, pedir apoio às secretarias requeridas para determinadas atividades que constam nas seções 9.1.2 e 9.1.3.

Após a ocorrência dos desastres, cabe à Defesa Civil de Jahu solicitar recursos por meio do preenchimento do NOPRED e do AVADAN para a recuperação dos locais e das vias danificadas/destruídas. Deve-se, também, fazer vistorias nos locais atingidos e continuar assistindo as vítimas que ficarem desabrigadas e desalojadas, providenciando abrigo temporário, tais como casas de voluntários, casas de abrigos ou hotéis.

9.1.2 Equipes de atendimento

Para cada tipo de ocorrência há uma série de equipes e recursos que são utilizados de forma a atender as vítimas o mais rápido possível. No caso das inundações (objeto de estudo desse trabalho), o Corpo de Bombeiros é a primeira equipe a ser acionada pela população; após essa fase a Defesa Civil é acionada pelo Corpo de Bombeiros.

O Corpo de Bombeiros realiza as atividades de busca, salvamento e transporte das vítimas, enquanto que a Defesa Civil aciona outras equipes de atendimento e secretarias, tais como:

- A Secretaria de Trânsito colabora com a interdição de vias danificadas, aviso à população acerca de rotas de acesso secundárias e atividades de evacuação por meio de rotas de fuga.

- A Guarda Municipal, quando solicitada, presta diversos serviços, como executar as atividades de socorro e prestação de auxílio às vítimas, tais como transporte das vítimas, segurança e orientação à população afetada. A Guarda Municipal colabora com a Polícia Militar e com o Corpo de Bombeiros.

- A Secretaria de Assistência e Desenvolvimento Social presta assistência às vítimas durante os desastres e, após o evento, colabora com o encaminhamento para psicólogos e também fornece suprimentos básicos para as vítimas.

- A Secretaria de Planejamento e Obras fornece engenheiros para auxiliar a Defesa Civil, com as vistorias e interdição de locais passíveis de desmoronamento.

- A Secretaria de Saúde colabora com agentes da saúde e médicos para atender à população atingida, com o objetivo de evitar um desastre secundário, ou seja, durante o

evento é de extrema importância dar uma assistência básica às vítimas no local, evitando dessa forma uma superlotação hospitalar.

- Secretaria de abastecimento de água e de esgoto (SAEMJA) prestam serviços de limpeza das vias públicas, desinfecção das casas, limpeza de rio e de represa e desentupimento de esgoto.

- A Companhia de Força e Luz (CPFL) presta serviços de reparo caso o desastre tenha afetado as redes de distribuição.

- Os Núcleos de Defesa Civil (NUDECs) são grupos formados na Vila Ribeiro, Pouso Alegre e Distrito Potunduva, que funcionam como base secundária para a gestão do desastre. Nesses núcleos há a participação de voluntários para apoio à Defesa Civil.

- Os Voluntários auxiliam nas atividades assistenciais, no recebimento de doativos e em sua distribuição, porém não são treinados como as Equipes de atendimento. A Defesa Civil de Jahu, em parceria com a Coordenadoria Estadual de Defesa Civil, realizará um curso de treinamento onde os voluntários serão capacitados e certificados.

- O Tiro de Guerra, assim como os voluntários, auxiliam nas atividades assistenciais, mutirão e também colaboram com a segurança, entre outras atividades requeridas pela Defesa Civil.

- A Polícia Militar tem o intuito de isolar as áreas afetadas, controlar o trânsito, prover segurança à população e auxiliar o Corpo de Bombeiros nas atividades de busca e salvamento.

9.1.3 Recursos utilizados

Os recursos utilizados durante as atividades de combate às consequências das inundações são: botes, caminhões, viaturas de resgate e equipamentos de salvamento, tais como boias e coletes que são utilizados pelo Corpo de Bombeiros. A Secretaria de Abastecimento de Água e de Esgoto utiliza caminhão hidrojato e caminhão pipa. Os recursos utilizados pela Secretaria de Trânsito são cavaletes, fitas zebreadas, placas indicativas de trânsito, desvios de trânsito, entre outros. Para a Secretaria de Mobilidade Urbana, os recursos são: caminhões, tratores, máquinas e operadores.

A Secretaria de Assistência e Desenvolvimento Social colabora com pessoal treinado para lidar com as vítimas e fornece, também, materiais de higiene, suprimentos alimentares, colchões, medicamentos, roupas e abrigos. A Guarda Municipal colabora com os agentes municipais, cadastramento de dados e viaturas. A Polícia Militar também fornece viaturas e pessoal para a realização das atividades de busca e salvamento.

A Secretaria da Saúde disponibiliza agentes da saúde, enfermeiros e médicos para realizar as campanhas de prevenção de drogas, dar assistência, além de materiais básicos para o atendimento das vítimas (ambulância, medicamentos, equipamentos, entre outros).

Além dos atendimentos primários (durante os desastres), a Secretaria da Saúde deve dispor de atendimento pós-desastre e acompanhamento médico. Deve contar com a colaboração de representantes dos seguintes setores: Vigilância Epidemiológica, Centro de Controle de Zoonoses e Imunização, para evitar os diversos tipos de doenças.

A Secretaria de Planejamento e Obras e a Secretaria de Trânsito fornecem recursos humanos, como engenheiros e funcionários capacitados para realizar vistorias nos locais afetados e equipamentos para interdição das vias e de áreas de risco.

A imprensa também tem função importante durante o decorrer do evento, pois, a partir dela é possível divulgar dados, informar e orientar a população sobre rotas de acesso, centros de atendimento e abrigos, locais que foram interditados, equipes que realizam o atendimento, entre outras informações.

9.2 Aplicações do estudo

A aplicação foi dividida em: mapeamento das áreas inundadas com base no histórico do município e mapeamento/simulação das manchas de inundação com base em modelos estatísticos em hidrologia, bem como a elaboração de mapas com os locais de apoio às atividades humanitária para o município de Jahu.

9.2.1 Mapeamento das áreas inundadas com base no histórico de inundações do município de Jahu

Para a realização do mapeamento do município de Jahu, primeiro foram levados em consideração os locais que possuem um histórico de inundações a partir do ano de 2003, que

foi o primeiro evento registrado no NOPRED. Para isso, foram consideradas as ruas dos respectivos bairros que tiveram esse tipo de ocorrência, conforme Apêndice C, e após esse levantamento, foi realizado o mapeamento das áreas inundadas.

Para isso, foi realizada a fotointerpretação das áreas no programa Google Earth, onde foram desenhados polígonos com extensão “.kml”, com o intuito de serem compatíveis para a inserção dos arquivos no SIG.

Além dos arquivos fotointerpretados, foi utilizado um mapa em formato *shape*, construído pela Prefeitura Municipal de Jahu, com as ocorrências de inundações no dia 15 de novembro de 2011. Após a inserção dos arquivos no QGIS, foram comparadas as áreas do mapa da prefeitura com as áreas fotointerpretadas, conforme elenca o Apêndice A.

Após a comparação do mapa do dia 15 de novembro de 2011 com as outras áreas registradas no NOPRED que foram fotointerpretadas no Google Earth, foi criada a Tabela de atributos onde constam as camadas de polígonos: Nome da rua, Bairro, Id (o mapeamento realizado pela prefeitura do dia 15 de novembro de 2011 com valor 1 e o mapeamento realizado pela autora - dos outros eventos no decorrer dos anos - com valor 2), Imóveis (número de casas ou estabelecimentos atingidos de acordo com o registro de ocorrência realizado pelo proprietário do imóvel junto à Defesa Civil), Pessoas (número de pessoas afetadas de acordo com o registro de ocorrência realizado pelas vítimas junto à Defesa Civil), Causa (a causa das inundações serão classificadas como transbordamento do rio ou problemas com galerias) e Ano (ano de ocorrência da inundação) conforme ilustra a Figura 27.

Ao arquivo de ocorrências de inundações foram adicionadas também as vias, a hidrografia e os logradouros do município, que foram obtidos na Base de Cartografia Digital da Prefeitura Municipal de Jahu.

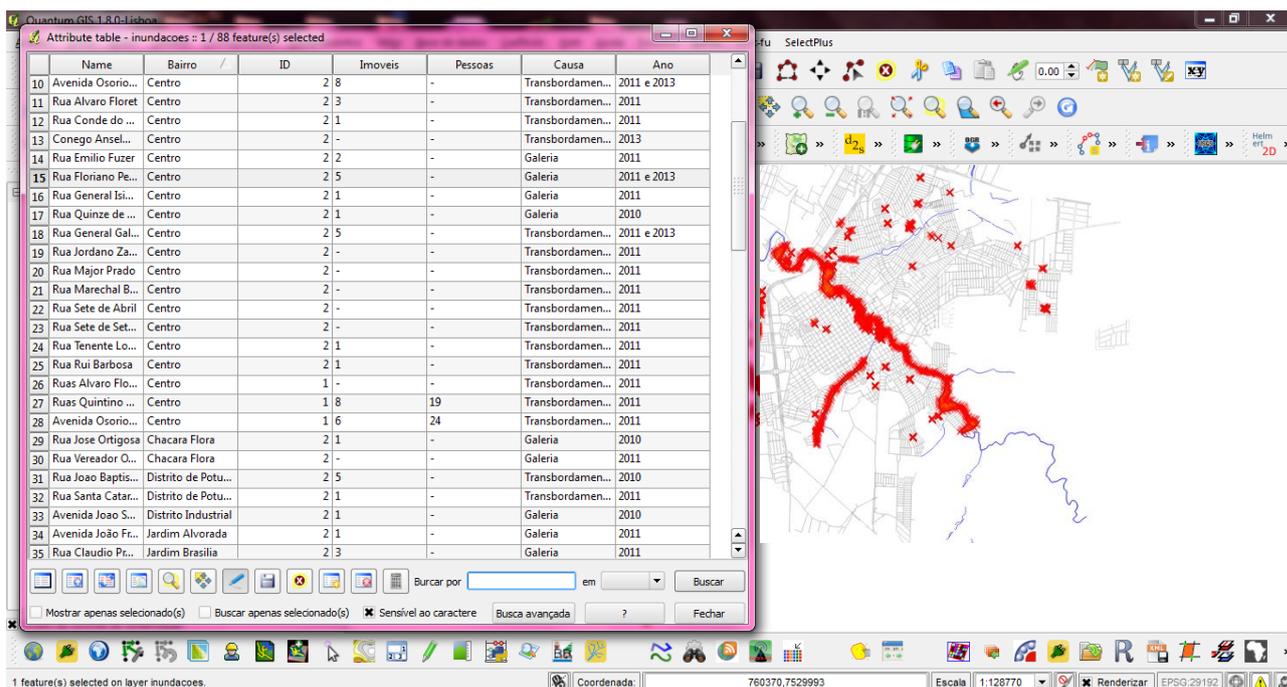


Figura 27 - Tabela de atributos do mapa de inundações

Fonte: a autora

Após essa fase, foram criadas simbologias para todos os arquivos vetoriais e elaborado o layout do mapa na janela do compositor. O mapa das áreas inundadas com base no histórico de inundações do município de Jahu está ilustrado na Figura A. 26 do apêndice A.

9.2.2 Simulação das manchas de inundação com base em modelos estatísticos em hidrologia

Foram considerados os dados hidrológicos, tais como: as características geomorfométricas das bacias do Rio Jahu e vazões máximas de escoamento para estimar a propagação de ondas por meio da aplicação do Método de Muskingum-Cunge, de onde foi possível elaborar as manchas para períodos de retorno de 20, 50, 100 e 200 anos.

9.2.2.1 Características geomorfométricas das bacias do Rio Jahu.

A Tabela 17 apresenta as principais características geomorfométricas das bacias hidrográficas do rio Jahu, delimitadas a partir dos exutórios considerados na análise.

Tabela 17 - Características geomorfométricas das bacias hidrográficas do rio Jahu

Bacia	1	2
Exutório	Posto 5D-029	7 km a jusante do posto 5D-029
Área (km ²)	397,2	430,9
Perímetro (km)	102,082	110,081
Declividade média (m/km)	7,3	7,3
Comprimento do talvegue (km)	39,697	46,370
Tempo de Concentração – T _c (min)	451,4	----
Coefficiente de Compacidade – K _c	-----	1,5
Fator de forma - K _f	-----	0,2

Fonte: a autora

Os índices de compacidade e conformação servem para se comparar, inexistindo outros fatores interferentes, o potencial de formação de picos de cheias elevados.

Analisando os indicadores K_c e K_f, apresentados na Tabela 17, e comparando-os aos dados apresentados por Wilken (1978), a bacia do rio Jahu possui potencial de formação de picos de cheia inferior a bacia do córrego Sapateiro, com K_f = 0,239 e K_c = 1,45, e superior a bacia do córrego Aricanduva, ambas localizadas no município de São Paulo, com K_f = 0,180 e K_c = 1,57.

9.2.2.2 Vazões máximas de escoamento

A Figura 28 mostra as vazões máximas anuais para o período de 1981 e 1999, obtidas junto ao DAEE – Departamento de Águas e Energia Elétrica do Estado de São Paulo, que foram coletados a partir dos dados fluviométricos disponibilizados no site do DAEE (<http://www.sigrh.sp.gov.br/cgi-bin/bdhm.exe/flu?lig=podfp>), conforme apresentado na Figura 29.

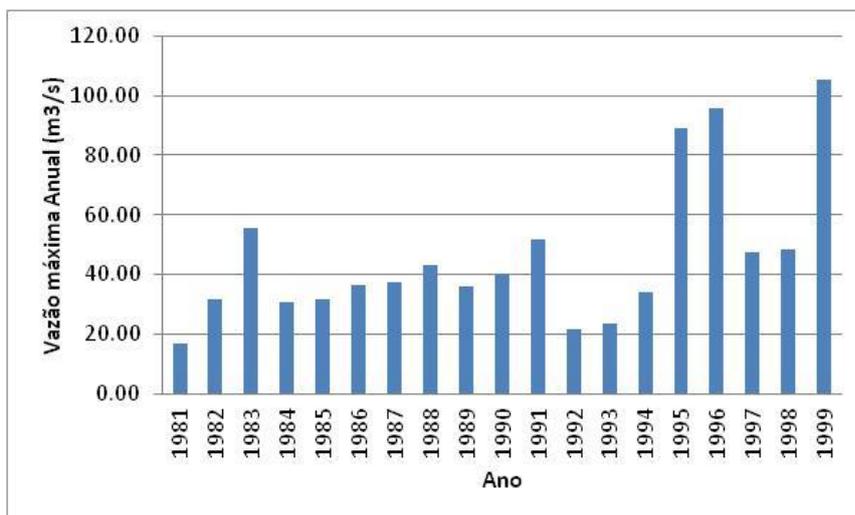


Figura 28 - Vazões Máximas anuais do Rio Jahu – Posto 5D-029

Fonte: adaptado de DAEE - <http://www.sigrh.sp.gov.br/cgi-bin/bdhm.exe/flu?lig=podfp>

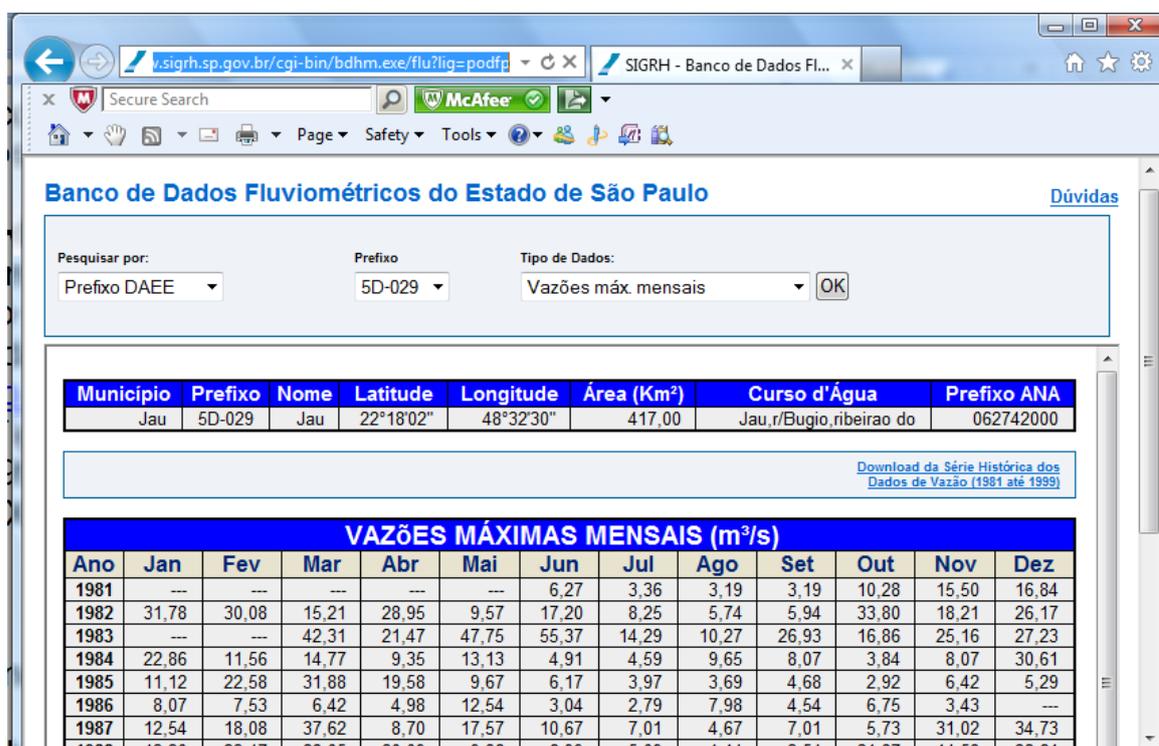


Figura 29 - Tela do Banco de Dados Fluvimétricos do Estado de São Paulo – Posto 5D-029 – Vazões máximas mensais

Fonte: DAEE, 2014

A Tabela 18 apresenta as vazões máximas anuais distribuídas de maneira decrescente, bem como a frequência de ocorrência e os respectivos períodos de retorno. Nessa mesma Tabela apresentou-se os logaritmos das vazões máximas anuais, a serem empregados nos modelos Log-Normal e Log-Pearson III.

Tabela 18- Vazões máximas anuais (Q) em ordem decrescente

Ordem	Q – Vazão Máxima Anual (m ³ /s)	Log Q	Frequência -f	Período de Retorno - T _R (anos)
1	105,20	2,02200736	0,05	20,0
2	95,72	1,98102481	0,10	10,0
3	88,93	1,94903365	0,15	6,7
4	55,37	1,74327452	0,20	5,0
5	51,83	1,71455707	0,25	4,0
6	48,21	1,68312758	0,30	3,3
7	47,58	1,67740861	0,35	2,9
8	43,30	1,63651839	0,40	2,5
9	40,46	1,60704390	0,45	2,2
10	37,62	1,57536561	0,50	2,0
11	36,32	1,56016471	0,55	1,8
12	36,17	1,55831142	0,60	1,7
13	34,05	1,53208661	0,65	1,5
14	31,88	1,50351831	0,70	1,4
15	31,78	1,50215389	0,75	1,3
16	30,61	1,48586333	0,80	1,3
17	23,74	1,37539189	0,85	1,2
18	21,60	1,33451754	0,90	1,1
19	16,84	1,22634209	0,95	1,1
Média	46,17	1,61409007		
Desvio-Padrão	24,69	0,20953156		

Fonte: a autora

As Tabelas 19, 20 e 22 apresentam os resultados obtidos para períodos de retorno (Tr) de 50, 100 e 200 anos, segundo os modelos de Gumbel, Log-Normal e Log-Pearson III, respectivamente.

Tabela 19 - Resultados das estimativas de vazões para Tr=50, 100 e 200 anos segundo o método de Gumbel

Período de Retorno – T _R (anos)	Variável reduzida de Gumbel - y	Q _{TR} (m ³ /s)
50	3,902	110,2
100	4,600	123,6
200	5,296	137,0

Fonte: a autora

Tabela 20 - Resultados das estimativas de vazões para TR=50, 100 e 200 anos segundo o método Log-Normal

Período de Retorno – T _R (anos)	Z	Log Q _{TR}	Q _{TR} (m ³ /s)
50	2,054	2,0445	110,8
100	2,326	2,1015	126,3
200	2,576	2,1538	142,5

Fonte: a autora

A Tabela 21 apresenta os parâmetros necessários para determinação do Coeficiente de Assimetria (CA), empregado para o cálculo da vazões máximas pelo método Log-Pearson III.

Tabela 21 - Determinação dos parâmetros para cálculo do Coeficiente de Assimetria (CA) a ser aplicado com o método Log-Pearson III

Ordem	Q – Vazão Máxima Anual (m ³ /s)	log Q	$(\log Q_i - \overline{\log Q})^3$
1	105,20	2,02200736	0,067876
2	95,72	1,98102481	0,049404
3	88,93	1,94903365	0,037576
4	55,37	1,74327452	0,002156
5	51,83	1,71455707	0,001014
6	48,21	1,68312758	0,000329
7	47,58	1,67740861	0,000254
8	43,30	1,63651839	0,000011
9	40,46	1,60704390	0,000000
10	37,62	1,57536561	-0,000058
11	36,32	1,56016471	-0,000157
12	36,17	1,55831142	-0,000174
13	34,05	1,53208661	-0,000551
14	31,88	1,50351831	-0,001352
15	31,78	1,50215389	-0,001403
16	30,61	1,48586333	-0,002108
17	23,74	1,37539189	-0,013600
18	21,60	1,33451754	-0,021852
19	16,84	1,22634209	-0,058297
Média	46,17	1,61409007	0,059069
Desvio-Padrão	24,69	0,20953156	

Fonte: a autora

A partir dos dados das médias e desvio padrão apresentados ao final da Tabela 21, aplicou-se a Equação (13) e calculou-se o Coeficiente de Assimetria (CA).

$$CA = \frac{19 \cdot 0,059069}{(19-1) \cdot (19-2) \cdot 0,20953156^3} = 0,3987 \cong 0,4$$

Com o valor de CA, e para cada período de retorno considerado, adotou-se o coeficiente K.

Os resultados das vazões máximas para períodos de retorno (T_R) de 50, 100 e 200 anos, segundo o modelo Log-Pearson III, estão apresentados na Tabela 22.

Tabela 22 - Resultados das estimativas de vazões para $T_R=50, 100$ e 200 anos segundo o método Log-Pearson III

Período de Retorno – T_R (anos)	K	Log Q_{TR}	Q_{TR} (m^3/s)
50	2,261	2,088	122,5
100	2,615	2,162	145,2
200	2,949	2,232	170,6

Fonte: a autora

A Tabela 23 apresenta os valores para as vazões máximas anuais, considerando os períodos de retorno (T_R) de 50, 100 e 200 anos, segundo os métodos de Gumbel, Log-Normal e Log-Pearson III.

Tabela 23 - Vazões máximas anuais obtidas para os períodos de retorno $T_R=50, 100$ e 200 anos, segundo os modelos de Gumbel, Log-Normal e Log-Pearson III

Período de Retorno – T_R (anos)	Vazões Projetadas (m^3/s)		
	Gumbel	Log Normal	Log Pearson III
50	110,2	110,8	122,5
100	123,6	126,3	145,2
200	137,0	142,5	170,6

Fonte: a autora

A partir dos resultados apresentados na Tabela 23, e das vazões máximas anuais medidas no posto fluviométrico do DAEE – 5D-029, obteve-se as curvas de regressão para cada um dos modelos para extrapolação considerada, conforme apresentado na Figura 30.

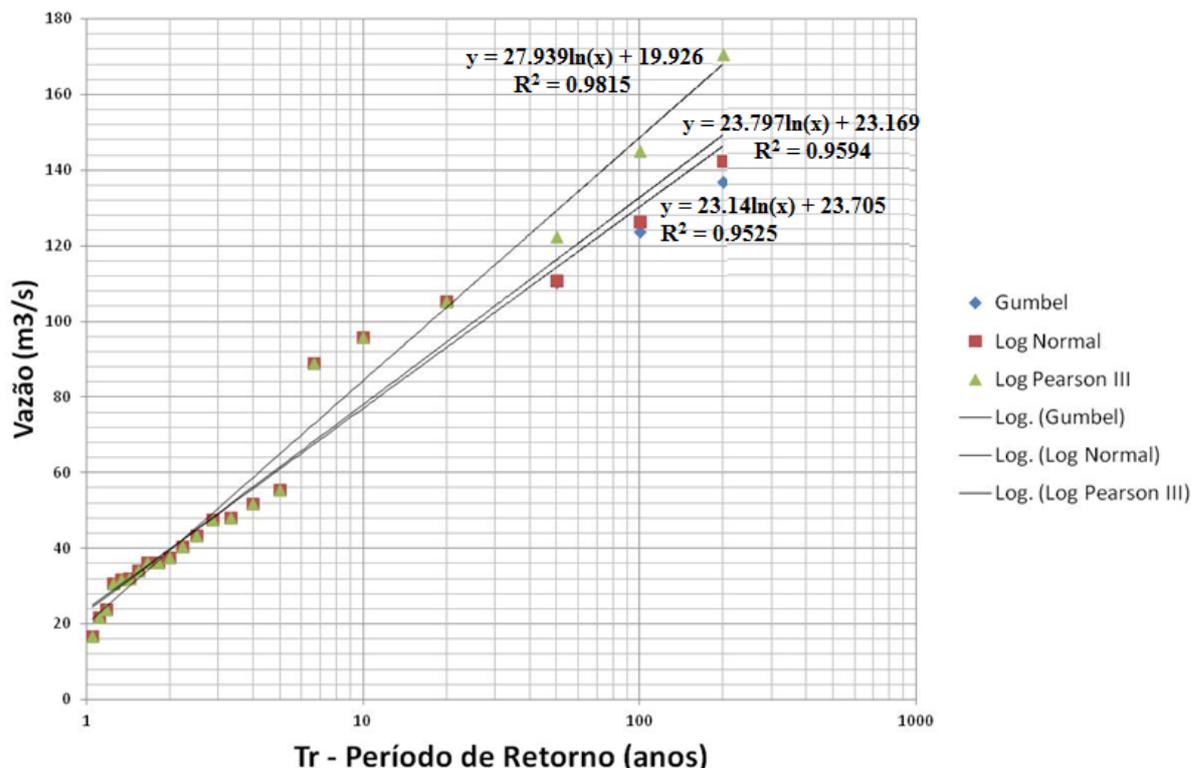


Figura 30 - Curvas de ajuste para o conjunto de pontos considerados de acordo com o método empregado para extrapolação das vazões

Fonte: a autora

Conforme pode ser observado na Figura 31, o modelo de Log-Pearson III obteve o melhor coeficiente de regressão linear $R^2 = 0,9815$, seguido pelo método de Log-Normal, com coeficiente de regressão linear $R^2 = 0,9594$, e pelo método de Gumbel, com coeficiente de regressão linear $R^2 = 0,9525$.

Dessa maneira, optou-se por empregar o método Log-Pearson III como modelo de previsão para máximas vazões anuais, por resultar em um melhor ajuste entre as vazões medidas e estimadas pelo modelo.

9.2.2.3 Aplicação do Método de Muskingum-Cunge para estimativa da propagação de ondas

Para avaliação da propagação das ondas de cheia pelo canal de macro-drenagem do rio Jahu, empregou-se o método de Muskingum-Cunge.

Inicialmente, verificou-se a área de contribuição lateral que ocorre ao longo do rio Jahu, entre os exutórios da Bacia 1 e 2, cuja relação resultou em 7,8%. Segundo Tucci (2003),

para parcelas inferiores a 15%, a influência tende a ser pequena. Dessa maneira, considerou-se apenas a vazão oriunda da Bacia 1, desprezando-se a contribuição lateral ao longo dos 7 km de canal analisado.

A partir da equação curva-chave para a seção do posto fluviométrico 5D-029, apresentada na Figura 31, calculou-se a área da seção, apresentada na Figura 32, que resultou na largura média do canal (B), igual a 16,90m.



Figura 31- Tela do Banco de Dados Fluviométricos do Estado de São Paulo – Posto 5D-029 – Equação da curva-chave
Fonte: DAEE, 2014



Figura 32 - Tela do Banco de Dados Fluviométricos do Estado de São Paulo – Posto 5D-029 – Seção Transversal
Fonte: DAEE, 2014

Para o emprego do método de propagação de onda, faz-se necessário conhecer o hidrograma no ponto de montante. Para isso, considerou-se como vazão de pico, as máximas vazões anuais obtidas para períodos de retorno (T_R) de 20, 50, 100 e 200 anos, previstas para o posto fluviométrico 5D-029, conforme apresentado na Tabela 24.

Tabela 24 - Vazões consideradas para aplicação do Método de Muskingum-Cunge no Posto Fluviométrico 5D-029

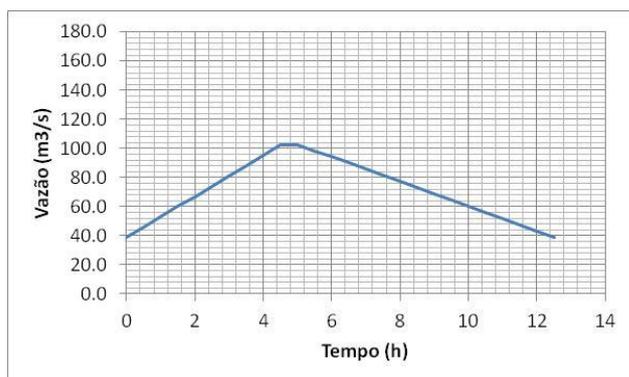
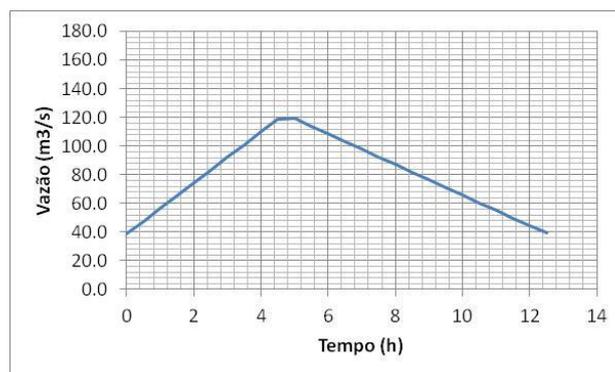
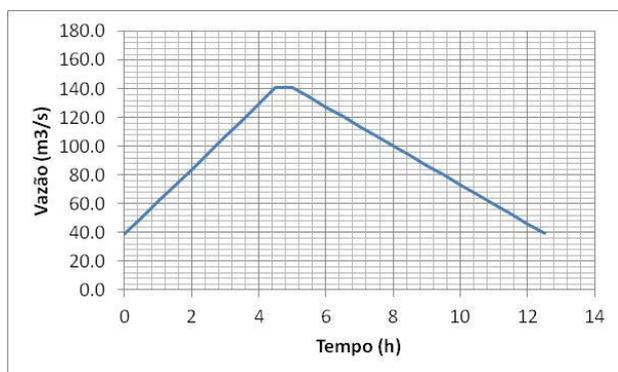
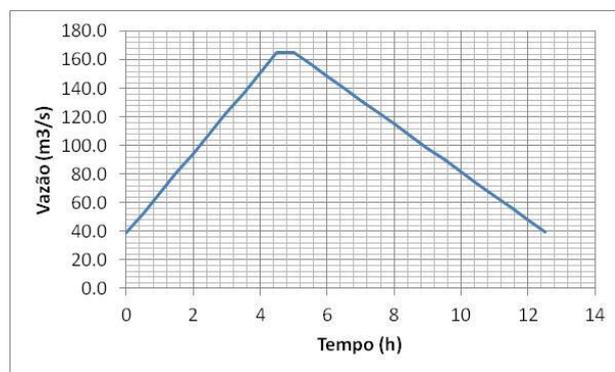
Período de Retorno – T_R (anos)	Q (m^3/s)
20	105,2
50	122,5
100	145,2
200	170,6

Fonte: a autora

Para a construção dos hidrogramas sintéticos, empregou-se o método do SCS – Soil Conservation Service, baseado primeiro princípio de Shermann, que estabelece que, para chuvas de mesma duração, o tempo de base (t_b) de um hidrograma mantém-se constante, conforme mencionado anteriormente.

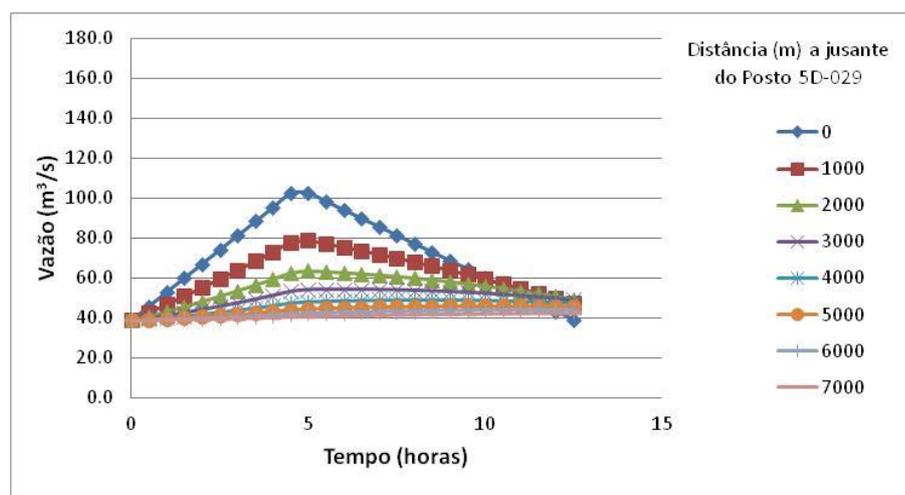
Assim, considerando uma precipitação de 15 minutos (0,25h), estimou-se o tempo de base conforme Equação (15), resultando em 12,7 horas.

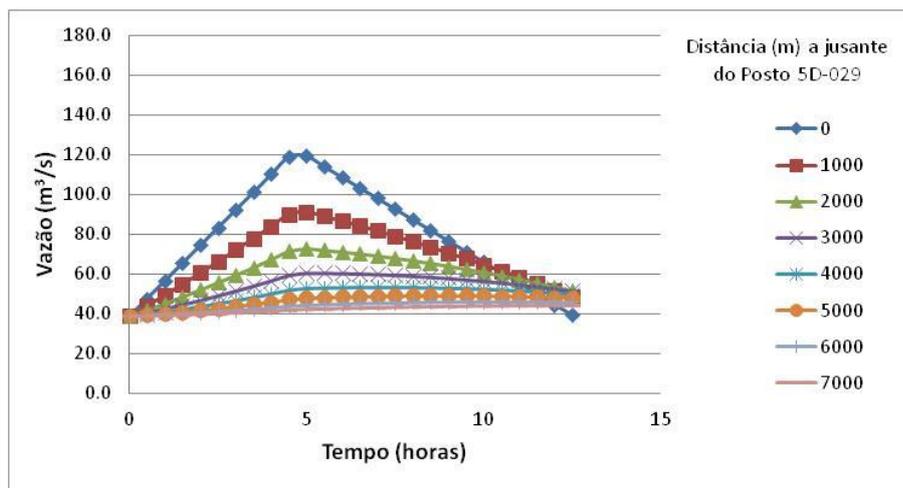
A Figura 33 mostra os hidrogramas sintetizados para os períodos de retorno $T_R=20, 50, 100$ e 200 anos no posto fluviométrico 5D-029.

(a) $Tr = 20$ anos – $Q=105,2 \text{ m}^3/\text{s}$ (b) $Tr = 50$ anos – $Q=122,5 \text{ m}^3/\text{s}$ (c) $Tr = 100$ anos – $Q=145,2 \text{ m}^3/\text{s}$ (d) $Tr = 200$ anos – $Q=170,6 \text{ m}^3/\text{s}$ **Figura 33 - Hidrogramas sintetizados a partir do Método do SCS, para o posto fluviométrico 5D-029**

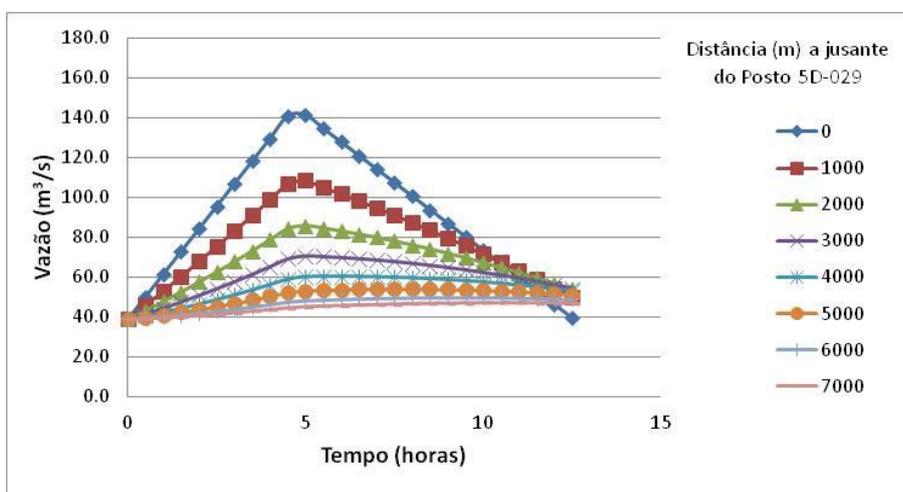
Fonte: a autora

A partir dos hidrogramas sintetizados, apresentados na Figura 33, estimou-se a propagação das ondas ao longo do rio Jahu, estando os resultados apresentados na Figura 34.

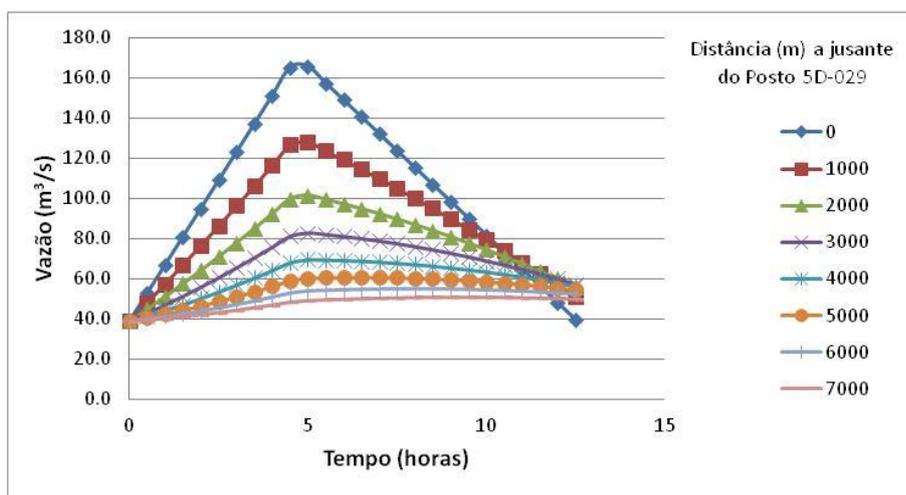
(34.a) $Tr=20$ anos



(34.b) Tr=50 anos



(34.c) Tr=100 anos



(34.d) Tr=200 anos

Figura 34 - Hidrogramas Sintéticos do SCS gerados para diferentes distâncias a jusante do Posto Fluviométrico 5D-029, considerando precipitação de 15 minutos em função do período de retorno (Tr) adotado

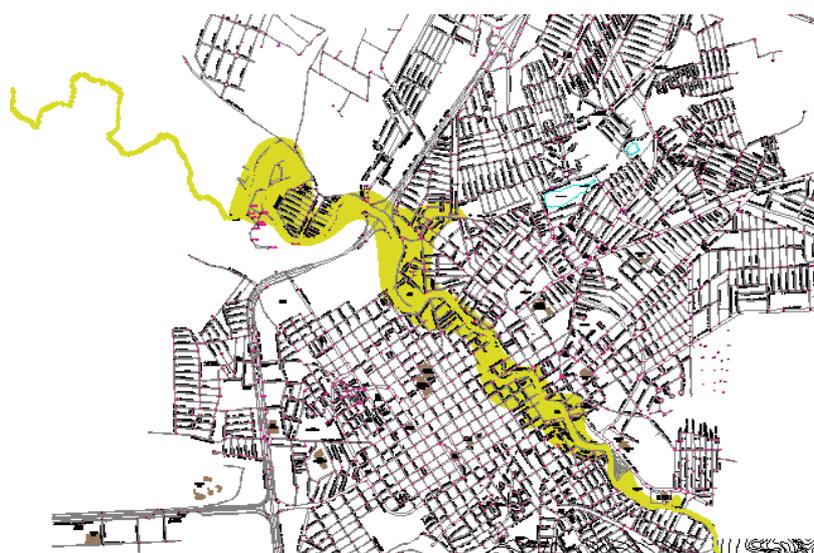
Fonte: a autora

Analisando os Hidrogramas Sintéticos apresentados na Figura 34, pode-se observar o efeito do amortecimento do pico de vazão à medida que a onda propaga-se à jusante do ponto de medição (Posto 5D-029).

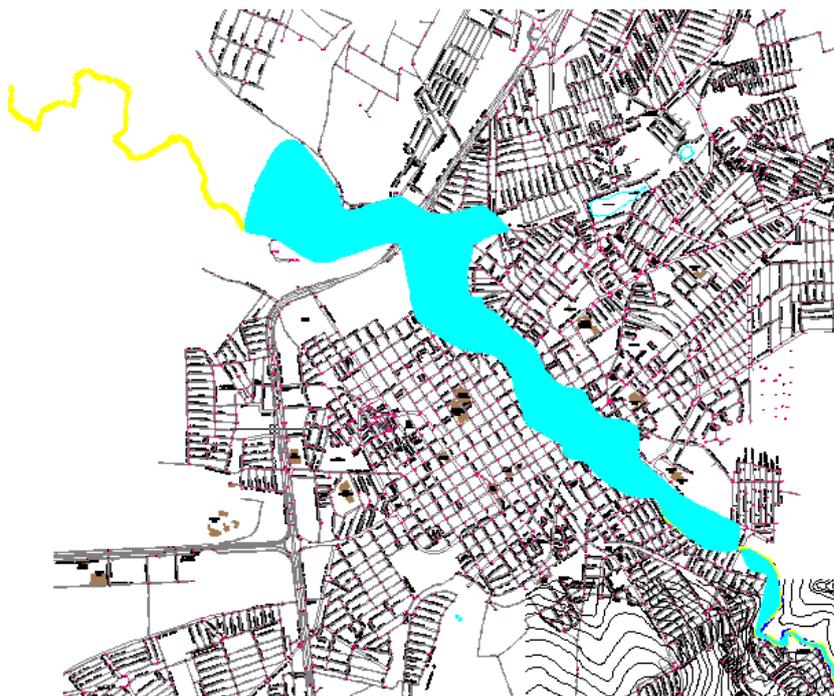
Foram consideradas as vazões máximas de cada hidrograma sintético e foram delimitadas as manchas de alagamento, no programa computacional CAD, para os períodos de retorno (Tr) de 20, 50, 100 e 200 anos, conforme apresentado nas Figuras 35.a, 35.b, 35.c e 35.d, respectivamente.



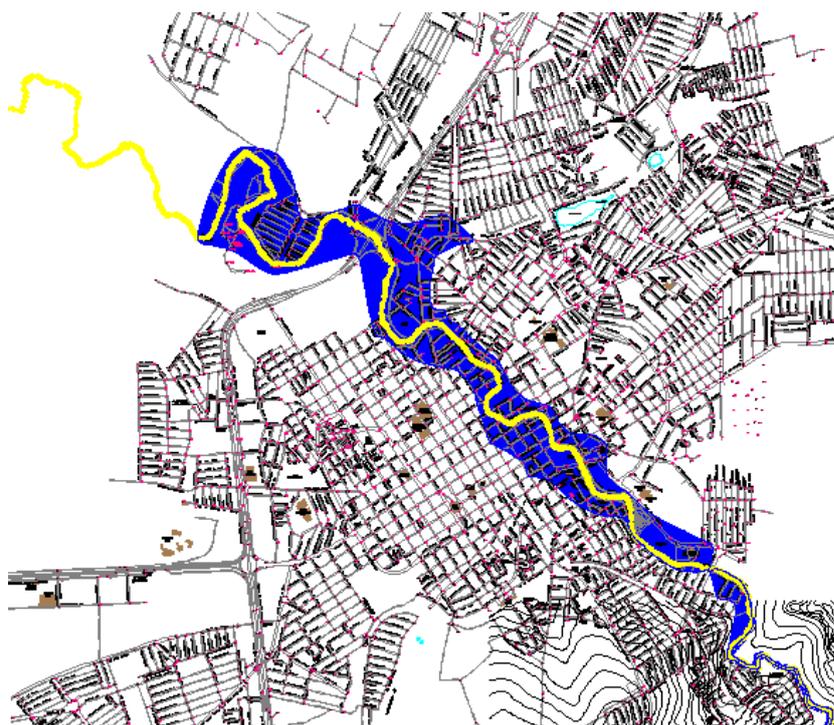
(35.a) $Tr = 20$ anos



(35.b) $Tr = 50$ anos



(35.c) Tr = 100 anos



(35.d) Tr = 200 anos

Figura 35 - Manchas de inundação considerando vazões para Tr = 20, 50, 100 e 200 anos para o rio Jahu
Fonte: a autora

As simulações das Figuras 35.a, 35.b, 35.c e 35.d apresentam as vazões de aproximadamente $1,71\text{km}^2$ para o Tr = 20 anos, $1,92\text{ km}^2$ para o Tr = 50 anos, $2,23\text{ km}^2$ para o Tr = 100 anos e $2,34\text{ km}^2$ para o Tr = 200 anos.

Das inundações que afetaram o município de Jahu e que foram mapeadas no Mapa/Figura A.26 do Apêndice A.1, obteve-se uma vazão total de aproximadamente 1,01 km².

Com isso pode-se observar que o mapa realizado com base em dados históricos e por meio de observações na realidade mostrou uma vazão menor do que as vazões obtidas nas simulações para os 4 períodos de retorno.

Essa diferença pode ser baseada no fato de as simulações realizadas com base em modelos estatísticos em hidrologia apresentaram maiores vazões devido a ausência de dados cadastrados no município de Jahu.

9.2.3 Locais estratégicos para atendimento às vítimas

Para o levantamento dos locais propícios que poderão servir de pontos estratégicos foram coletadas as informações com relação a equipamentos públicos (escolas, creches, hospitais, etc.) e outros locais com grande espaço para tornarem possíveis as atividades de logística humanitária, como por exemplo, teatro, ginásios e estádios. Esse levantamento de dados foi realizado junto com as Secretarias de Educação; de Saúde; de Cultura; de Esporte e de Turismo, conforme mostram as Tabelas de 25 à 31.

Tabela 25 - Locais estratégicos - Ginásios e estádios

Ginásios e estádios	Endereço
Estádio Zezinho Magalhães	Avenida Caetano Perlati, s/nº. Jardim Estádio
Ginásio da Vila Netinho	Rua Dom Pedro s/nº. Jardim Netinho Prado
Ginásio de Esporte Paulo Bagarini	Distrito de Potunduva
Ginásio de Esportes Álvaro Fraga	Rua Humberto Fabri, s/nº. Jardim Carolina
Ginásio de Esportes Dr. Flávio de Mello	Av. Dr. Quinzinho, 1050. Jardim Jorge Atalla
Ginásio de Esportes Dr. Neves	Praça Centenário, s/nº. Centro
Kartódromo Municipal Dr. Paulo Francisco Monte Alegre	Av. Dr. Quinzinho, s/n. Centro

Fonte: a autora

Tabela 26 - Locais estratégicos - Creches

Creches municipais	Endereço
Adnora Grisanti Mott	Avenida José Maria Almeida Prado, 563. Jardim Pedro Ometto
Augusto Ferracine	Alameda Lourenço Avelino, s/n. Jardim Antonina
CAIC 15 de Agosto	Avenida Gustavo Chiozzi, 450. Jardim Netinho Prado
Fabiana D'Agostine Troiano	Av. Dudu Ferraz, 2560. Jardim Olímpia
Iolanda Mazzei	Rua Angelo Maria Sancinetti, 445. Jardim Nova Jaú
Jandyra de Araujo Neves	Avenida Túllio Bertoldi, 44. Jardim Carolina
Maria Candida de Oliveira Franceschi	Rua São José, 340. Distrito de Potunduva
Maria de Lourdes dos R. Ferreira Dias	Rua Antonia Ribeira de Barros Freitas, 15. Vila XV
Procópio de Lima	Rua Dona Margarida de Oliveira Ribeiro de Barros, 44. Vila Ribeiro
Professora Azia Mendes Eleutério	Rua ângelo Busnardo, 162. Jardim Maria Luiza
Professora Luzia Aparecida Barletta (Petty)	Rua Visconde do Rio Branco, 157. Centro
Sandra Valéria Sagioro Campese	Avenida Primo Gazzoli, 99. Maria luiza IV
Yara Ribeiro de Amorim Brandão	Rua Olívio Storti, 48. Jardim São José

Fonte: a autora

Tabela 27 - Locais estratégicos - Hospitais

Hospitais	Endereço
Associação Hospitalar Tereza Perlatti	Praça Adolfo Bezerra de Menezes, s/n. Jardim Estádio
Fundação Amaral Carvalho	Rua Dona Silvéria, 150. Chácara Braz Miraglia
Hospital São Judas Tadeu	Rua Francisco Glicério, 855. Centro
Rede de Reabilitação Lucy Montoro - Unidade de Jaú	Rua Campos Salles, 738. Centro
Santa Casa Irmandade de Misericórdia do Jahu	Rua Riachuelo, 1073. Centro
Unimed	Rua Álvaro Floret, 565. Centro

Fonte: a autora

Tabela 28 - Locais estratégicos - Diversos

Diversos	Endereço
Corpo de Bombeiro/ Resgate	Av. Décio Pacheco de Almeida Prado, nº 33. Jardim Brasília
Teatro Municipal Elza Munerato	Av. João Ferraz Neto. Centro

Fonte: a autora

Tabela 29 - Locais estratégicos - Escolas estaduais

Escolas estaduais	Endereço
Centro de Ressocialização de Jaú Classes Provisórias	Rodovia Comandante João Ribeiro de Barros, km188. 2º Zona Industrial
EE Alvaro Fraga Moreira	Rua Humberto Fabris, s/n. Jardim Carolina
EE Caetano Lourenço de Camargo	Rua Conego Anselmo Valvekens, s/n. Centro
EE Caetano Perlatti	Rua Prudente de Moraes, 1019. Vila Nova
EE Dr. Domingos de Magalhães	Praça Túllio Espindola de Castro, s/n. Centro
EE Dr. Lopes Rodrigues	Praça Doutor Lopes Rodrigues, s/n. Chacara Braz Miraglia
EE Dr. Tolentino Miraglia	Rua Paulo Botelho de Almeida Prado, 85. Jardim são Francisco
EE Frei Galvão	Rua São José, 242. Centro
EE João Pachecho de Almeida Prado	Rua Antônio Antoniassi, s/n. Jardim Nova América
EE Major Prado	Rua Lourenço Prado, 503. Centro
EE Padre Augusto Sane	Avenida Doutor Ary Ferreira Dias, s/n. Jardim Padre Augusto Sani
EE Prof. Dr. Benedicto Montenegro	Rua Vasco Cinquini, 100. Jardim Pedro Ometto
EE Prof. José Nicolau Piragine	Rua Marechal Bitencourt, 1455. Vila Nova
EE Prof. Túllio Espindola de Castro	Avenida Zezinho Magalhães, s/n. Vila Nova
EE Prof. ^a Daltyra de Toledo Castro	Rua Sebastião R. de Barros, 131. Vila Ribeiro
EE Prof. ^a Lúcia Sampaio Galvão	Rua Augusto Furia, 55. Olaria
Hospital Amaral Carvalho Classe Hospitalar	Rua Dona Silveira, 150. Chacara Braz Miraglia

Fonte: a autora

Tabela 30 - Locais estratégicos - CMEIs

Centros Municipais de Educação Infantil - CMEI	Endereço
CMEI Abel de Carvalho	Rua Andre Thizio Galvão, 60. Residêncial Villagio de Roma
CMEI Adelio Brovelgio	Rua Humberto Fabris, 279. Jardim Carolina
CMEI Creche Medianeira	Rua Alberto Barbosa, 265. Vila Sampaio Bueno
CMEI da Barra Mansa	Bairro Barra Mansa, s/n. Barra Mansa
CMEI da Vila Ribeiro	Rua Sebastião Ribeiro de Barros, 131. Vila Ribeiro
CMEI do Bairro da Olaria	Rua Augusto Furia, 195. Olaria
CMEI do Bairro Olaria	Rua Angelo Dotto, 89. Olaria
CMEI Hilarinho Sanzovo	Rua Prudente de Moraes, 1019. Vila Nova
CMEI Mercê Terezinha Santos	Rua Luiz de Roque, 77. Jadim Conde do Pinhal I
CMEI Narcisa Chesine Ometto	Avenida José Maria de Almeida, 473. Jardim Pedro Ometto
CMEI Orlando Chesine Ometto	Rua Zilah de Souza Gomes, 1300. Jardim Orlando Ometto
CMEI Pedro Ometto	Avenida Com. José Maria de Almeida Prado, 603. Jardim Pedro Ometto
CMEI Pouso Alegre de Baixo	Rua Humberto Rinaldi, 30 - C. Pouso Alegre de Baixo
CMEI Prof.ª Dilce de Silos Mayriques	Praça Jorge Tibiriça, s/n. Centro
CMEI Prof.ª Zita Sajovic Sabbagh	Av. Gustavo Chiozzi, s/n. Jardim Netinho Prado
CMEI Prof. Antônio de Souza Amaral	Rua Visconde do Rio Branco, 273. Centro
CMEI Prof. Benedicto Alves Ferreira	Av. Monsenhor Serra, 104. Jardim Nova Jaú
CMEI Prof. Jayme de Oliveira e Souza	Rua Inácio de Almeida Prado Junior, s/n. Jardim São José
CMEI Prof. Jose Jeter Rafanelli	Rua Dona Antonia Ribeiro de Barros Freitas, 15. Jardim Antonina
CMEI Prof. Paulo Brizola Tavares	Av. Dudu Ferraz, s/nº. Jardim Novo Horizonte
CMEI Prof.ª Gemma Cardillo Ferrari	Rua Dom Pedro I, 68. Jardim Netinho Prado
CMEI Prof.ª Maria Elena de Lima Poloni	Rua Santo Antônio, 285. Distrito de Potunduva
CMEI Prof.ª Martha Vianna de Oliveira	Rua Raphael de Almeida Leite, 99. Jardim América
CMEI Prof.ª Neli Nassif	Rua Sampaio Bueno, 989. Vila Nova Jaú

CMEI Prof. ^a Romilda Leonor de Conti	Rua Joaquim Pires, 60. Jardim Vila Maria
CMEI Prof. ^a Maria de Lourdes Camargo Mello	Avenida Nene Galvão, 55. Jardim Jorge Atalla
CMEI Yara Ribeiro de Araujo Brandão	Rua Olívio Storti, 88. Jardim São José

Fonte: a autora

Tabela 31 - Locais estratégicos - Escolas municipais

Escolas municipais de ensino fundamental - EMEF	Endereço
EMEF Caetano Perlatti	Rua Presidente Moraes, 1019. Vila Nova
EMEF Comendador José Maria de Almeida Prado	Rua Domingos de Callis, 570. Jardim Nova Jaú
EMEF Dr. Pádua Salles	Rua Edgar Ferraz, 665. Centro
EMEF João Pacheco de Lima Almeida Prado	Rua Antonio Antoniassi, s/nº. Pouso Alegre de Baixo
EMEF Laudelino de Abreu	Rua Dom Pedro I, 49. Jardim Netinho Prado
EMEF Lúcia Sampaio Galvão	Rua Augusto Fúria, 55. Olaria
EMEF Prof. Antônio Waldomiro de Oliveira	Rua Luiz de Roque, 77. Jardim Conde Pinhal I
EMEF Prof. Enéas Sampaio Souza	Avenida Gustavo Chiozzi, s/n. Jardim Netinho Prado
EMEF Prof. Jayme de Oliveira e Souza	Rua Inácio de Almeida Prado Junior, s/n. Jardim são José
EMEF Prof. Mário Romeu Pelegrino	Rua Zillah de Souza Gomes, 1300. Jardim Orlando Ometto
EMEF Prof. ^a Alvarina Bizarro Souza	Rua Romeu Serignolli, 345. Jardim Sanzovo
EMEF Prof. ^a Carlota Meira Marsiglio	Rua Tosseli de Callis, 115. Jardim América
EMEF Prof. ^a Helena de Castro Piragine	Rua Ricardo Pengo, 101. Jardim Novo Horizonte
EMEF Prof. ^a Maria de Lourdes Camargo Mello	Avenida Nene Galvão, 55. Jardim Jorge Atalla
EMEF Prof. ^a Maria de Magalhães Castro	Avenida José Maria de Almeida, 603. Jardim Pedro Ometto
EMEF Professor Jayme Oliveira e Souza	Rua Inácio Prado Jr. s/nº. Jardim São José
EMEF Professora Daltira de Toledo Castro	Rua Sebastião Ribeiro de Barros, 131. Vila Ribeiro
EMEF Professora Norma Botelho	Av. Gustavo Chiosi, 450. Jardim Netinho Prado
EMEF Vereador Angelo Ronchesel	Rua Alice Apolonio Arroio, 95. Distrito de Potunduva

Fonte: a autora

Os locais estratégicos foram escolhidos devido a distância de acesso até os locais que foram afetados por inundações ou às manchas de alagamento que foram simuladas para os períodos de retorno de 20, 50, 100 e 200 anos. Para diferenciar os locais, foram estabelecidas simbologias diversas para facilitar a identificação desses locais.

A partir dessas informações, foi elaborado o tutorial com o passo-a-passo da fotointerpretação e inserção dos arquivos dos locais estratégicos no QGis (vide apêndice A.2) tendo como resultado final mapas que constam na seção 9.2.4 e no Apêndice A.3.

9.2.4 Elaboração de mapas

Para a elaboração dos mapas foram realizadas 3 (três) etapas, onde na primeira consistiu em inserir, no QGis, arquivos coletados junto à Prefeitura Municipal de Jahu. Na segunda etapa foram inseridos os arquivos finais, apresentados na seção 9.2.2.3, com a delimitação das manchas de alagamento para os períodos de retorno para 20, 50, 100 e 200 anos que foram realizados no programa computacional CAD.

Na terceira etapa foram inseridos os arquivos dos locais estratégicos para cada período de retorno. Foram elaborados “Polígonos Voronoi” com o intuito de identificar as áreas de influência, de acordo com os locais estratégicos para o município de Jahu.

As áreas de influências (Polígonos Voronoi) permitem dividir as áreas para cada local estratégico estabelecido. Nesse caso, se algum evento vier a ocorrer, será possível identificar por meio da localização da vítima o melhor ponto estratégico para transportar a mesma por meio dessas áreas de influências.

Foram atribuídos aos locais estratégicos valores de acordo com o grau de prioridade de distância com relação às áreas delimitadas na simulação para os TRs de 20, 50, 100 e 200 anos. Foram atribuídos aos locais valores com relação ao tipo de equipamento urbano, como escolas, creches, hospitais. Essas etapas podem ser vistas no passo-a-passo/tutorial, do Apêndice A.3

Os mapas foram classificados:

- De acordo com a distância dos locais estratégicos (Figuras 36, 38, 40, 42, 44, 46): Nesse caso foram atribuídos valores de 1 a 5, sendo que 1 = altíssima prioridade, 2 = alta prioridade, 3 = média prioridade, 4 = baixa prioridade, e 5= baixíssima prioridade.
- De acordo com os tipos de equipamentos urbanos (Figuras 37, 39, 41, 43, 45, 47): Os equipamentos urbanos foram classificados por meio de simbologias:

	Hospital
	CMEI
	Corpo de bombeiros
	Creche
	Escola
	Ginásio
	Kartódromo
	Teatro

O mapa da Figura 36 apresenta a comparação entre as inundações que ocorreram no município de Jahu e as simulações realizadas para os períodos de retorno para 20, 50, 100 e 200 anos em relação a distância dos locais estratégicos.

O mapa da Figura 37 apresenta também a comparação entre as inundações que ocorreram no município de Jahu e as simulações para os TR 20, 50, 100 e 200 anos, porém com relação aos tipos de equipamentos urbanos.

Os mapas das Figuras 36 e 37 visam mostrar as análises feitas com base em dados hidrológicos pelo método de Muskingum-Cunge, porém buscam ressaltar a importância da comparação com um mapeamento realizado por meio de observações na realidade, já que a simulação considera apenas algumas características morfométricas da bacia, como por exemplo, a declividade constante ao longo do talvegue no trecho urbano. Além disso, a falta de cadastros de galerias pluviais não permitiu analisar outros fatores que afetam as áreas em observação. Dessa maneira, não foi possível, durante a simulação, analisar alguns outros fatores que afetam as áreas alagadas, como o estado das galerias pluviais (capacidade, velocidade de escoamento, etc.), capacidade de infiltração do solo e obras que possam vir a obstruir o escoamento de água. Assim, fez-se importante comparar um mapa resultante de modelo matemático com um mapa realizado a partir de uma situação real, que possa permitir fazer uma observação do panorama geral.

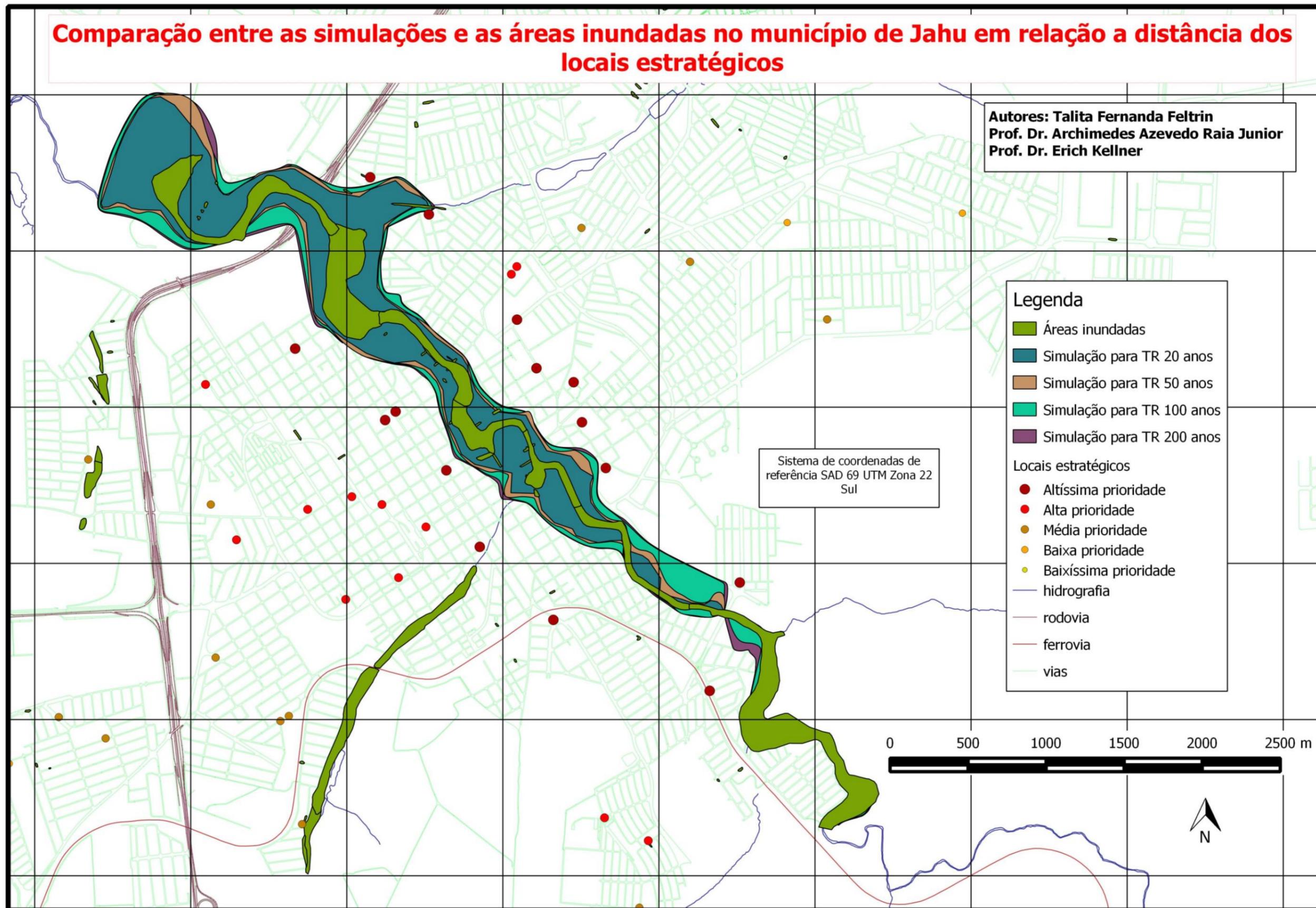


Figura 36- Comparação entre as simulações e as áreas inundadas do município de Jahu em relação a distância dos locais estratégicos

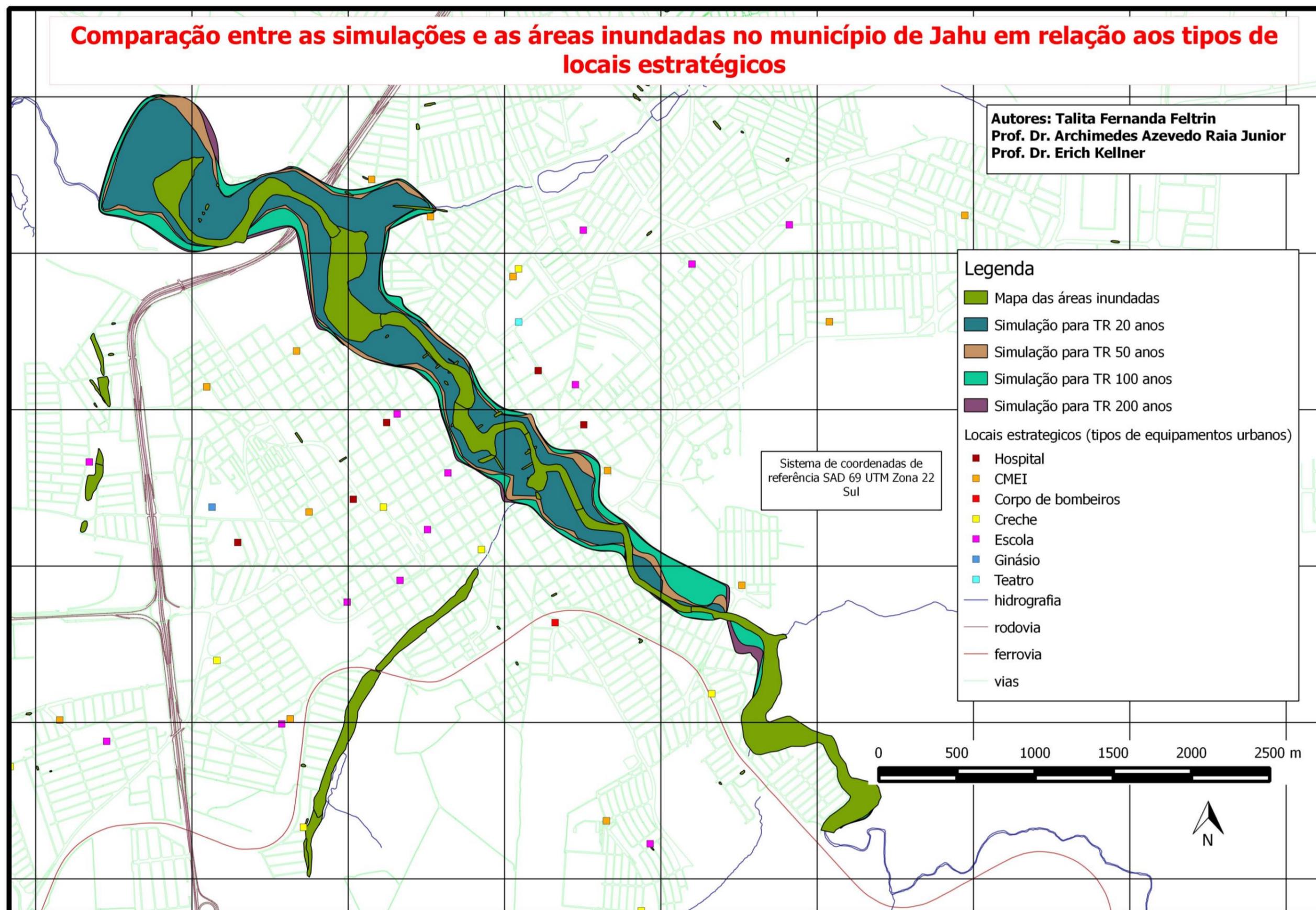


Figura 37 - Comparação entre as simulações e as áreas inundadas no município de Jahu em relação aos tipos de locais estratégicos

As Figuras 38 e 39 apresentam as áreas que foram afetadas por inundações, com os locais estratégicos, da seção 9.2.3, que poderiam ter sido utilizados para o atendimento das vítimas durante a ocorrência desses eventos. A Figura 38 apresenta as áreas inundadas com relação a distância dos locais estratégicos e a Figura 39, as áreas inundadas em relação aos tipos de equipamentos urbanos.

Para a priorização da distância dos locais estratégicos para o mapa da Figura 38 foram consideradas as seguintes simbologias:

-  Até 700m de distância das áreas inundadas: Local estratégico com altíssima prioridade
-  Entre 700m e 1Km: Local estratégico com alta prioridade
-  Entre 1Km e 1,8Km: Local estratégico com média prioridade
-  Entre 1,8Km e 3Km: Local estratégico com baixa prioridade
-  Acima de 3Km: Local estratégico com baixíssima prioridade

No total foram considerados 64 equipamentos urbanos (dentre escolas, creches, hospitais, ginásio, etc) que poderiam servir como locais estratégicos.

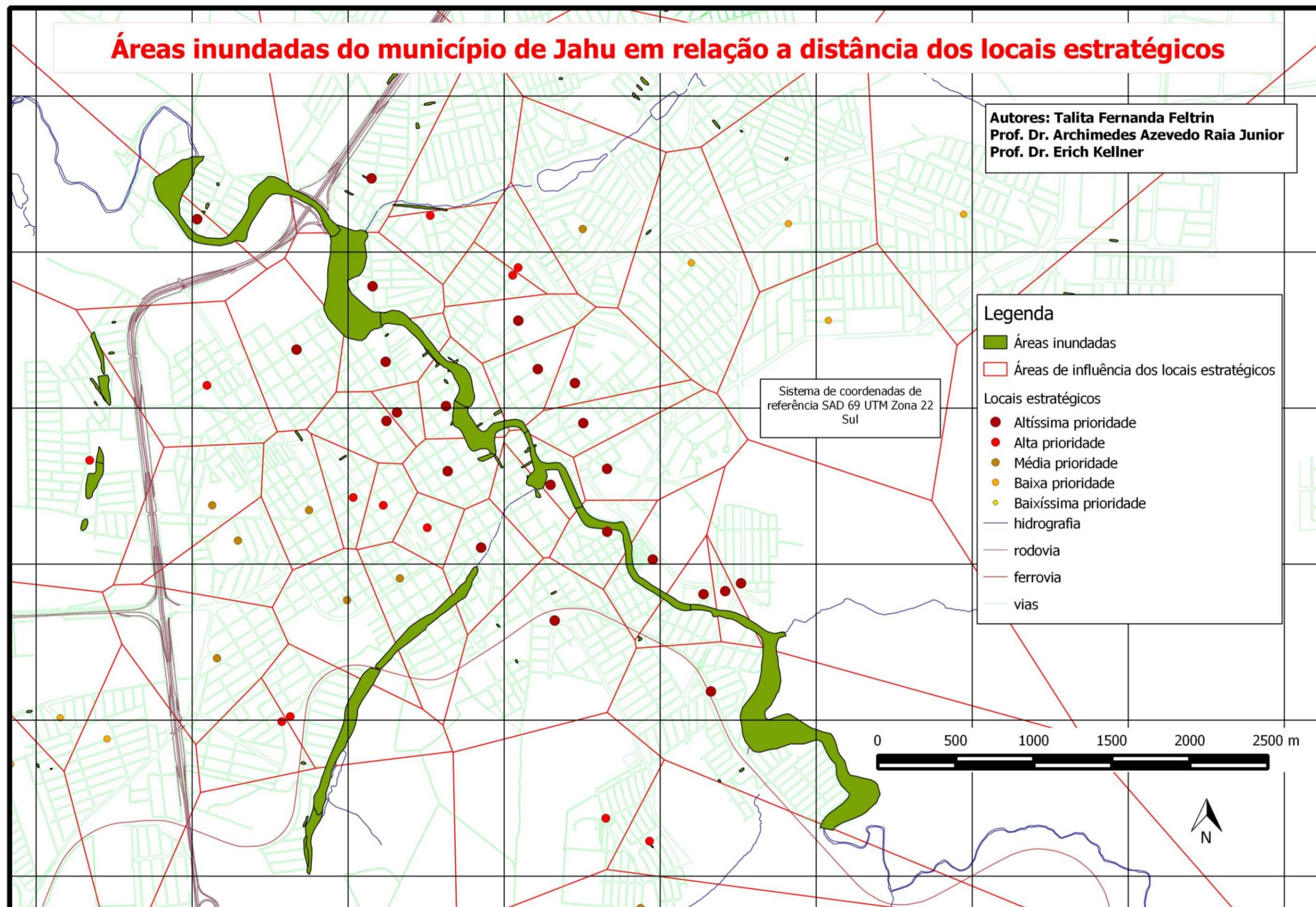


Figura 38 - Áreas inundadas no município de Jahu em relação a distância dos locais estratégicos

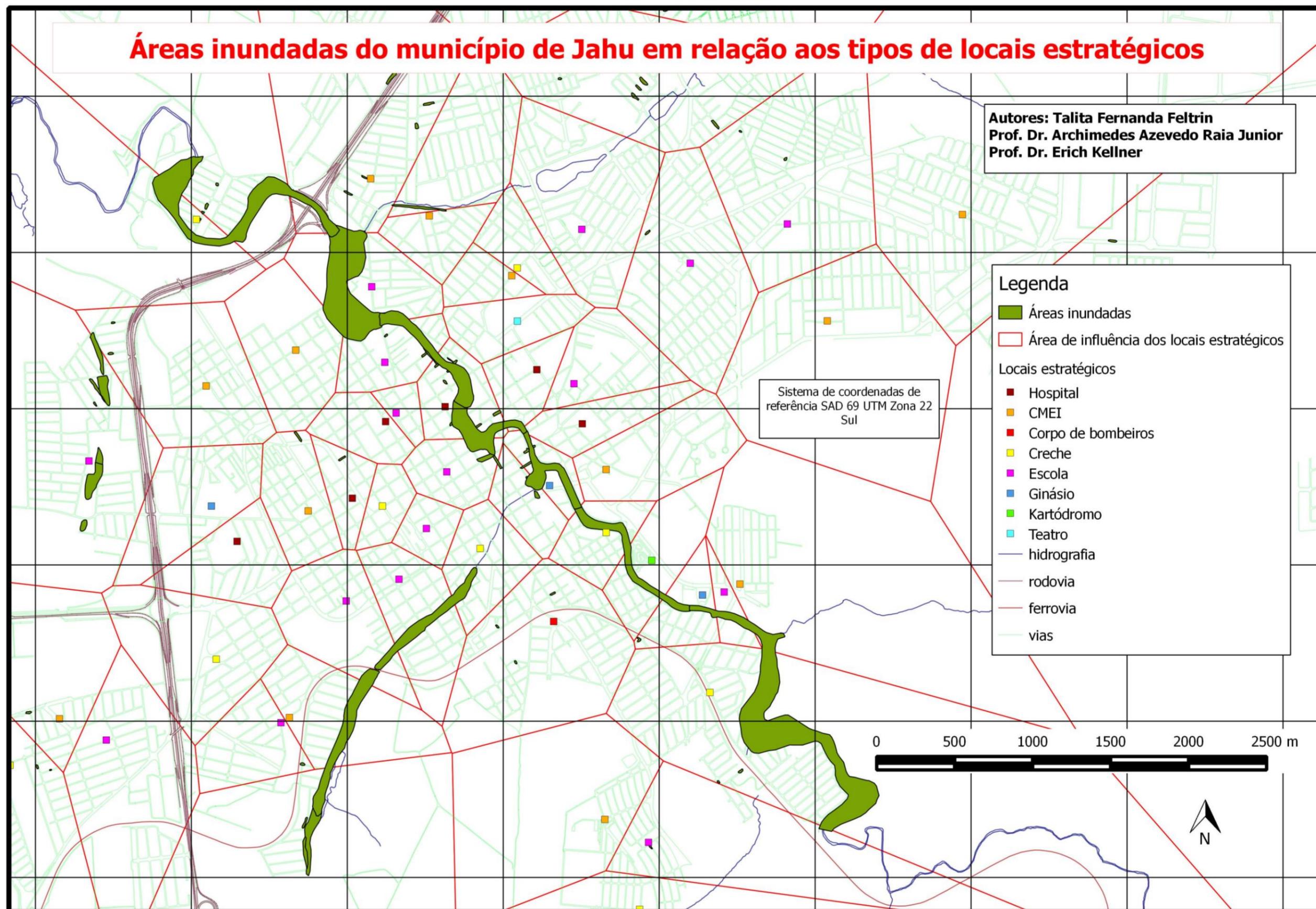


Figura 39 - Áreas inundadas do município de Jahu em relação aos tipos de locais estratégicos

As Figuras 40 e 41 apresentam o mapa para a simulação realizada para o Período de retorno de 20 anos. A figura 40 apresenta a mancha delimitada para o TR 20 anos em relação a distância dos locais estratégicos e a Figura 41 apresenta a mancha delimitada para o TR 20 anos em relação aos tipos de equipamentos urbanos.

Para a priorização da distância dos locais estratégicos para a simulação do período de retorno de 20 anos (mapa da Figura 40) foram consideradas as seguintes simbologias:

-  Até 600m de distância da mancha delimitada: Local estratégico com altíssima prioridade
-  Entre 600m e 800m: Local estratégico com alta prioridade
-  Entre 800m e 2Km: Local estratégico com média prioridade
-  Entre 2Km e 4Km: Local estratégico com baixa prioridade
-  Acima de 4Km: Local estratégico com baixíssima prioridade

Para o mapa das áreas inundadas foi obtida uma vazão total de aproximadamente 1,1 km². Para a simulação para o período de retorno de 20 anos foi apresentada uma vazão de aproximadamente 1,71 km². Devido a diferença entre essas áreas, observou-se que 2 dos 64 possíveis locais estratégicos seriam afetados. Nesse caso, 62 equipamentos urbanos poderiam ser utilizados como locais para assistência humanitária para essa simulação, sendo que foram desconsiderados os seguintes locais:

Creche Maria de Lourdes do R. Ferreira Dias;

Creche Yara Ribeiro de Amorim Brandão



Figura 40 - Distância dos locais estratégicos para a simulação TR 20 anos

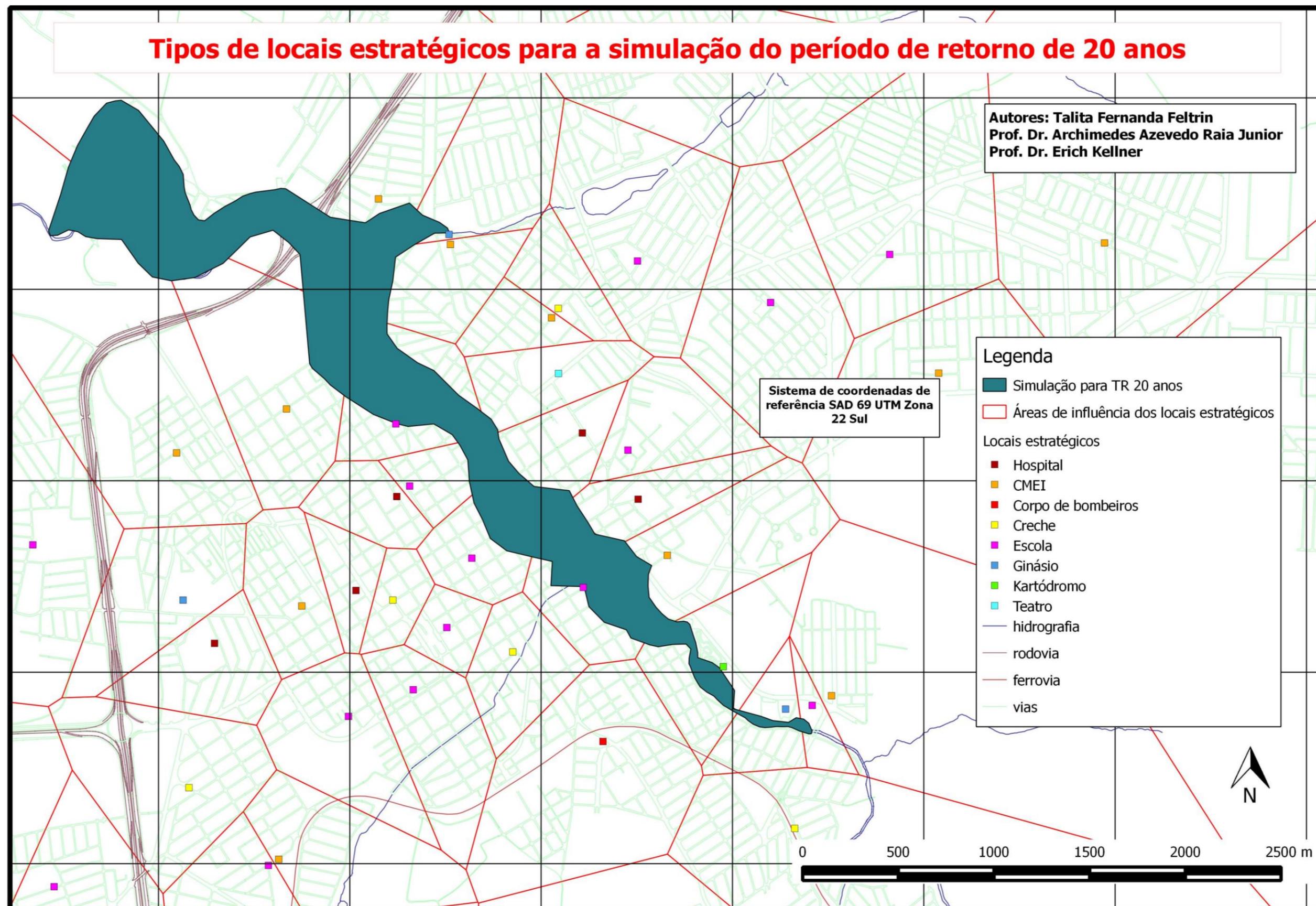


Figura 41 - Tipo de locais estratégicos para a simulação TR 20 anos

As Figuras 42 e 43 mostram a simulação realizada para o Período de retorno de 50 anos. A figura 42 apresenta a mancha delimitada para o TR 50 anos em relação a distância dos locais estratégicos e a Figura 41 apresenta a mancha delimitada para o TR 50 anos em relação aos tipos de equipamentos urbanos.

Para a priorização da distância dos locais estratégicos para a simulação do período de retorno de 50 anos (mapa da Figura 42) foram consideradas as seguintes simbologias:

-  Até 600m de distância da mancha delimitada: Local estratégico com altíssima prioridade
-  Entre 600m e 2Km: Local estratégico com alta prioridade
-  Entre 2Km e 3Km: Local estratégico com média prioridade
-  Entre 3Km e 4Km: Local estratégico com baixa prioridade
-  Acima de 4Km: Local estratégico com baixíssima prioridade

A partir do mapa das áreas inundadas foi obtida uma vazão total de aproximadamente 1,1 km² e para a simulação para o período de retorno de 50 anos registrou-se uma vazão de aproximadamente 1,92 km². Isso permitiu observar que 5 dos 64 possíveis locais estratégicos seriam afetados. Nesse caso, 59 equipamentos urbanos poderiam ser utilizados como locais para assistência humanitária para essa simulação, sendo que foram desconsiderados os seguintes locais:

Creche Maria de Lourdes do R. Ferreira Dias;

Creche Yara Ribeiro de Amorim Brandão;

EE Prof.^a Daltyra de Toledo Castro;

Estádio Zezinho Magalhães;

Rede de Reabilitação Lucy Montoro.

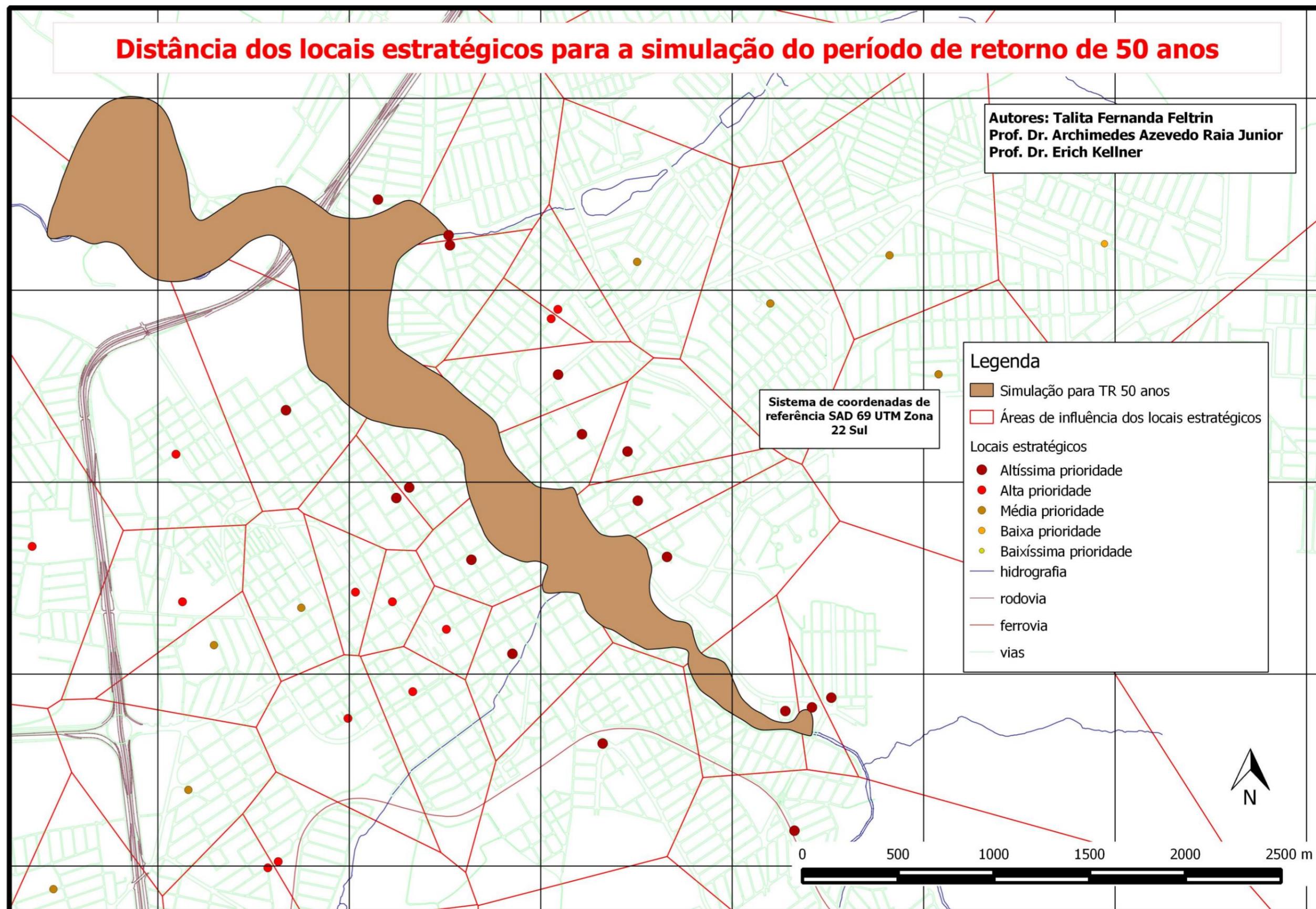


Figura 42 - Distância dos locais estratégicos para a simulação TR 50 anos

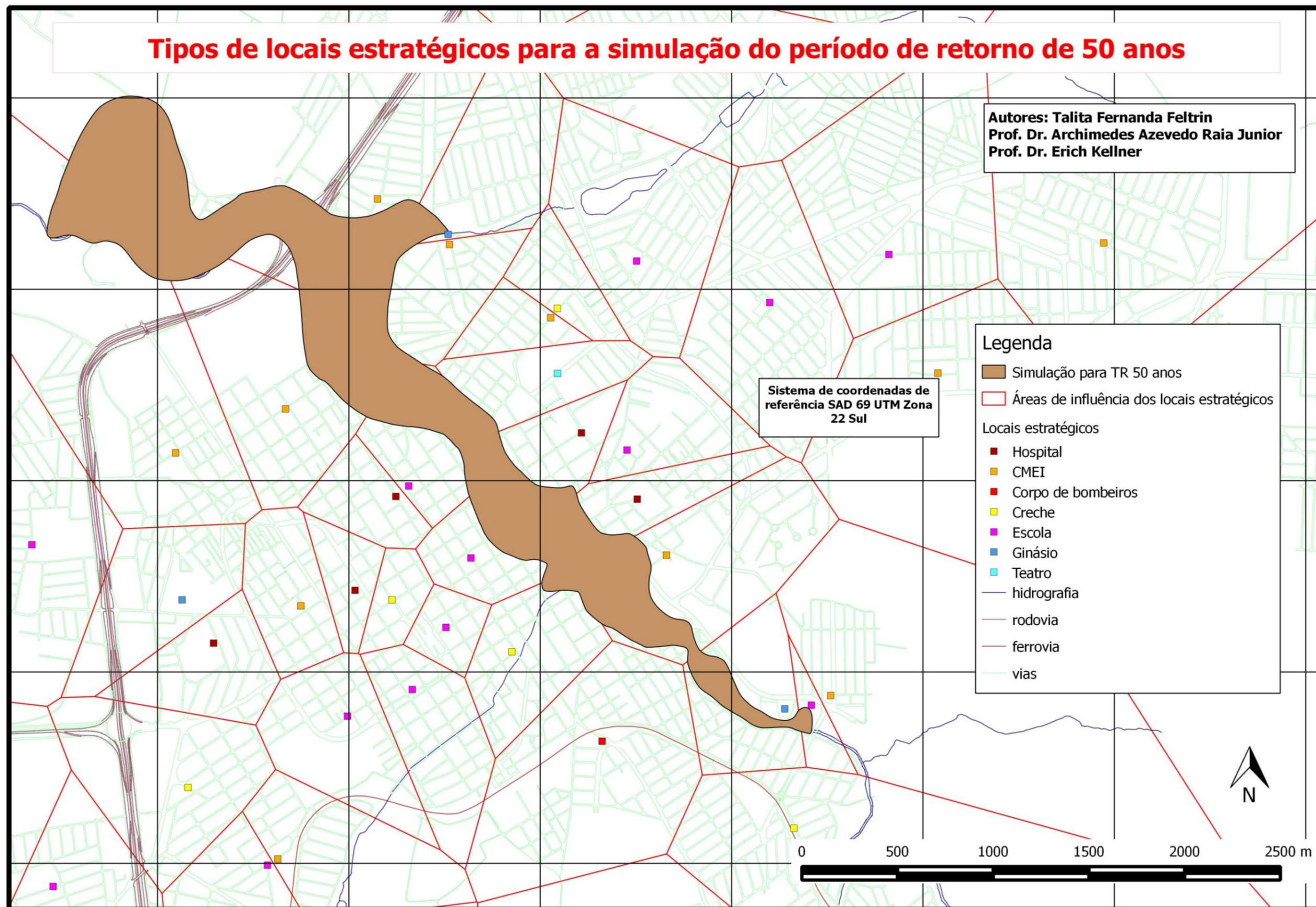


Figura 43 - Tipos de locais estratégicos para a simulação TR 50 anos

As Figuras 44 e 45 apresentam a simulação realizada para o Período de retorno de 100 anos, sendo que a Figura 44 apresenta a mancha delimitada para o TR 100 anos em relação a distância dos locais estratégicos e a Figura 45 apresenta a simulação do TR 100 anos em relação aos tipos de equipamentos urbanos.

Para a priorização da distância dos locais estratégicos para a simulação do período de retorno de 100 anos (mapa da Figura 44) foram consideradas as seguintes simbologias:

-  Até 600m de distância da mancha delimitada: Local estratégico com altíssima prioridade
-  Entre 600m e 1Km: Local estratégico com alta prioridade
-  Entre 1Km e 3Km: Local estratégico com média prioridade
-  Entre 3Km e 4Km: Local estratégico com baixa prioridade
-  Acima de 4Km: Local estratégico com baixíssima prioridade

Como o mapa das áreas inundadas apresentou uma vazão total de aproximadamente 1,1 km² e para a simulação para o período de retorno de 100 anos foi obtida a vazão de aproximadamente 2,23 km², pôde-se observar que 8 dos 64 possíveis locais estratégicos seriam afetados. Nesse caso, 56 equipamentos urbanos poderiam ser utilizados como locais para assistência humanitária para essa simulação, sendo que foram desconsiderados os seguintes locais:

Creche Maria de Lourdes do R. Ferreira Dias;

Creche Yara Ribeiro de Amorim Brandão;

EE Prof.^a Daltyra de Toledo Castro;

EMEF Prof. Maria de Lourdes Camargo Mello;

Ginásio de Esportes Dr. Flávio de Mello;

Ginásio de Esportes Dr. Neves;

Kartódromo Municipal Dr. Paulo Francisco Monte Alegre;

Rede de Reabilitação Lucy Montoro.

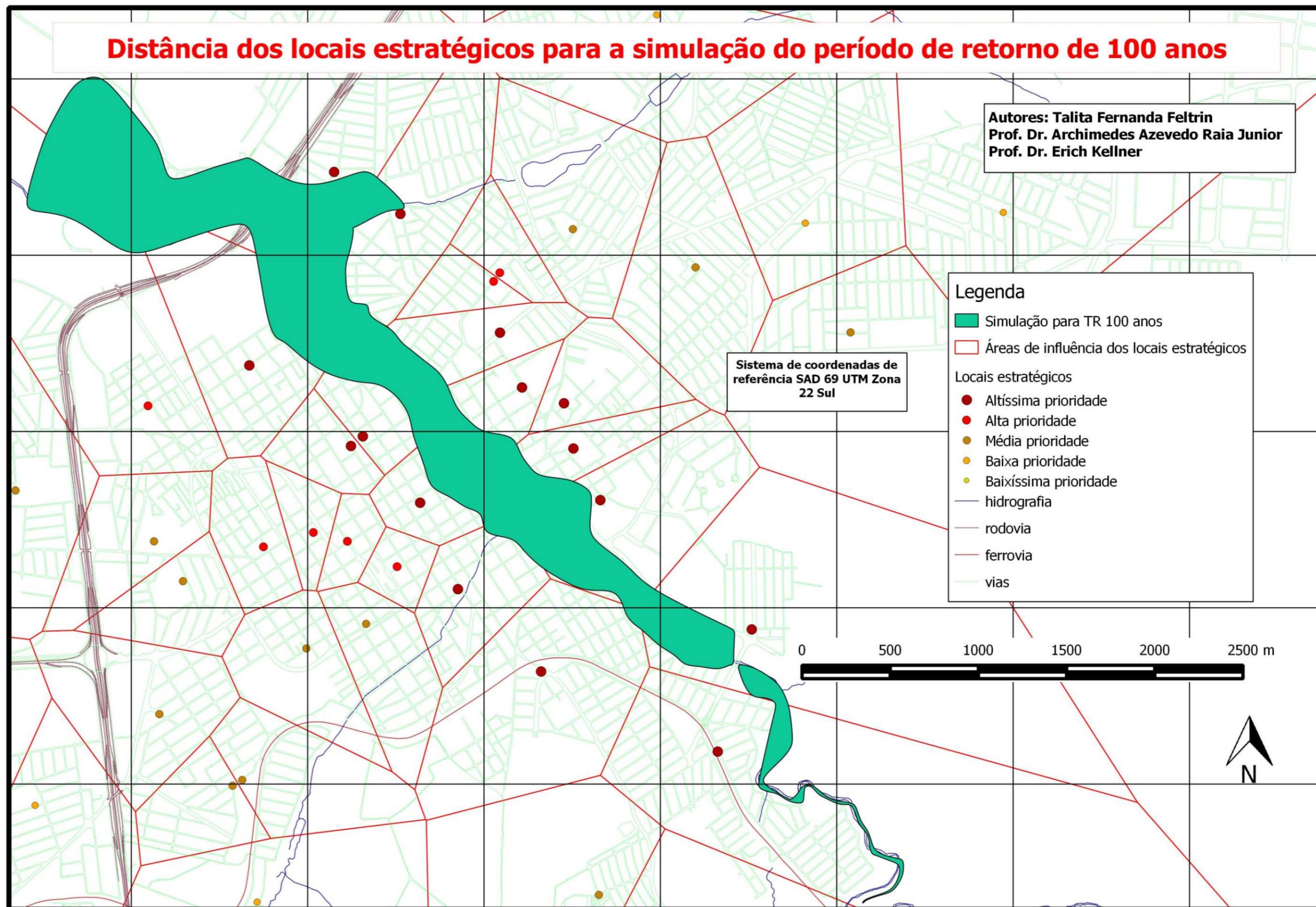


Figura 44 - Distância dos locais estratégicos para a simulação TR 100 anos

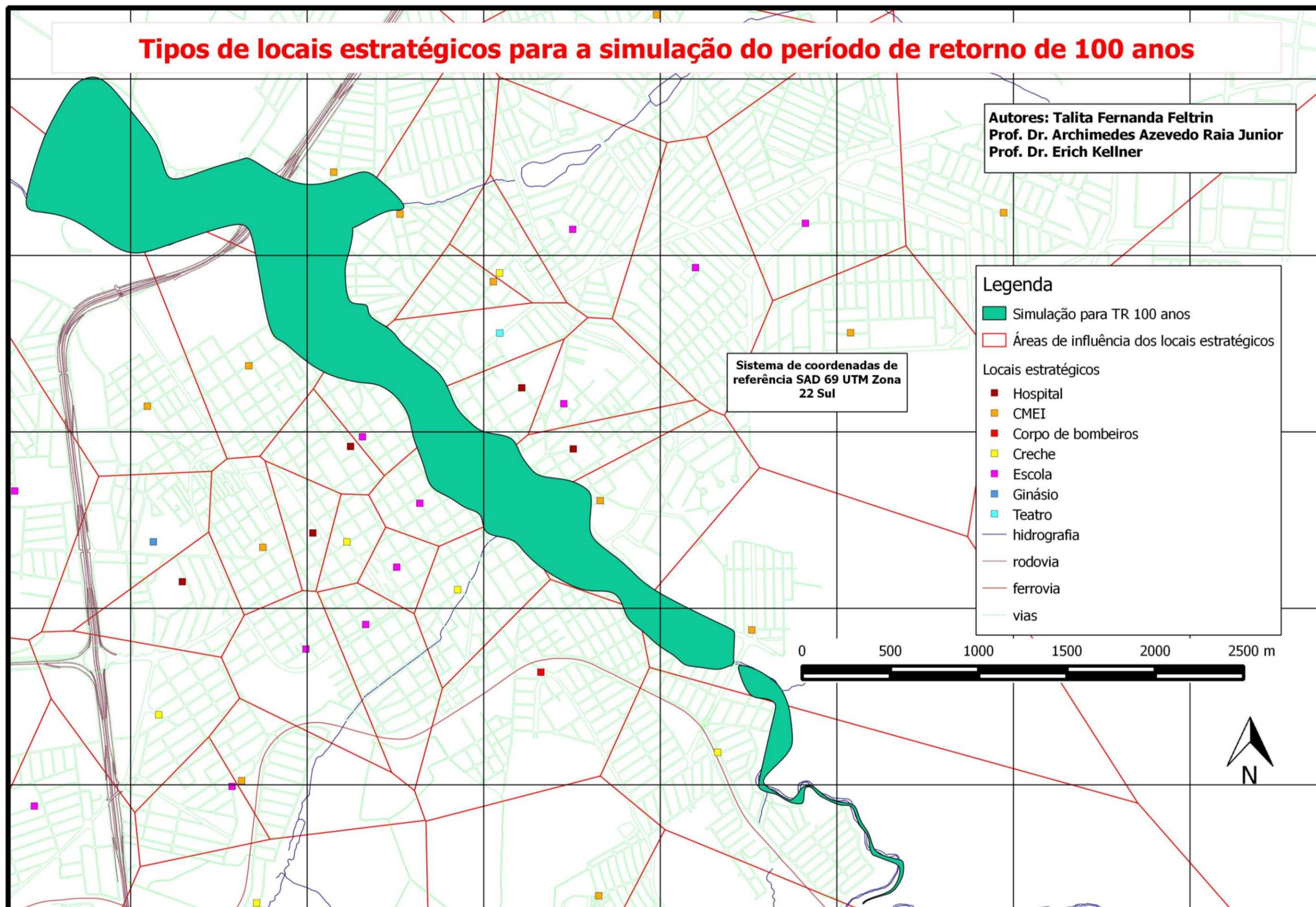


Figura 45 - Tipos de locais estratégicos para a simulação TR 100 anos

As Figuras 46 e 47 apresentam a simulação realizada para o Período de retorno de 200 anos. A Figura 46 apresenta a mancha delimitada para o TR 200 anos em relação a distância dos locais estratégicos e a Figura 47 apresenta a simulação do TR 200 anos em relação aos tipos de equipamentos urbanos.

Para a priorização da distância dos locais estratégicos para a simulação do período de retorno de 200 anos (mapa da Figura 46) foram consideradas as seguintes simbologias:

-  Até 600m de distância da mancha delimitada: Local estratégico com altíssima prioridade
-  Entre 600m e 1,5Km: Local estratégico com alta prioridade
-  Entre 1,5Km e 2,5Km: Local estratégico com média prioridade
-  Entre 2,5Km e 4Km: Local estratégico com baixa prioridade
-  Acima de 4Km: Local estratégico com baixíssima prioridade

A partir do mapa das áreas inundadas foi obtida uma vazão total de aproximadamente 1,1 km² e para a simulação para o período de retorno de 200 anos registrou-se uma vazão de aproximadamente 2,34 km². Isso permitiu observar que dos 64 possíveis locais estratégicos 8 locais seriam afetados. Nesse caso, 56 equipamentos urbanos poderiam ser utilizados como locais para assistência humanitária para essa simulação, sendo que foram desconsiderados os mesmos 8 locais que não foram considerados no mapeamento do período de retorno de 100 anos.

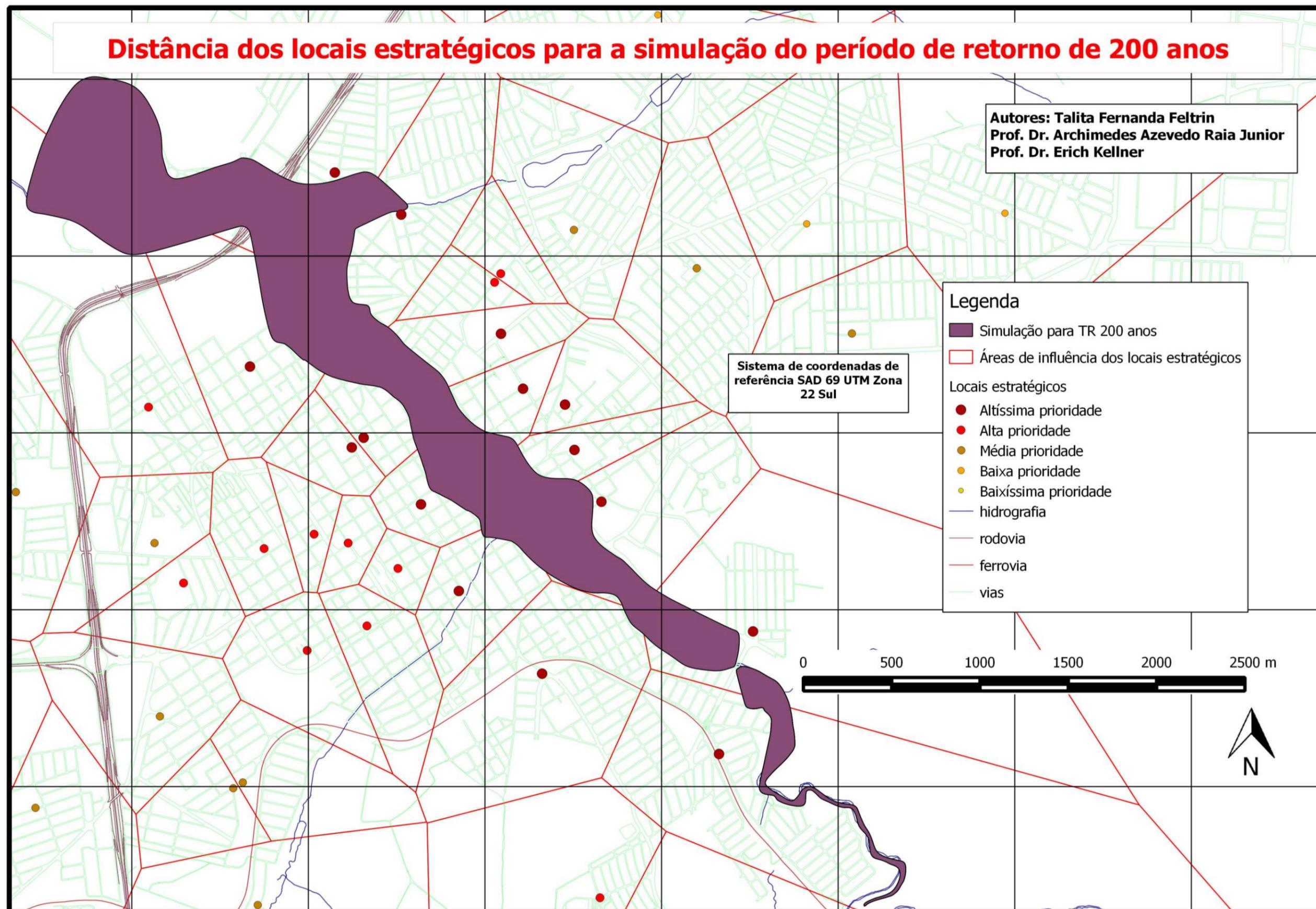


Figura 46 - Distância dos locais estratégicos para a simulação TR 200 anos

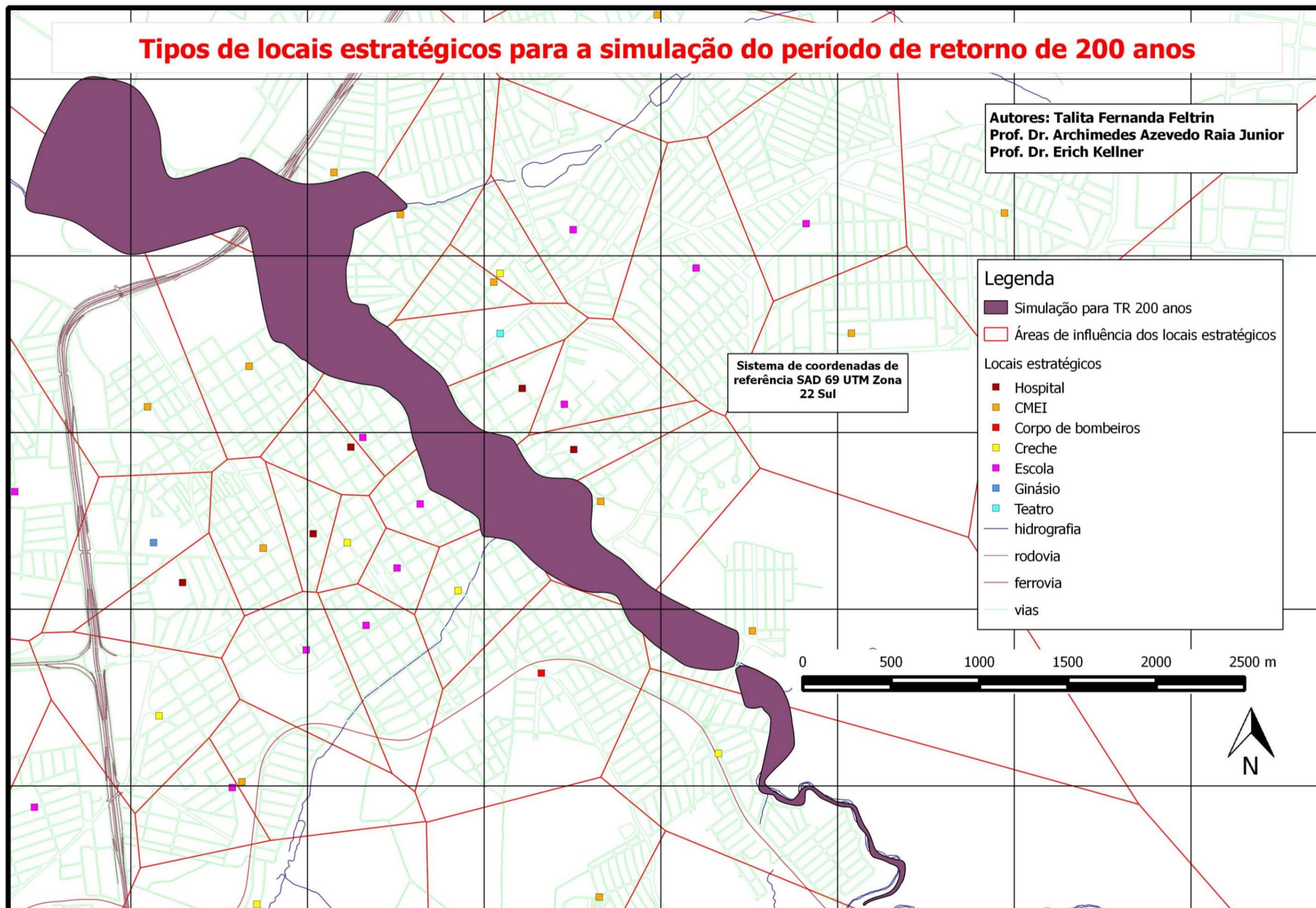


Figura 47 - Tipos de locais estratégicos para a simulação TR 200 anos

9.2.5 *Uso da ferramenta LSS*

Para a utilização da ferramenta LSS, coletaram-se alguns dados junto à Defesa Civil e também foram utilizados outros dados hipotéticos, estimados com base nos relatos do dia 15 de novembro de 2011. Com isso, foi possível realizar uma simulação para exemplificar como a ferramenta LSS pode vir a auxiliar a gestão de suprimentos (vide Apêndice B) e a partir dessa simulação gerar dois modelos de relatórios com as entradas e saídas de suprimentos.

As entradas de suprimentos podem ter vários tipos de origem, como por exemplo, por consignação, por remessa, por compra ou a mais comum durante uma situação emergencial: por doações.

No caso de Jahu, quando acontece algum desastre, a grande quantidade de suprimentos recebidos dá-se por meio de doações e, por isso, para essa simulação foi considerada essa opção para gerar os relatórios finais.

Dentre as aplicações do LSS, foram utilizadas as duas opções mais importantes que devem ser consideradas durante uma ação emergencial: entradas e saídas.

1. Entradas

Como dito anteriormente, devido à falta de dados e de informações confiáveis, alguns dados foram estimados para a elaboração do relatório. Na Figura 48, pode-se verificar a inserção de alguns dos dados no banco de dados. Dentre esses, pode-se ver o registro de alguns itens como, medicamentos (*cephalexin/cefalexina*), recursos humanos (*civil engineer/engenheiro civil*, *driver/motorista*, *military officer/oficial militar*), roupas (*clothes*), comida (*food*), dentre outros.

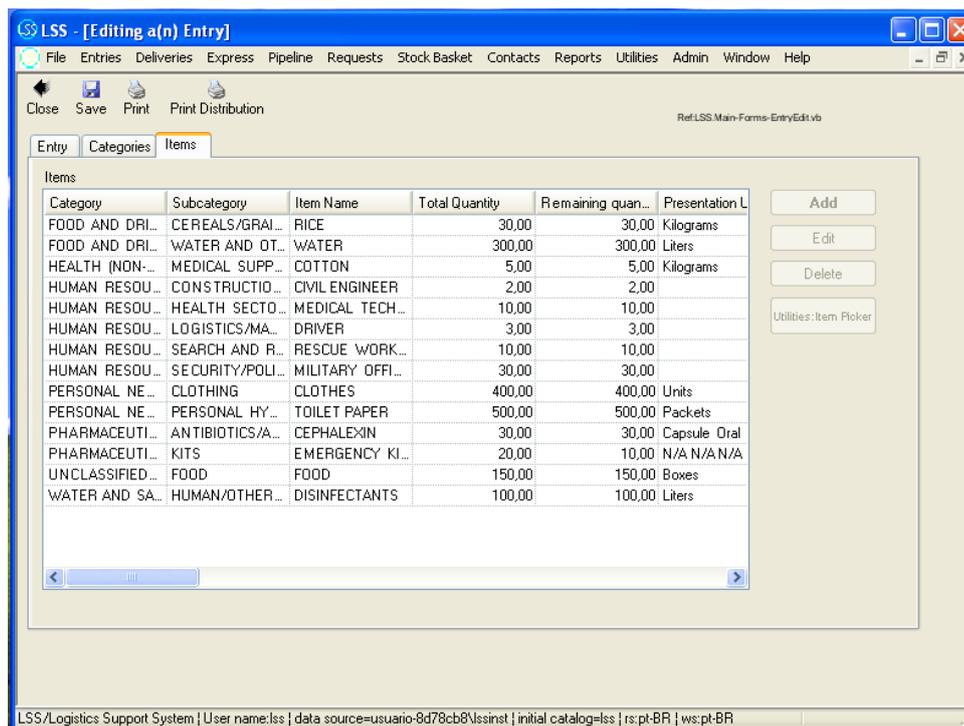


Figura 48 - Criação de itens (suprimentos e recursos) no banco de dados

Fonte: a autora

A partir da inserção desses dados, foi possível emitir um modelo de relatório com as entradas de suprimentos (Figura 49) em algum dos formatos que a ferramenta permite salvar (excel, xls, html ou pdf).

Logistics Support System											
Inundações em Jaú											
Entry Distribution D-000001											
Date of Entry	16/11/2011	Sent on	16/11/2011	Item Details							
Reference/Order	15/11/2011 - 1	Shipment Docs/Invoice	-								
Consignor/Provider	Anônimo	Transporter Information	Not available								
Consignor/Provider	Brazil	Mode of Transportation	Land								
Consignee/Destination		Additional Documents									
Received by	Defesa Civil/Sec. de assistência social	Estimated Total Cost	0,00	Comments							
		Number of Pieces	0,00								
Actual Categories				Has Items	Estimated Weight (kg)		Actual Weight (kg)				
FOOD AND DRINK				Yes	100,00		360,00				
HEALTH (NON-PHARMACEUTICAL)				Yes	15,00		5,00				
PERSONAL NEEDS/EDUCATION				Yes	10,00		260,00				
PHARMACEUTICAL				Yes	10,00		2,00				
UNCLASSIFIED ITEMS				Yes	20,00		1.500,00				
WATER AND SANITATION				Yes	300,00		200,00				
				Totals		455,00		2.327,00			
#	Sub Category	Item Name	Code/Batch No.	Total Quantity	Presentation Units	#	Delivery Quantity	Remaining Quantity	Consignee/Destination	Delivery Number	
1	CEREALS/GRAINS/TUBER	RICE	LSS00000002560	30,00	Kilograms						
2	WATER AND OTHER BEVERAGES	WATER	LSS00000002798	300,00	Liters						
3	MEDICAL SUPPLIES/EQUIPMENTS	COTTON	LSS00000003092	5,00	Kilograms						
4	CLOTHING	CLOTHES	LSS00000002001	400,00	Units						
5	PERSONAL HYGIENE	TOILET PAPER	LSS00000002042	500,00	Packets						
6	ANTIBIOTICS/ANTIFUNGAL	CEPHALEXIN	LSS0000000169	30,00	Capsule Oral 500 mg						
7	KITS	MSF EMERGENCY KIT	LSS0000000413	20,00	N/A N/A N/A	1	10,00	10,00	Ginásio de esportes Dr. Neves	000001 - 16-Nov	
8	FOOD	FOOD	LSS00000007001	150,00	Boxes						
9	HUMAN/OTHER WASTE DISPOSAL	DISINFECTANTS	LSS00000002359	100,00	Liters						

Printed by: Inundações em Jaú

Page 1 of 1

2/5/2014 11:58:54

Figura 49 - Modelo de relatório com as entradas de suprimentos, gerado no LSS, em PDF

Fonte: a autora

2. Saídas

Para a criação do banco de dados das saídas de suprimentos, foi simulado que um dos itens cadastrados (sendo utilizado, como exemplo, o Kit de emergência que consta na Figura 50) deveria ser entregue para um dos locais estratégicos (nesse caso, foi utilizado, como exemplo, o Ginásio de esportes Dr. Neves – Figura 51).

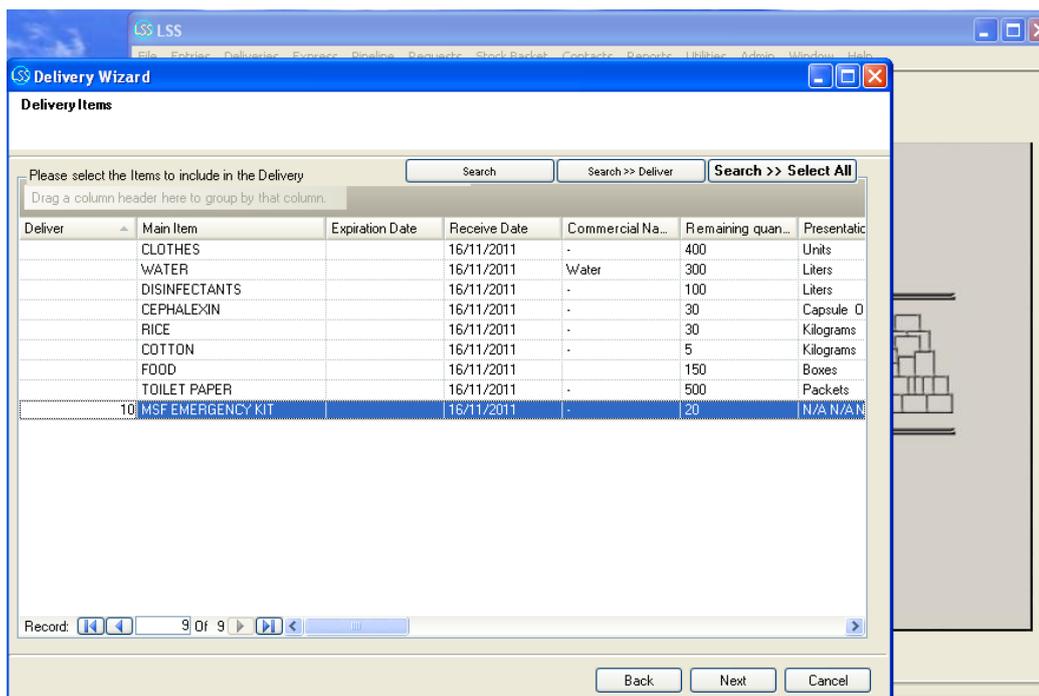


Figura 50 - Item para ser distribuído
Fonte: a autora

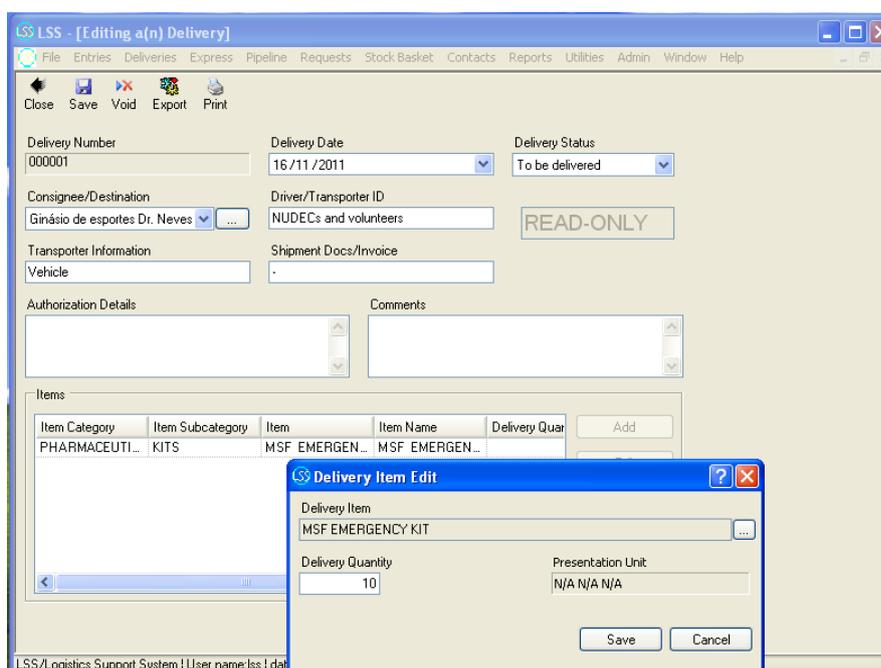


Figura 51 - Item para ser entregue no local estratégico
Fonte: a autora

A partir dessa aplicação foi possível emitir um modelo de relatório com a saída do suprimento tomado como exemplo (kit de emergência), que consta na Figura 52.

Logistics Support System										
Inundações em Jau										
Delivery Form 000001										
Delivery Date	16/11/2011			Category	Authorization Details					
Delivery Status	To be delivered			Contact Address						
Consignee/Destination	Ginásio de esportes Dr. Neves			Origin/Country						
Contact Name	Ginásio de esportes Dr. Neves			Region						
Shipment Docs/Invoice	-			Type/Code	Comments					
Driver/Transporter ID	NUDECs and volunteers			Contact Phone Number						
Transporter Information	Vehicle			Contact Fax Number						
				Contact Email						
#	Sub Category	Item Name	Code/Batch No.	Delivery Quantity	Presentation Unit	Total Value	Estimated Value	Value Currency	Expiration Date	
1	KITS	MSF EMERGENCY KIT- -EMERGENCY KIT	LSS000000413	10,00	NA N/A N/A	0,00	0,00	Brazil, Real		
Overall Totals						0,00				

Signature receiver

Signature No. 1

Signature No. 2

Signature No. 3

Signature No. 4

Printed by: Inundações em Jau

Page 1 of 1

R:DeliveryForm - 2/5/2014 11:04:02

Figura 52 - Modelo de relatório com a saída de suprimento gerado no LSS em PDF

Fonte: a autora

O LSS mostrou-se viável como ferramenta para estabelecer os suprimentos necessários durante um desastre, bem como para relacionar as informações de distribuição de suprimentos e os armazéns provisórios (locais estratégicos), facilitando dessa forma a gestão por parte da Defesa Civil.

Essa ferramenta, se utilizada durante um desastre, poderá servir como base para casos de inundações que possam vir a acontecer. Com isso, a partir de uma situação de emergência, será possível pré-estabelecer a quantidade mínima de suprimentos necessária, com base em antigos relatórios, além de possibilitar o diagnóstico dos locais estratégicos que necessitam mais suprimentos, os tipos e quantidades mínimas.

9.2.6 Procedimentos para a gestão de desastres por inundação

Durante um processo de inundação, vários são os recursos e atividades necessários. Na Tabela 32 pode-se observar as funções que cada equipe de atendimento desempenha durante um processo de desastre por inundação, bem como os recursos necessários para o controle do sinistro. A partir desses dados foi elaborado um fluxograma (Figura 53) onde constam os procedimentos a serem desempenhados e a ordem de acionamento das equipes, com o intuito de facilitar as operações humanitárias por parte da Defesa Civil e das demais equipes de

atendimento e, dessa forma, poder realizar o atendimento adequado às vítimas, de forma mais rápida e organizada.

Tabela 32 - Atividades e recursos para as equipes de atendimento a desastres

Equipe/Órgão/Secretarias	Atividades	Recursos
Defesa Civil	Acionamento das equipes de socorro, órgão e secretarias	Viatura da Defesa Civil e demais recursos utilizados com as outras equipes de atendimento
Corpo de Bombeiros	Busca, salvamento e transporte das vítimas	Botes, caminhões, viaturas de resgate e equipamentos de salvamento (boias e coletes)
A Secretaria de Abastecimento de Água e de Esgoto (SAEMJA)	Serviços de limpeza das vias públicas, desinfecção das casas, limpeza de rio e de represa e desentupimento de esgoto	Caminhão hidrojato e caminhão pipa
Secretaria de Trânsito	Interdição de vias danificadas, aviso à população acerca de rotas de acesso secundárias e atividades de evacuação	Recursos humanos (engenheiros e funcionários para realizar vistorias nos locais afetados); e equipamentos para interdição das vias (cavaletes, fitas zebreadas, placas indicativas de trânsito, desvios de trânsito, entre outros)
Secretaria de Assistência e Desenvolvimento Social	Assistência às vítimas durante os desastres e, após o evento, colabora com o encaminhamento para psicólogos e também fornece suprimentos básicos para as vítimas.	Pessoal treinado para lidar com as vítimas (assistentes sociais, psicólogos, etc) e fornecimento de materiais para atendimento às vítimas (materiais de higiene, suprimentos alimentares, colchões, medicamentos, etc)
Guarda Municipal	Atividades de socorro e prestação de auxílio às vítimas (transporte das vítimas, segurança e orientação à população afetada).	Agentes municipais e disponibilização de viaturas
Polícia Militar/ Tiro de Guerra	Polícia Militar: isolar as áreas afetadas, controlar o trânsito, prover segurança à população e auxiliar o Corpo de Bombeiros nas atividades de busca e salvamento. Tiro de Guerra: auxiliar nas atividades assistenciais	Pessoal para a realização das atividades de busca e salvamento e disponibilização de viaturas
Secretaria da Saúde	Atendimento básico/prestação de socorro à população atingida	Recursos humanos (agentes da saúde, enfermeiros e médicos) para prestar os primeiros socorros e fornecimento de materiais básicos para o atendimento das vítimas (ambulância, medicamentos, equipamentos, entre outros)
Secretaria de Planejamento e Obras	Vistorias e interdição de locais passíveis de desmoronamento	Recursos humanos (engenheiros e funcionários) para realizar vistorias nos locais afetados e equipamentos para interdição de áreas de risco.
Companhia de Força e Luz (CPFL)	Serviços para corte de energia	Equipamentos (caminhão, escada, etc) e pessoal capacitado para realizar o corte de energia
Núcleos de Defesa Civil (NUDECs) / Voluntários	Auxiliam nas atividades assistenciais, no recebimento de donativos e em sua distribuição	-

Fonte: a autora

Fluxo de procedimentos para a gestão de inundações

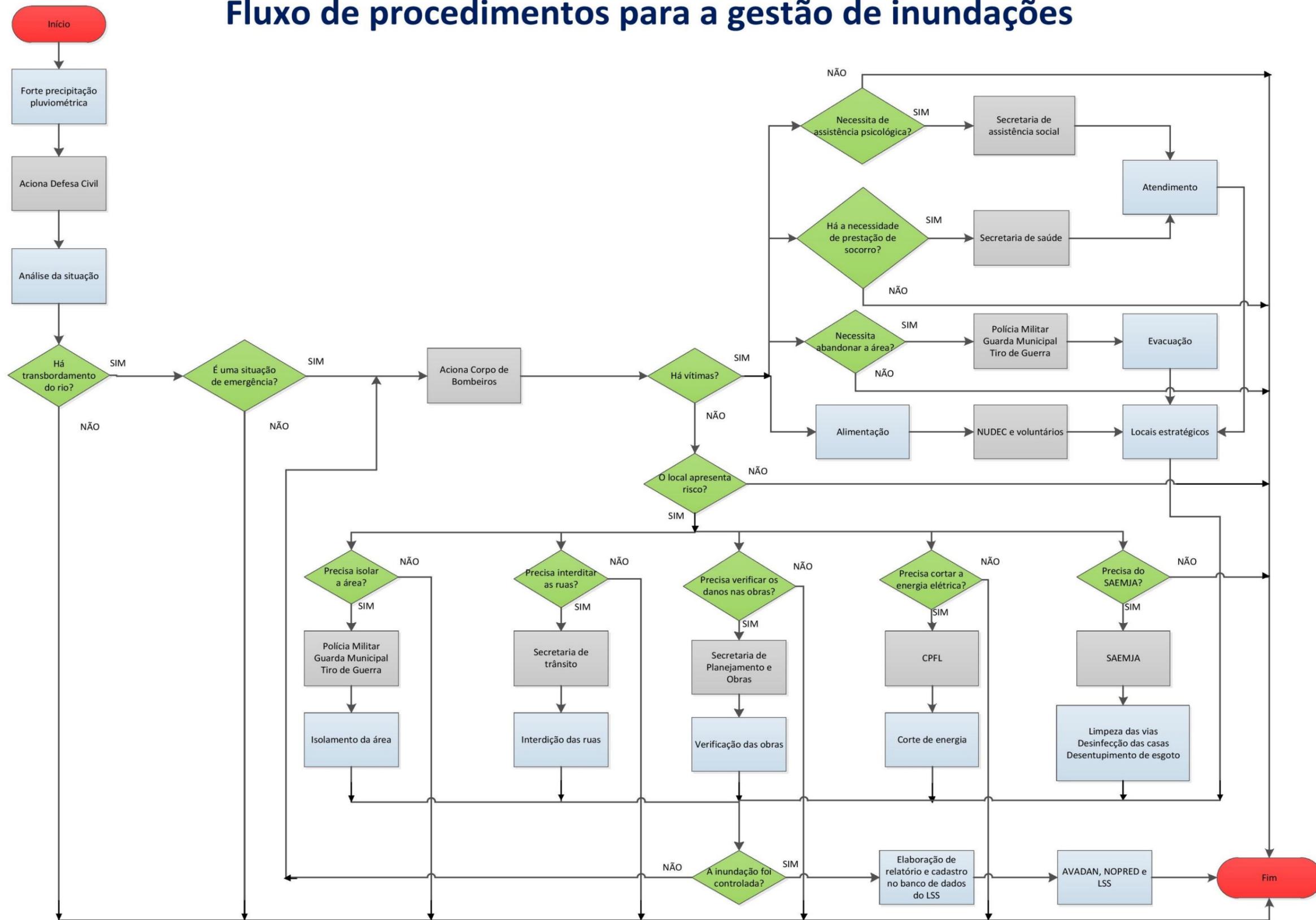


Figura 53 - Procedimentos para a gestão de desastres por inundações
Fonte: a autora

10 CONSIDERAÇÕES FINAIS E RECOMENDAÇÕES

Ao final deste trabalho, pode-se apresentar as suas considerações finais a respeito dos resultados aqui obtidos, em função dos objetivos estabelecidos, bem como as principais recomendações para futuras pesquisas.

10.1 Considerações finais

Como resultado do intenso processo de urbanização, o crescimento urbano aliado à ocupação de áreas ambientalmente frágeis, trouxeram diversos problemas sociais. Um dos principais problemas é a ocupação da população em áreas irregulares, como morros, encostas ou perto das margens de rios. Esta ocupação pode acarretar numa série de desastres urbanos, dentre os quais, no Brasil, há maior frequência na ocorrência de deslizamento de terras e inundações, que têm deixado, todos os anos, um grande número de vítimas e perdas materiais de valor incalculável.

Devido ao caráter de difícil previsão dos desastres, é impossível eliminar a sua ocorrência, porém, a partir de ações e de planejamentos é possível mitigar as suas consequências, que vem sendo cada vez mais devastadoras. Em vista disso, durante a elaboração do planejamento urbano, deve-se levar em consideração as diretrizes e as normas do Plano Diretor, bem como dos demais instrumentos de política urbana, que regulamentam e orientam o crescimento urbano e a sua utilização, com o intuito de assentar a população em local com infraestrutura adequada.

Dessa forma, após a aprovação da Lei Federal nº 12.608, de 10 de abril de 2012, todos os municípios devem adequar o seus Planos Diretores de acordo com a realidade de cada município, voltada para à gestão de desastres. O principal objetivo dessa Lei Federal é de que os municípios elaborem planos de contingências, com o intuito de atender às vítimas por meio das atividades logísticas, tais como a provisão de suprimentos e transporte, quando necessária, durante uma ação emergencial.

Para a gestão eficiente da Logística Humanitária, há a necessidade da utilização de ferramenta de suporte à decisão, tal como a ferramenta LSS, aqui utilizada, que possibilita, durante uma ação emergencial, gerenciar a rede de Logística Humanitária. Essa ferramenta, por meio de planilhas, visa auxiliar na gestão de suprimentos.

Para isso, é necessário o mapeamento das áreas de risco e localização dos pontos estratégicos, que também são dois dos requisitos dispostos pela Lei Federal. Para a realização do mapeamento das áreas de risco e para a identificação dos locais estratégicos, pode-se fazer uso de uma moderna ferramenta de gestão, ou seja, Sistemas de Informações Geográficas-SIG. O SIG permite, por exemplo, gerar mapa das áreas de risco e elaborar bancos de dados que, no contexto emergencial, dizem respeito aos tipos de problemas relacionados aos desastres, danos, locais afetados, margem de segurança e definição dos locais de apoio que serão utilizados como centrais de assistência, alojamentos e armazéns.

Por meio da ferramenta SIG, como um sistema de apoio a decisão, é possível elaborar um plano de contingência, por meio das simulações realizadas, com o intuito de reduzir a vulnerabilidade ao perigo, prevenir futuros desastres, auxiliar as atividades da Logística Humanitária e, dessa forma, propiciar maior segurança à população, reduzindo as consequências dos desastres.

No caso do município de Jahu, objeto de estudo desta pesquisa, a gestão durante a ocorrência de desastres vem ocorrendo sem o devido planejamento, por isso, a partir da Lei Federal, será possível traçar um planejamento prévio e reduzir as atividades de improviso, que são comuns durante a ocorrência dos desastres, mas que podem causar atrasos durante as missões humanitárias.

Durante a análise dos dados do NOPRED, pode-se observar que, em diferentes ocorrências de inundações, os bairros mais afetados foram: Centro, Jardim Sempre Verde, Jardim Carolina, Jardim São José, Vila Ribeiro, Pouso Alegre e o distrito de Potunduva, devido à sua localização próxima às margens de rios. Esses locais foram afetados recentemente devido à forte precipitação pluviométrica que ocasionou o transbordamento do rio e inundação desses bairros.

Outros locais, como os bairros Jardim João Ballan I, Jardim São Crispim, Jardim Santa Helena, Chácara Flora, Residencial Paraty, Residencial Maria Cibele, Residencial Maria Isabel, dentre outros, também foram afetados, mas não devido ao transbordamento do rio, mas devido aos problemas com galerias pluviais. Durante épocas de intensa precipitação pluviométrica, esses locais ficam inundados devido ao fato de galerias se romperem ou de não conseguirem escoar o grande fluxo de água.

A partir do mapeamento aqui realizado, com base em dados históricos do município de Jahu, pode-se observar que as áreas de risco, devido ao transbordamento do rio, bem como os locais que foram afetados, devido aos problemas com galerias, devem ser consideradas durante o plano de contingência, a fim de fornecer um planejamento adequado para a tomada de decisão.

Foi importante para essa pesquisa, além de considerar o mapeamento das áreas de risco com base na ocorrência de inundações no município, simular por meio de modelo matemático, as vazões máximas de escoamento para os períodos de retorno de 20, 50, 100 e 200 anos. As simulações foram essenciais para fazer a comparação com o mapeamento realizado por meio de observações na realidade, já que para a simulação foram consideradas algumas características morfométricas e, devido à falta de dados com relação à bacia, foi utilizado o método Muskingum-Cunge, que melhor se aplicou à esse trabalho em função dos tipos de dados obtidos.

Devido à falta de informação sobre as seções consideradas ao longo do canal, foram consideradas algumas hipóteses, como por exemplo, a largura das seções. Como não foi possível obter-se dados sobre as demais seções, adotou-se que o canal possuía largura constante e igual ao posto 5D-029.

Outras informações que não foram consideradas durante a simulação, foram as galerias pluviais e tipo de solo da bacia, pois, devido à falta de cadastro, não foi possível determinar a quantidade de galerias, localização, capacidade, velocidade de escoamento; tipo de solo, declividade e capacidade de infiltração do solo. Essas informações deveriam ser consideradas nas simulações para definir se as manchas delimitadas para os períodos de retorno seriam maiores (baixo escoamento de água pelas galerias e baixa capacidade de infiltração do solo) ou menores (grande escoamento de água pelas galerias e alta capacidade de infiltração do solo).

Dessa maneira, a simulação realizada concentrou-se na macrodrenagem do rio Jahu. Porém, apesar da falta de dados cadastrados, os resultados das simulações realizadas mostraram-se satisfatórios, pois a partir da simulação é possível definir os possíveis locais que poderão ser utilizados e a partir disso, elaborar um plano de contingência que envolva os locais estratégicos necessários para a realização da assistência humanitária.

A partir dos resultados proporcionados por esse trabalho, pode-se observar que o mapeamento realizado com base em dados reais teve uma área afetada menor que as manchas delimitadas por meio das simulações. Porém, por se tratar de um mapeamento realizado por meio de modelos e métodos matemáticos, faz-se importante considerar a localização dos pontos estratégicos para as simulações, determinada para cada período de retorno.

Os locais estratégicos de apoio às atividades humanitárias para essa pesquisa foram considerados de acordo com a Lei Federal 12.608, que instituiu, que os equipamentos urbanos, tais como escolas, creches, hospitais, ginásios de esportes, dentre outros, deverão vir a funcionar como locais de abrigos e armazéns para assistência humanitária, mediante desastres.

A partir da simulação realizada no LSS, foi possível analisar como essa ferramenta pode vir a auxiliar a gestão de suprimentos para os diversos locais estratégicos que forem estabelecidos, mas para isso é necessário que haja a alimentação de dados, de maneira frequente, como forma de sempre manter atualizada a ferramenta. Com isso, o LSS permitirá que a partir da inserção de dados seja possível organizar, quantificar e qualificar os suprimentos recebidos e distribuídos, evitando assim, a falta daqueles considerados indispensáveis como água e medicamentos; e excesso de suprimentos desnecessários, que comumente ocorre quando não há planejamento.

Enfim, a partir da elaboração dos procedimentos necessários para a gestão logística de ocorrência de inundações foram categorizadas as ordens dos procedimentos e distribuídas as atividades, bem como os principais recursos utilizados e equipes para atendimento referente à cada etapa do procedimento. Com isso, atende-se às disposições da Lei Federal 12.608, com o principal objetivo, de por meio de planos de contingências, reduzir perdas humanas e materiais, a partir da rápida tomada de decisão por parte das equipes de busca e salvamento.

10.2 Recomendações

Como recomendações, sugere-se que os municípios invistam em pessoal capacitado para coletar dados e que dessa forma seja possível cadastrar um banco de dados, onde pode-se obter informações sobre galerias, tipos de solo e outros dados morfométricos da bacia. Com isso, futuros trabalhos poderão realizar uma simulação por meio de outros métodos e modelos matemáticos, com o intuito de fazer uma comparação com as simulações realizadas nessa pesquisa.

Recomenda-se, também, que durante algum evento adverso, seja realizado o cadastro de dados (entradas e saídas de suprimentos) na ferramenta LSS, pois, isso facilitará as operações humanitárias e também permitirá que esses dados inseridos sejam usados como base para a gestão de futuros processos de desastres por inundações. A partir disso, com base no número de vítimas e de donativos cadastrados em determinado evento, será possível estabelecer previamente uma quantidade mínima de suprimentos que serão necessários para ocorrência de inundações futuras. Recomenda-se que os municípios utilizem também outros critérios pra definição e priorização dos locais estratégicos, como por exemplo, a capacidade dos locais.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABRANTES, G. **Sistemas de Informação Geográfica – Conceitos**. 1998
- ARAÚJO, B. S. **Administração de desastres: conceitos & tecnologias**. 3 ed. Sygma SMS. 2012.
- AZEVEDO, J. M. **Logística empresarial**. Disponível em: <<http://xa.yimg.com/kq/groups/21959774/1693519264/name/Aula+01+-+Logistica.pdf%29>>. Acesso em: 25 abr. 2013.
- BALLOU, R. H. **Logística Empresarial. Transportes, administração de materiais e distribuição física**. Tradução de Hugo T. Y, Yoshizaki. São Paulo: Atlas, 1993. 388 pp.
- BARBOSA JR, A. R. **Hidrologia aplicada a Estudos de Graduação**. ed. 1. Universidade Federal de Ouro Preto, 2006.
- BOWERSOX, D. J.; CLOSS, D. J. **Logística empresarial. O processo de integração da cadeia de suprimento**. Tradução da Equipe do Centro de Estudos em Logística e Adalberto Ferreira das Neves. 1 ed. São Paulo: Atlas, 2010. 600pp
- BRAGA, R. Mudanças climáticas e planejamento urbano: uma análise do Estatuto da Cidade, **Anais do VI Encontro Nacional da ANPPAS**. Associação Nacional de Pós-Graduação e Pesquisa em Ambiente e Sociedade, 2012. 15pp.
- BRASIL. **Decreto n. 40.151 de 16 de junho de 1995**. Reorganiza o Sistema Estadual de Defesa Civil e dá outras providências.
- BRASIL. **Estatuto da Cidade: guia para implementação pelos municípios e cidadãos: Lei n. 10.257, de 10 de julho de 2001, que estabelece diretrizes gerais da política urbana**. 2 ed. Brasília: Câmara dos Deputados, Coordenação de Publicações, 2002, 273 pp.
- BRASIL. **LEI n. 12.608, de 10 de abril de 2012**. Institui a Política Nacional de Proteção de Defesa Civil. Casa Civil. Subchefia para assuntos jurídicos.
- CÂMARA, G.; DAVIS, C.; MONTEIRO, A. M. V. **Introdução à ciência da Geoinformação**. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – INPE, São José dos Campos. 2001, 345p. Disponível em: <<http://mtc-m12.sid.inpe.br/col/sid.inpe.br/sergio/2004/04.22.07.43/doc/publicacao.pdf>>. Acesso em: 10 de jan. 2014.
- CARDOSO, M. R. B.; FELTRIN, T. F.; ROMÃO, M. N. P. V. Aplicação de conceitos de logística empresarial à logística humanitária em caso de catástrofes, **Revista Fatecnológica**, v. 4, n. 01, 2011, p.80-90.
- CARDOSO, M. R. B.; FELTRIN, T. F. Planejamento da infra-estrutura de transporte urbano visando contingências emergenciais. **Anais do XXV Congresso de Ensino e Pesquisa em Transportes**, Belo Horizonte. 2011.

- CARDOSO, M. R. B.; FELTRIN, T. F.; CONTADOR JUNIOR, O.; ROMÃO, M. N. P. V. Uma reflexão sobre a necessidade de estudos logísticos de emergência para as cidades em caso de catástrofes. **Anais I FATECLOG – Congresso de Logística das Faculdades de Tecnologia do Centro Paula Souza**, 2010, p.301-309.
- CASTRO, A. L. C. **Glossário de Defesa Civil**: estudos de risco e medicina de desastres. Secretaria Nacional de Defesa Civil, 2010, 173p.
- CASTRO, A. L. C. **Manual de desastres**. Volume I. Desastres naturais. Brasília. 2003, 174p.
- CETESB .. (1978). **Drenagem Urbana: Manual de Projeto**. Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental, São Paulo, 1986. 452p.
- CHAIKIN, D. Towards improved logistics: challenges and questions for logisticians and managers. **Forced Migration Review**, Issue 18, p.10, 2011.
- COELIS, E. L. **Logística empresarial**. IETEC - Instituto de Educação Tecnológica Pós-graduação Latu Sensu. Belo Horizonte, 2006. 10p.
- COLLISCHONN, W. **Notas de Aula de Hidrologia**. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2010.
- COORDENADORIA DE DEFESA CIVIL DE SÃO PAULO. Disponível em: <http://www.defesacivil.sp.gov.br/v2010/portal_defesacivil/index.asp>. Acesso em: 20 abr. 2013.
- COSTA, S. R. A.; CAMPOS, V. B. G.; BANDEIRA, R. A. M. Supply chains in humanitarian operations: cases and analysis, **Procedia – Social and Behavioral Sciences**, 54, 2012, p.598-607.
- COZZOLINO, A. **Humanitarian Logistics**. Springer Briefs in Business. 2012.
- DAEE (1999). **Guia prático para projetos de pequenas obras hidráulicas**. Departamento de Águas e Energia Elétrica do Estado de São Paulo. São Paulo:DAEE, 2005. 116p.
- DAEE. Banco de Dados fluviométricos do Estado de São Paulo. Disponível em: <<http://www.sigrh.sp.gov.br/cgi-bin/bdhm.exe/flu?lig=podfp>>. Acesso em: 20 fev. 2014.
- DEPARTAMENTO ESTADUAL DA DEFESA CIVIL - RS. **Cartilha da Defesa Civil – Conceitos – Dicas – Prevenção**. Porto Alegre. 2006, 35pp.
- DEPARTAMENTO ESTADUAL DA DEFESA CIVIL - SC. **Manual de capacitação do Projeto Força Voluntária**. Módulo 2 – A Defesa Civil e os Desastres Naturais, 2012, 16p.
- EM-DAT. Disponível em: <<http://www.emdat.be/>>. Acesso em: 28 abr. 2013.
- ERGUN, O.; KESKINOCAK, P.; SWANN, J.; STAMM, J. L. H.; VILLARREAL, M. **How to improve Humanitarian Logistics**. *Analytics Magazine*, January /February 2010, pp.31-35.

- FELTRIN, T. F.; RAIÁ JUNIOR, A. A. Lei 12.608/12 Instrumento de auxílio à gestão da logística humanitária no enfrentamento de desastres causados por fenômenos naturais. **Anais do IX Convibra Administração – Congresso Virtual Brasileiro de Administração**. 2012. 13p.
- FELTRIN, T. F.; RAIÁ JUNIOR, A. A. Logística humanitária como função determinante para mitigar danos causados por desastres. **Proceedings of the XIII Safety, Health and Environment World Congress**. SHEWC'2013. Portugal, 2013.
- FENDRICH, R. **Canais de Drenagem em Pequenas Bacias Hidrográficas**. Curitiba, 2008.
- GARCIA, L. M. **Enfermería en desastres: Planificación, Evaluación e Intervención**. Organización Panamericana de Saúde, 1985, 419p.
- GARCIA, R.; FERREIRA, J. A.; ALEXANDRE, N.; VINICIUS, A. **Conceitos de logística**. Disponível em: <http://www.fmccaieiras.com.br/ProducaoADM/Discente/Artigo_Cientifico_Discente_Conceitos_de_Log%C3%ADstica.pdf>. Acesso em: 24 abr. 2013.
- GOMES, M. A. F.; PEREIRA, L. C. **Áreas frágeis no Brasil: subsídios à legislação ambiental**. Embrapa, 2011, 30p.
- GONTIJO, N. T. **Avaliação das Relações de Frequência entre Precipitações e Enchentes Raras por Meio de Séries Sintéticas e Simulação Hidrológica**. Dissertação (Mestrado em XXXX), Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte: UFMG, 2007.
- GRANCHO, N. J. R. **Origem e evolução recente dos Sistemas de Informação Geográfica em Portugal**. Dissertação (Mestrado em Ciência e Sistemas de Informação Geográfica), Instituto Superior de Estatística e Gestão de Informação, Universidade Nova de Lisboa, Portugal. 2005, 181p.
- GUHA-SAPIR, D. **2011 Disasters in numbers**. CRED – UNISDR Press Conference, Geneva. 2012.
- HAYASHI, E. **Condições ambientais em escolas municipais de ensino infantil da cidade de Marília (São Paulo): estudo de caso Bauru**. Dissertação (Mestrado em Design), Programa de Pós-graduação em Design, Faculdade de Arquitetura, Artes e Comunicações, UNESP, Bauru, 2007.
- HELLER, L.; PÁDUA, V. L. de. **Abastecimento de Água para Consumo Humano**. Belo Horizonte: UFMG, 2006.
- HIGAHI, R. A. R.; HEIDEMANN, M.; ESPINDOLA, M. S.; LOCKS, G. Utilização de um SIG na estruturação de um mapa de aptidão à pavimentação para os solos de Laguna – SC. **Anais XIV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto**, Natal, 2009.
- HOWDEN, M. How Humanitarian Logistics Information Systems Can Improve Humanitarian Supply Chains: A View from the Field. **Proceedings of the 6th International ISCRAM Conference**, Gothenburg, Sweden, May 2009.
- IBGE. **Cartas topográficas**. Folhas Jaú, Bariri, Barra Bonita, Dourado. 2014

- IBGE. **População**. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/cidadesat/painel/painel.php?codmun=352530>>. Acesso em: 11 mai. 2012.
- JAHU (Município). Lei Complementar n. 277, de 10 de outubro de 2006. Dispõe sobre o Plano Diretor de Jahu.
- KAATRUD, D. B.; SAMII, R.; VAN WASSENHOVE, L. N. Un Joint Logistics Centre: a coordinated response to common humanitarian logistics concerns. **Forced Migration Review**, Issue 18, pp.11-14, 2011.
- KOBIYAMA, M. **Água e desastres naturais**. Universidade Federal de Santa Catarina. Disponível em: <http://www.labhidro.ufsc.br/Eventos/Dia%20da%20agua/AGUA_E_DESASTRES_NATURAIS.pdf>. Acesso em: 15 mar 2013.
- KOBIYAMA, M.; MENDONÇA, M.; MORENO, D. A.; MARCELINO, I. P. V. O.; MARCELINO, E. M.; GONÇALVES, E. F.; BRAZETTI, L. L. P.; GOERL, R. F. MOLLERI, G. S. F.; RUDORFF, F. M. **Prevenção de desastres naturais: conceitos básicos**. Florianópolis. Editora Organic Trading, 1ª ed. 2006, 122p.
- KOVÁCS, G.; SPENS, K. M. Humanitarian Logistics in Disaster Relief Operations. **International Journal of Physical Distribution & Logistics Management**. Vol. 37 Issue 2, pp.99-114, 2007.
- LACROIX, P.; ESCOBAR, R.; ROULET, P.; COTTRAY, O.; NAMA: a GIS-based Network-analysis Approach for Mine Action. **Journal of ERW & Mine Action**, Issue 17, number 3, 2013, pp.1-10.
- LIMA, G. F. C. Mudanças climáticas e conservação social: riscos e alternativas ao aquecimento global. **Anais do IV Encontro Nacional da ANPPAS**, Associação Nacional de Pós-Graduação e Pesquisa em Ambiente e Sociedade, 2008.
- MARCELINO, E. V. **Desastres naturais e geotecnologias: conceitos básicos**. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – INPE, Santa Maria. 2007. 20p.
- MARENGO, J. A. **Mudanças climáticas globais e seus efeitos sobre a biodiversidade: Caracterização do clima atual e definição das alterações climáticas para o território brasileiro ao longo do Século XXI**. Ministério do Meio Ambiente, Secretaria de Biodiversidade e Floresta. 2006, 201p.
- MASKREY, A. **Navegando entre brumas**. La aplicación de los sistemas de información geográfica al análisis de riesgo em América Latina. LARED. 1998.
- MEDEIROS, J. S.; CÂMARA, G. **Geoprocessamento para projetos ambientais**. INPE. 1998, 36p.
- MEIRIM, H. **Logística humanitária e logística Empresarial**. MMRBrasil, Sapucaia do Sul, 2006.
- MINISTÉRIO PÚBLICO - RS. Estado do Rio Grande do Sul. **O plano diretor como instrumento de política urbana**. Disponível em: <<http://www.mp.rs.gov.br/urbanistico/doutrina/id492.htm>>. Acesso em: 30 jan. 2013.

- MINISTÉRIO PÚBLICO - SC. **Guia do parcelamento do solo urbano: perguntas e respostas: consultas e modelos.** Centro de apoio operacional do meio ambiente. Florianópolis: MPSC, 2010.
- MONTEIRO JUNIOR, A. S.; VIANNA, M. R.; SILVA FILHO, Z. F. O processo de armazenagem logística: o trade-off entre verticalizar ou terceirizar. **Anais do XXIII Encontro Nacional de Engenharia de Produção - ENEGEP.** Minas Gerais, 2003.
- NAGHETTINI, M. **Engenharia de recursos hídricos.** Belo Horizonte: UFMG, 1999.
- NANNI, A. S.; DESCOVI FILHO, L.; VIRTUOSO, M. A.; MONTENEGRO, D.; WILLRICH, G.; MACHADO, P. H.; SPERB, R.; DANTAS, G. S.; CALAZANS, Y. **Quantum GIS – Guia do usuário,** Versão 1.7.4 Wroclaw. 2012. 291p.
- NAVARRO, A. F. O urbanismo e a gestão de desastres naturais. **Apólice,** 2012, 6p.
- NOGUEIRA, C. W.; GONÇALVES, M. B. A logística humanitária: apontamentos e a perspectiva da cadeia de assistência humanitária. **XXIX Encontro Nacional de Engenharia de Produção. Salvador,** 2009, 14p.
- NOGUEIRA, C. W.; GONÇALVES, M. B.; NOVAES, A. G. A logística humanitária e medidas de desempenho: a perspectiva da cadeia de assistência humanitária. **Anais do XXII Congresso de Pesquisa e Ensino em Transportes – ANPET.** Fortaleza. 2008.
- NOGUEIRA, C. W.; GONÇALVES, M. B.; NOVAES, A. G. Logística humanitária e logística empresarial: relações, conceitos e desafios. **Anais do XXI Congresso de Pesquisa e Ensino em Transportes – ANPET.** Rio de Janeiro. 2007.
- NUNES, L. H. **Mudanças ambientais, desastres e repercussões no meio urbano.** CETESB, 2007. Disponível em: <http://www.cetesb.sp.gov.br/userfiles/file/mudancasclimaticas/proclima/file/cursos_seminarios/impactos_metropoles/downloads/luci.pdf>. Acesso em: 21 de jan. 2014.
- PAHO. **LSS Logistics Support System.** User manual and practice exercises.1ª ed. Pan American Health Organization, Washington, D.C., 2006.
- PAHO. **Sistema de apoyo logístico. Manual de practicas LSS.** Curso LSS/SUMA, Pan American Health Organization, Washington, D.C., 2010.
- PITZ, J. C.; FIGUEIREDO, D. DE. **Sistema de Informações Geográficas.** 2001, Disponível em: <<http://www.inf.ufsc.br/~barreto/trabaluno/ICCPitz20011.pdf>> Acesso em: 10 de jan. 2014.
- PORTO, R. L. L.; FILHO K. Z., MARCELLINI, S. S. **Apostila de Hidrologia Aplicada: hidrograma unitário.** Escola politécnica USP. São Paulo, 1999.
- PREFEITURA DO MUNICÍPIO DE JAHU. **Plano municipal de saneamento básico.** Plano setorial de drenagem urbana e manejo de águas pluviais do município de Jaú. Jaú. 2012, 125p.
- RICKARD, J. A Logician's Plea. **Forced Migration Review,** Issue 18, pp.9, 2011.

- ROSIN, J. A. R. G. Os impactos ambientais decorrentes dos programas de regularização fundiária sustentável. **Periódico Eletrônico Fórum Ambiental da Alta Paulista**, v.7, n.5. 2011, p.592-611.
- SANTOS, T. C. C.; CÂMARA, J. B. D. (org). **Perspectivas do Meio Ambiente no Brasil**. GEO BRASIL. Brasília: Edições IBAMA, 2002. 440p.
- SECRETARIA NACIONAL DE DEFESA CIVIL. Ministério da Integração Nacional. Disponível em: <<http://www.mi.gov.br/web/guest/sedec/apresentacao.jsessionid=897E08CCDB0EDE1862D5F8962B288F06.lr2>>. Acesso em: 28 jan. 2013.
- SECRETARIA NACIONAL DE DEFESA CIVIL. **Política Nacional de Defesa Civil**. Brasília. 2007. 455p.
- SIEBERT, C. Resiliência urbana: planejando as cidades para conviver com fenômenos climáticos extremos. **Anais do VI Encontro Nacional da ANPPAS**. Associação Nacional de Pós-Graduação e Pesquisa em Ambiente e Sociedade. 2012.
- SILVA, E. L., MENEZES, E. M. **Metodologia da pesquisa e elaboração de dissertação**. Florianópolis: Laboratório de ensino a distância da UFSC, 2001.
- SILVA, R. M. **Introdução ao geoprocessamento: conceitos, técnicas e aplicações**. Feevale. 2007. 176p.
- SMIRNOV, A.; KASHEVNIK, A.; LEVASHOVA, T.; SHILOV, N. Context-driven Information Fusion for Operational Decision Making in Humanitarian Logistics. **Lecture Notes in Geoinformation and Cartography**, pp 69-83, 2007.
- SOLECKI, W.; LEICHENKO, R.; O'BRIEN, K. **Climate change adaptation strategies and disaster risk reduction in cities: connections, contentions, and synergies**. Current Opinion in Environmental Sustainability. 2011 Vol 3, p.135-411.
- SOUZA, PINTO, N.L.; HOLTZ, A.C.T.; MARTINS, J.A.; GOMIDE, F.L.S. **Hidrologia básica**. ed.1º. Rio de Janeiro: Editora Edgar Blücher Ltda., 2000.
- SPIGNESI, S, J. **As 100 maiores catástrofes da história**. Editora Difel. 2006. 496p.
- THOMAS, A. S.; KOPCZAK, L. R. Life-saving supply chains – challenges and the path forward. In: Lee, H.L.; Lee, C.-Y. (Eds), **Building Supply Chain Excellence in Emerging Economies**, New York: Springer. 2007.
- THOMAS, A. Why logistics? **Forced Migration Review**, Issue 18, p.4, 2003.
- THOMAS, A.; S. KOPCZAK, L. R. **From logistics to supply chain management: the path forward in the humanitarian sector**, San Francisco: Fritz Institute. 2005.
- TOMINAGA, L. K.; SANTORO, J.; AMARAL, R. **Desastres naturais: conhecer para prevenir**. São Paulo. Instituto geológico. 1ª ed. 2009, 197p.

- TONELLO, K. C. **Análise Hidroambiental da bacia hidrográfica da cachoeira das Pombas, Guanhães, MG.** Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal), Universidade Federal de Viçosa. Minas Gerais. 2005, 85p.
- TUCCI, C. E. M. **Inundações e Drenagem Urbana.** In: TUCCI, C. E. M., BERTONI, J. C. (orgs.). **Inundações Urbanas na América do Sul / Porto Alegre: Associação Brasileira de Recursos Hídricos, 2003. pp.151-156.**
- VAN WYK, E. **Modelling of Inventory Management in Humanitarian Logistics.** Masters of Engineering (Industrial Engineering). Faculty of Engineering, Built Environment and Information Technology, University of Pretoria, South Africa, 2012, 121p.
- WALTON, R.; MAYS, R.; HASELKORN, M. Defining “Fast”: Factors Affecting the Experience of Speed in Humanitarian Logistics. **Proceedings of the 8th International ISCRAM Conference**, Lisbon, Portugal, May 2011.
- ZAGO, C. A.; LIMA LEANDRO, L. A. Logística humanitária: oportunidades e desafios na perspectiva da gestão ambiental. **IV Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental.** Salvador. 2013, 9p.

APÊNDICE A.1 – ÁREAS DE INUNDAÇÃO TUTORIAL DO QUANTUM GIS

Para realizar o mapeamento das áreas de inundação com base nos dados históricos do município foi realizado um processo de fotointerpretação. Para isso é necessário utilizar o programa Google Earth e realizar os seguintes procedimentos (Figura A. 1):

1. No Campo de Busca, digite o nome da rua afetada por inundação, como por exemplo: Rua Clementino Grizzo.
2. Após a localização da rua, clique no ícone adicionar polígono.
3. Na janela, depois de aberta, desenhe o polígono.
4. Ainda na janela de assistência de desenho do polígono, escreva o nome da Rua.

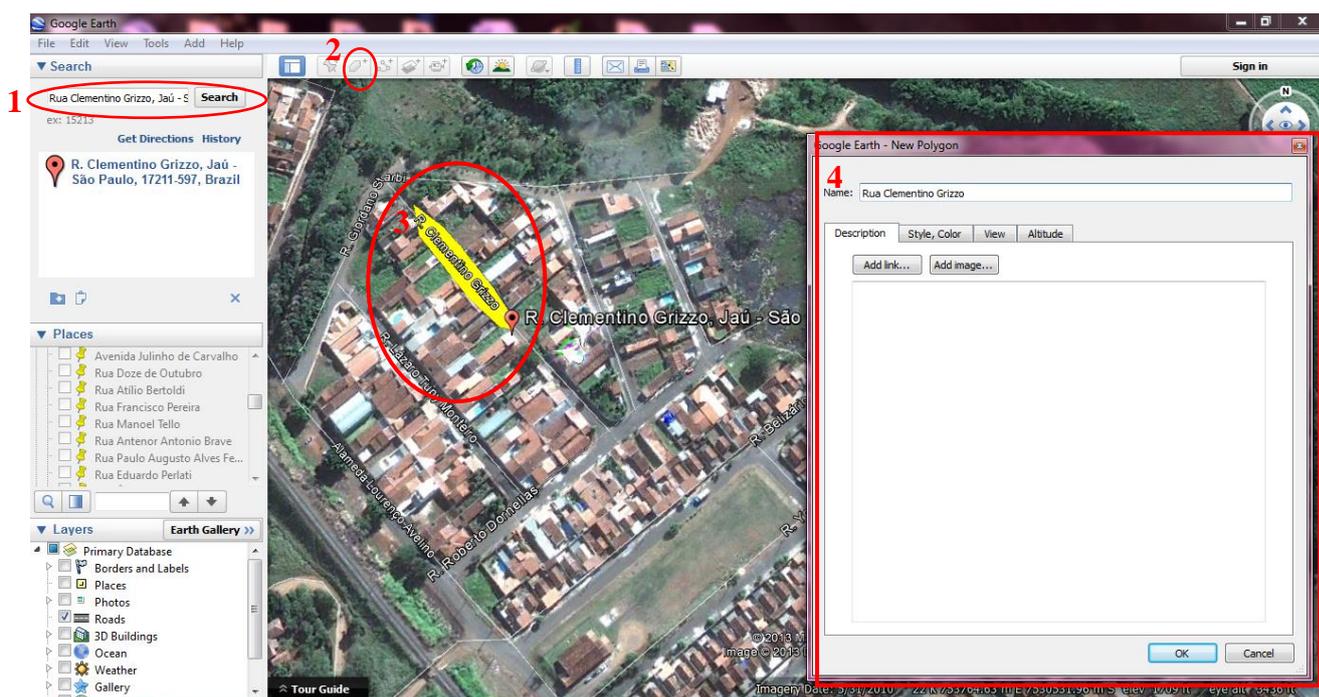


Figura A. 1 - Fotointerpretação no Google Earth

Fonte: a autora

Em cima do polígono, com o botão direito do mouse, selecione a opção “salvar lugar como” (Figura A. 2) e após a localização da pasta, salve o arquivo com extensão “.kml” (Figura A. 3).

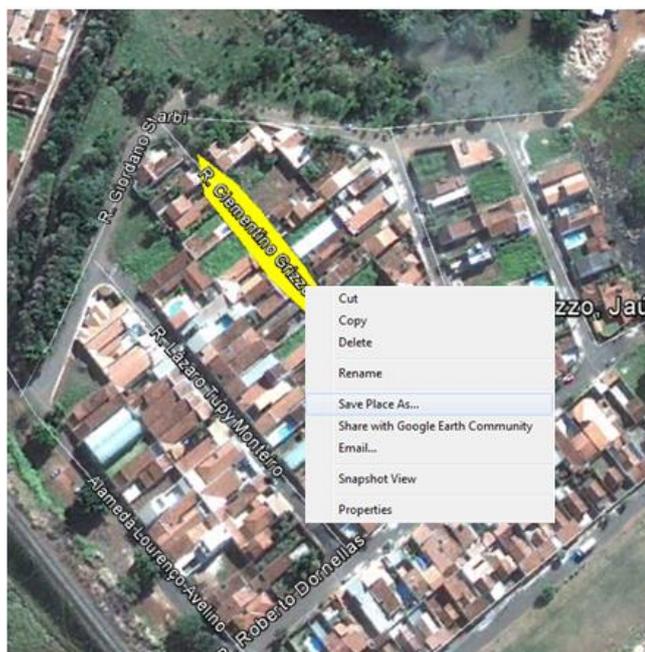


Figura A. 2 - Como salvar polígono

Fonte: a autora

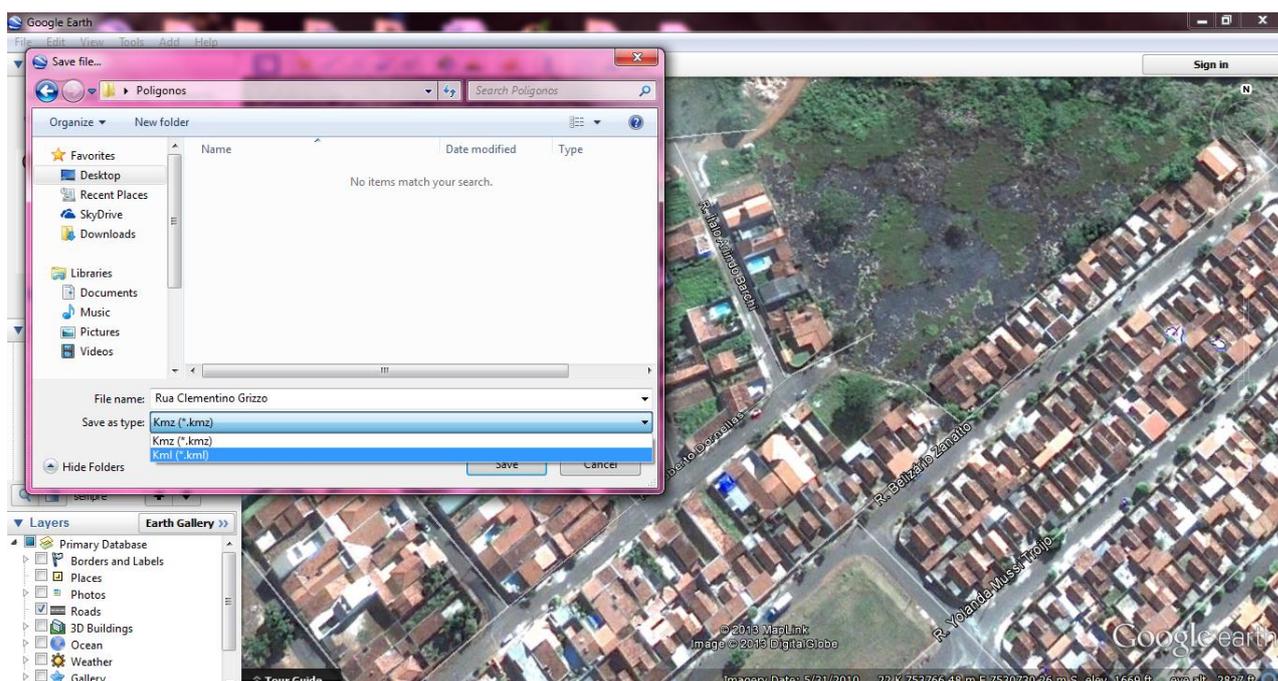


Figura A. 3 - Salvar Polígono com extensão “.kml”

Fonte: a autora

Após essa fase, utilize a ferramenta Quantum GIS para integrar os arquivos e obter o mapa. No Quantum serão adicionados todos os arquivos “kml” que foram fotointerpretados no Google Earth e, no caso desse exemplo, também será adicionado o mapa em formato shape, elaborado realizado pela Prefeitura, com dados das inundações do dia 15 de novembro de 2011.

Primeiro, para adicionar o mapa em formato shape, vá em Menu>Camada>Adicionar camada vetorial (Figura A. 4) ou clique no ícone . Será aberta uma janela de busca, clique em buscar no conjunto de dados e busque por arquivos com formato shape ESRI (Figura A. 5). Selecione o arquivo desejado e o abra. Será aberta uma janela de seletor de Sistema de Coordenadas de Referência que, no caso do mapa da Prefeitura, o Sistema escolhido será o SAD 69 UTM zona 22 Sul, e clique em Ok.

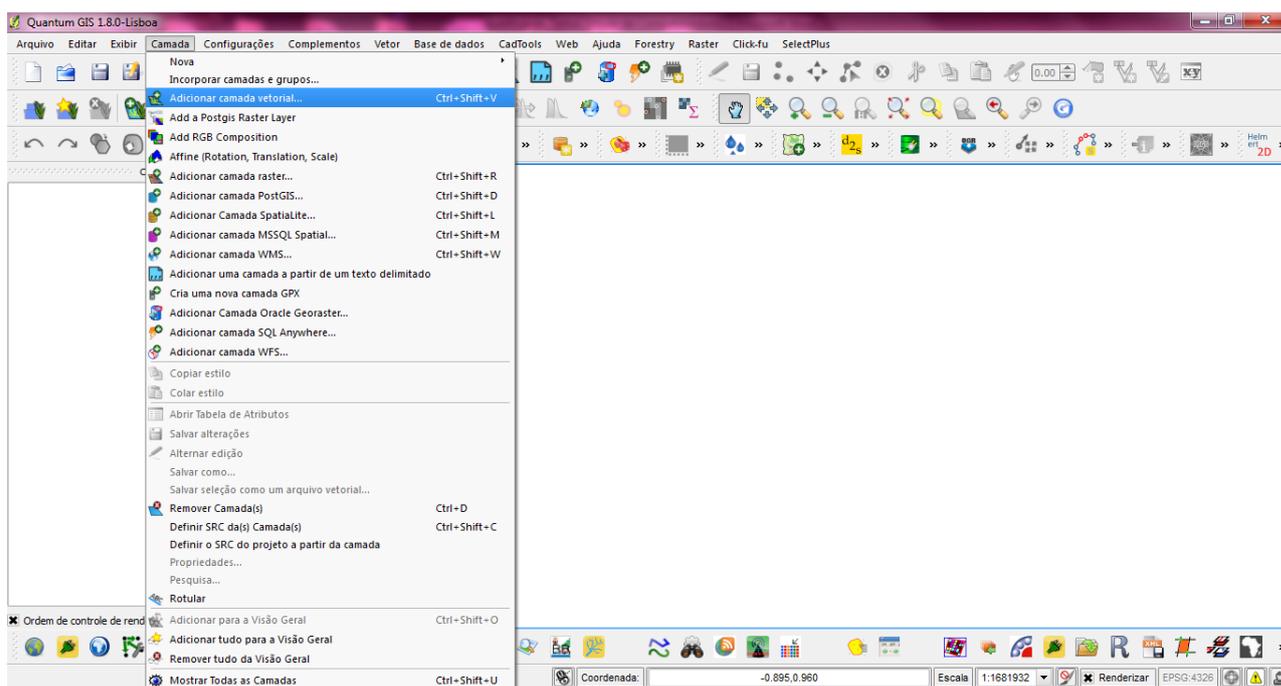


Figura A. 4 - Adicionar camada vetorial

Fonte: a autora

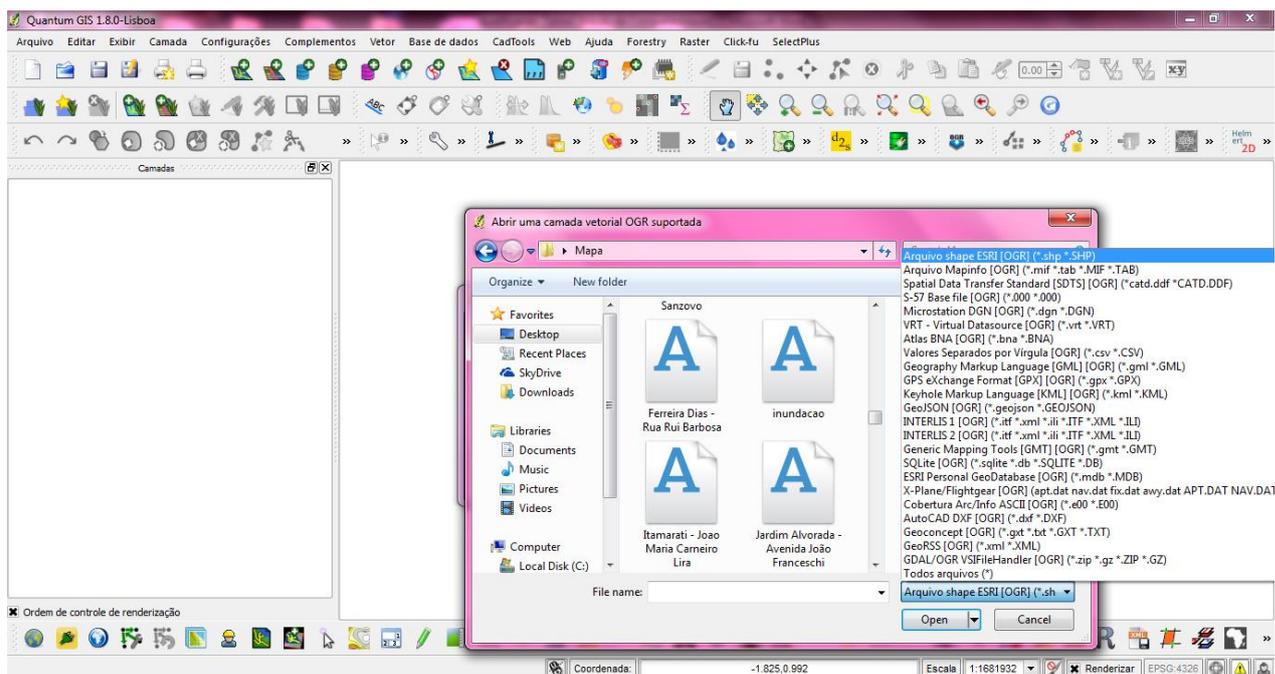


Figura A. 5 - Adicionar arquivo vetorial shape

Fonte: a autora

Após adicionar o arquivo shape (Figura A. 6), adicione os arquivos KML. No menu, adicione camada vetorial  e no conjunto de dados busque por arquivos KML (Figura A. 7).

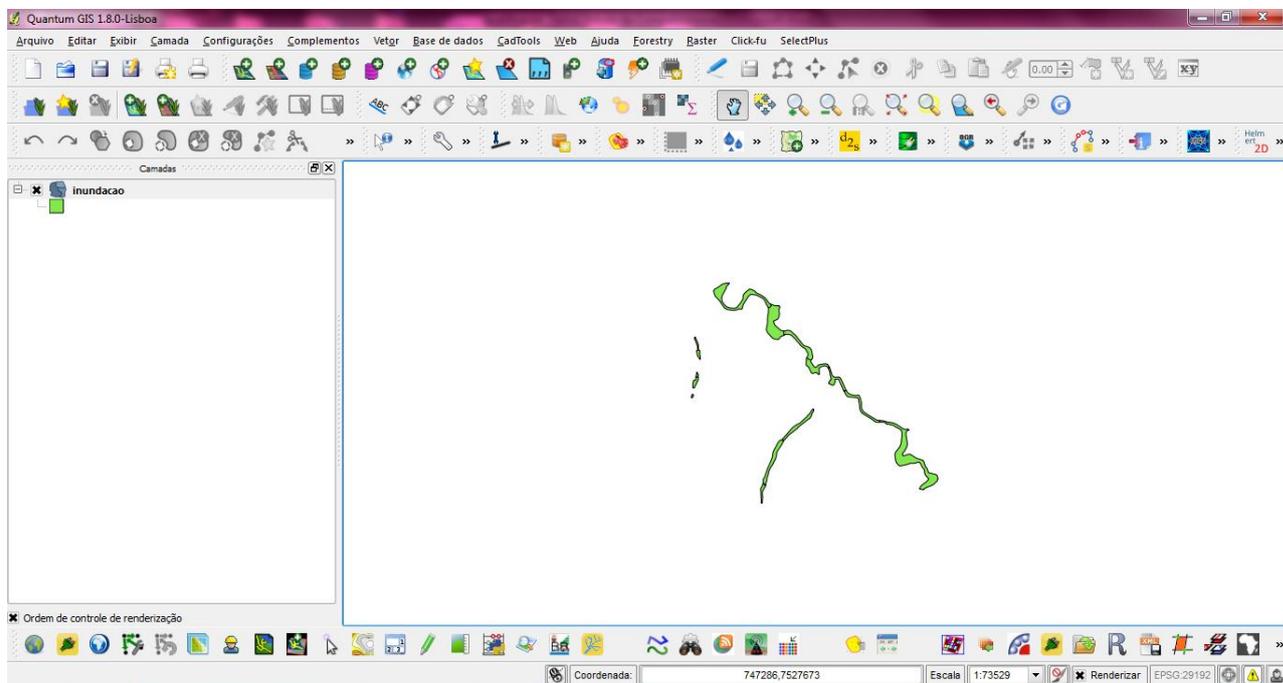


Figura A. 6 - Mapa da prefeitura em formato shape

Fonte: a autora

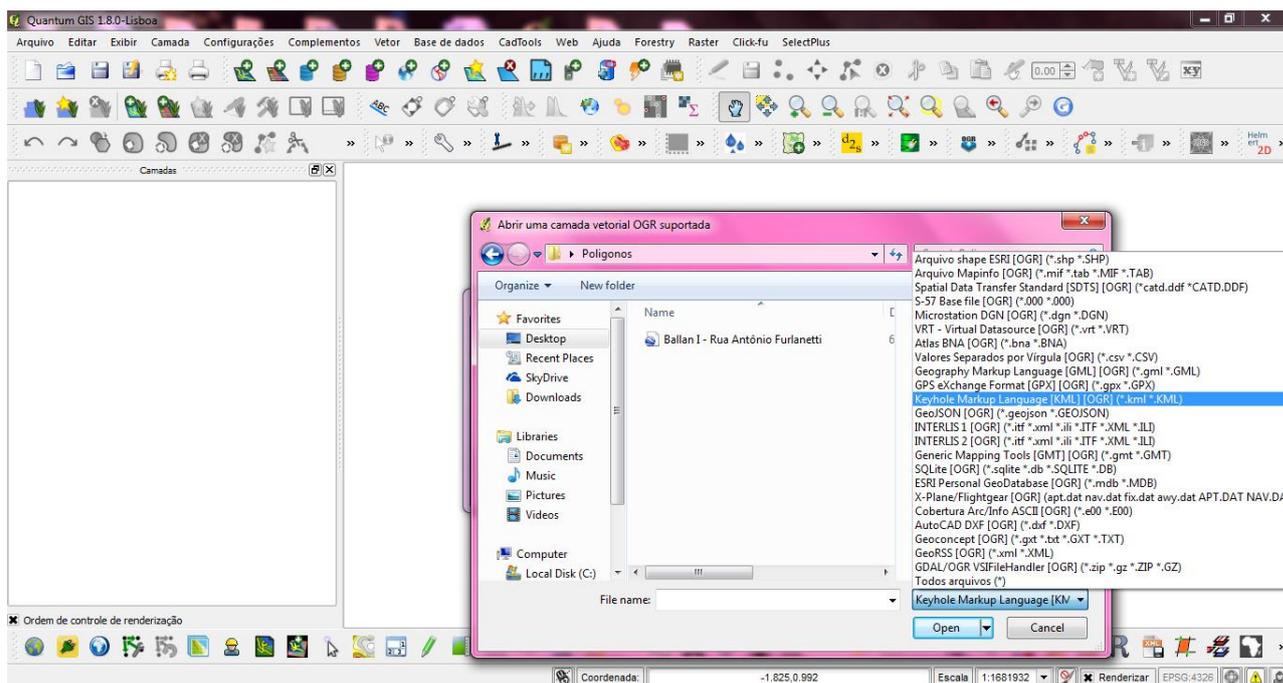


Figura A. 7 - Adicionar arquivo vetorial KML

Fonte: a autora

Selecione e abra o arquivo. Em cima do arquivo adicionado, com o botão direito do mouse, clique em “salvar como”. Será aberta uma janela conforme ilustra a Figura A.8. No formato selecione a opção arquivo shape ESRI. Na opção salvar como, clique em buscar, procure uma pasta diferente de onde foram salvos os arquivos KML e escreva o nome que deseja dar ao arquivo shape. No SRC selecione o mesmo sistema do primeiro arquivo shape (SAD 69 UTM zona 22 Sul) e clique em Ok. Após essa etapa, adicione esse arquivo em formato shape. Em seguida, remova o arquivo KML (Figura A. 9).

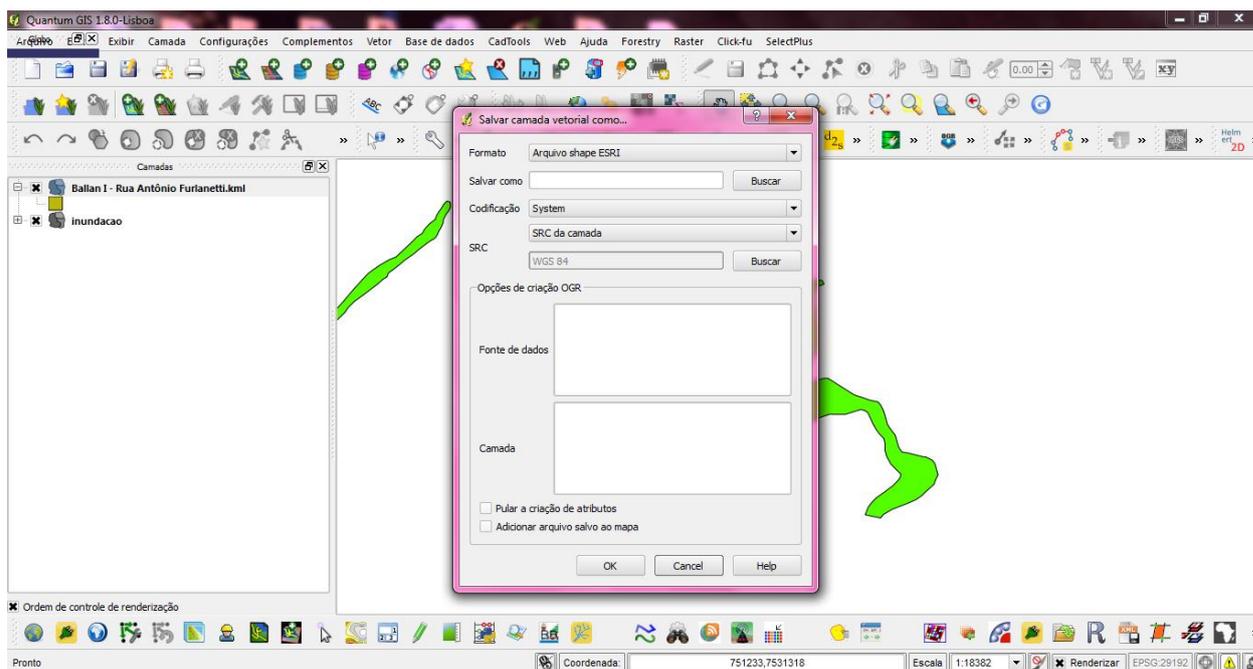


Figura A. 8 - Salvar o arquivo KML em shape

Fonte: a autora

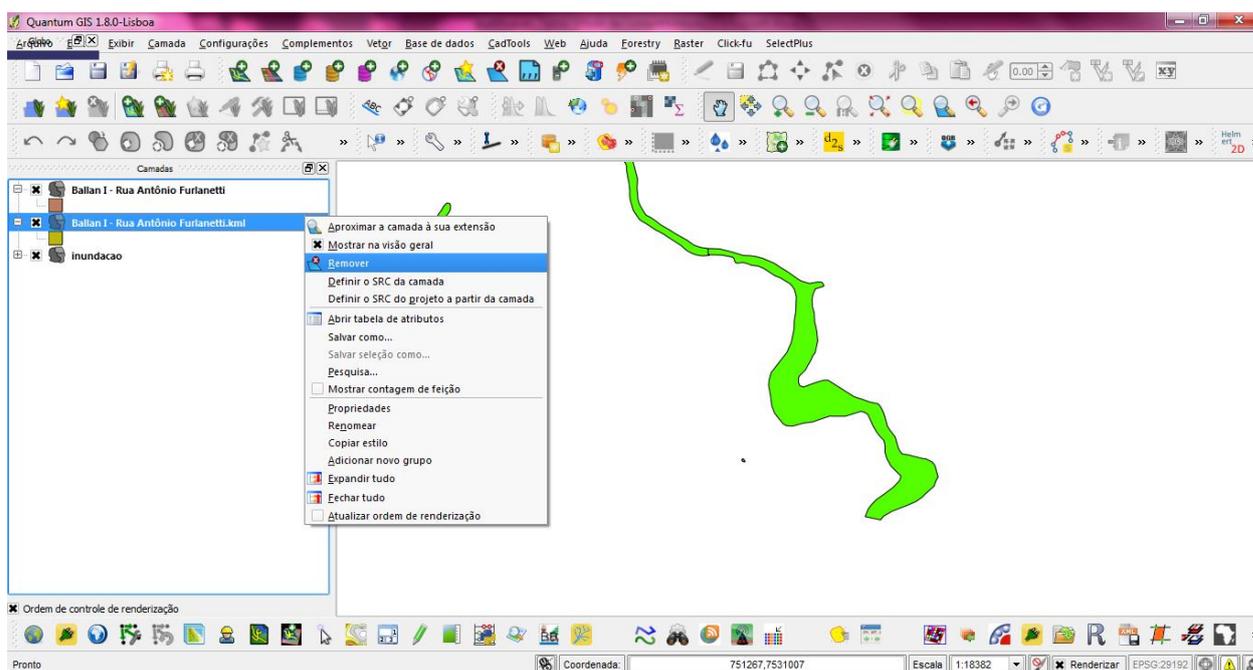


Figura A. 9 - Remover arquivo vetorial KML

Fonte: a autora

Repita esse procedimento para todos os arquivos KML e salve em shape. Os arquivos ficarão salvos no layer (camada), conforme ilustra a Figura A. 10.

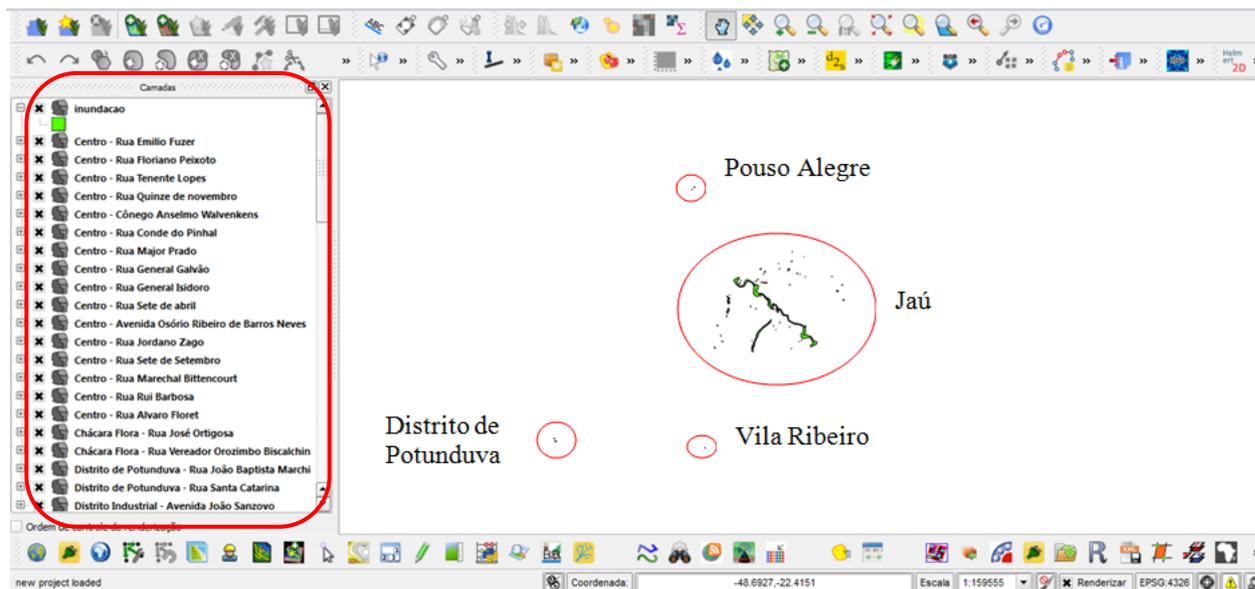


Figura A. 10 - Arquivos em shape

Fonte: a autora

Após essa etapa compare o mapa do dia 15 de novembro de 2011 com as áreas que foram fotointerpretadas. Para isso, faz-se necessário observar se alguma área ficou sobreposta à área do mapa da Prefeitura e, se isso ocorrer, exclua o arquivo.

Depois de realizada essa comparação e excluídos os arquivos, mescle os arquivos para torná-los em um arquivo único. Para isso, vá em: Menu>vetor>gerenciar dados>Mesclar arquivos shape (Figura A. 11)

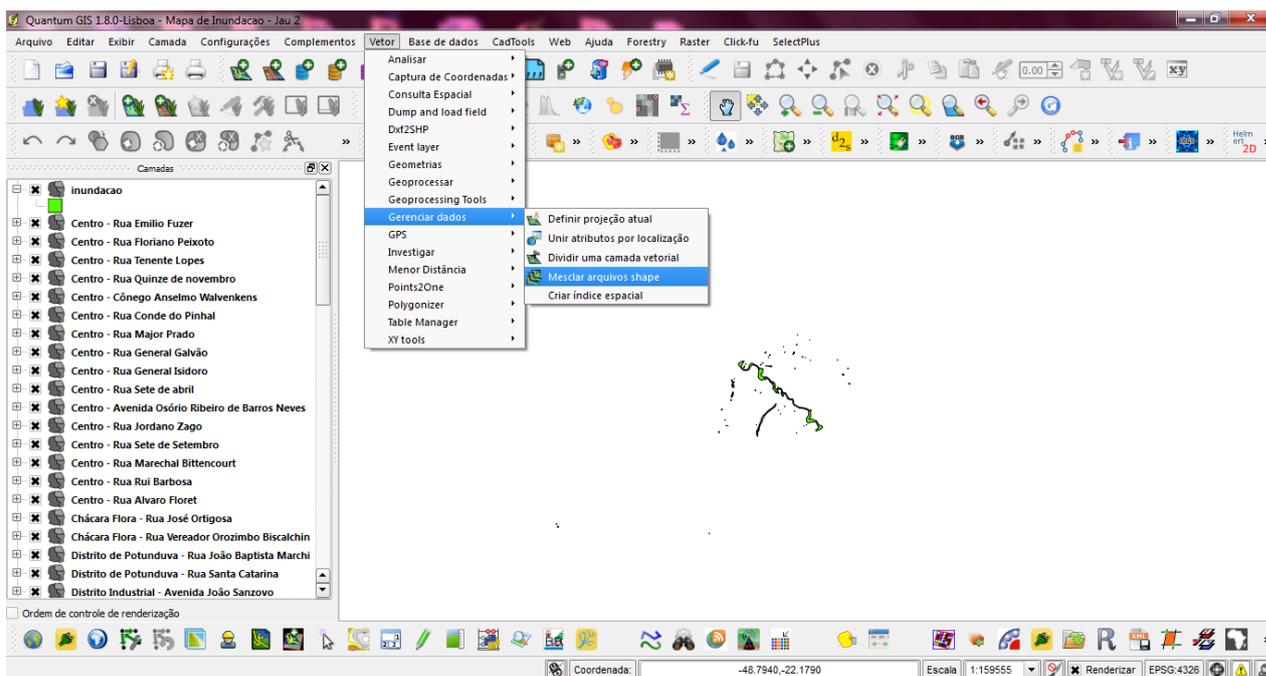


Figura A. 11 - Arquivos sobre áreas de inundação

Fonte: a autora

Será aberta uma janela. Escolha polígono como o tipo de feição vetorial. Na pasta de entrada selecione aquela onde foram salvos os arquivos shape e, no local de saída, escolha uma pasta e o nome do novo arquivo. Ative a opção: “adicionar resultados ao mapa da tela” e clique em Ok (Figura A. 12). Selecione o mesmo sistema de referência (SAD69 UTM zona 22 Sul), clique em Ok.

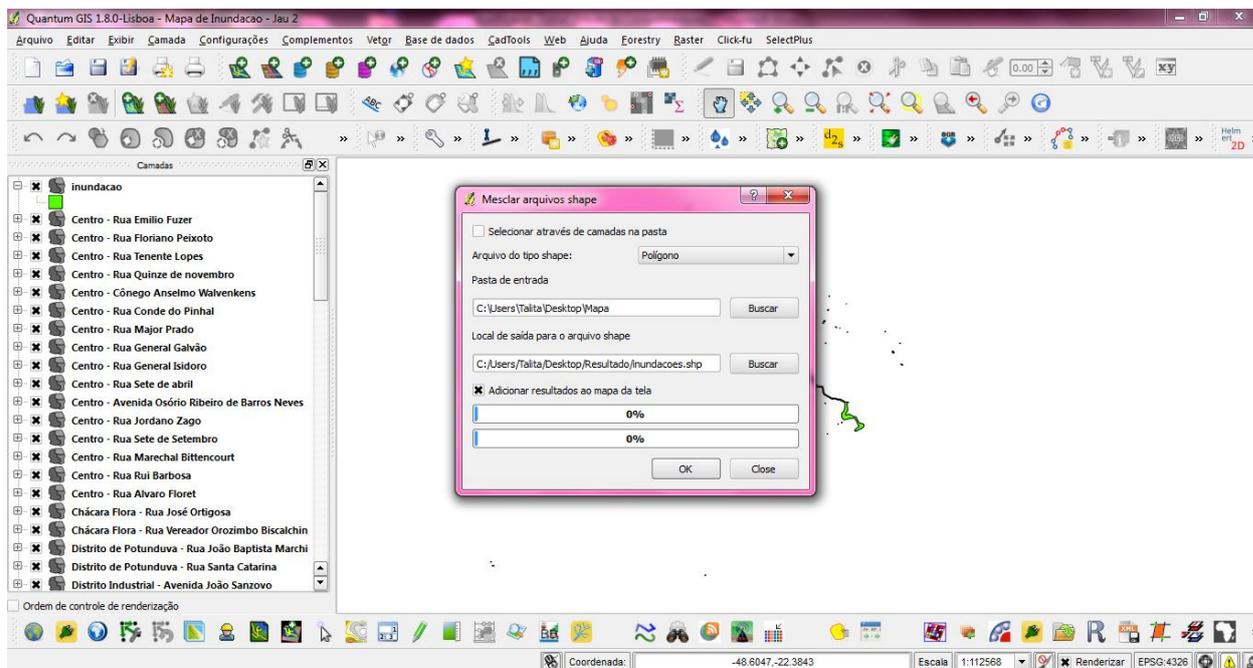


Figura A. 12 - Mesclar arquivos shape

Fonte: a autora

Salve o projeto e abra um novo projeto. Vá em Menu>arquivo>novo projeto ou clique no ícone . Adicione o ultimo arquivo shape na camada vetorial  e abra a tabela de atributos no arquivo dentro do layer, com o botão direito do mouse sobre o arquivo (Figura A. 13) ou no ícone .

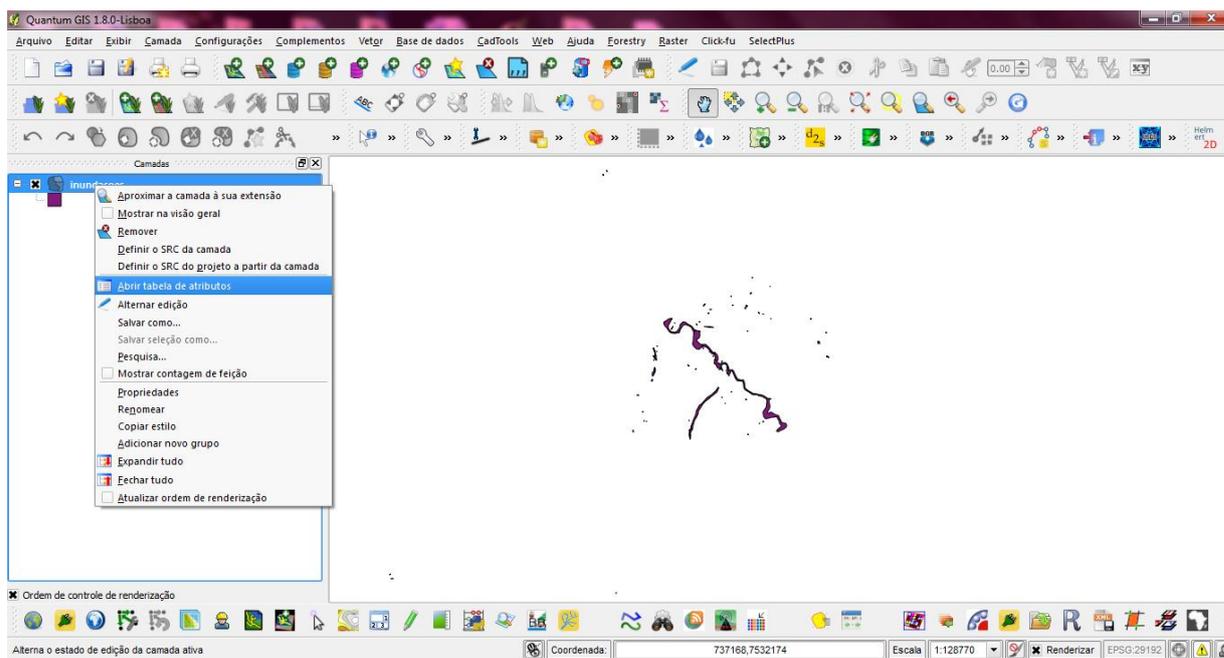


Figura A. 13 - Abrir tabela de atributos

Fonte: a autora

Na tabela de atributos podem ser colocados diversos tipos de informação (numérica, alfabética ou alfa-numérica). Na rodapé da janela, há uma barra de ferramentas que possibilita seleção, atualização e acréscimo de dados (Figura A. 14). Para qualquer alteração, clique no ícone “alternar modo de edição” (1) e depois clique no ícone “nova coluna” (2). Enquanto a opção “alternar modo de edição” (1) estiver ativada, será possível escrever, inserir coluna e excluir coluna (3). Após qualquer alteração realizada na tabela de atributos clique em “salvar alterações” (4) e desative a opção “alternar modo de edição”.

Os ícones 5, 6, 7 e 8 são referentes à seleção, respectivamente, “desselecionar tudo”, “mover seleção para o topo”, “inverter seleção” e “copiar linhas selecionadas para a área de transferência”. Os ícones 9 “aproximar o mapa às linhas selecionadas” e 10 “mostrar o mapa para as linhas selecionadas” permitem visualizar a informação no mapa, ou seja, quando for selecionada uma linha da tabela e ativado o ícone 9 ou 10, o mapa ampliará a área correspondente.

Para excluir alguma outra informação, clique no ícone “excluir feição selecionada” (11) e, para realizar alguma operação matemática, clique no ícone “abrir calculadora de campo” (12).



Figura A. 14 - Ícones da tabela de atributos
Fonte: a autora

Para realizar busca no QGIS, no rodapé da tabela de atributos digite a informação que deseja pesquisar e escolha a coluna onde essa informação se encontra, como por exemplo, buscar todas as áreas que tiveram problemas com galerias: buscar por: “Galeria” em “Causa” e clique em Buscar. As áreas pesquisadas serão destacadas em amarelo conforme ilustra a Figura A. 15.

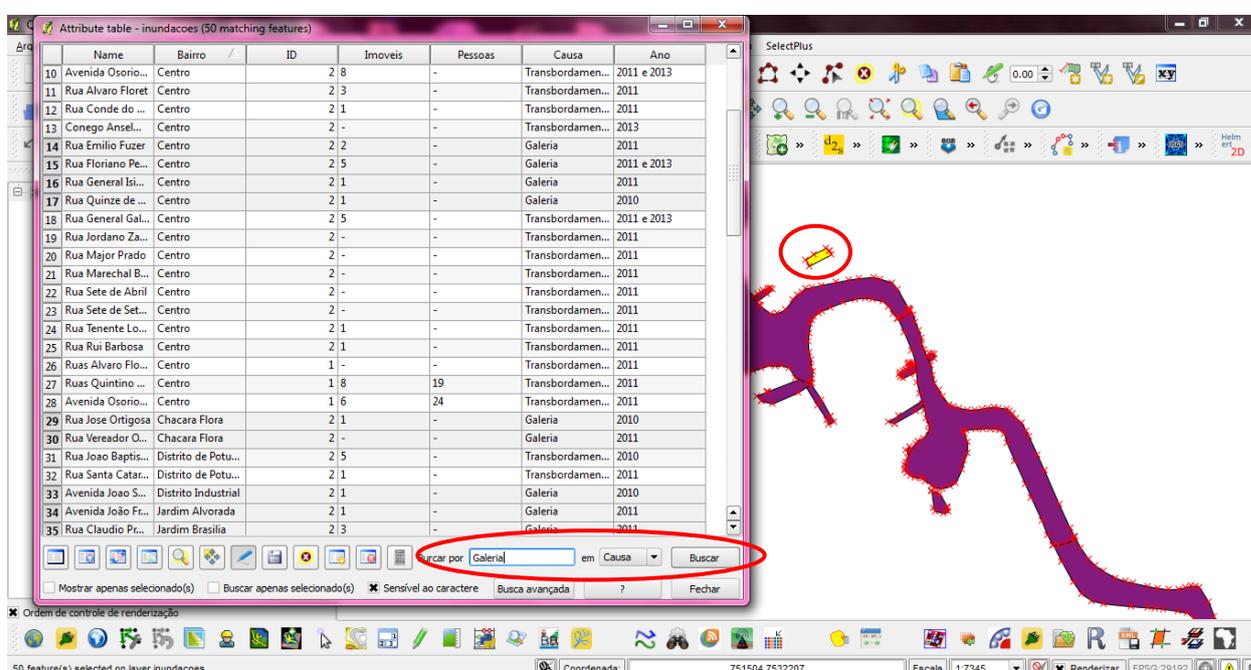


Figura A. 15 - Busca no QGIS
Fonte: a autora

Após a atualização da tabela de atributos, crie uma simbologia para o arquivo. Para criar simbologia, clique com o botão direito do mouse sobre o arquivo desejado e clique em propriedades. No caso do município de Jahu, o mapa será separado quanto ao transbordamento de rio e problemas como galerias. Clique na aba: estilo>categorizado>coluna: causa>cor de degradê: reds e clique em classificar. Aparecerão as opções da coluna e suas simbologias, conforme mostra a Figura A. 16.

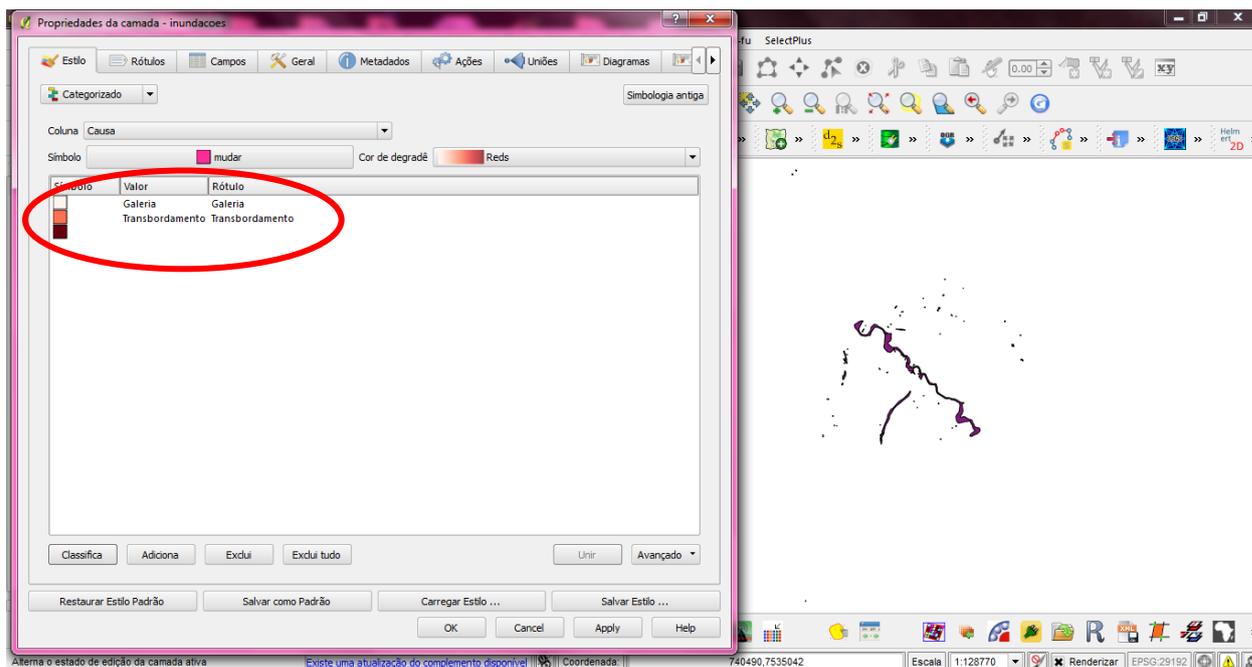


Figura A. 16 - Criar simbologia

Fonte: a autora

Para apagar a opção que está vazia, clique em cima dela e depois em “exclui”. Para alterar as simbologias, dê dois cliques na cor, clique em “muda”, escolha a opção desejada, clique em Ok>aplicar>ok (Figura A. 17).

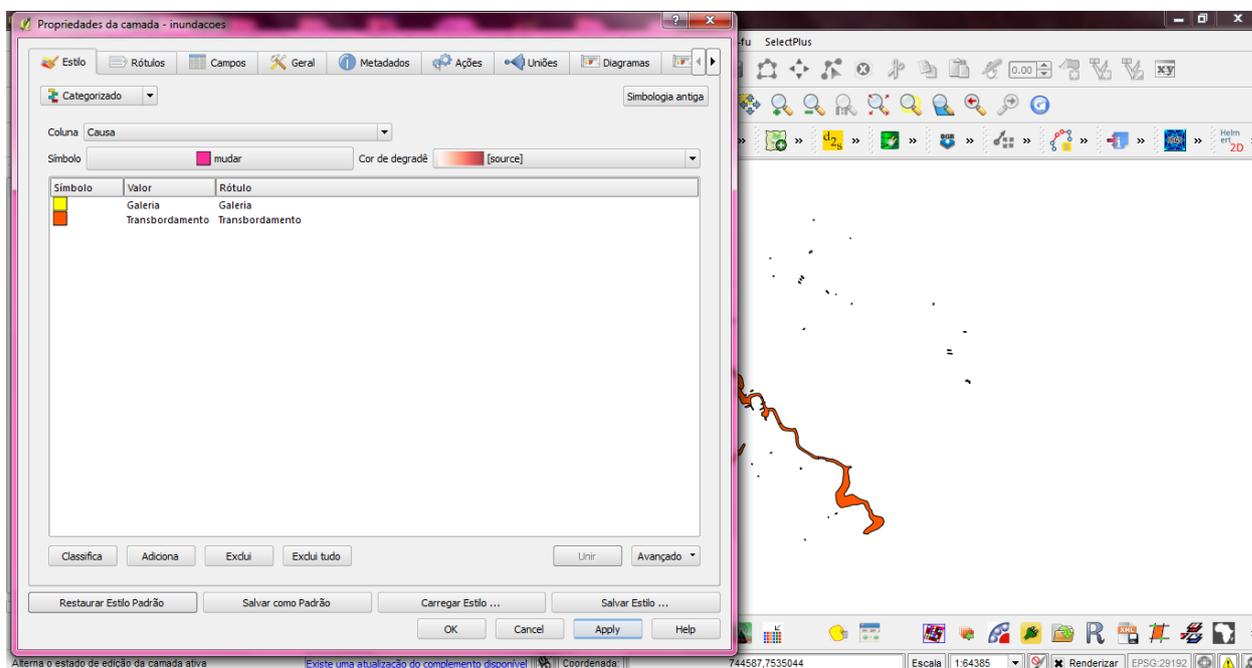


Figura A. 17 - Alterar simbologia

Fonte: a autora

Depois de criada a simbologia, insira arquivos para complementar o mapa. Os arquivos shape que serão inseridos ao mapa de Jahu são: vias, logradouros e hidrografia (Figura A. 18).

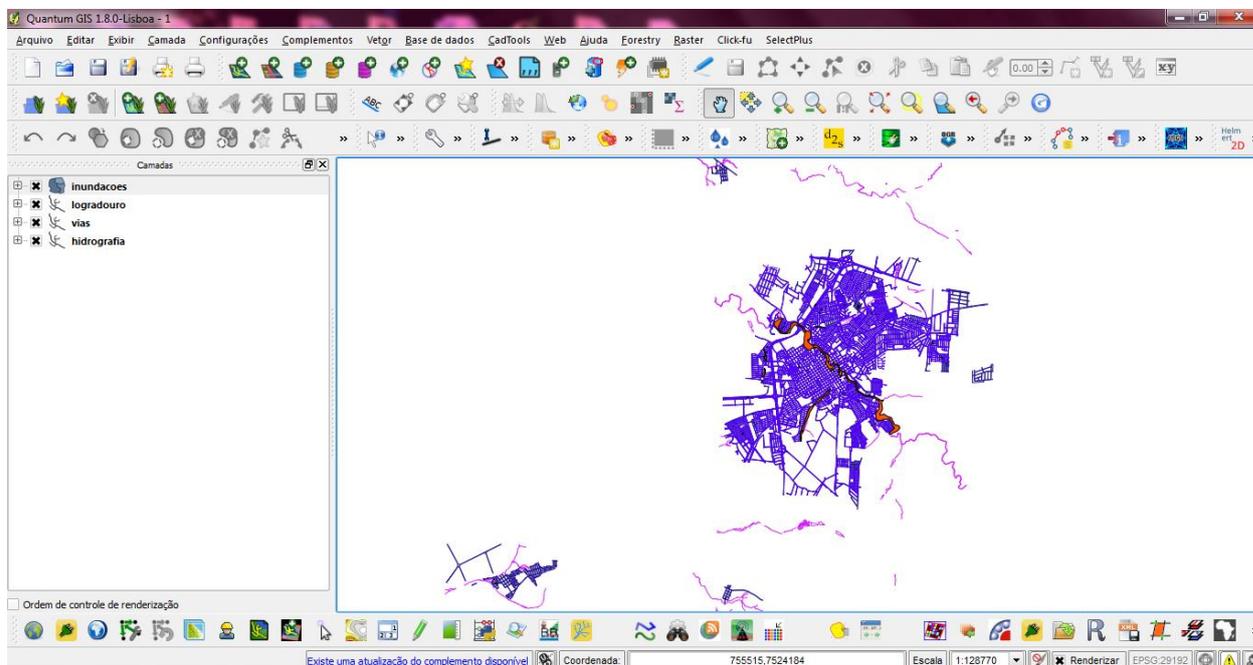


Figura A. 18 - Arquivos shape: vias, logradouro e hidrografia
Fonte: a autora

Crie simbologia para os três arquivos adicionados (azul escuro para hidrografia e cinza claro para os arquivos logradouro e vias) (Figura A. 19).

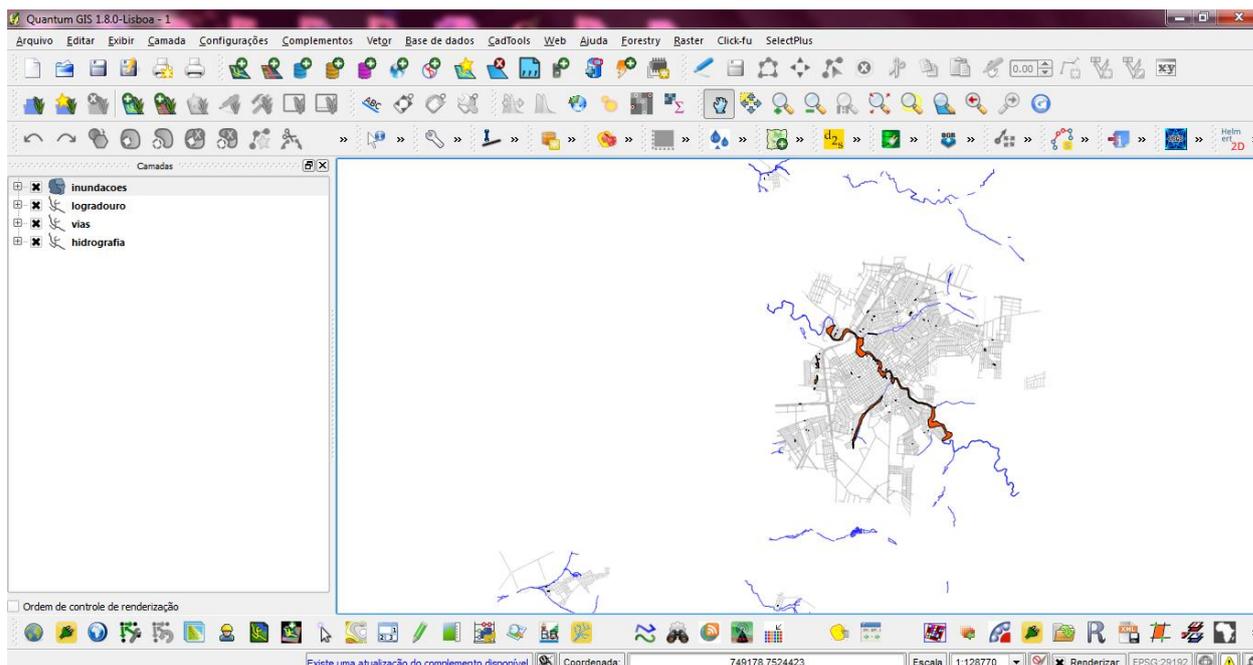


Figura A. 19 - Simbologia para todos os arquivos shape
Fonte: a autora

Após a inserção dos arquivos e a criação de simbologia, crie o leiaute final do mapa na janela do compositor. Vá em: Menu>arquivo>gerenciador do compositor>adicionar>renomear arquivo>fechar. Depois de criada uma janela do compositor, vá novamente em: Menu>arquivo>compositores de impressão e clique no arquivo que foi criado (Figura A. 20).

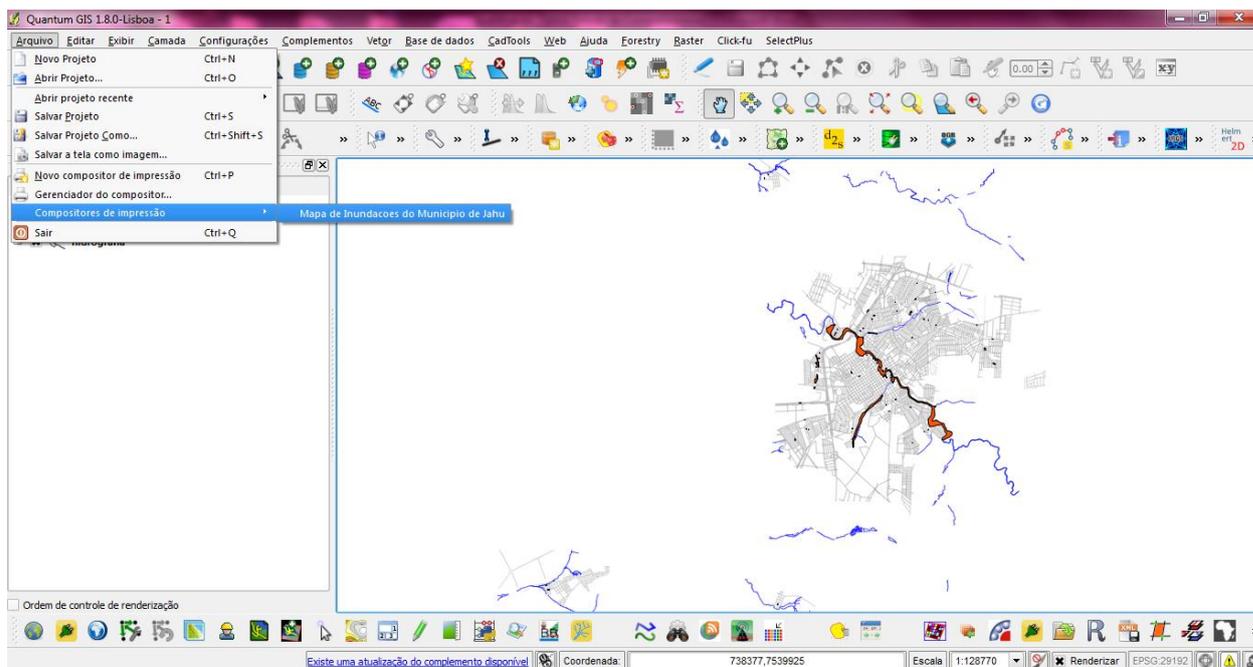


Figura A. 20 - Compositor de impressão

Fonte: a autora

Será aberta a janela do compositor. Clique em modelo>adicionar mapa (Figura A. 21) ou no ícone . Clique na janela e arraste o mouse até a outra extremidade.

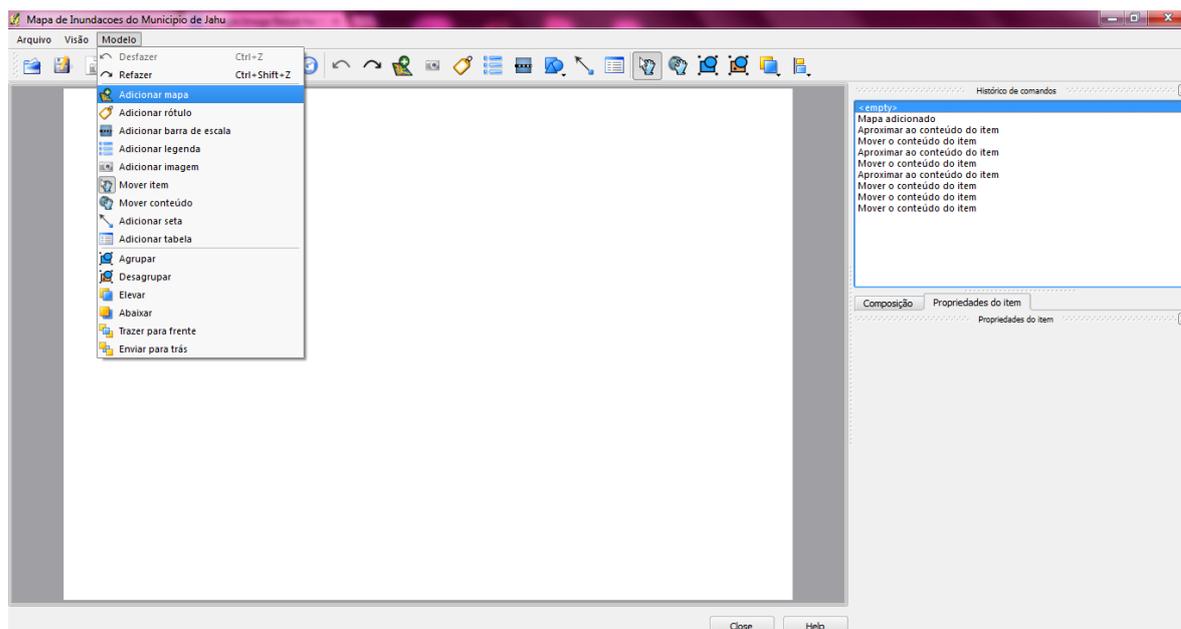


Figura A. 21 - Janela do Compositor
Fonte: a autora

O mapa aparecerá automaticamente (Figura A. 22). No ícone  é possível arrastar a imagem e, com o roller do mouse, é possível aumentar ou diminuir a imagem.

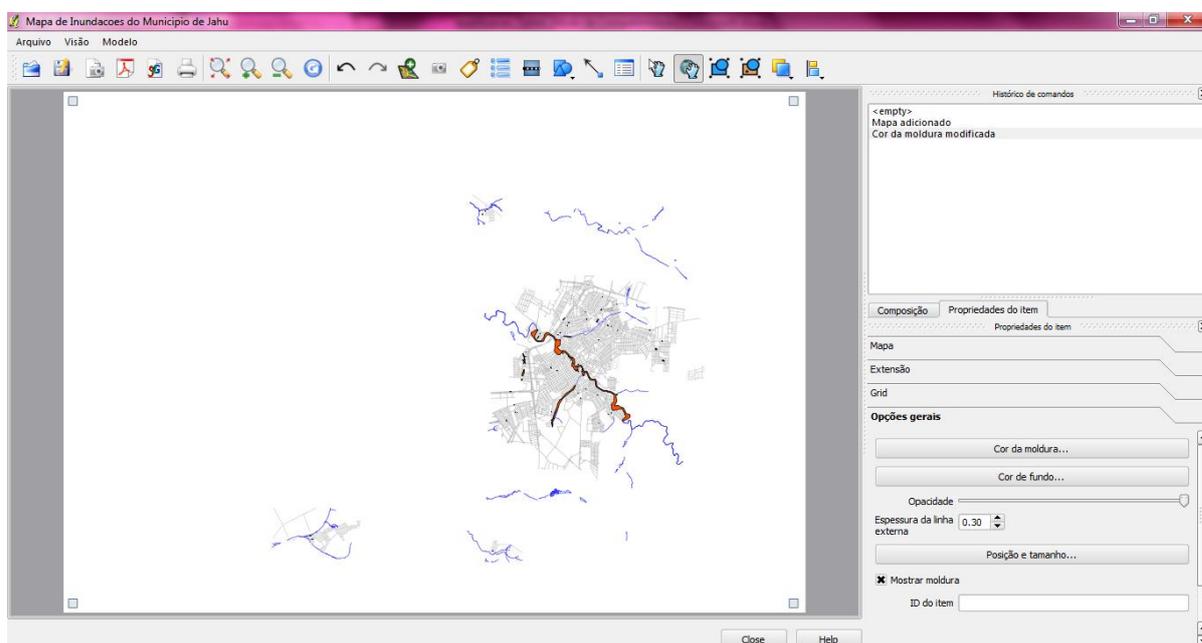


Figura A. 22 - Mapa na janela do compositor
Fonte: a autora

A janela do compositor permite que diversos elementos como escala, legendas, norte e rótulos sejam inseridos na tela do mapa. Para inserir barra de escala, clique em: Menu>modelo>adicionar barra de escala ou no ícone  e clique na tela do mapa. Em

propriedades do item (Figura A. 23), configure a barra de escalas para caixa dupla com 5 segmentos e tamanho de 1000 (unidades do mapa).

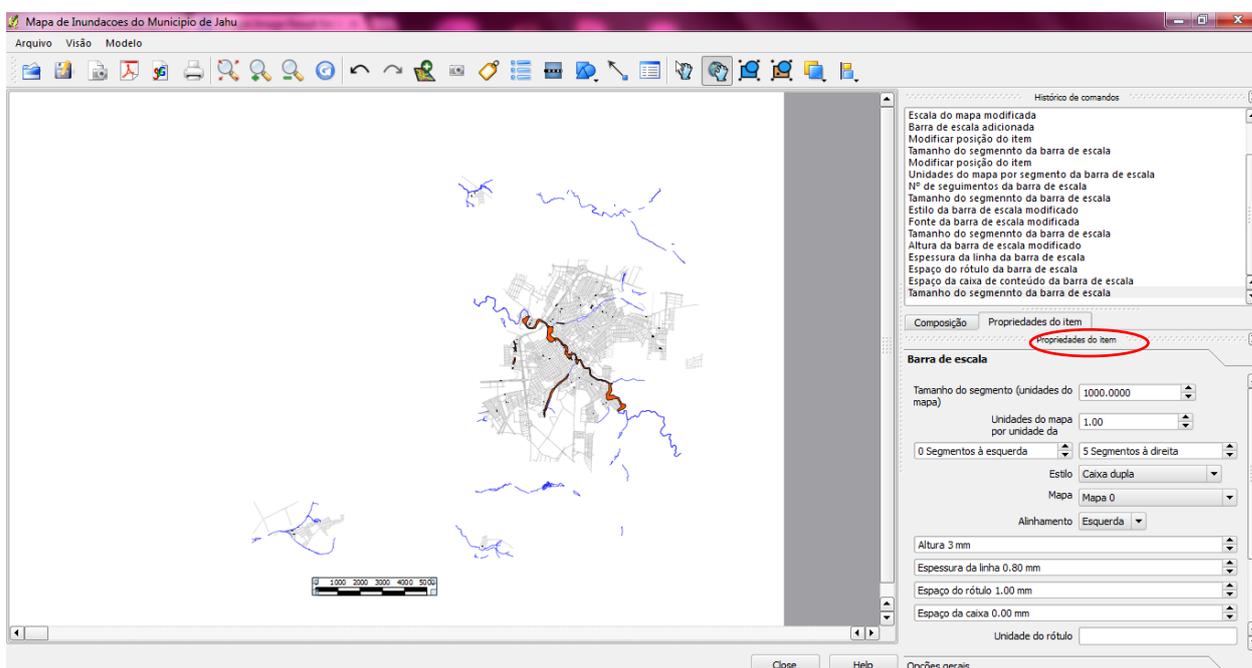


Figura A. 23 - Editando barra de escala

Fonte: a autora

Para inserir a localização norte no mapa, clique em: Menu>modelo>adicionar imagem ou no ícone  e clique na tela do mapa. Aparecerá uma caixa em branco. Para escolher uma imagem, vá em propriedades do item (Figura A. 24) e escolha uma imagem para representar a seta norte.

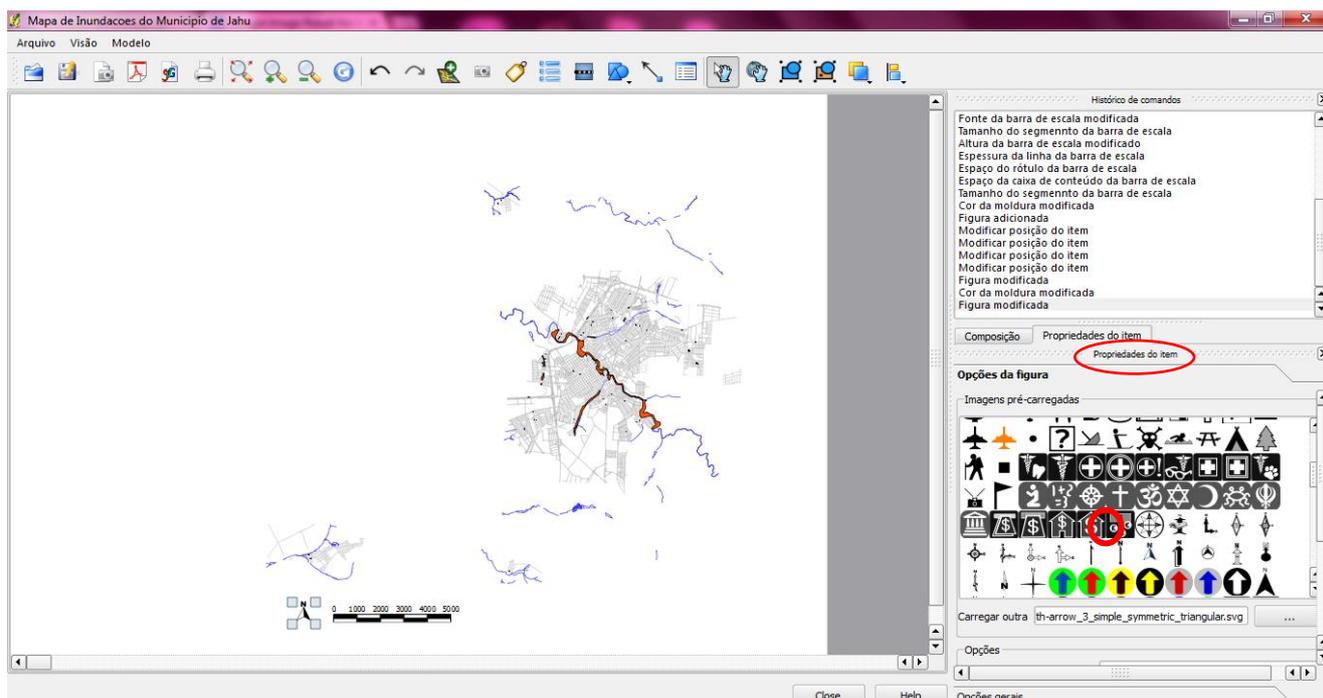


Figura A. 24 - Editando seta norte
 Fonte: a autora

Para inserir legenda, clique em: Menu>modelo>adicionar legenda ou no ícone  e clique sobre a tela do mapa. Para inserir título ao mapa, clique em Menu>modelo>adicionar rótulo ou no ícone  e clique sobre a tela do mapa. Para editar o título, vá em propriedade do item (Figura A. 25), fonte e edite o rótulo do mapa.

Depois de pronto, o mapa poderá ser salvo como pdf ou como imagem. Clique em: Menu>arquivo>exportar como pdf ou exportar como imagem com extensão “.bmp”. O resultado final do mapas com as áreas inundadas está ilustrado conforme a Figura A. 26.

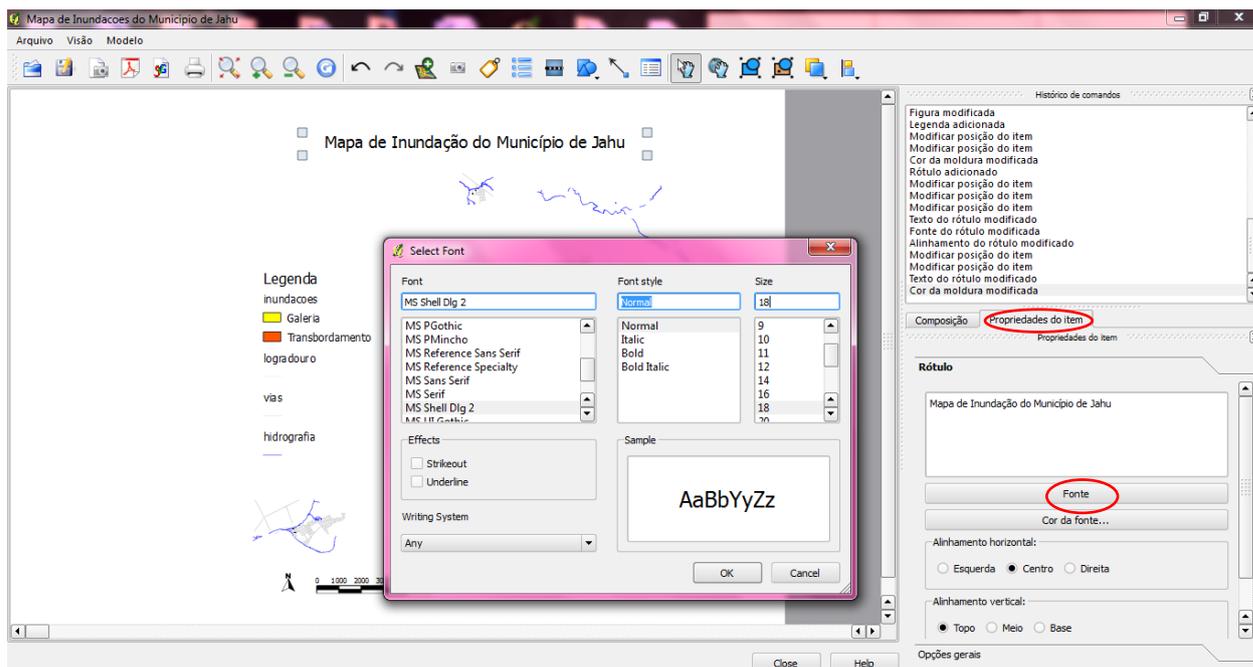


Figura A. 25 - Editando rótulo
 Fonte: a autora

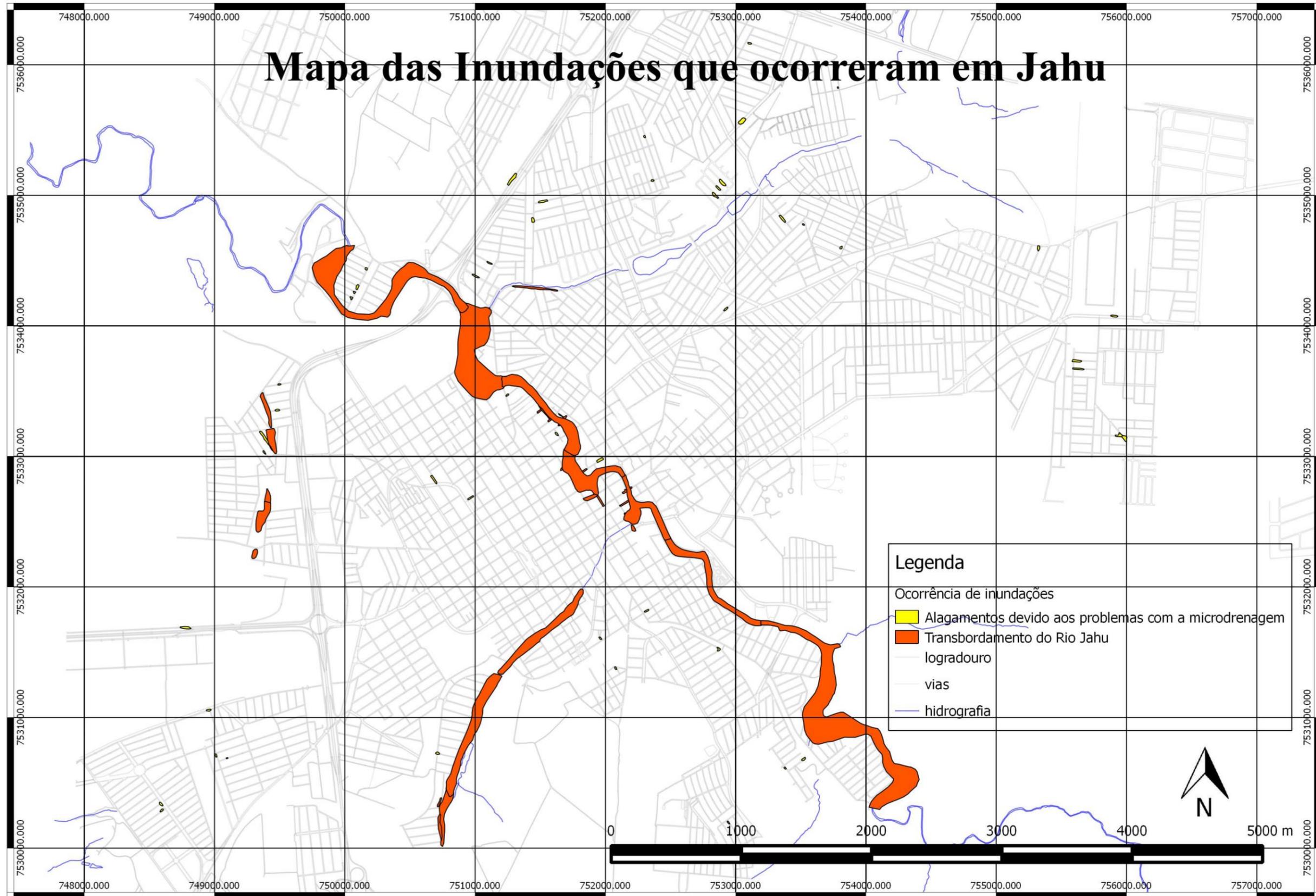


Figura A. 26 - Mapa das áreas inundadas que ocorreram em Jahu

Fonte: a autora

APÊNDICE A.2 – LOCAIS ESTRATÉGICOS TUTORIAL DO QUANTUM GIS

Para a localização dos pontos estratégicos, abra o programa Google Earth, conforme ilustra a Figura A. 27 e realize os procedimentos descritos a seguir.

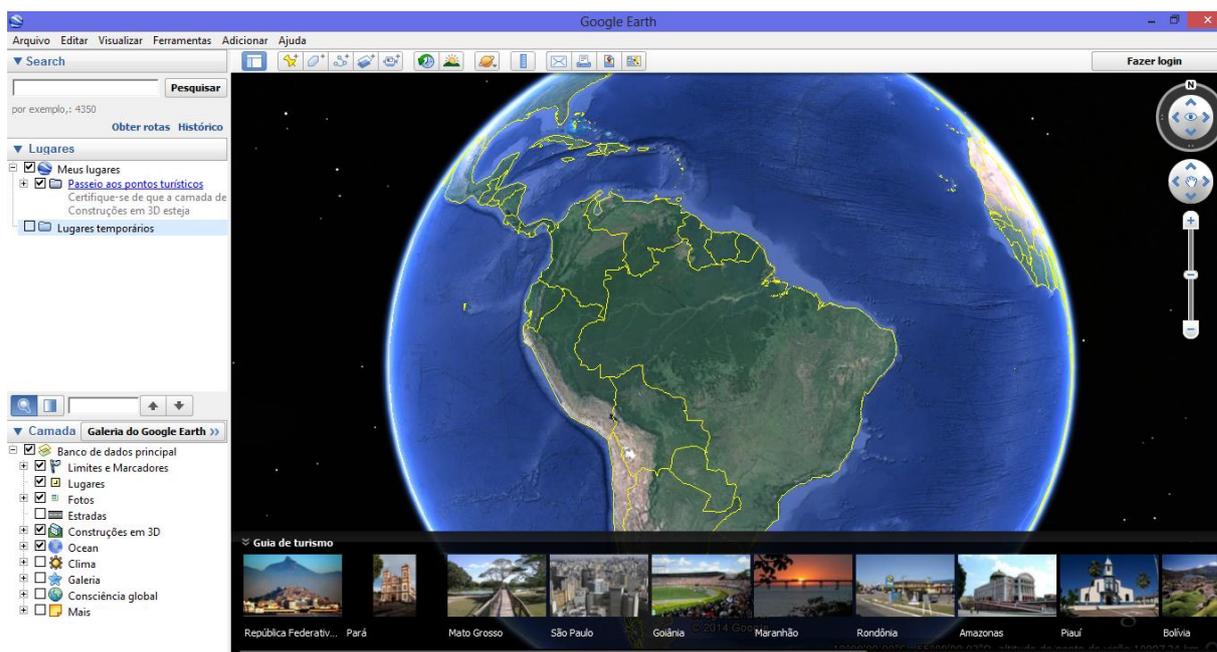


Figura A. 27 - Tela inicial do Google Earth
Fonte: a autora

Deverão ser fotointerpretados os locais estratégicos conforme elencados nas Tabelas 25, 26, 27, 28, 29, 30 e 31, da seção 9.2.3

Para essa atividade será utilizada, como exemplo, o caso da creche Professora Azia Mendes Eleutério, localizada na Rua Ângelo Busnardo, 162, conforme ilustra a Figura A. 28

1. No campo de Busca, digite o endereço dos locais estratégicos, como escolas, creches, ginásios, teatros e hospitais.

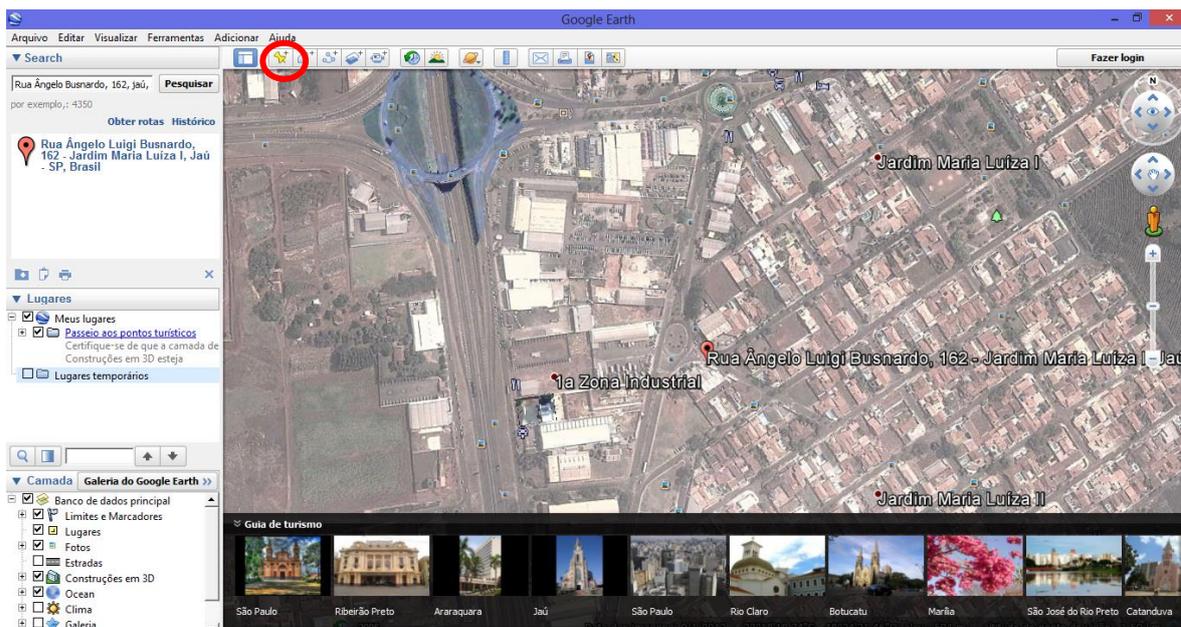


Figura A. 28- Pesquisa do local estratégico

Fonte: a autora

2. Após a localização do ponto estratégico, clique em adicionar marcador (Figura A. 29) e preencha com o nome do local estratégico, nesse caso, Professora Azia Mendes Eleutério e clique em OK.

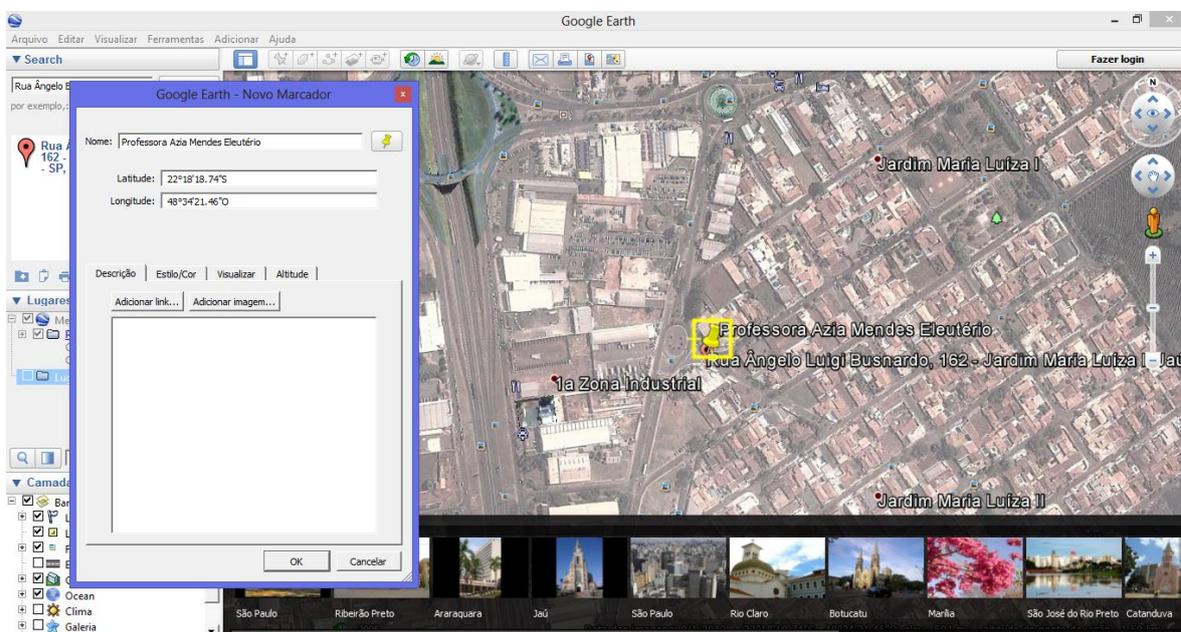


Figura A. 29 - Marcador para o local estratégico

Fonte: a autora

3. Em cima do marcador, com o botão direito do mouse, selecione a opção “salvar lugar como” (Figura A. 30) e após a localização da pasta, salve o arquivo com extensão “.kml” (Figura A. 31)

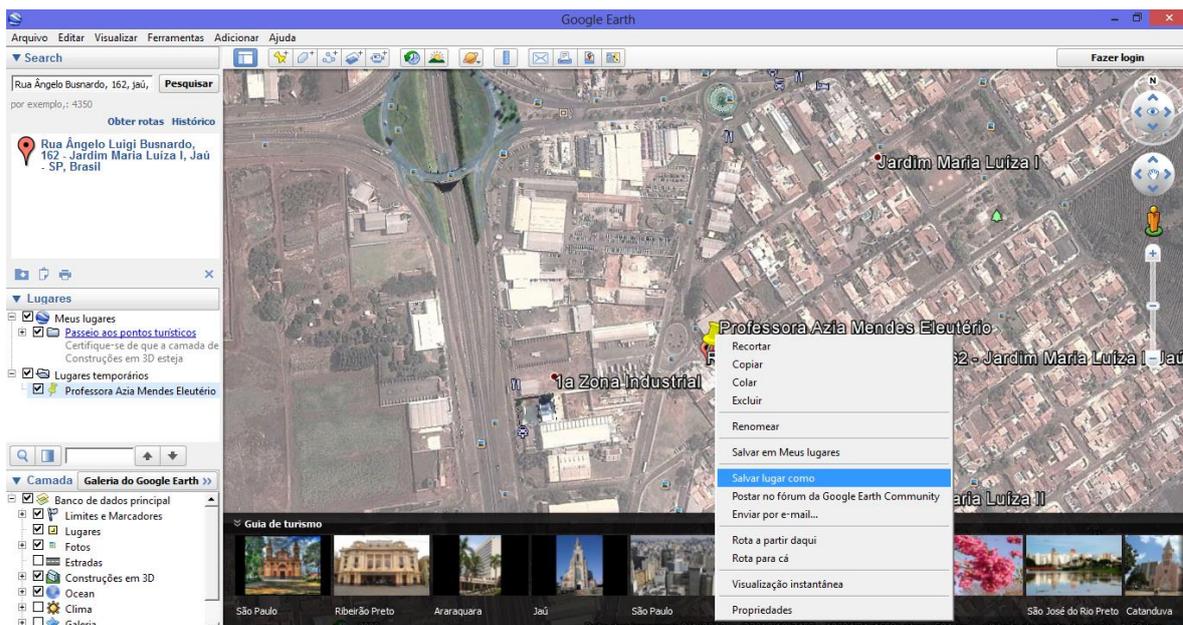


Figura A. 30 - Salvar marcador do local estratégico

Fonte: a autora

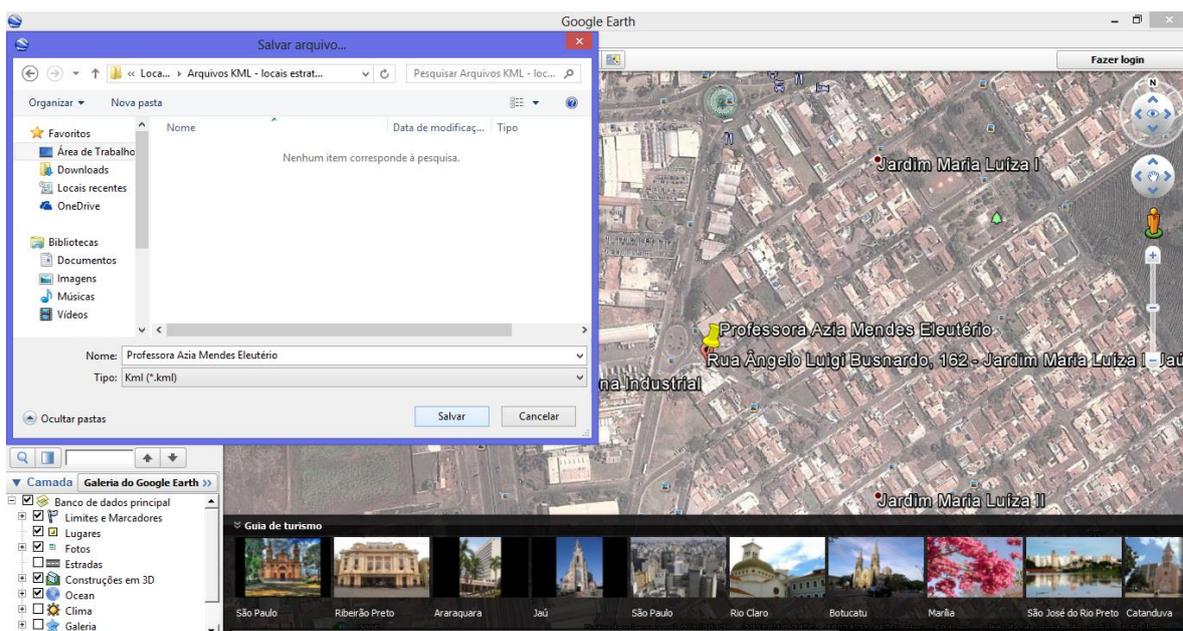


Figura A. 31 - Salvar marcador com extensão “.kml”

Fonte: a autora

Faça isso para todos os locais que serão considerados pontos estratégicos e salve todos na mesma pasta.

Após essa fase, utilize a ferramenta Quantum GIS para integrar esses arquivos KML que foram pesquisados e fotointerpretados no Google Earth.

Vá em Menu>Camada>Adicionar camada vetorial (Figura A. 32). Clique no arquivo KML (Figura A. 33) e abra.

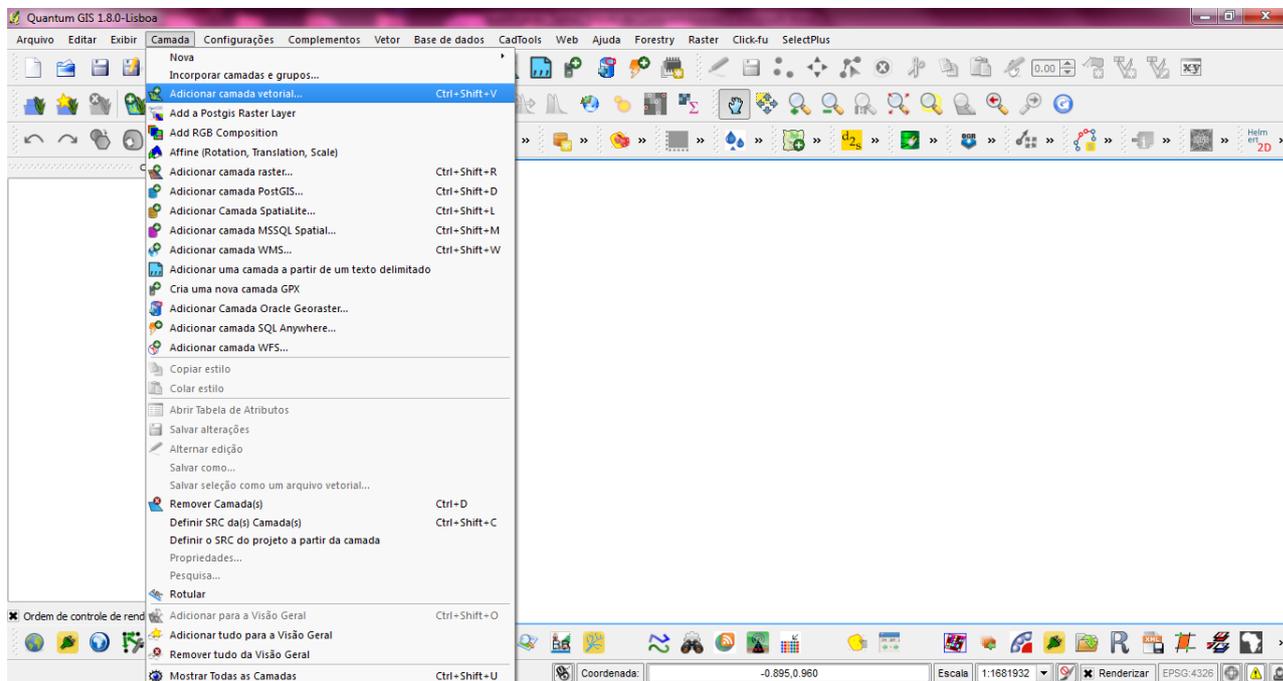


Figura A. 32 -Adicionar camada vetorial

Fonte: a autora

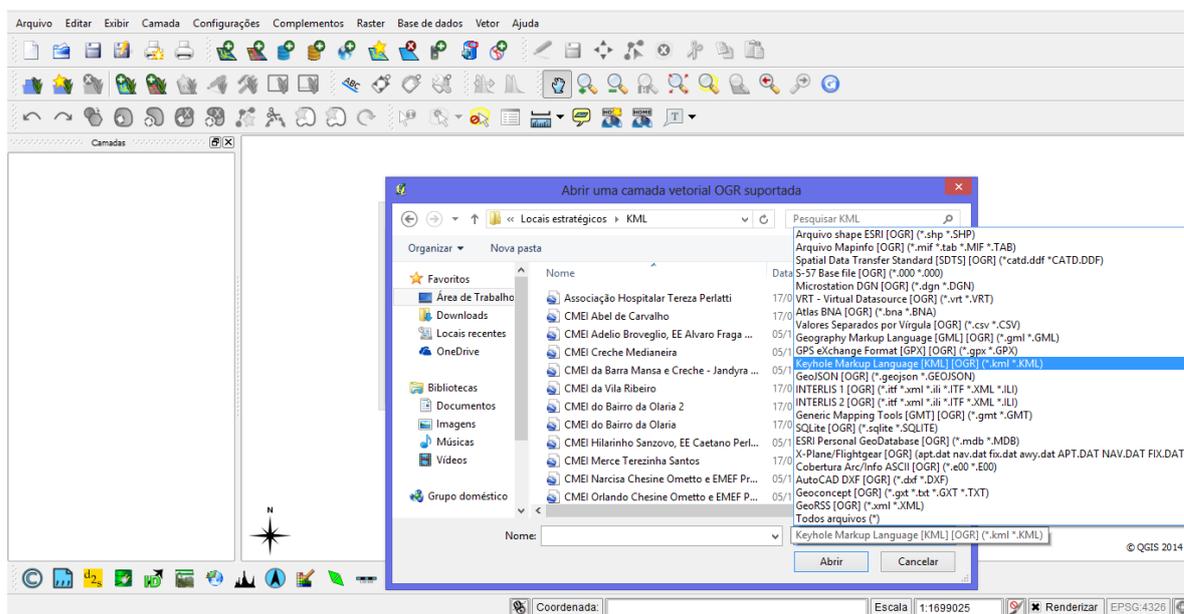


Figura A. 33 - Adicionar arquivo vetorial kml

Fonte: a autora

Em cima do arquivo adicionado, com o botão direito do mouse, clique em “salvar como”. Será aberta uma janela conforme ilustra a Figura A. 34. No formato, selecionar a

opção arquivo shape ESRI. Na opção salvar como, clique em buscar, procure uma pasta diferente de onde foram salvos os arquivos KML e escreva o nome que deseja dar ao arquivo shape. No SRC selecione o mesmo sistema do primeiro arquivo shape (SAD 69 UTM zona 22 Sul) e clique em Ok.

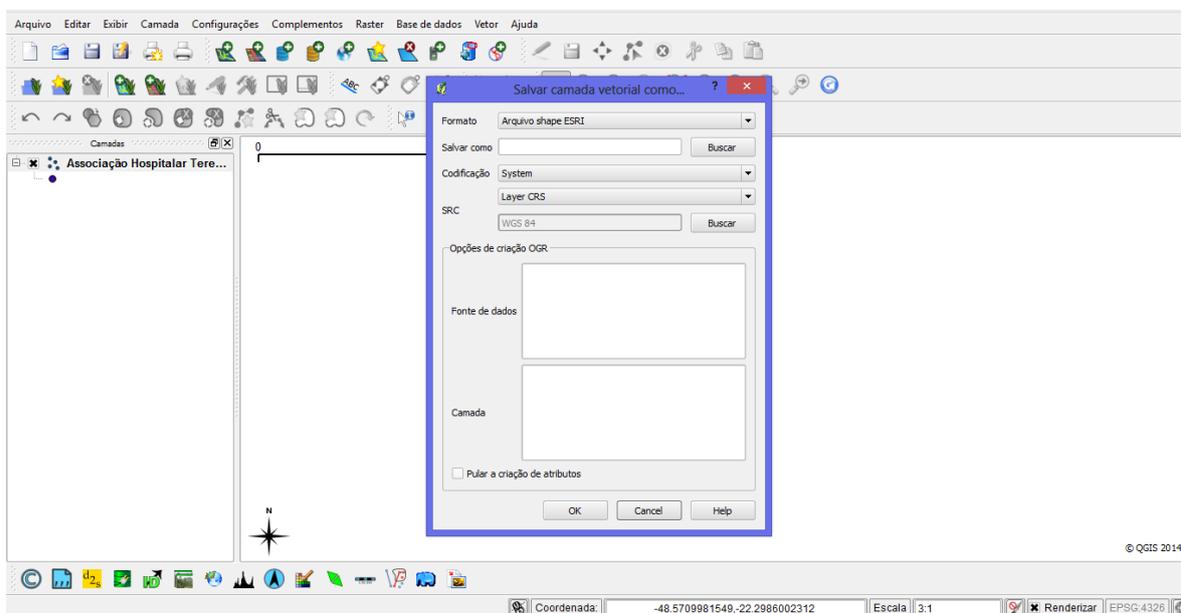


Figura A. 34 - Salvar o arquivo KML em shape
Fonte: a autora

Após essa etapa, adicione esse arquivo em formato shape, conforme ilustra a Figura A. 35.

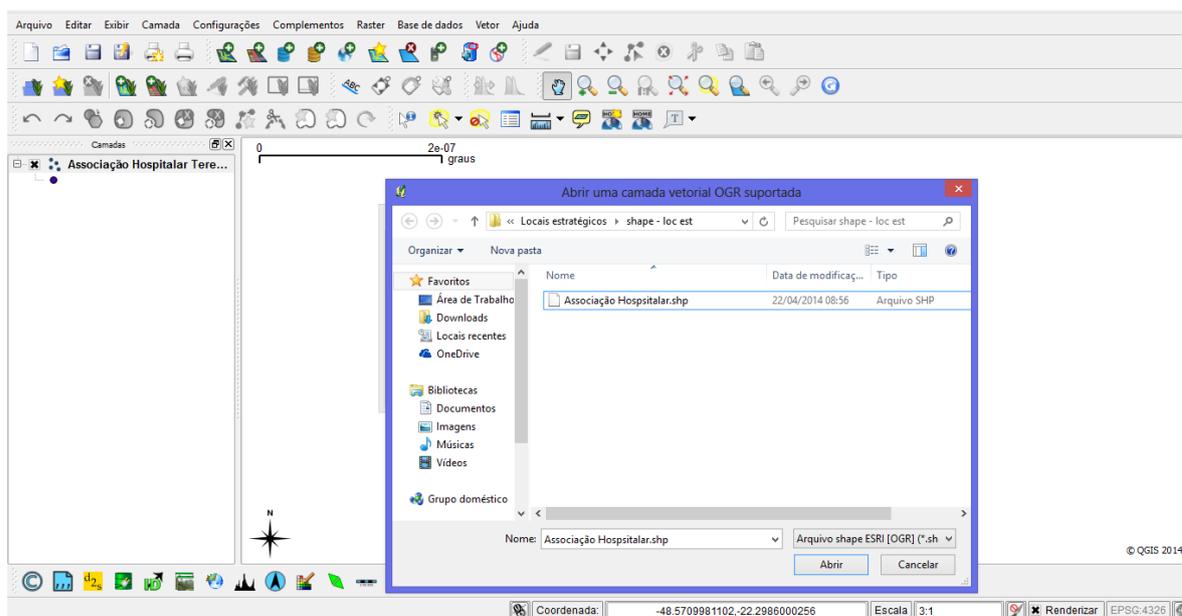


Figura A. 35 - Adicionar arquivo shape
Fonte: a autora

Após adicionado o arquivo, remova o arquivo KML (Figura A. 36).

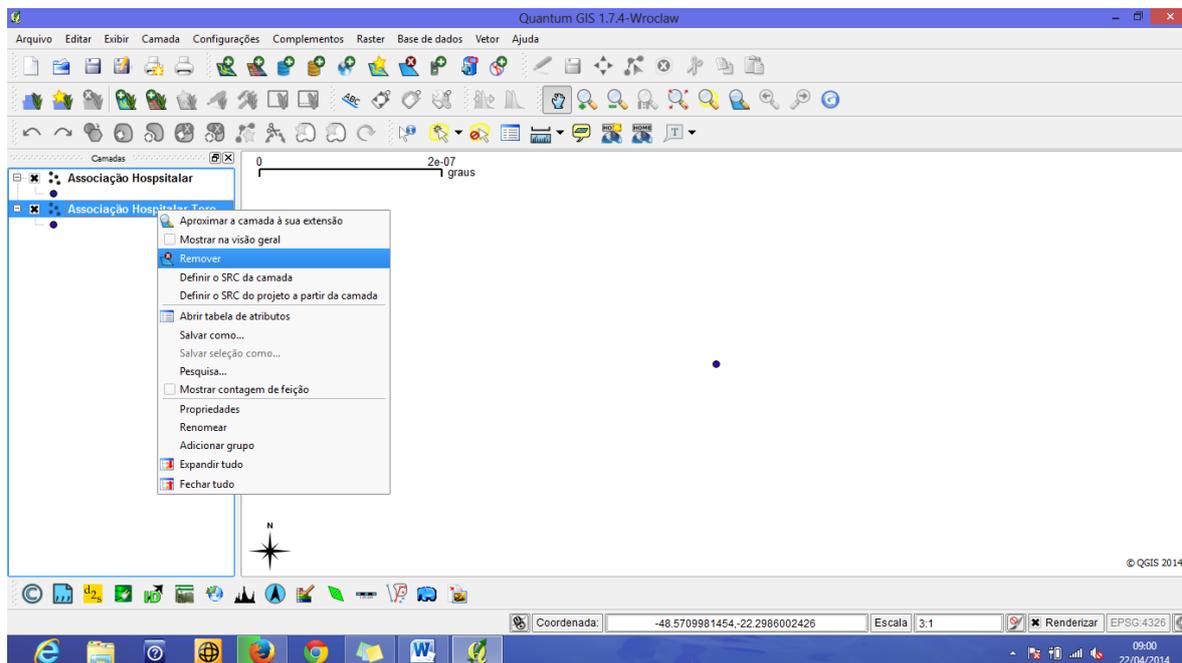


Figura A. 36 - Remover arquivo vetorial KML

Fonte: a autora

Repita esse procedimento para todos os arquivos KML e salve em shape. Os arquivos ficarão salvos no layer (camada), conforme ilustra a Figura A. 37.

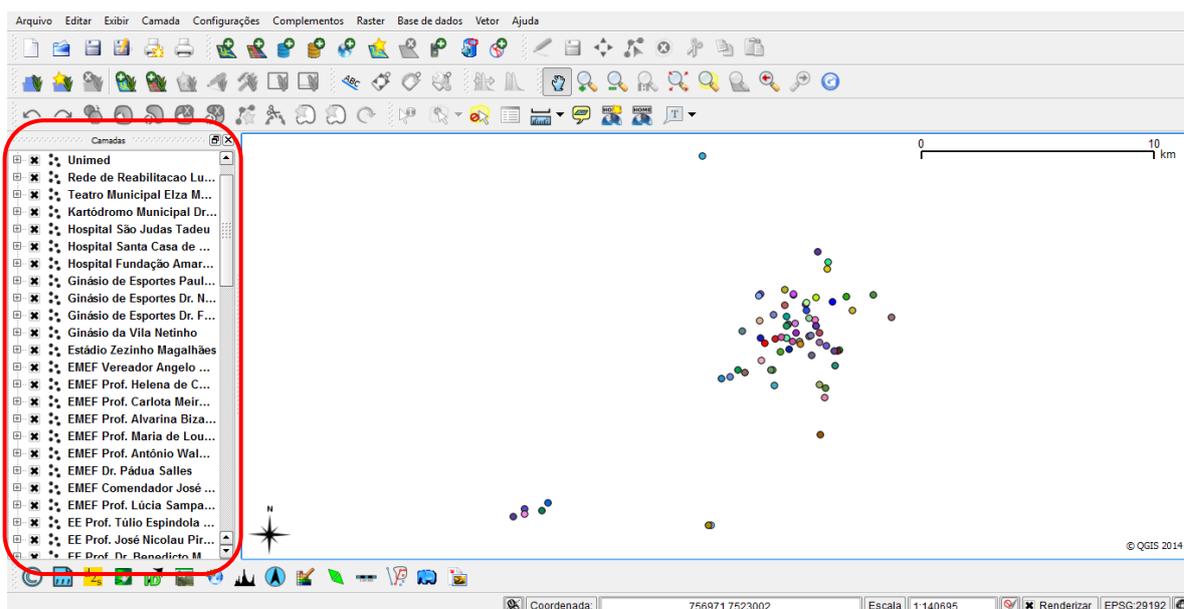


Figura A. 37 - Arquivos em shape

Fonte: a autora

Depois de excluídos os arquivos, mescle os arquivos para torná-los em um único arquivo. Para isso vá em: Menu>vetor>gerenciar dados>Mesclar arquivos shape (Figura A. 38).

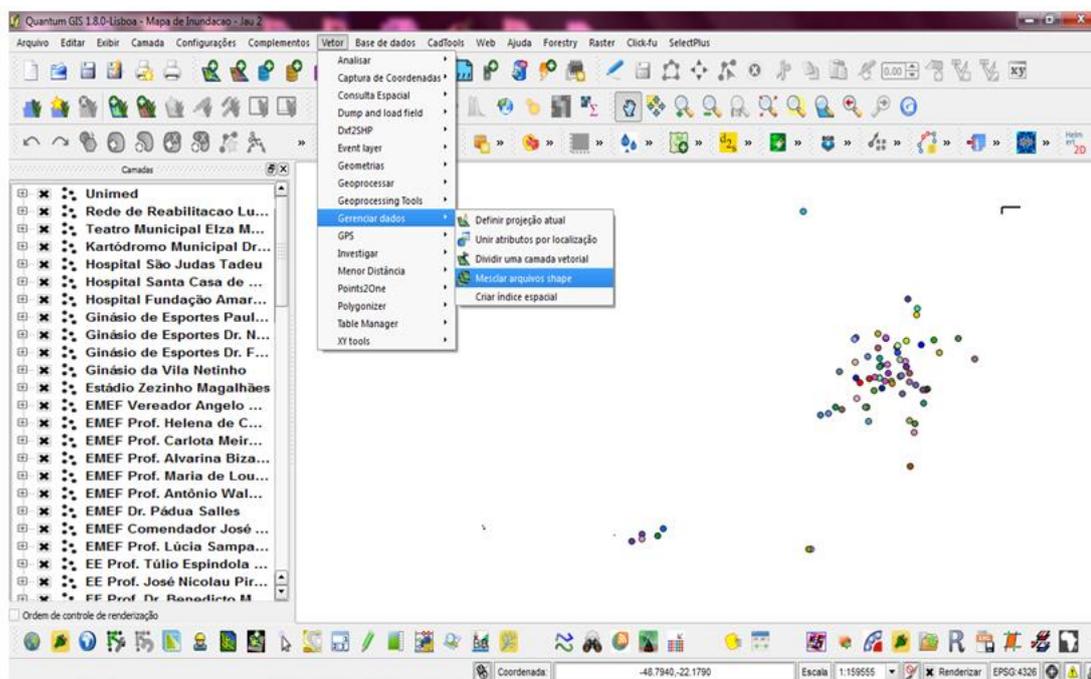


Figura A. 38 - Mesclar arquivos shape

Fonte: a autora

Será aberta uma janela. Escolha “ponto” como o tipo de feição vetorial. Na pasta de entrada selecione a pasta onde foram salvos os arquivos shape e, no local de saída, escolha uma pasta e o nome do novo arquivo. Ative a opção: “adicionar resultados ao mapa da tela” e clique em OK (Figura A. 39). Selecione o mesmo sistema de referência (SAD69 UTM zona 22 Sul), clique em Ok.

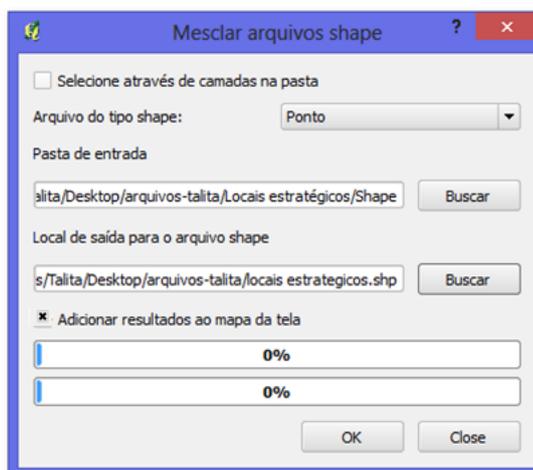


Figura A. 39 - Mesclar arquivos shape (cont.)

Fonte: a autora

Após essa etapa, um único arquivo será criado e inserido automaticamente na área dos *layers* – camadas, conforme mostra a Figura A. 40

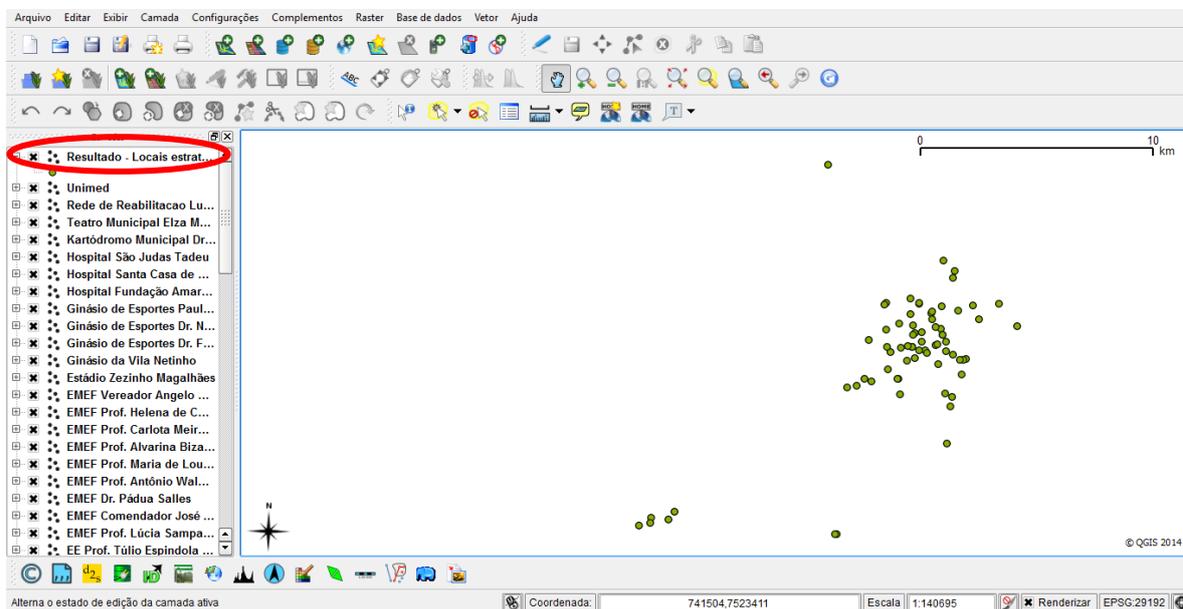


Figura A. 40 - Arquivos shape mesclados

Fonte: a autora

Salve o projeto e abra um novo projeto para inserir os arquivos essenciais para a elaboração do mapa.

APÊNDICE A.3 – ELABORAÇÃO DE MAPAS TUTORIAL DO QUANTUM GIS

Para a elaboração do mapa final, serão realizadas 3 (três) etapas:

1ª etapa:

Inserção de arquivos coletados na Prefeitura Municipal de Jahu (todos em formato shape):

- Ferrovia;
- Vias;
- Hidrografias;
- Rodovia; e
- Mapa de inundação do dia 15 de novembro de 2011 (realizado pela secretaria de obras)

Para inserir os arquivos shape, vá em: menu>camada>adicionar camada vetorial e abra os arquivos mencionados acima (Figuras A. 41 e A. 42).

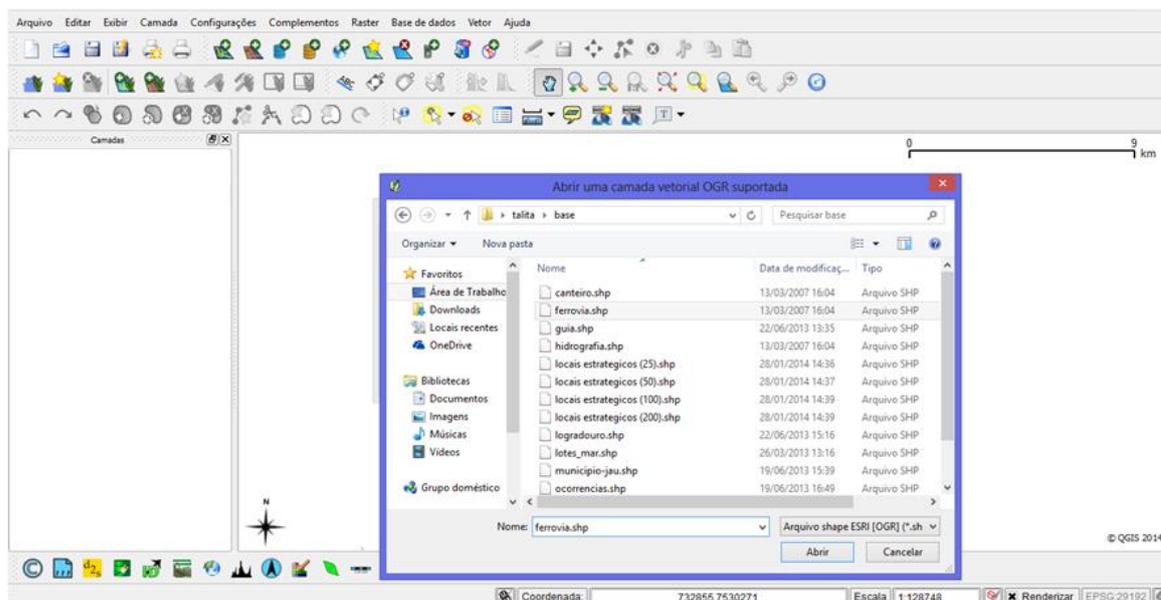


Figura A. 41 - Inserção de arquivos da prefeitura em formato shape

Fonte: a autora

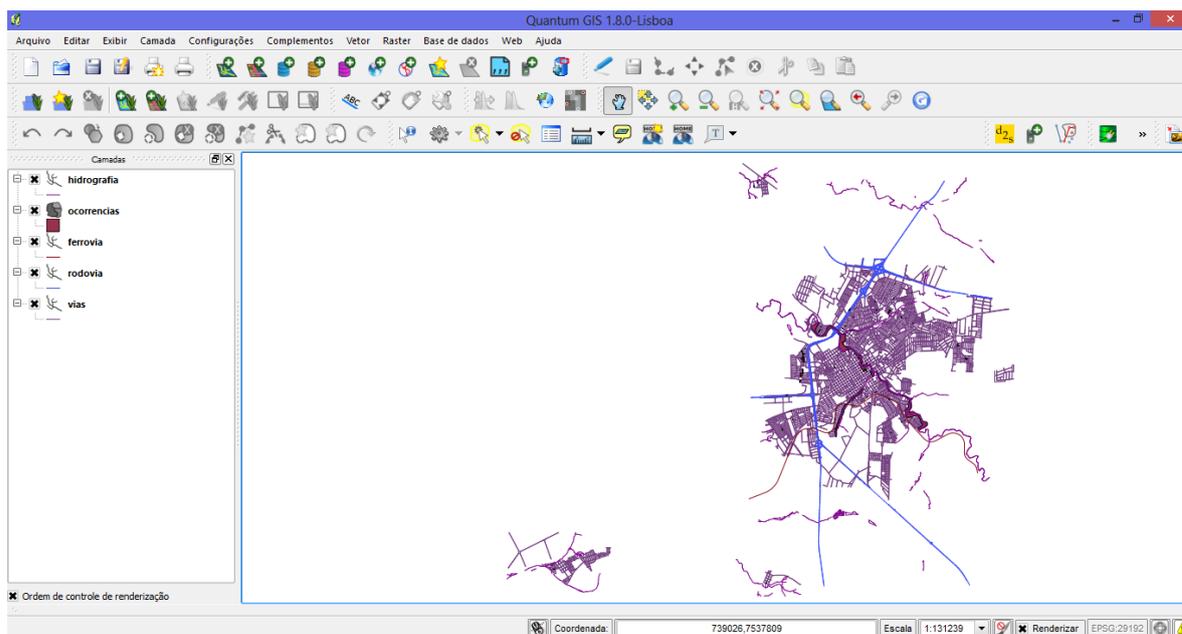


Figura A. 42 - Arquivos da prefeitura em formato shape

Fonte: a autora

2ª etapa:

a) Inserção de arquivos do Programa Computacional CAD no QGis

Após ser realizada a delimitação das manchas de alagamento, que foram determinadas para cada uma das vazões máximas previstas para os períodos de retorno $Tr = 20, 50, 100$ e 200 anos, foram utilizados os arquivos (Figuras 35.a, 35.b, 35.c e 35.d da seção 9.2.2.3) em formato “.dxf” resultantes do programa computacional CAD.

Para inserir esses arquivos no QGis, vá em: menu>camada>adicionar camada vetorial e selecione todos os arquivos .dxf, conforme ilustra a Figura A. 43.

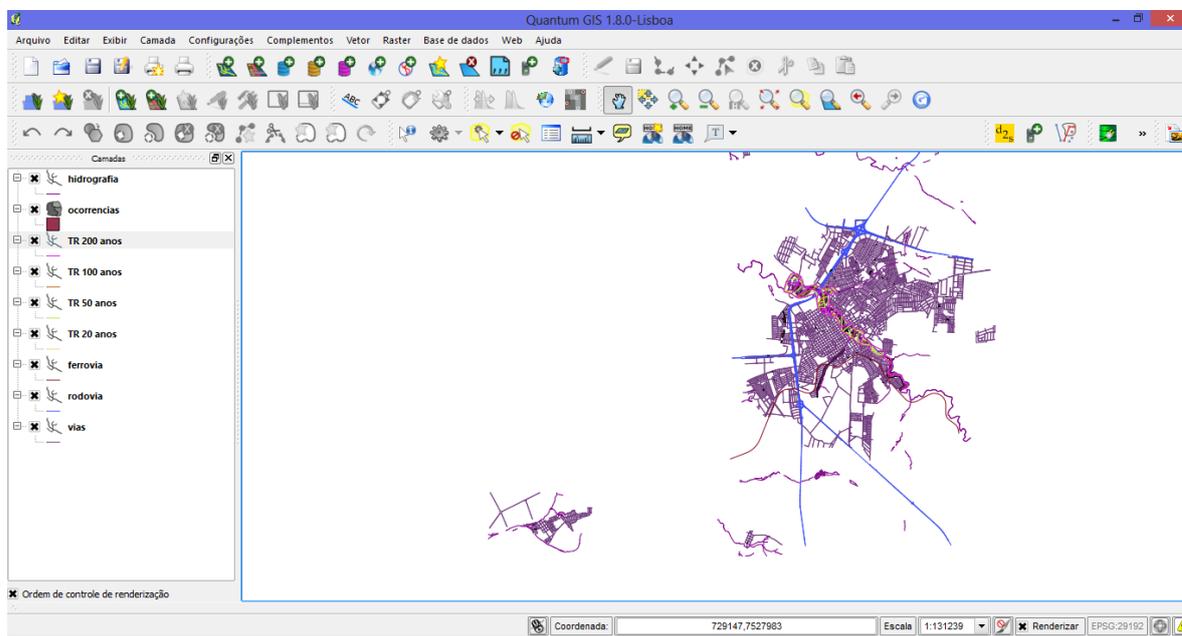


Figura A. 43 - Arquivos do Cad inseridos no Qgis

Fonte: a autora

Converta os arquivos em formato “.dxf” para o formato shape:

1. Clique em um arquivo com o botão direito do mouse>salvar como e escolha o formato shape. Escolha o sistema de coordenadas de referências como SAD 69 UTM Zonal 22 Sul, conforme mostr aa Figura A. 44.

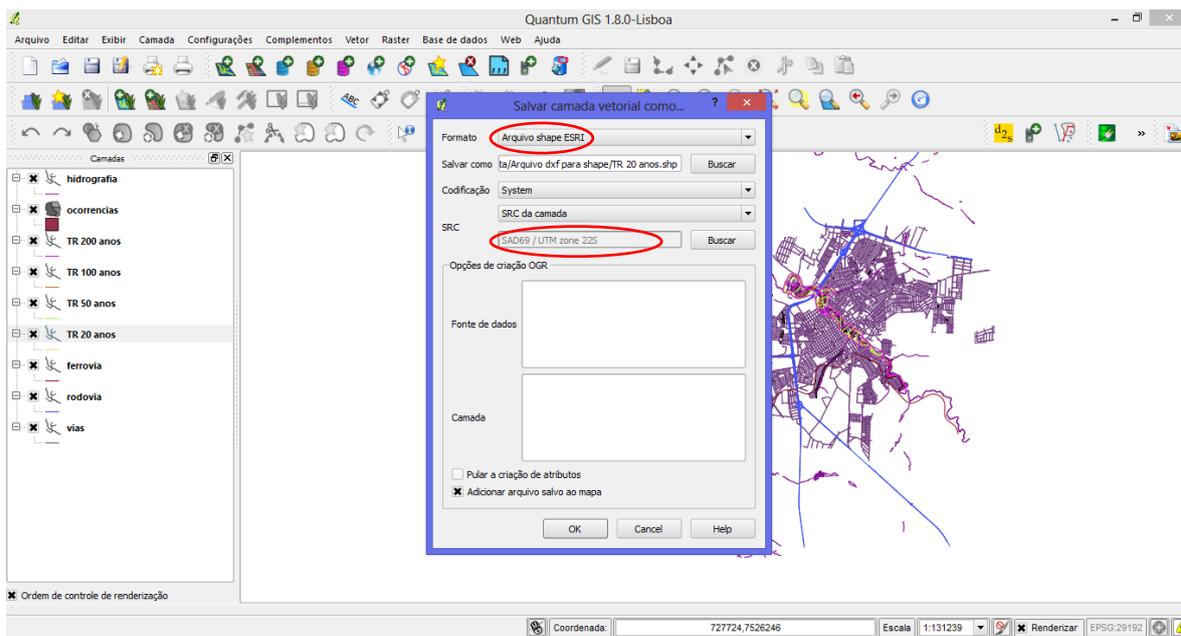


Figura A. 44 - Converter dxf para formato shape

Fonte: a autora

2. Exclua os arquivos em formato “.dxf”, deixando apenas os arquivos em formato shape (Figura A. 45)

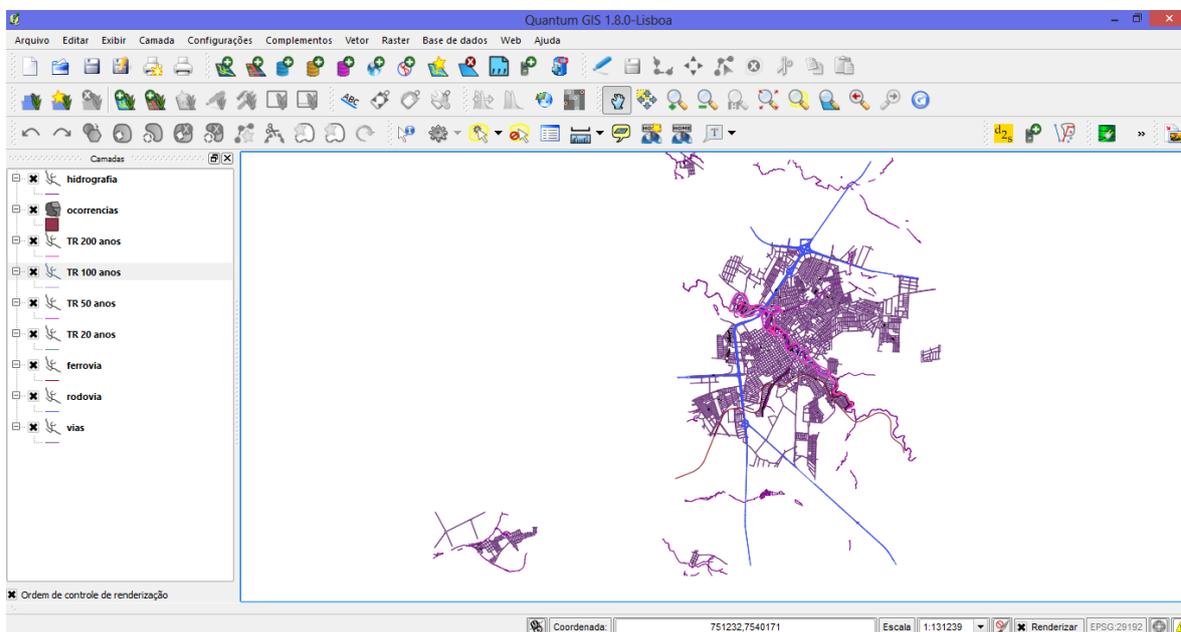


Figura A. 45 - Arquivos shape

Fonte: a autora

b) Transformar os arquivos em polígonos

Os arquivos do CAD, por serem linhas, devem ser transformados em polígonos. Vá em menu>vetor>geometrias>linhas para polígonos, conforme mostra a Figura A. 46.

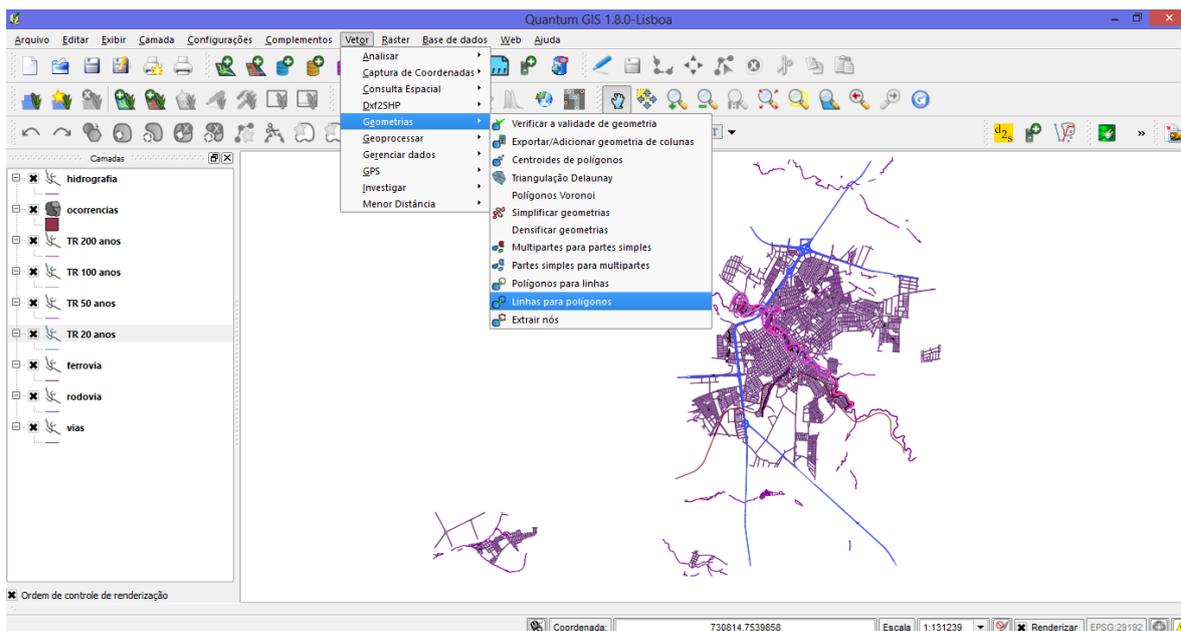


Figura A. 46 - Linhas para polígonos
Fonte: a autora

Selecione a camada vetorial com feição de linha e salve na pasta (Figura A. 47) e adicione o arquivo à lista de camadas.

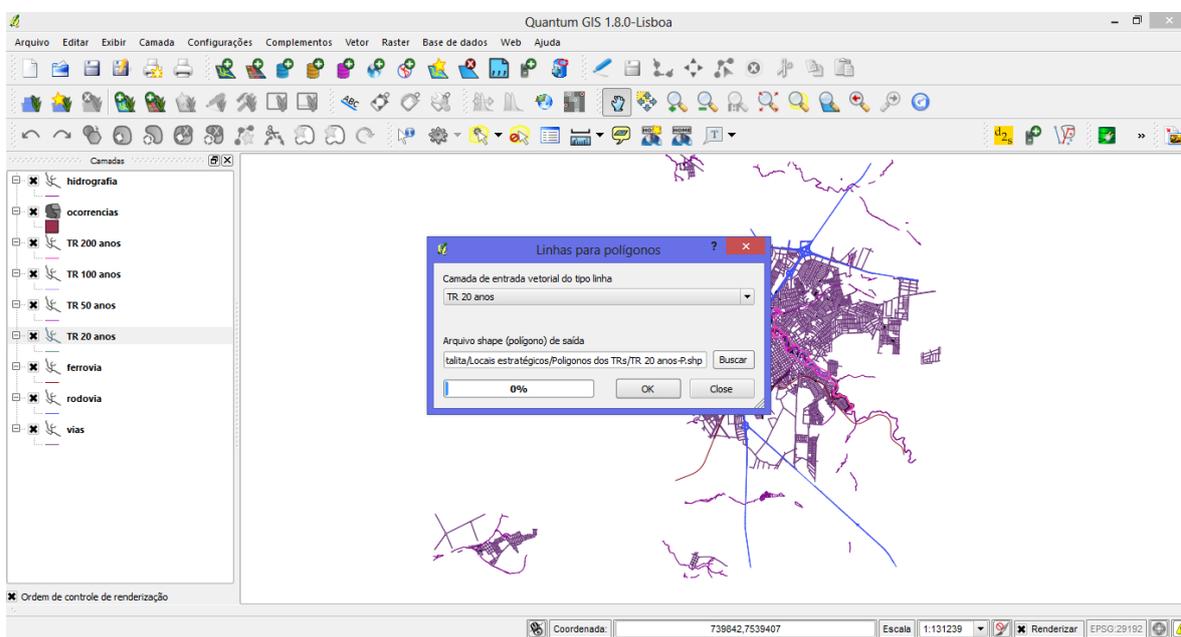


Figura A. 47 - Linhas para polígonos (cont)
Fonte: a autora

Os arquivos com feição de linhas serão convertidos em polígonos (Figura A. 48) e os arquivos em linhas poderão ser removidos ou mantidos.

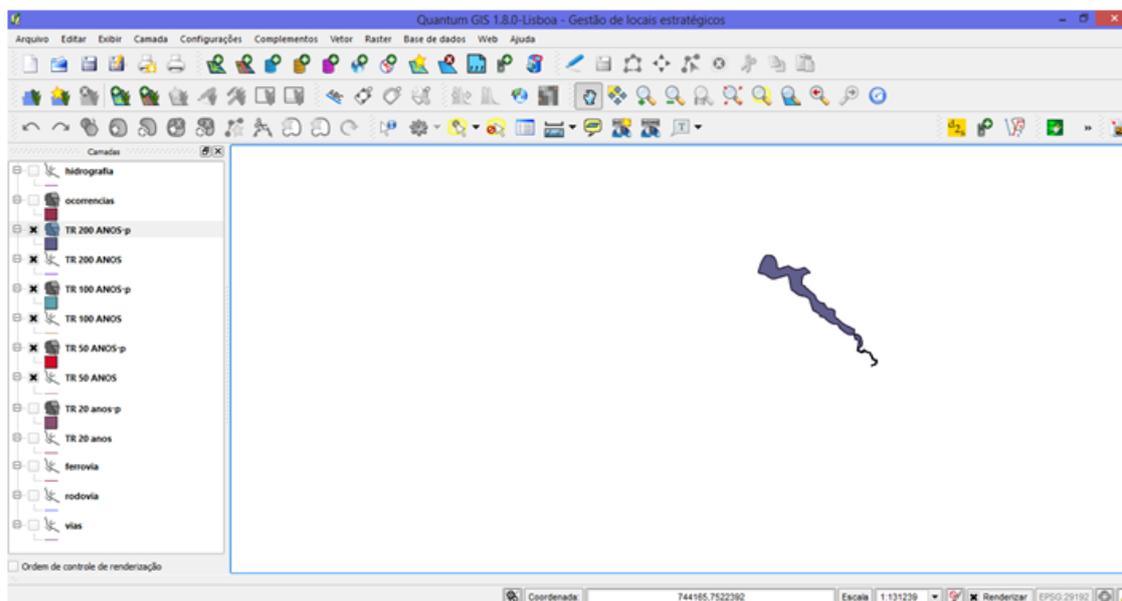


Figura A. 48 - Arquivos shape com feição de polígono

Fonte: a autora

3ª etapa:

a) Inserção do arquivo final com os locais estratégicos

Após a segunda etapa, insira o arquivo final dos locais estratégicos (que foram mesclados - vide Apêndice A.2, Figura A. 40). Vá em: menu>camada>adicionar camada vetorial e selecione o arquivo, conforme mostra a Figura A. 49.

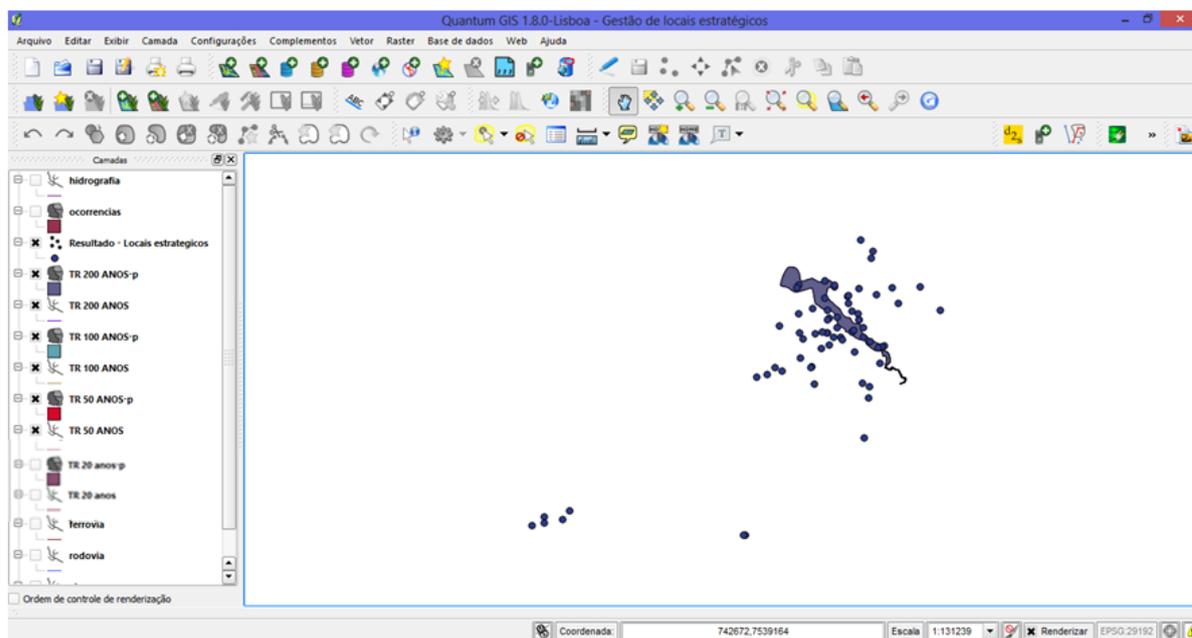


Figura A. 49 - Inserção dos locais estratégicos

Fonte: a autora

b) Locais estratégicos para cada período de retorno

Devido ao estudo ser simulado para 4 períodos de retorno (TR): 20, 50, 100 e 200 anos, o arquivo com os locais estratégicos deverá ser inseridos mais 4 vezes (Figura A. 50) e renomeados de acordo com cada TR (Figura A. 51).

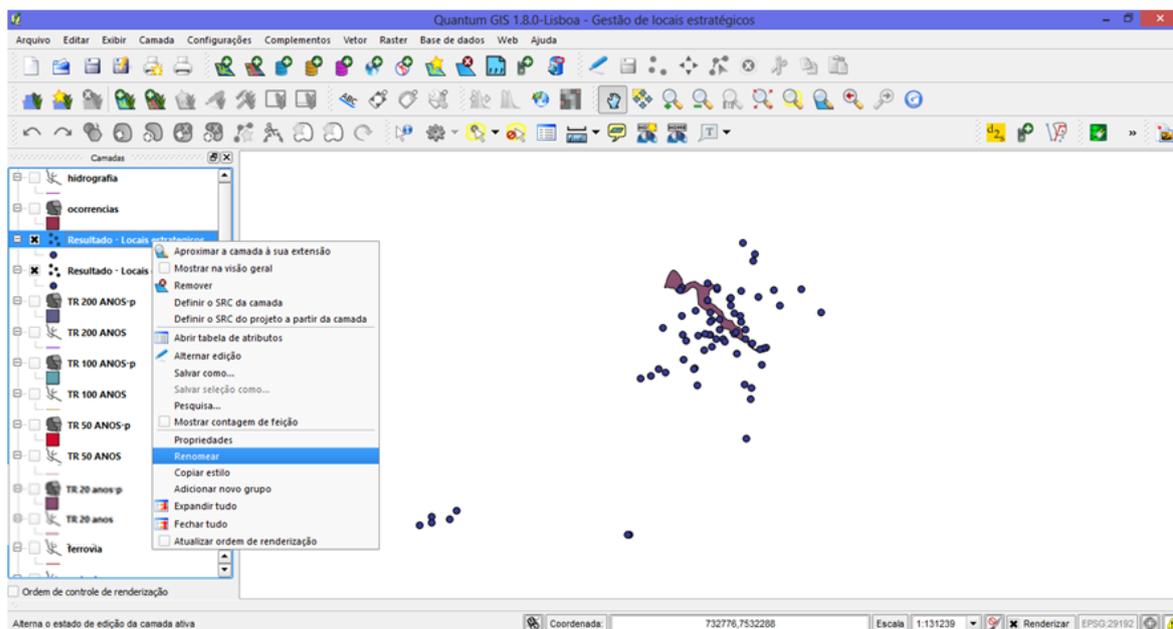


Figura A. 50 - Inserção do arquivo de locais estratégicos

Fonte: a autora

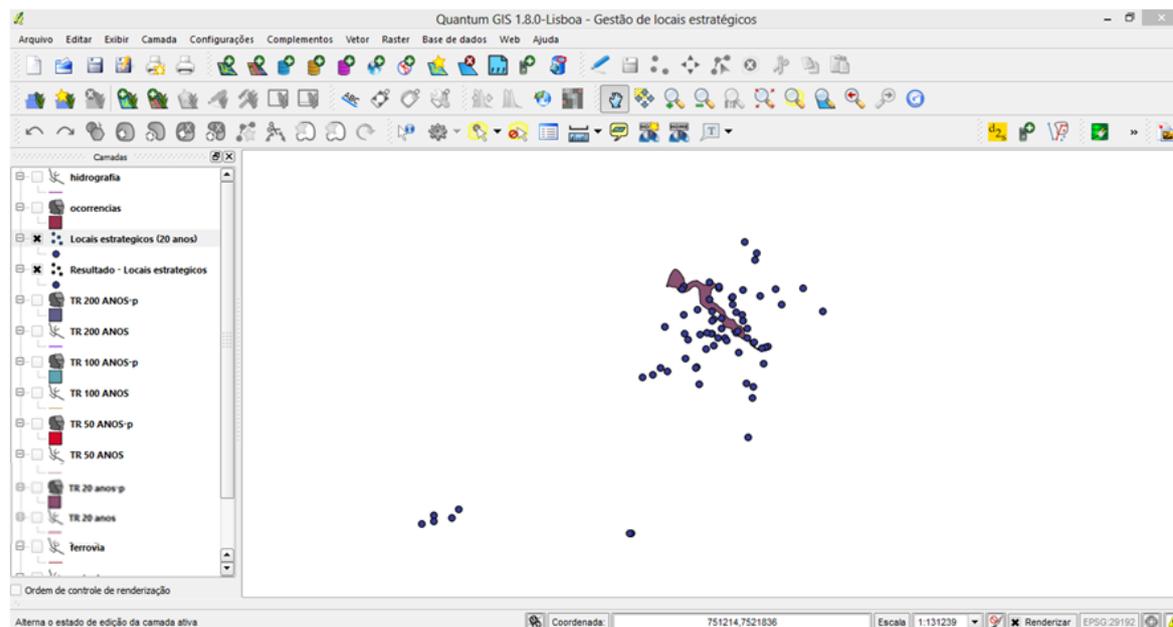


Figura A. 51 - Arquivos renomeados

Fonte: a autora

Para cada arquivo de local estratégico referente a um TR (exemplo de TR de 20 anos para a Figura A. 52) ative o arquivo com a mancha de simulação para o mesmo TR e se algum ponto estiver dentro, exclua cada feição. Primeiro clique na flecha segundo a Figura A. 52 e clique em: uma feição simples. Depois clique em cada ponto que estiver dentro do polígono da simulação e clique em OK. (Figura A. 53).

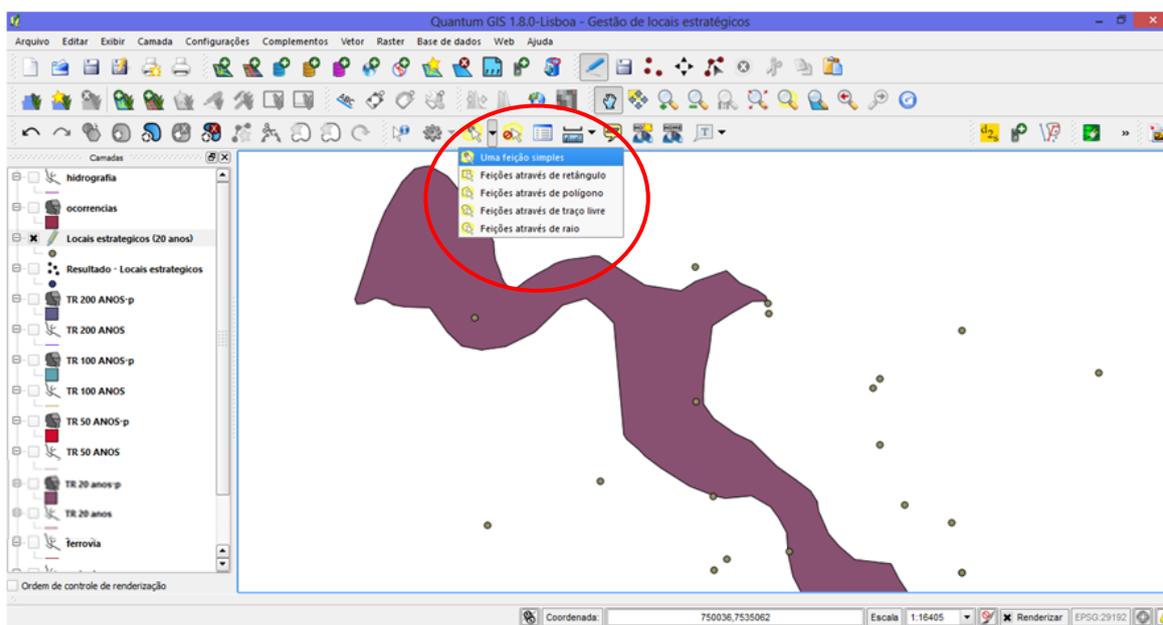


Figura A. 52 - Exclusão de locais estratégicos dentro da mancha de alagamento
Fonte: a autora

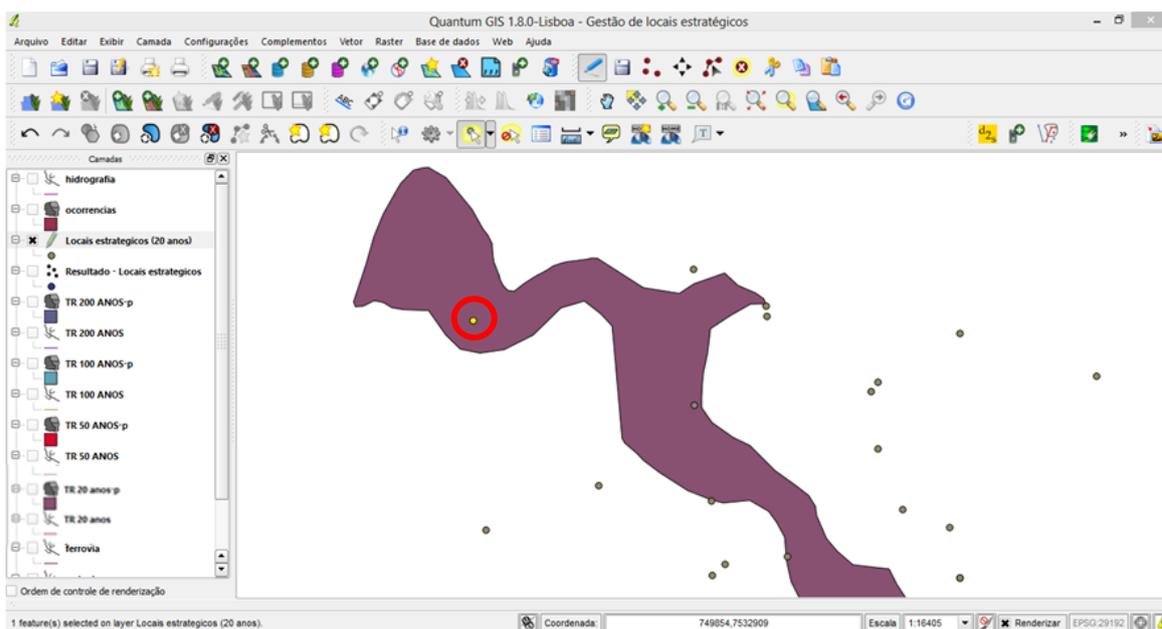


Figura A. 53 - Exclusão de locais estratégicos dentro da mancha de alagamento (cont)
Fonte: a autora

Faça isso para todos os arquivos de locais estratégicos, que deverão ficar conforme ilustra a Figura A. 54.

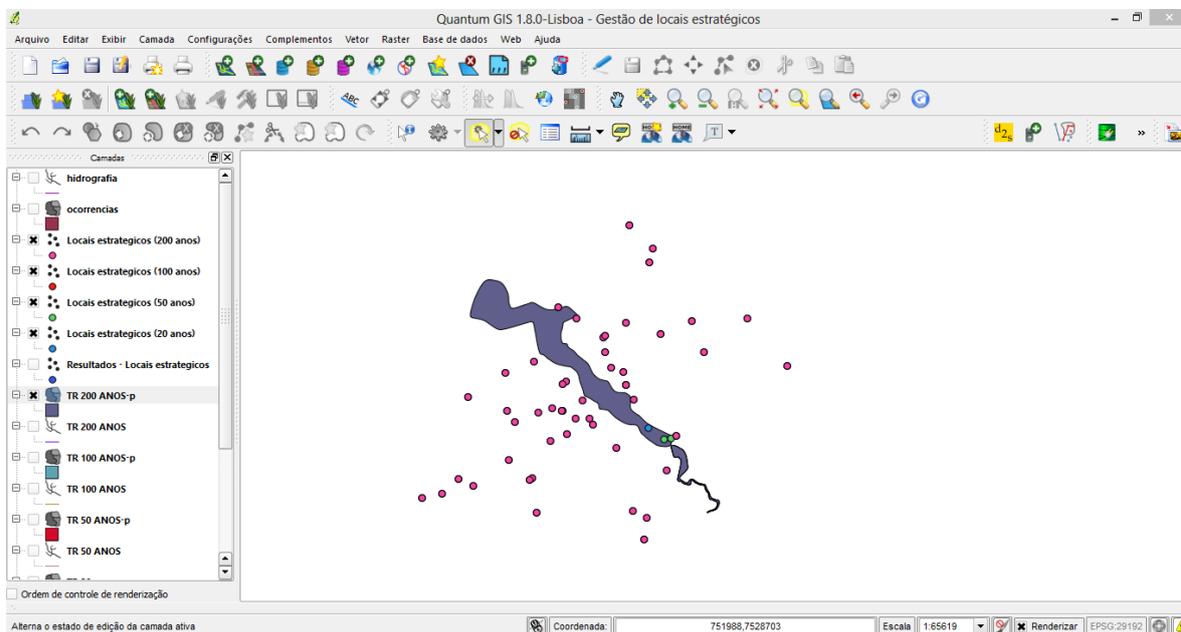


Figura A. 54 - Arquivos com os locais estratégicos em relação aos TRs

Fonte: a autora

c) Polígonos Voronoi

Para organizar os locais estratégicos de acordo com o grau de prioridade de distância das áreas afetadas, utilize a ferramenta do QGis: Polígonos Voronoi.

1. Vá em vetor>geometrias>polígonos voronoi (Figura A. 55)

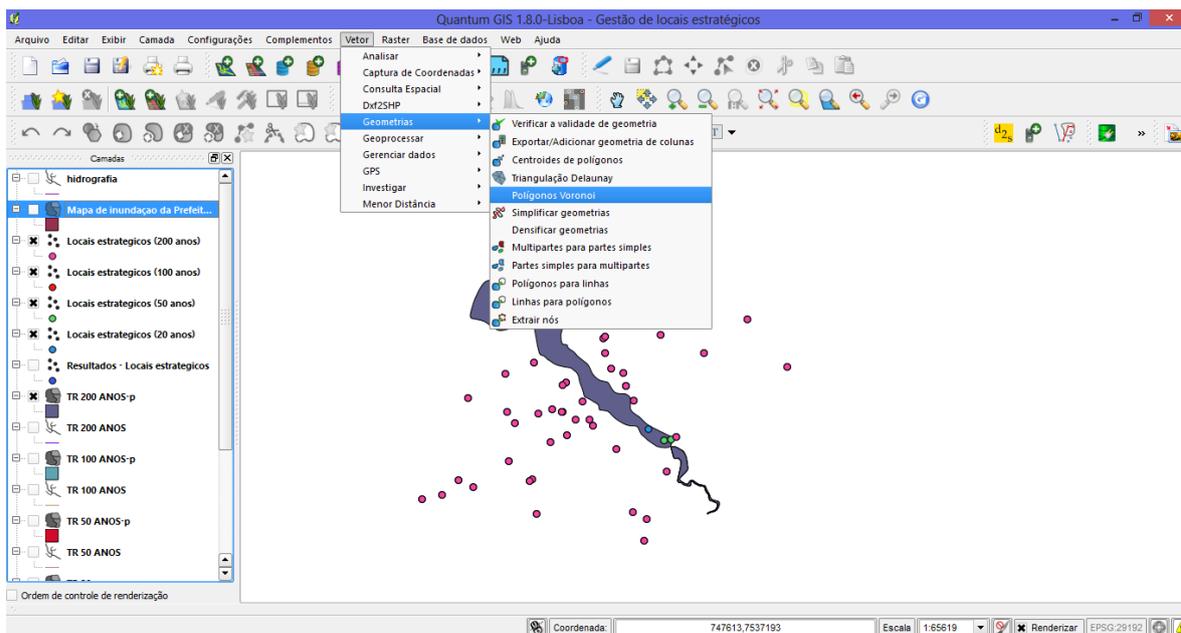


Figura A. 55 - Polígonos Voronoi

Fonte: a autora

- Utilize o arquivo que compõe os locais estratégicos, escolha a região de *buffer* de 100%, selecione uma pasta, salve e adicione o arquivo à lista de camadas (Figura A. 56).

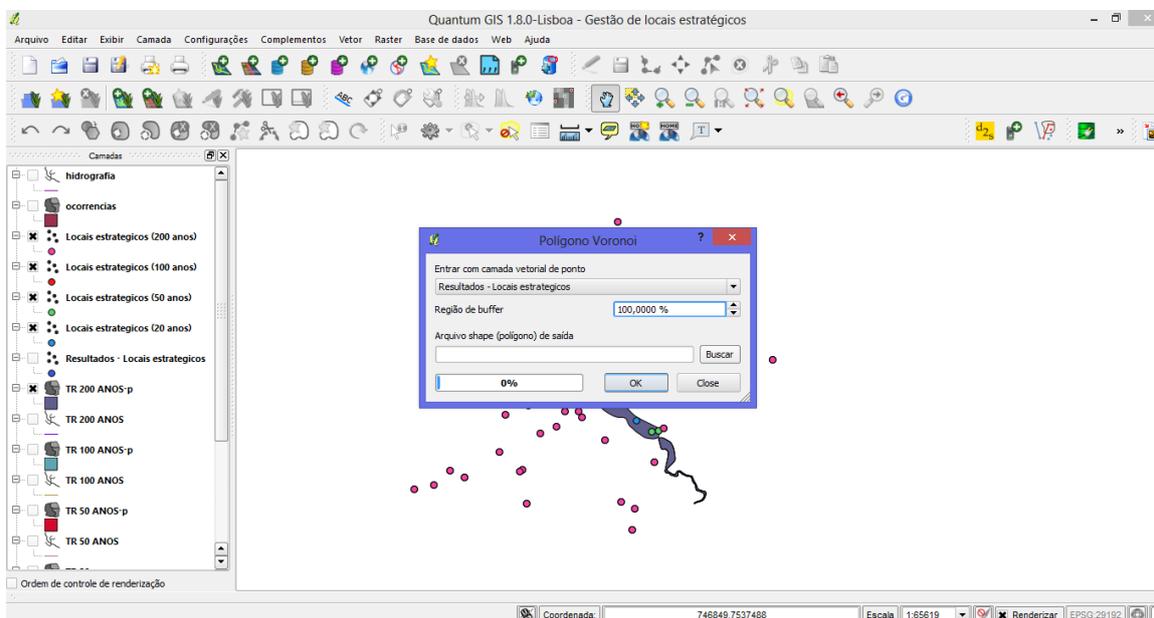


Figura A. 56 - Polígonos Voronoi (buffer)

Fonte: a autora

- Especifique o SRC (Sistema de Coordenadas de Referência) para SAD 69 UTM Zona 22 Sul (Figura A. 57).

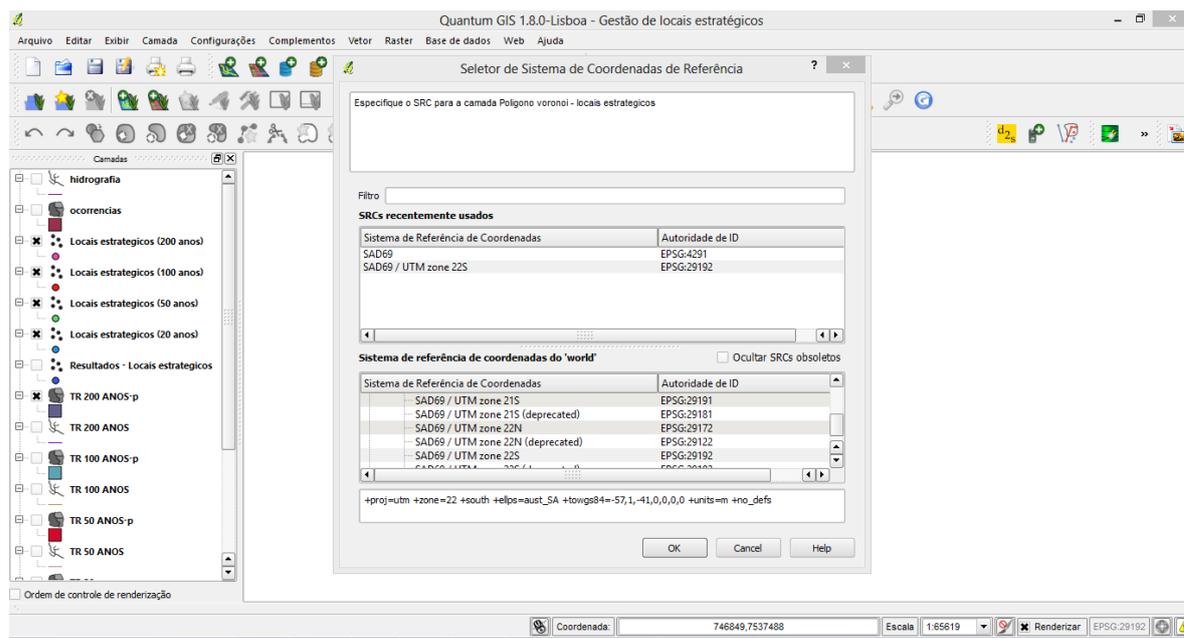


Figura A. 57 - SRC do Polígono Voronoi
Fonte: a autora

4. Os Polígonos Voronoi serão criados, conforme ilustra a Figura A. 58.

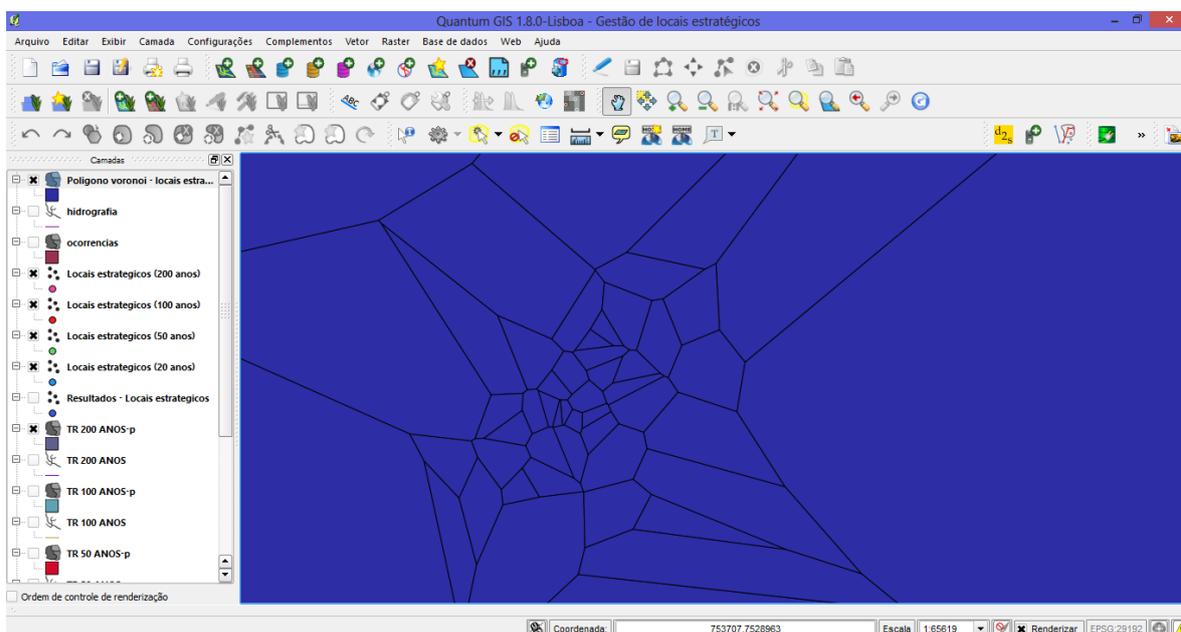


Figura A. 58 - Polígonos Voronoi dos locais estratégicos
Fonte: a autora

5. Mude a simbologia do arquivo.

Clique com o botão direito do mouse sobre o arquivo do Polígono Voronoi e selecione: estilo> mudar (Figura A. 59).

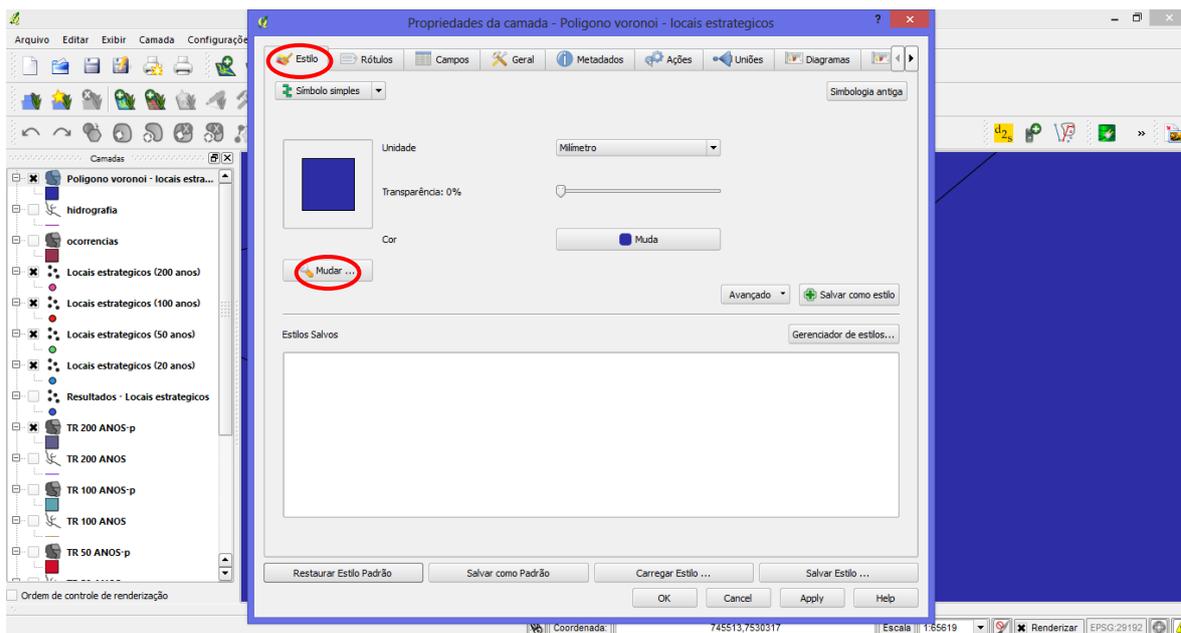


Figura A. 59 - Editando simbologia

Fonte: a autora

6. Clique em estilo de preenchimento e escolha: 'sem pincel'>OK (Figura A. 60).

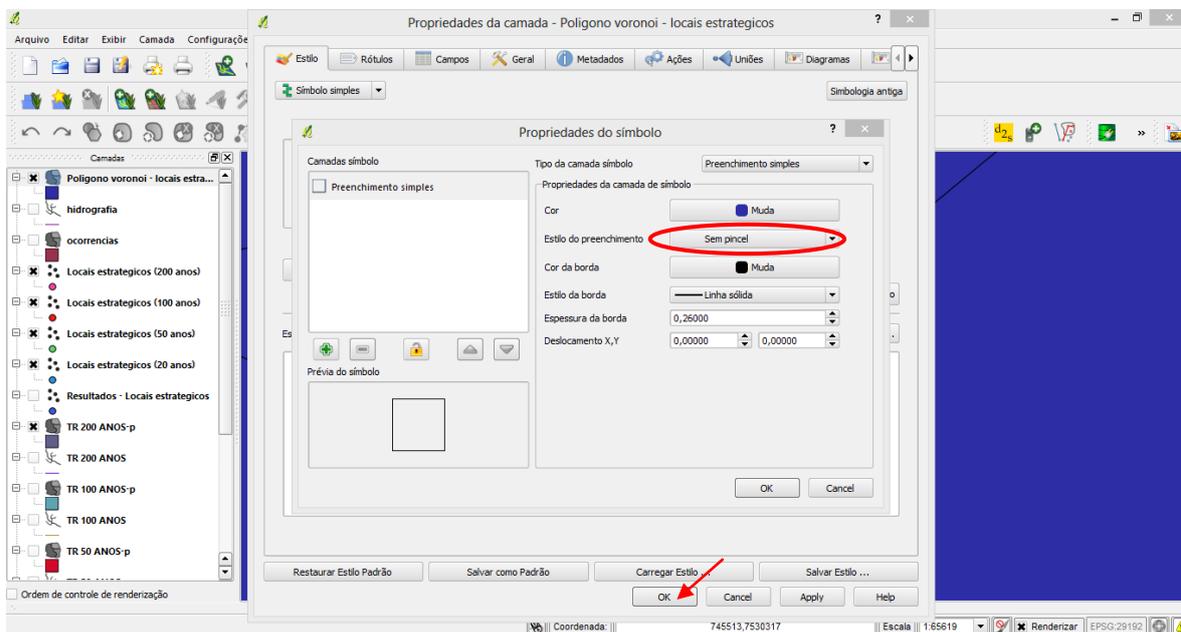


Figura A. 60 - Editando simbologia (cont)

Fonte: a autora

7. O polígono deverá ficar sem preenchimento de forma que os locais estratégicos estejam visíveis, conforme ilustra a Figura A. 61.

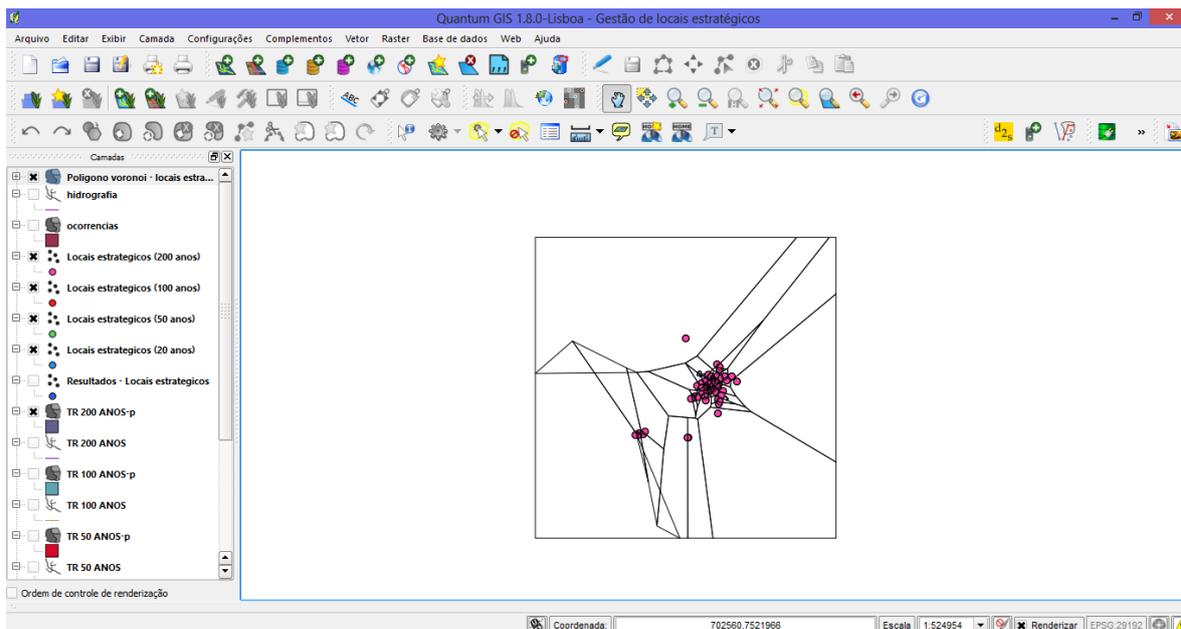


Figura A. 61 - Polígonos Voronoi com os locais estratégicos
Fonte: a autora

8. Para que os Polígonos Voronoi estejam dentro do território do município de Jahu, insira o arquivo do território municipal em formato shape (Figura A. 62) e faça o recorte.

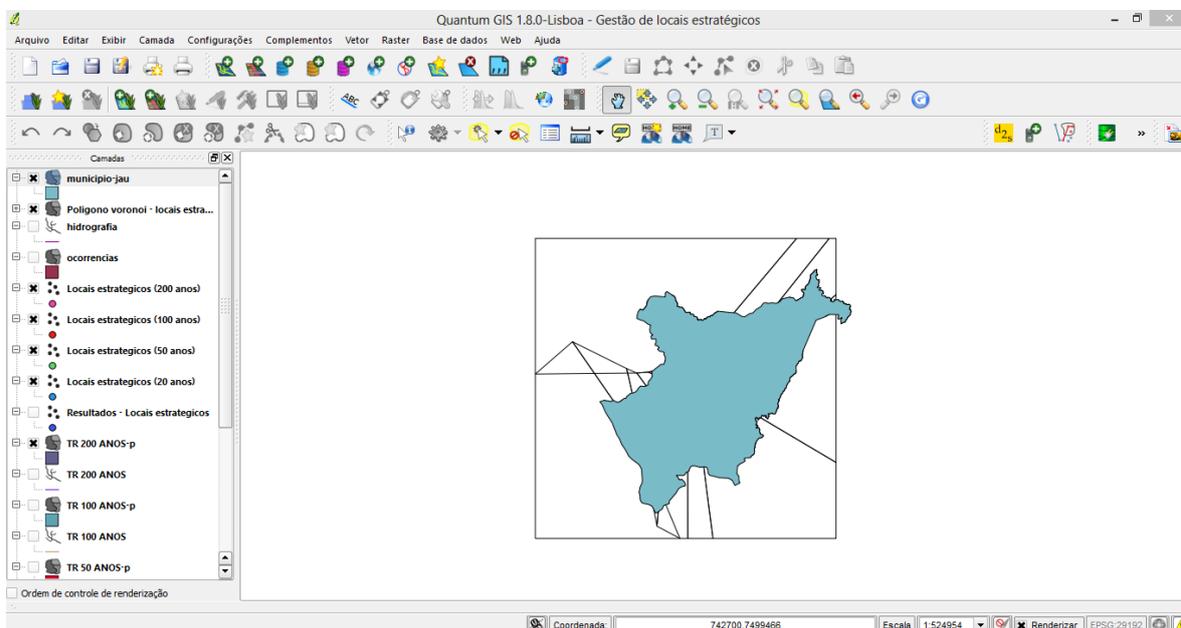


Figura A. 62 - Polígonos Voronoi em relação ao território municipal
Fonte: a autora

9. Para fazer o recorte vá em: vetor>geoprocessar>cortar (Figura A. 63).

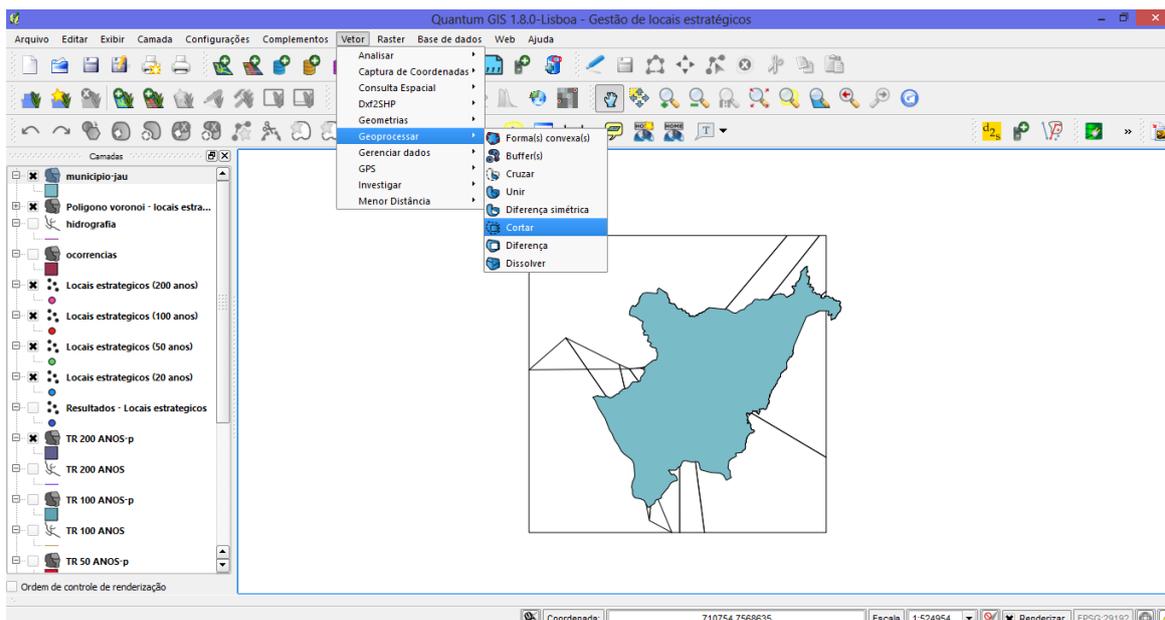


Figura A. 63 - Geoprocessamento: cortar polígonos voronoi

Fonte: a autora

10. Selecione os arquivos necessários (Figura A. 64).

Em: 'entrar com camada vetorial' escolha o arquivo que contém os Polígonos Voronoi para os locais estratégicos.

Em 'cortar camada' escolha o arquivo com o território do município.

Escolha o local de saída e clique em OK.

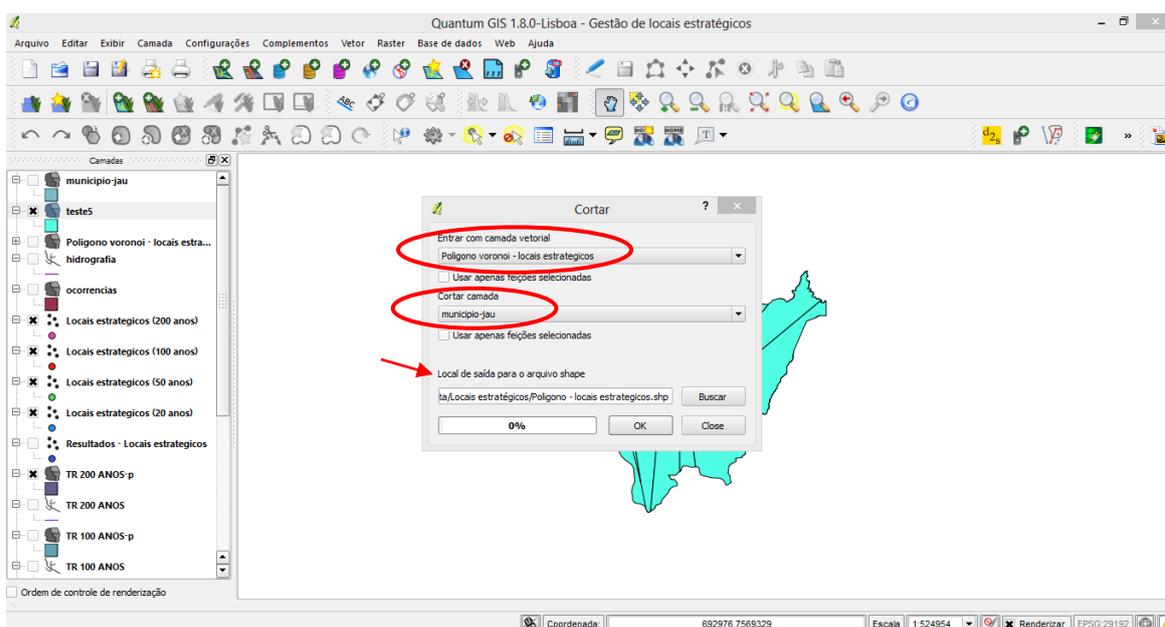


Figura A. 64 - Geoprocessamento: cortar Polígonos Voronoi (cont)

Fonte: a autora

11. O arquivo deverá ficar conforme ilustra a Figura A. 65.

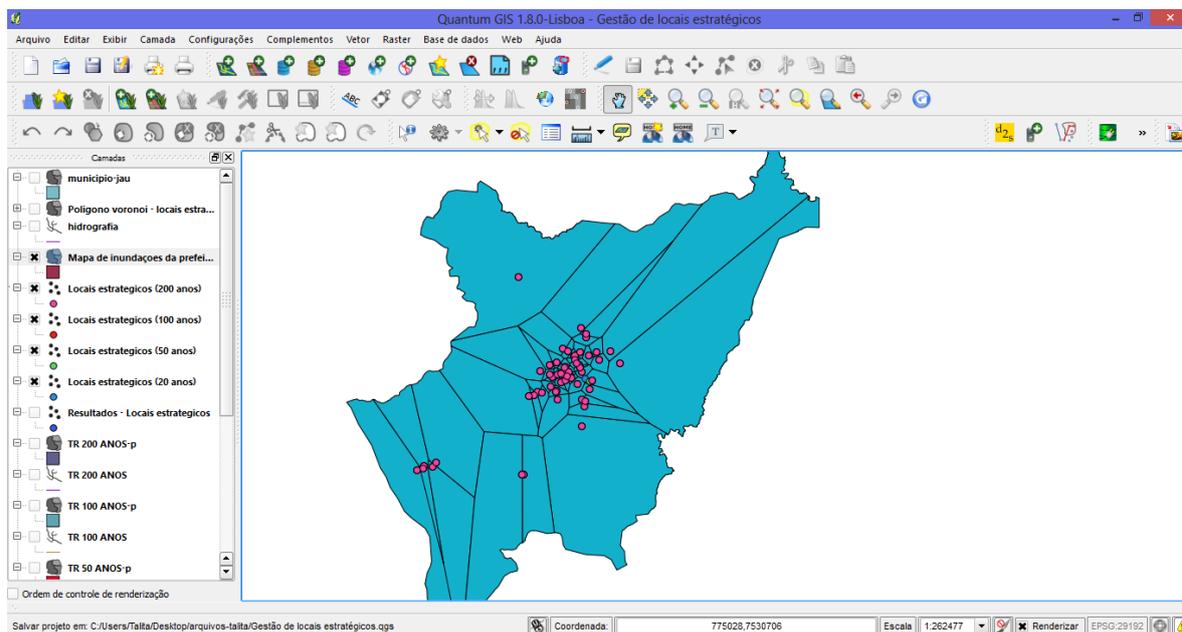


Figura A. 65 - Áreas de influência dos locais estratégicos

Fonte: a autora

12. Repita os procedimentos de 1 a 11 para todos os períodos de retorno. No total serão criados 10 arquivos: 5 arquivos dos Polígonos Voronoi (em amarelo) e 5 arquivos com as áreas de influência em relação aos locais estratégicos (em vermelho), conforme mostra a Figura A. 66.

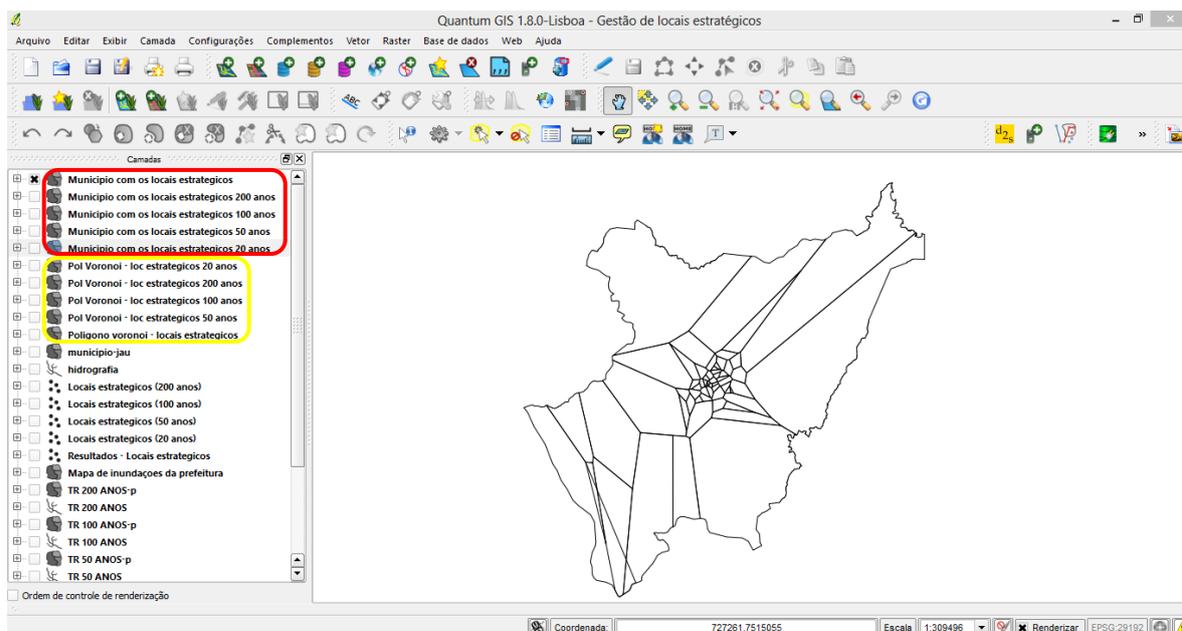


Figura A. 66 - Arquivos com as áreas de influência

Fonte: a autora

d) Locais estratégicos por prioridade de distância

Os locais estratégicos serão priorizados de acordo com a distância em relação à hidrologia ou às delimitações da mancha simuladas para os TRs de 20, 50, 100 e 200 anos.

Crie simbologias e atribua valores para todos os arquivos de locais estratégicos.

1. Selecione o arquivo das áreas inundadas e de resultado dos locais estratégicos. Clique sobre esse último e vá em: Vetor>Análise>Matriz de distância, conforme mostra a Figura A. 67.

Selecione o arquivo de locais estratégicos na camada de entrada e na camada do ponto alvo. Selecione a matriz de distância linear. Escolha o local de saída e clique em *Ok* (Figura A. 68).

Abra a tabela de atributos e observe que a partir da operação Matriz de Distância, foi criada uma coluna com as distâncias dos respectivos pontos (Figura A. 69)

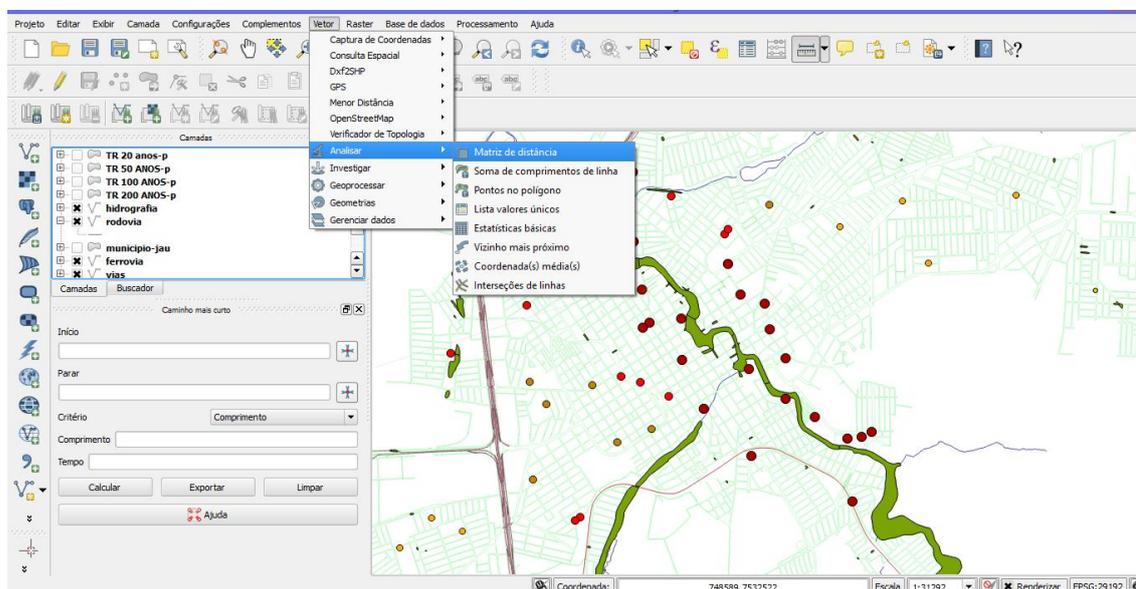


Figura A. 67 - Atribuir valores para os locais estratégicos

Fonte: a autora

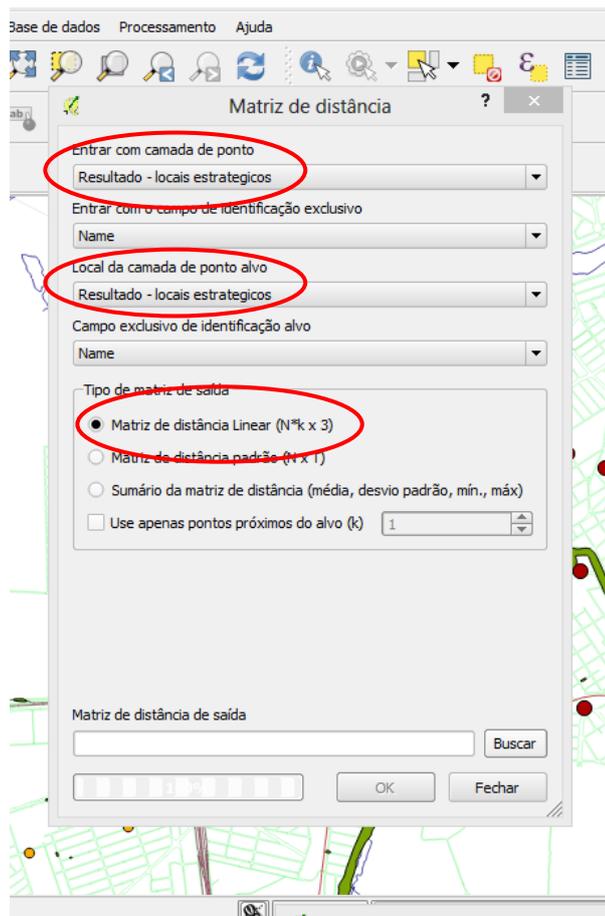


Figura A. 68 - Editando tabela de atributos
Fonte: a autora

InputID	TargetID	Distance
0	Estádio Zezinh...	279.440770063
1	CMEI Hilarinho ...	496.005989967
2	Creche - Profes...	765.891964011
3	Hospital SÃO J...	789.066779826
4	EE Prof. JosÃ© ...	797.2335685
5	Creche - Jandyr...	959.143086327
6	CMEI Prof.Áª N...	1014.26684005
7	EE Prof. TÁºlio ...	1066.35094274
8	EMEF Prof.Áª AI...	1080.1114403
9	CMEI Merce Ter...	1176.72648565
10	EMEF Prof. Ant...	1193.82063711
11	EMEF Dr. PÁidu...	1216.92782615
12	Hospital Santa ...	1222.80979348
13	CMEI Creche M...	1280.46450251
14	EE Dr. Domingo...	1309.65438422
15	EE Major Prado	1416.51390711
16	EE Prof.Áª Dalty...	1487.06214961
17	EMEF Comend...	1523.00175179
18	Creche - Profes...	1559.65659617
19	Rede de Reabili...	1588.50286969
20	CMEI Prof. Ben...	1607.94103769
21	Escola estadual...	1844.32612614
22	GinÁsio de Esp...	2035.60924209
23	Creche - Inland...	2042.7205665

Figura A. 69 - Distância dos locais estratégicos
Fonte: a autora

Abra a tabela de atributos e observe que a partir da operação Matriz de Distância, foi criada uma coluna com as distâncias dos respectivos pontos (Figura A. 69)

2. Para atribuir valores aos locais estratégicos vá em “linha” e clique em um dos locais estratégicos até a área verde (arquivo sobre as áreas inundadas no município de Jahu) conforme mostra a Figura A. 70. Sendo que a distância entre esses locais é apresentada, em metros, na Figura A. 71.

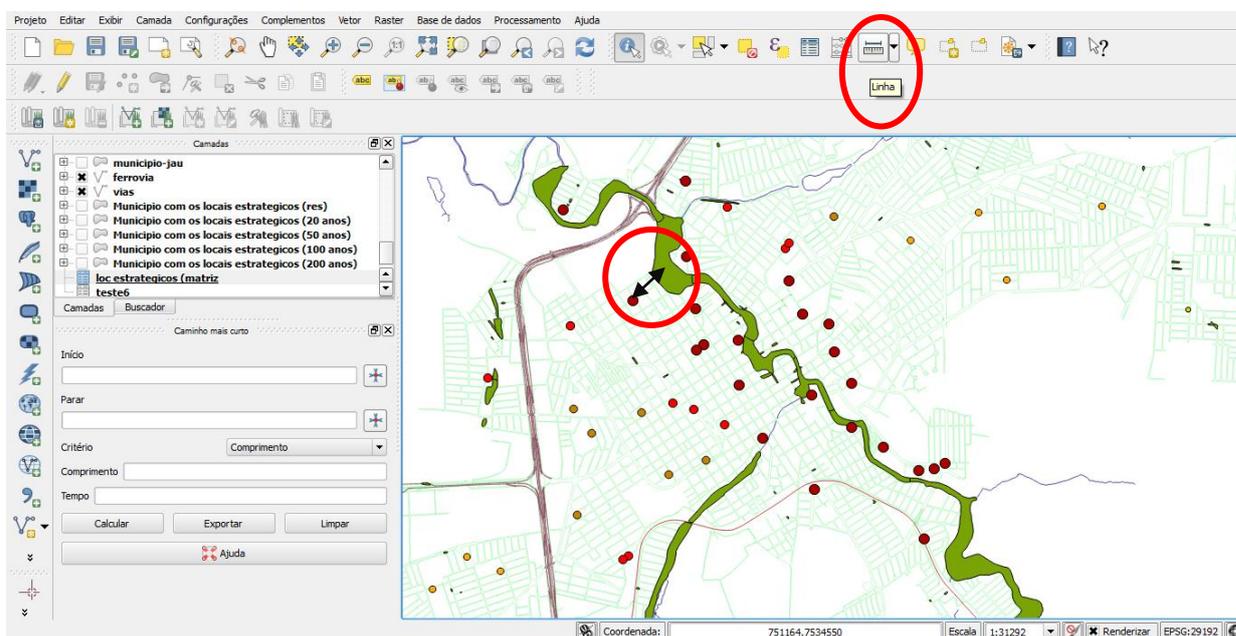


Figura A. 70 - Valores sobre os locais estratégicos

Fonte: a autora

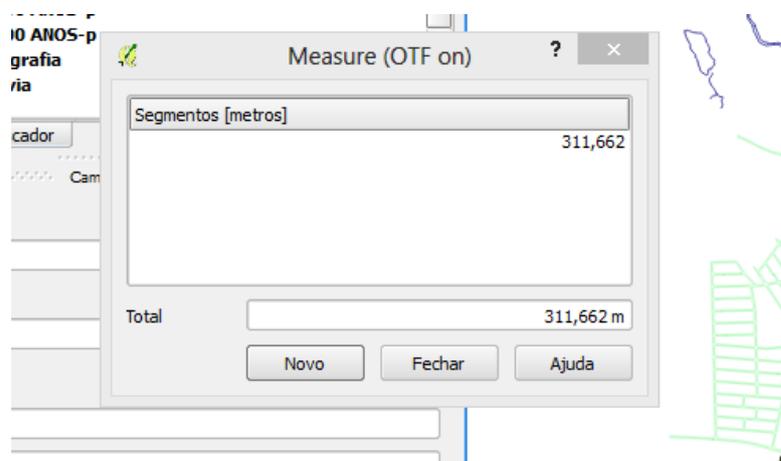


Figura A. 71 - Distância entre o local estratégico e as áreas inundadas

Fonte: a autora

Com isso atribua valores de acordo com a distância de cada local estratégico. Os atributos utilizados serão de 1 à 5, sendo que o 1 representa os locais mais próximos e 5 os locais mais distante.

3. Depois de editar a tabela de atributos mude a simbologia.

Clique com o lado direito do mouse sobre o arquivo de locais estratégicos>propriedades>estilo>categorizado>coluna: descrição (Figura A. 72).

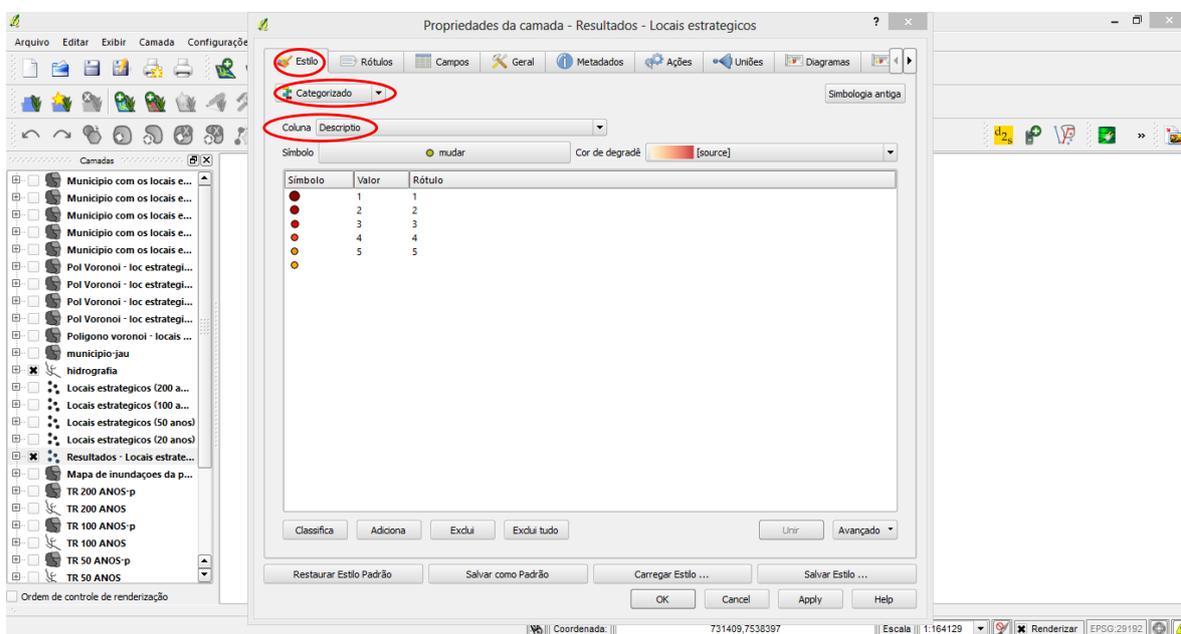


Figura A. 72 - Criando simbologias

Fonte: a autora

4. Clique em mudar e altere a cor de todos os símbolos (Figura A. 73).

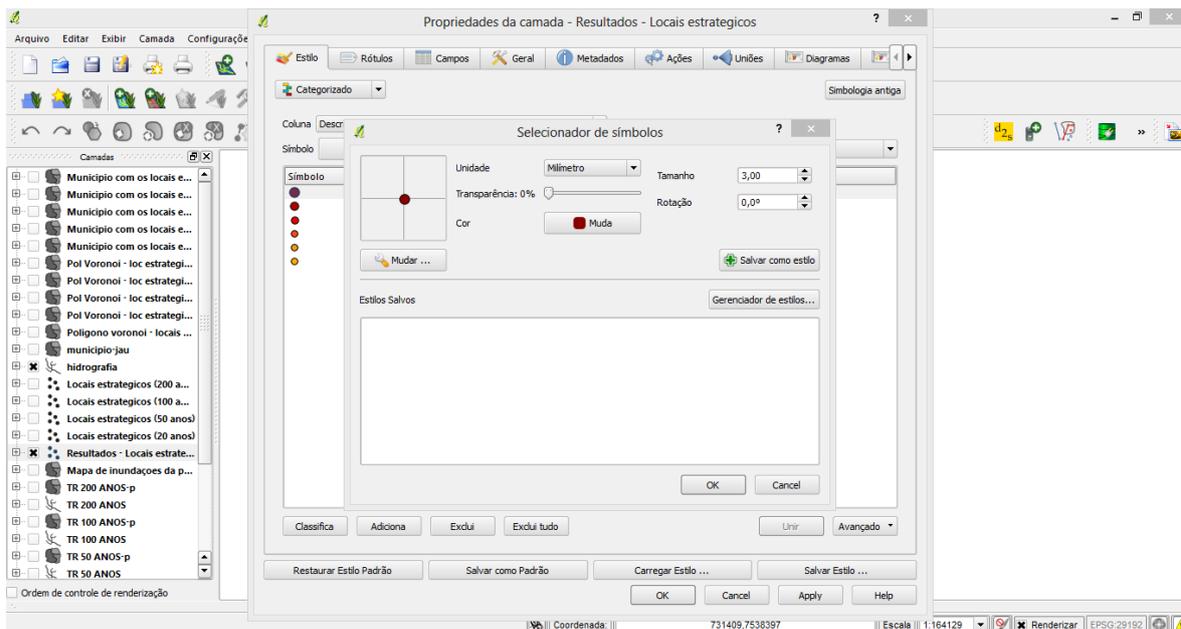


Figura A. 73 - Criando simbologias (cont)
Fonte: a autora

5. Repita os procedimentos de 1 a 4 para todos os arquivos de locais estratégicos com as suas respectivas simulações, mantendo o mesmo estilo do primeiro arquivo, conforme ilustra a linhas de camadas da Figura A. 74.

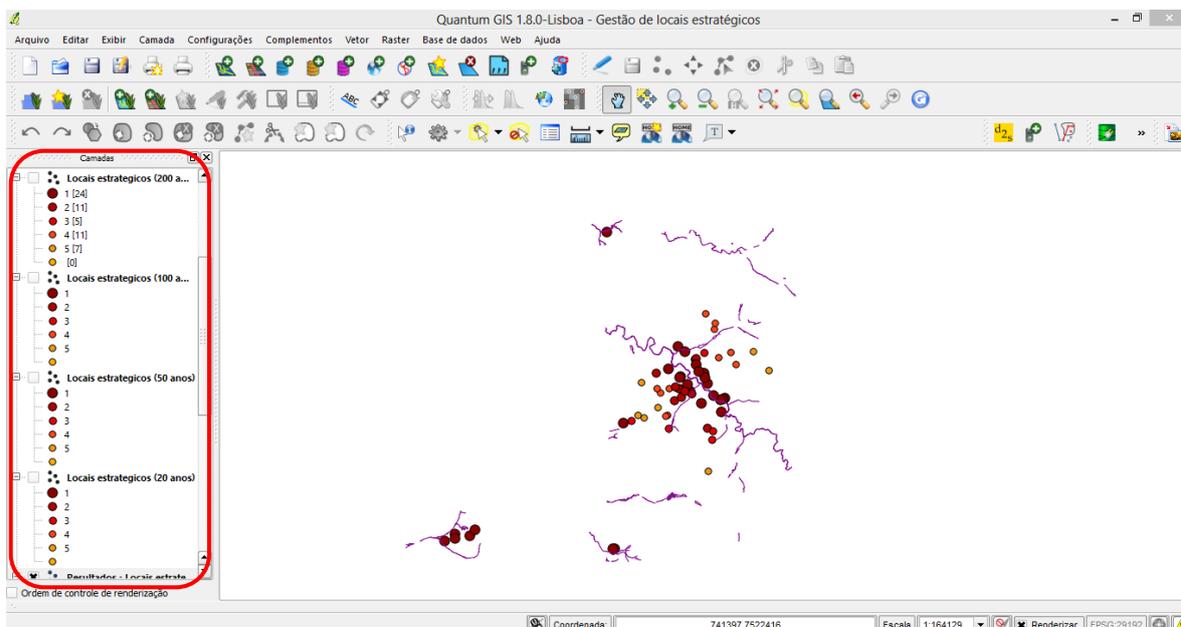


Figura A. 74 - Simbologia para todos os arquivos
Fonte: a autora

e) Locais estratégicos em relação aos tipos de equipamentos urbanos

Para relacionar os locais estratégicos de acordo com os tipos de instrumentos urbanos, atribua valores para cada local e crie simbologias.

Clique sobre a camada de Locais estratégicos e abra a tabela de atributos. Atribua valores para cada tipo de local estratégico. Nesse caso, foram atribuídos valores de 1 a 8. Sendo 1: Hospital, 2: CMEI, 3: Corpo de Bombeiros, 4: Creche, 5: Escola, 6: Ginásio, 7: Kartódromo, e 8: Teatro. A tabela de atributos deverá ficar conforme ilustra a Figura A. 75.

	Name	Descriptio	Tipo	Estabeleci
0	Associaçã o H...	4	Hospital	1
1	CMEI Abel de C...	5	CMEI	2
2	CMEI Adelio Br...	1	CMEI	2
3	CMEI Creche M...	1	CMEI	2
4	CMEI da Vila Ri...	1	CMEI	2
5	CMEI do Bairro ...	1	CMEI	2
6	CMEI do Bairro ...	1	CMEI	2
7	CMEI Hilarinho ...	4	CMEI	2
8	CMEI Merce Tet...	4	CMEI	2
9	CMEI Narcisca C...	2	CMEI	2
10	CMEI Orlando ...	5	CMEI	2
11	CMEI Pousos Ale...	1	CMEI	2
12	CMEI Prof. Ant...	1	CMEI	2
13	CMEI Prof. Ben...	5	CMEI	2
14	CMEI Prof. Dilc...	2	CMEI	2
15	CMEI Prof. Ge...	1	CMEI	2
16	CMEI Prof. M...	1	CMEI	2
17	CMEI Prof. M...	1	CMEI	2
18	CMEI Prof. M...	4	CMEI	2
19	CMEI Prof. N...	2	CMEI	2
20	CMEI Prof. Paul...	4	CMEI	2
21	CMEI Prof. Zi...	2	CMEI	2
22	Corpo de Bom...	1	Corpo de bombei	3
23	Creche - Aveni...	3	Creche	4

Figura A. 75 Tabela de atributos dos tipos de locais estratégicos

Fonte: a autora

Clique duas vezes sobre a camada de Locais estratégicos>Estilo>Categorizado e crie simbologias para os tipos de equipamentos urbanos (Figura A. 76). Depois de criar as simbologias os locais ficarão conforme ilustra a Figura A. 77.

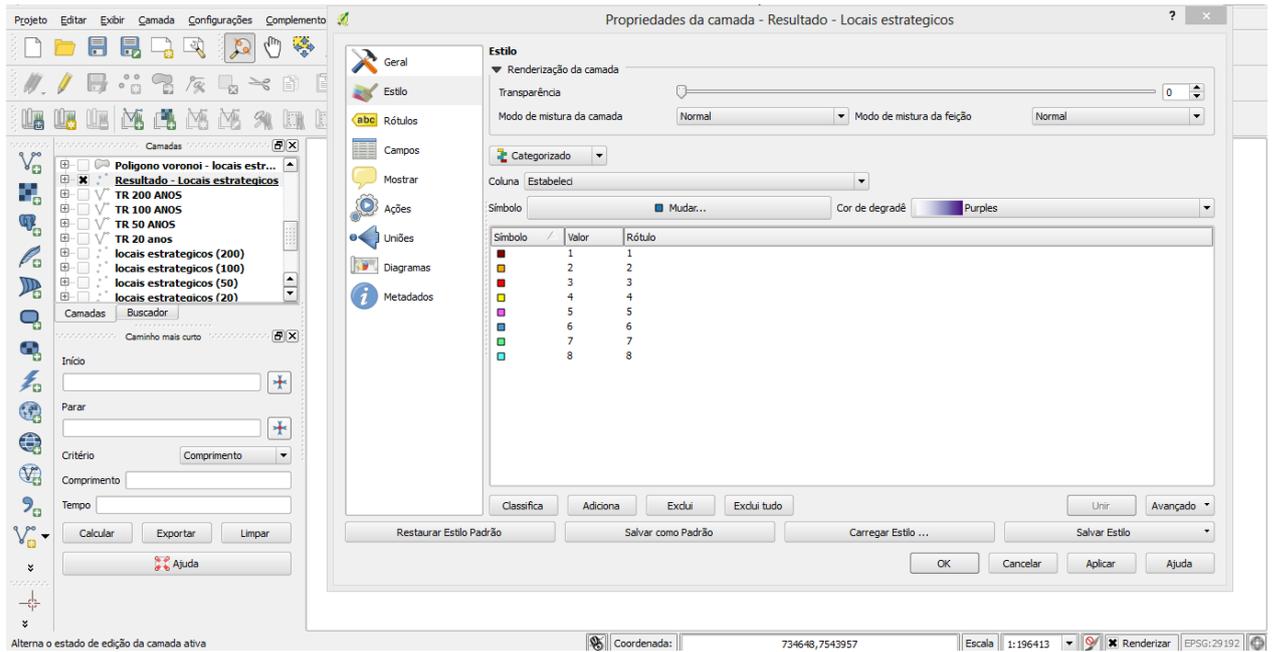


Figura A. 76 – Criando simbologias para os tipos de locais estratégicos

Fonte: a autora

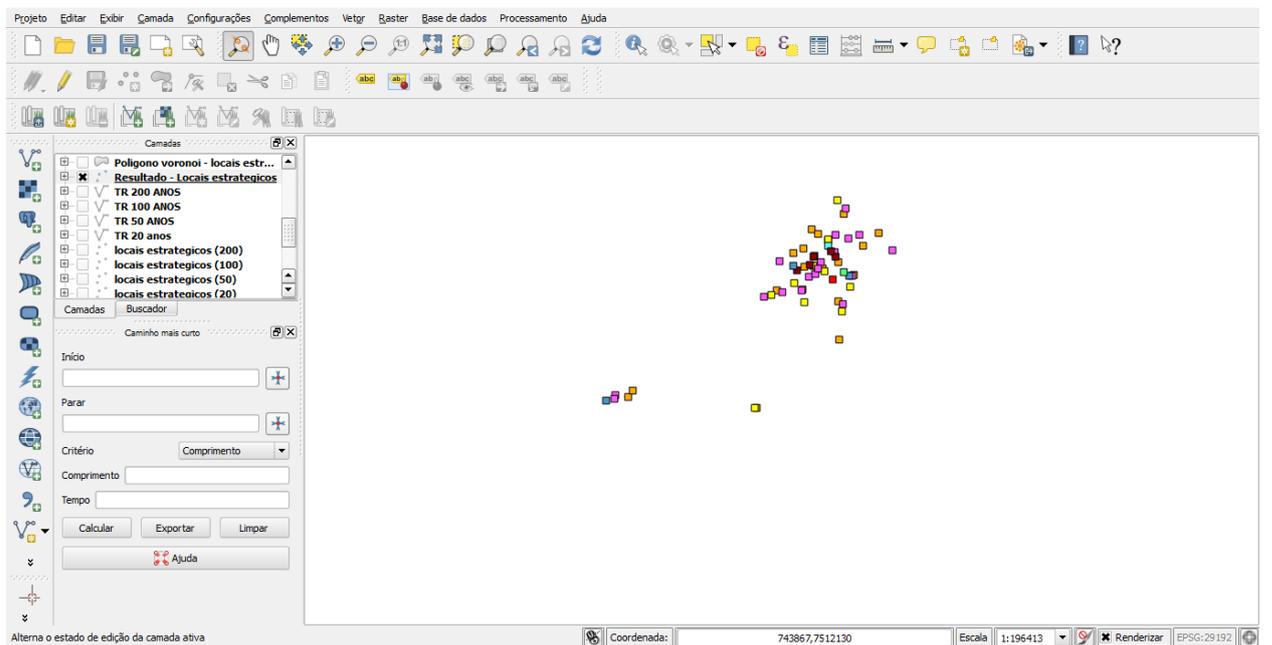


Figura A. 77 - Simbologia para os tipos de locais estratégicos

Fonte: a autora

f) Elaborar mapas

Será utilizado como exemplo para a elaboração de mapa: Locais estratégicos para as áreas inundadas no município de Jahu com relação à distância.

Para elaborar esse mapa, serão utilizadas as camadas/arquivos:

- Municípios com os locais estratégicos;
- Resultados – Locais estratégicos; e
- Mapa de inundação da prefeitura (do dia 15 de novembro de 2011).

Ative todas essas camadas conforme mostra a Figura A. 78

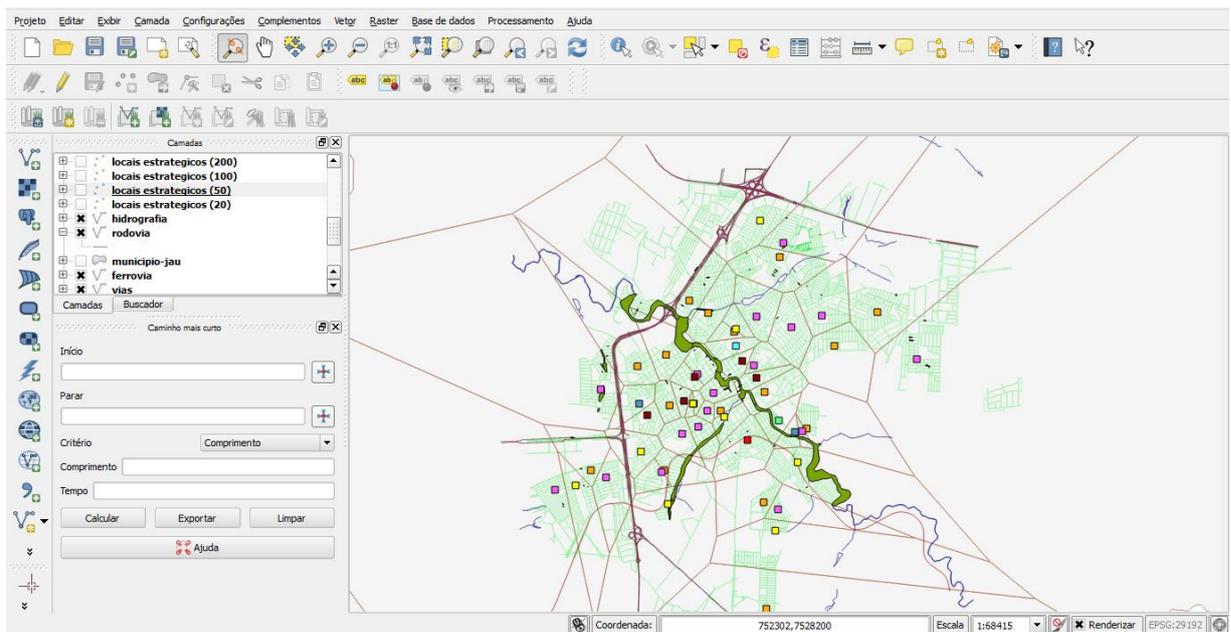


Figura A. 78 - Camadas ativas para a elaboração de mapa

Fonte: a autora

Clique em arquivo>gerenciador de compositor e crie um novo compositor. Comece a elaborar o mapa editando a legenda, barra de escala, indicação de norte conforme instruções do Apêndice A.1 da Figura A. 21 até a Figura A. 25.

Acrescente a linha de grade. Vá em: propriedades do item>grid e selecione a opção para mostrar linha de grade (Figura A. 79).

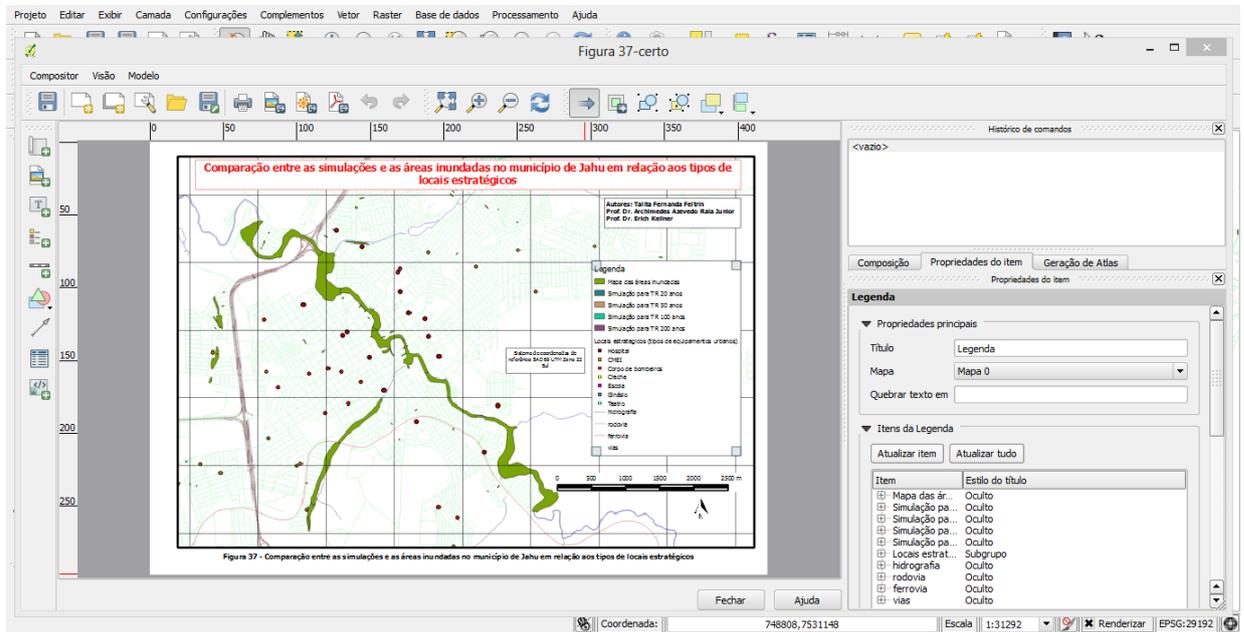


Figura A. 79 - Linhas de grade

Fonte: a autora

APÊNDICE B - TUTORIAL DO LSS

A ferramenta LSS pode ser baixada no site oficial do LSS: <<http://www.lssweb.net/>>. Na área de *downloads*, baixe uma das versões (em inglês, espanhol ou francês). Para esse tutorial será utilizada a versão em inglês.

Depois de realizado o *download* clique para executar. Será aberto um assistente de instalação (Figura A. 80) clique em *next*.

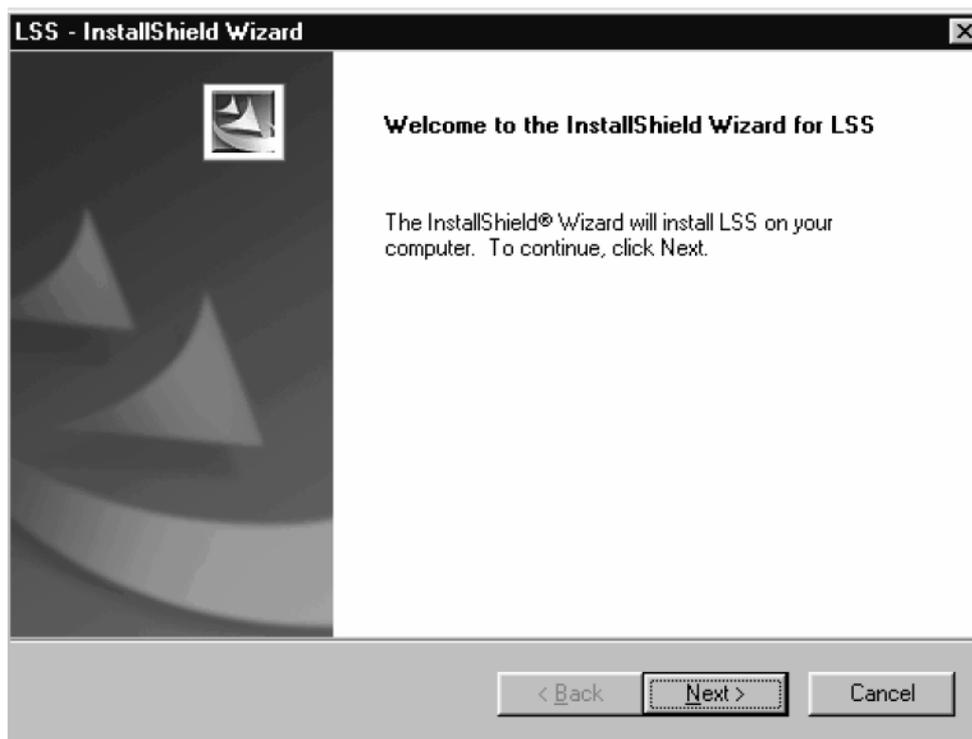
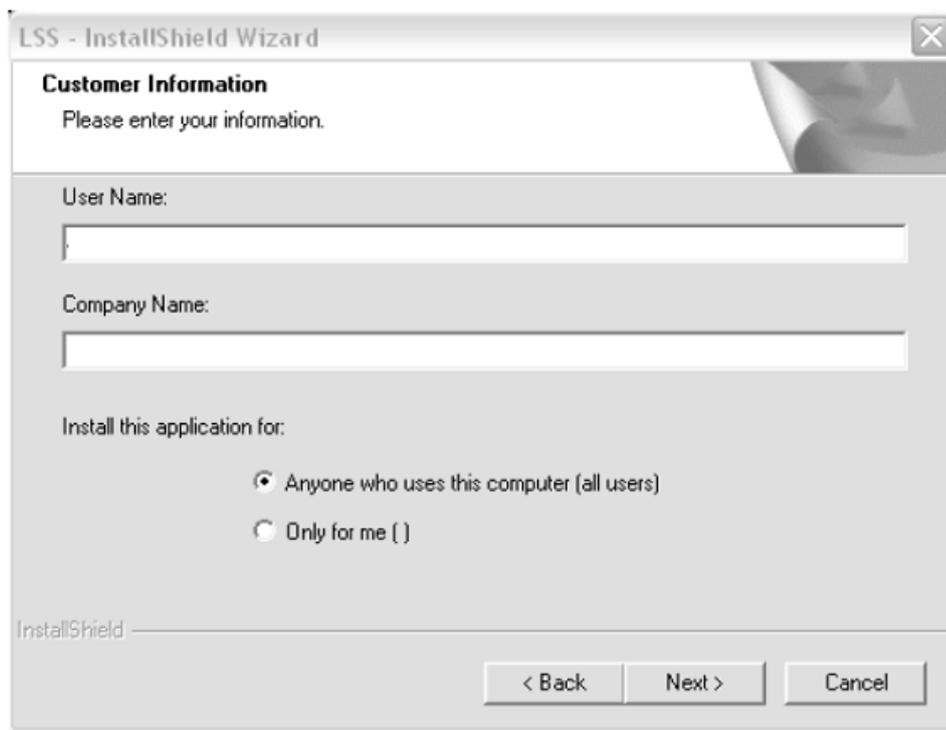


Figura A. 80 - Assistente de instalação do LSS

Fonte: a autora

Insira as informações necessárias, como nome e empresa (Figura A. 81) e clique em *next*.

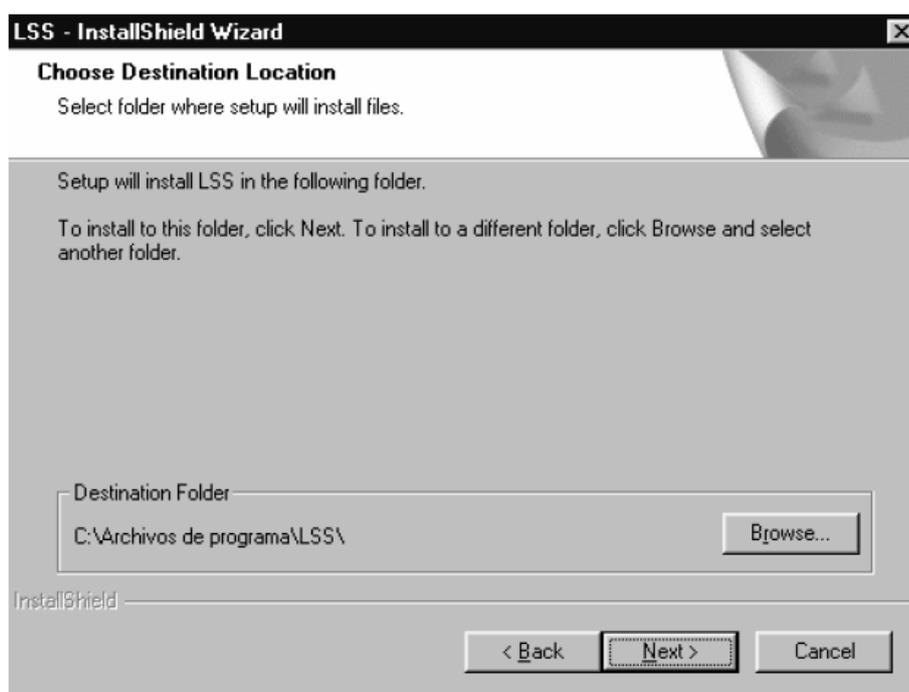


The screenshot shows a dialog box titled "LSS - InstallShield Wizard" with a close button in the top right corner. The main heading is "Customer Information" with the instruction "Please enter your information." Below this, there are two text input fields: "User Name:" and "Company Name:". Underneath these fields, the text "Install this application for:" is followed by two radio button options: "Anyone who uses this computer (all users)" (which is selected) and "Only for me ()". At the bottom left, the text "InstallShield" is visible. At the bottom right, there are three buttons: "< Back", "Next >", and "Cancel".

Figura A. 81 - Informações do usuário

Fonte: a autora

Pesquise a pasta onde será salvo o programa em *browse* (Figura A. 82) e clique em *next*.



The screenshot shows a dialog box titled "LSS - InstallShield Wizard" with a close button in the top right corner. The main heading is "Choose Destination Location" with the instruction "Select folder where setup will install files." Below this, the text "Setup will install LSS in the following folder." is followed by "To install to this folder, click Next. To install to a different folder, click Browse and select another folder." At the bottom, there is a text box labeled "Destination Folder" containing the path "C:\Archivos de programa\LSS\" and a "Browse..." button to its right. At the bottom left, the text "InstallShield" is visible. At the bottom right, there are three buttons: "< Back", "Next >" (which is highlighted with a dashed border), and "Cancel".

Figura A. 82 - Localização de pasta de destino

Fonte: a autora

Aparecerá uma mensagem indicando que a instalação foi realizada com sucesso (Figura A. 83), clique em *OK*. Depois finalize (*finish*) para fechar o assistente de instalação (Figura A. 84).



Figura A. 83 - Instalação do LSS realizada

Fonte: a autora

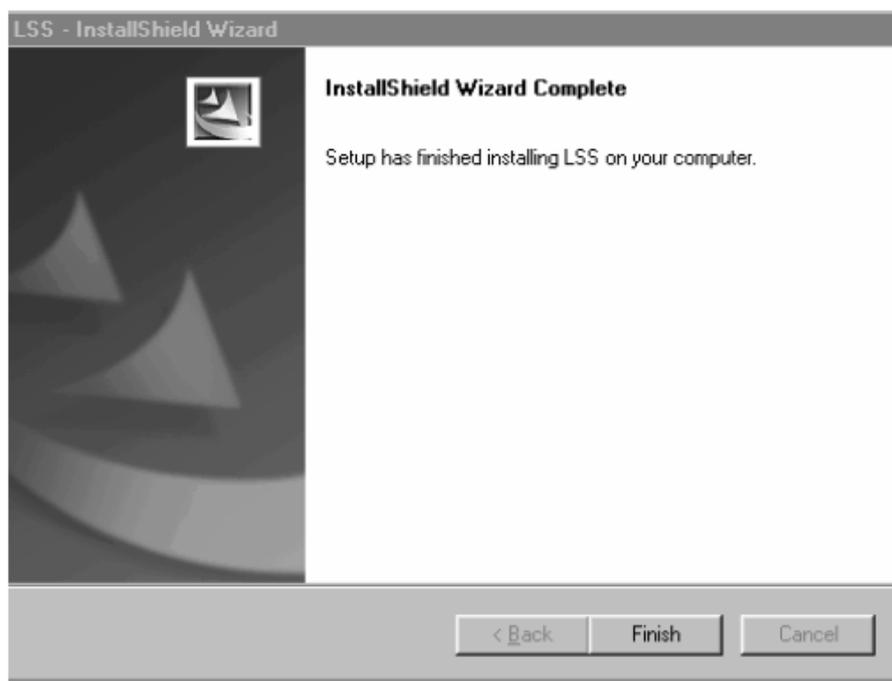


Figura A. 84 - Instalação do LSS finalizada

Fonte: a autora

Depois de baixar e instalar o programa, clique no ícone do LSS e faça o *logon*:

No nome de usuário (*user name*) e na senha (*password*) digite 'lss' (Figura A. 85).



Figura A. 85 - Logon: LSS
Fonte: a autora

Configure as informações necessárias (Figura A. 86):

1. Nome do banco de dados
2. Endereço
3. País
4. Região
5. Código
6. Gerenciador do banco de dados
7. E-mail

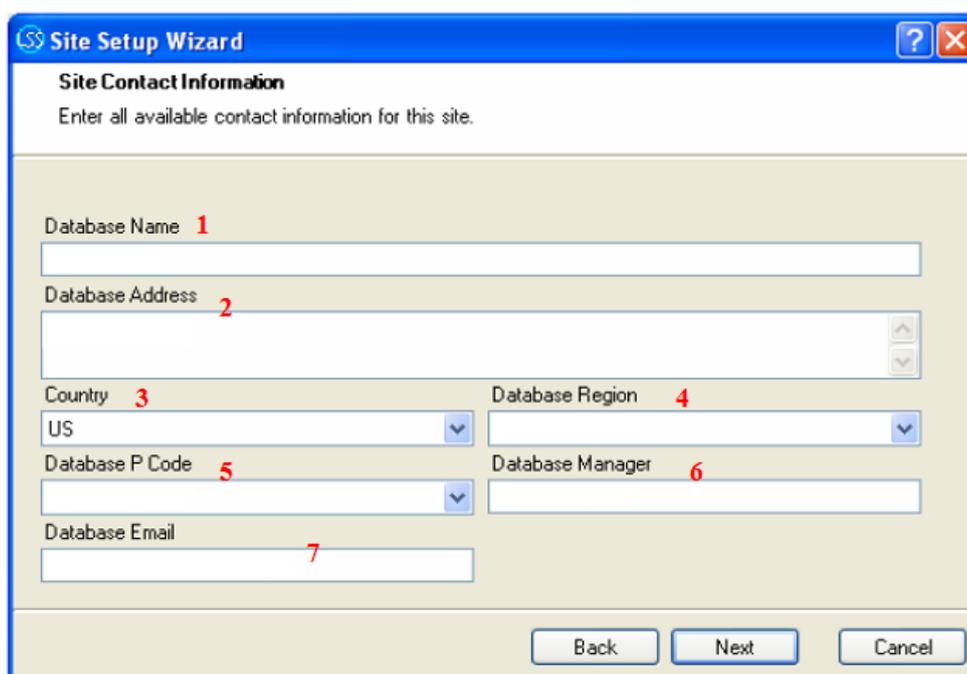


Figura A. 86 - Configuração do LSS
Fonte: a autora

Forneça os detalhes do banco de dados (Figura A. 87) e clique em *next*.

1. Tipo de emergência
2. Tipo de desastre
3. Data do desastre
4. Idioma do banco de dados
5. Moeda do país
6. Latitude (opcional)
7. Longitude (opcional)

The screenshot shows a 'Site Setup Wizard' window titled 'Other Site Details'. The instruction is 'Choose the site language and currency.' The fields are: Database Emergency Name (1), Disaster Type (2), Disaster Date (3), Database Language (4), Default Currency (5), Latitude (6), and Longitude (7). Buttons for Back, Next, and Cancel are at the bottom.

Figura A. 87 - Configurações do LSS (cont)

Fonte: a autora

Selecione todas as opções (Figura A. 88) e clique em *next*.

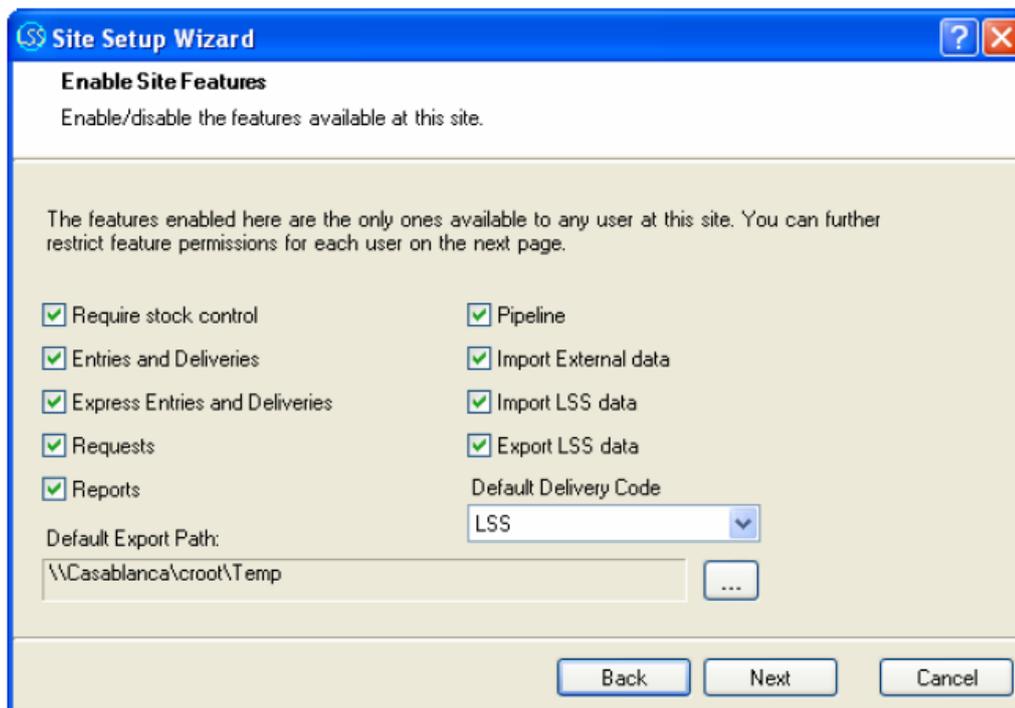


Figura A. 88 - Configuração de recursos do LSS

Fonte: a autora

Após essa configuração o Menu Principal ficará conforme ilustra a Figura A. 89. O menu permite aos usuários acessar todas as áreas da aplicação que foram habilitadas nas configurações anteriores (Figuras A. 86, A. 87 e A. 88).

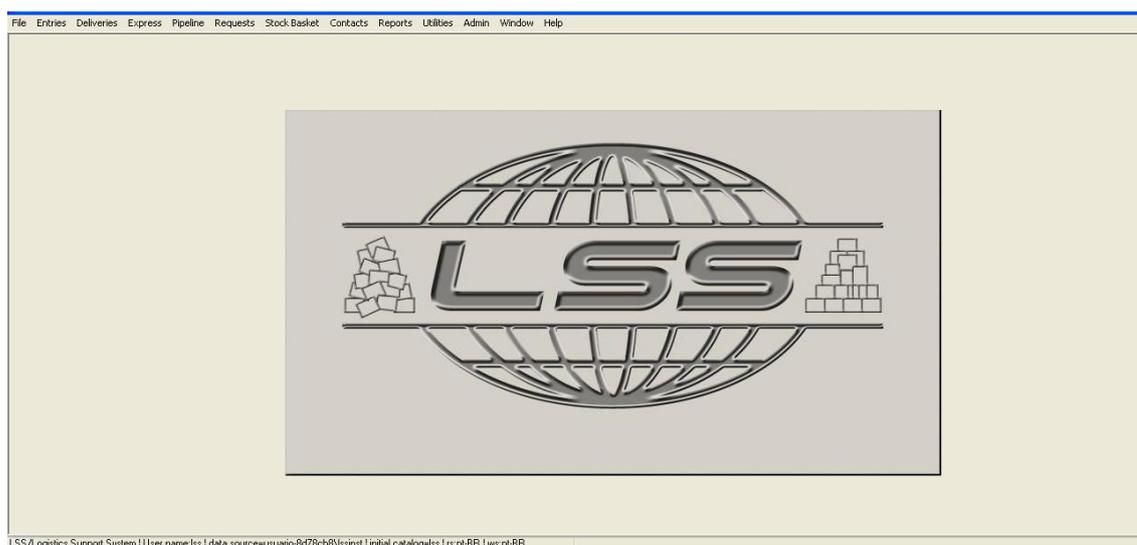


Figura A. 89 - Tela inicial do LSS

Fonte: a autora

A partir do menu, será possível realizar o registro das entradas e entregas de suprimentos.

Entradas

Para registrar as estradas de suprimentos vá em: Menu>*Entries*>*New entry* (Figura A. 90). Será aberta uma janela e clique em *next* (Figura A. 91).

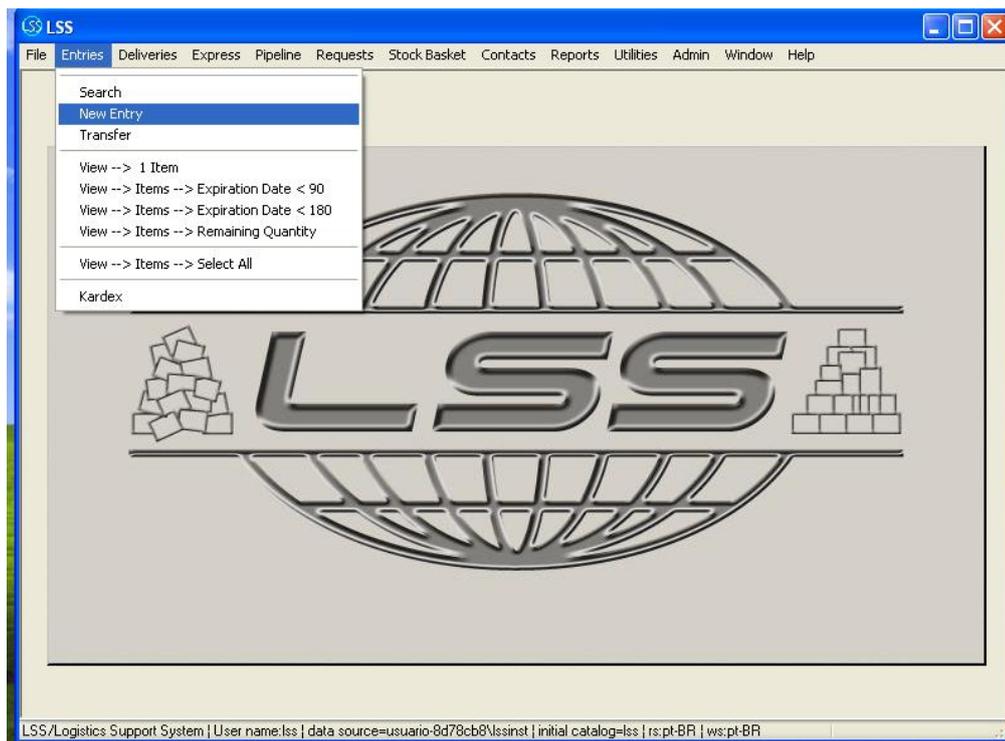


Figura A. 90 - Registrando as estradas de suprimento. Passo 1

Fonte: a autora

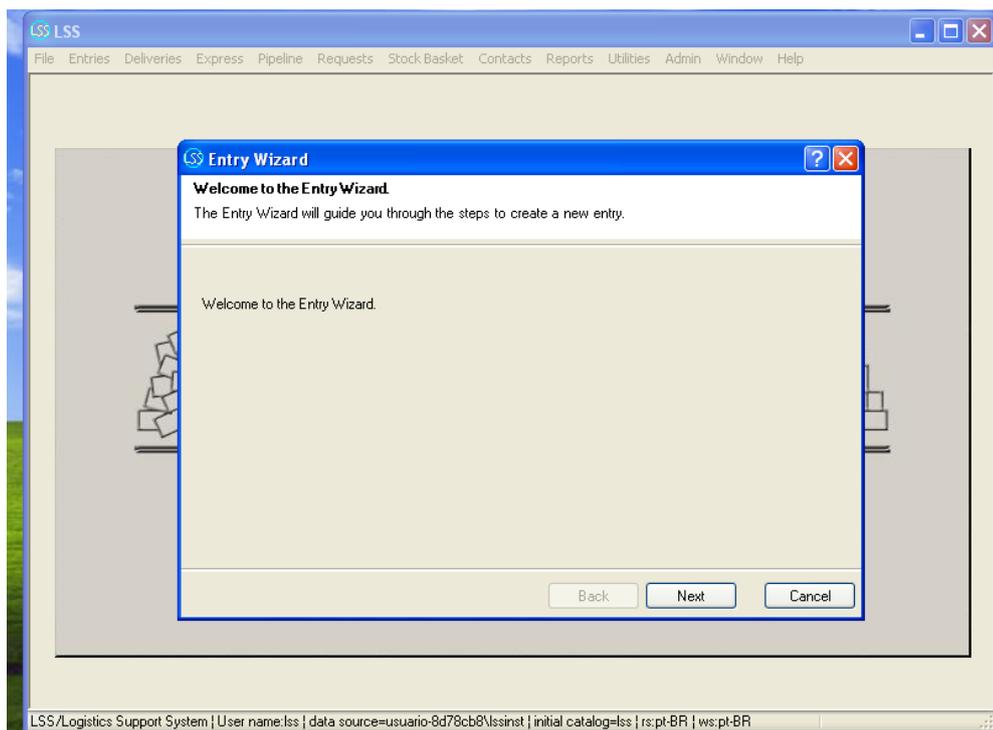


Figura A. 91 - Registrando as estradas de suprimento. Passo 2

Fonte: a autora

Clique em alguma das opções da Figura A. 92 e clique em *next*.

Para esse trabalho, foi selecionada a opção *Donations*/doações devido aos suprimentos serem doados pela população e recolhidos pela Defesa Civil e demais órgãos, como Corpo de Bombeiros, Tiro de Guerra, Guarda Municipal, voluntários, entre outros.

Alguns dados serão estimados com base nos relatos e histórico do dia 15 de novembro de 2011 e outros dados serão criados para simular como a ferramenta LSS pode auxiliar na gestão logística.

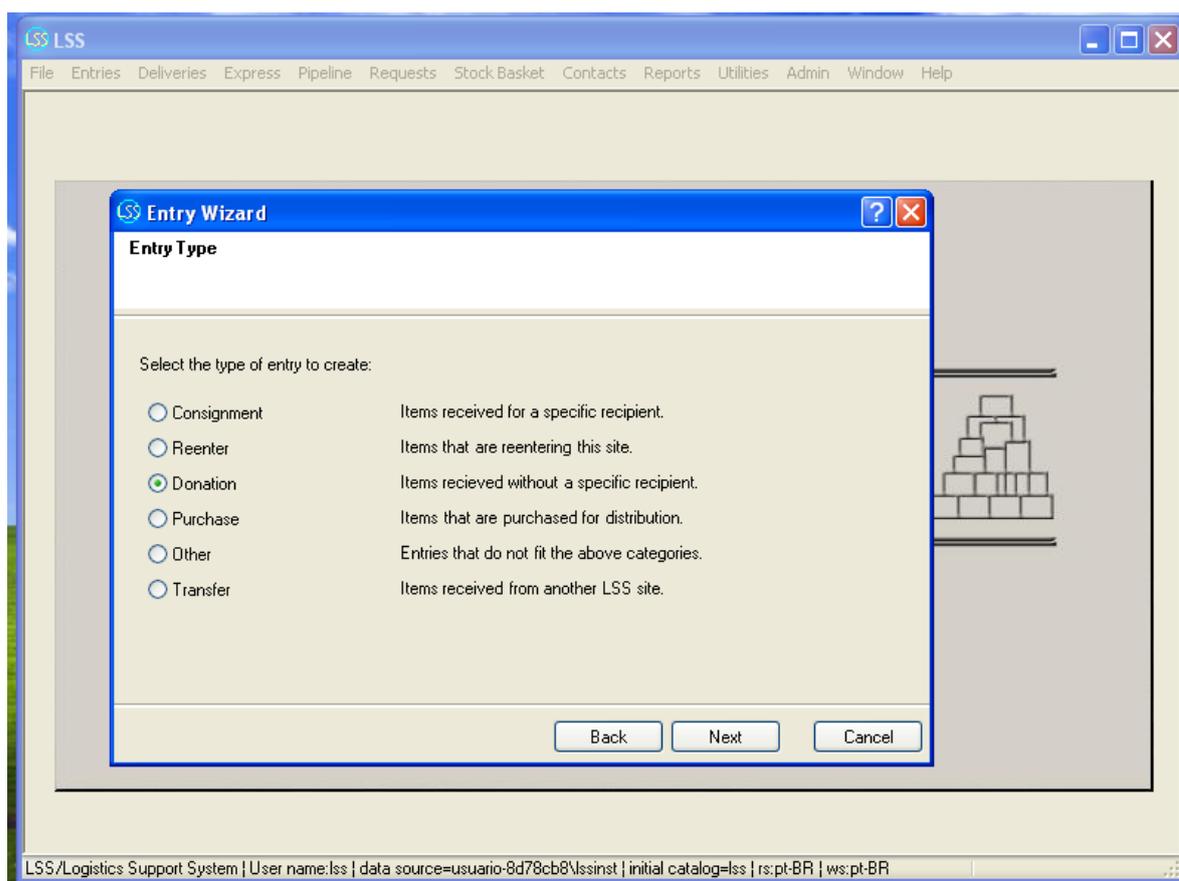


Figura A. 92 - Registrando as estradas de suprimento. Passo 3

Fonte: a autora

Preencha as informações necessárias, conforme ilustra as Figuras A. 93, A. 94 e A. 95.

Figura A. 93 - Registrando as estradas de suprimento. Passo 4

Fonte: a autora

Preencha as informações, conforme ilustra as Figuras A. 93:

1. Referência do produto
2. Quem doou o produto (Figura A. 94)
3. Transportador
4. Modo de transporte
5. Data do recebimento
6. Data do envio

E clique em *next*.

Figura A. 94 - Registrando as estradas de suprimento. Passo 5

Fonte: a autora

Como o recebimento dos suprimentos se dá por meio de doações, será considerado que a organização ou contato será mantido em sigilo (Autônomo), não necessitando informar as demais informações (Figura A. 94). Salve as informações.

Depois de preenchidas todas as informações (Figura A. 95), clique em *next*.

Figura A. 95 - Registrando as estradas de suprimento. Passo 6

Fonte: a autora

Para cada categoria, forneça os dados sobre o peso estimado referente a cada uma (Figura A. 96), clique em *next*.

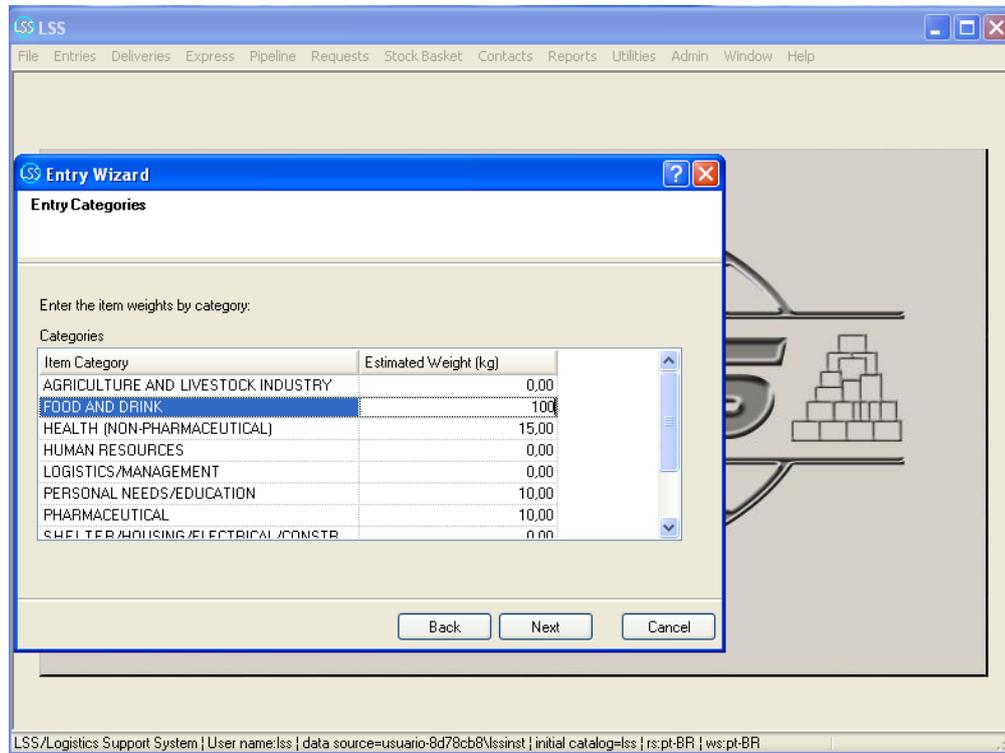


Figura A. 96 - Editando as categorias de suprimentos

Fonte: a autora

Clique em *add* para adicionar os itens (Figura A. 97).

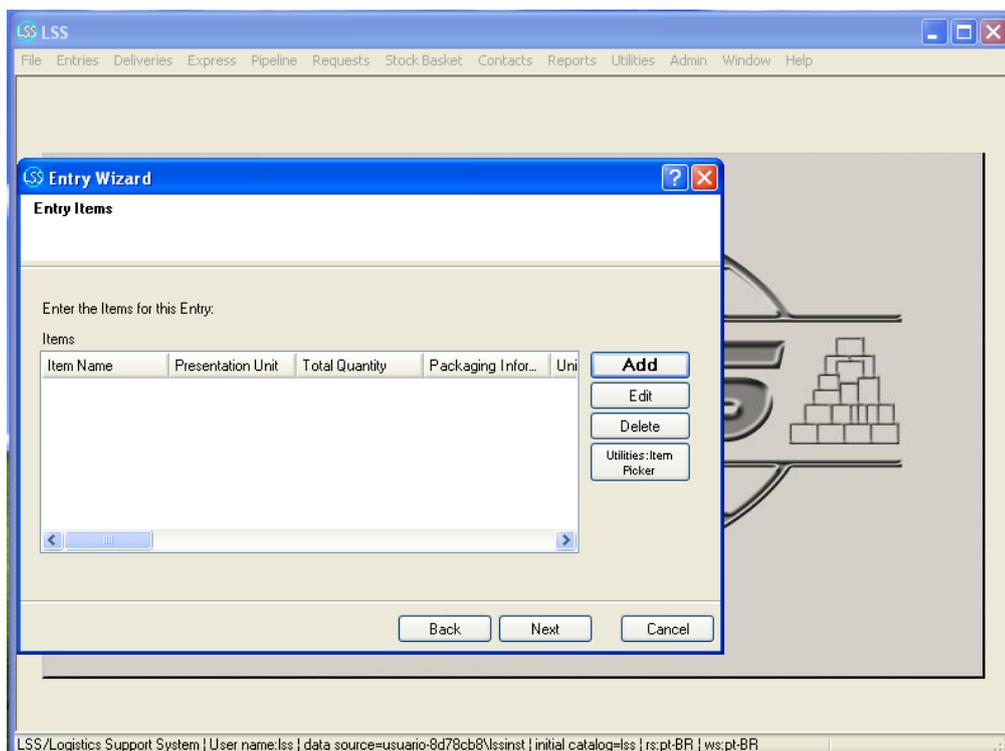


Figura A. 97 - Editando os itens de suprimentos

Fonte: a autora

Selecione o tipo de suprimento ou recurso. No exemplo da Figura A. 98 foi inserido o suprimento water/água. Selecione o dado.

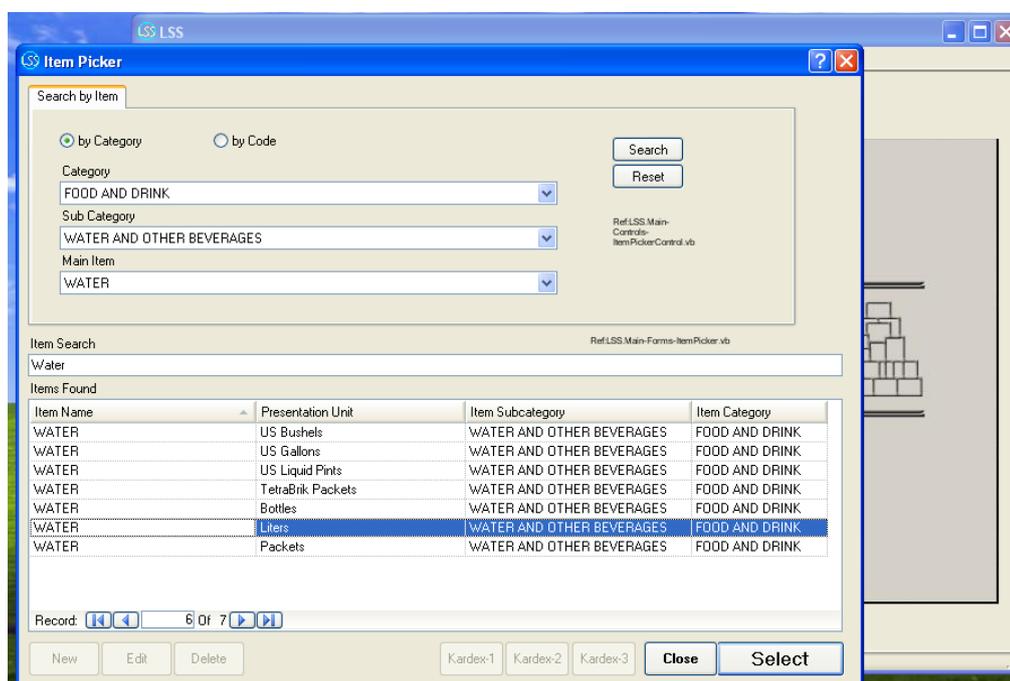


Figura A. 98 - Busca por tipo de suprimento ou recurso

Fonte: a autora

Será aberta uma janela (Figura A. 99) onde deverão ser informados os dados necessários sobre o item, como: prioridade (1), quantidade (2), peso por unidade (3) e valor estimado do item (4). Clique em *Ok*.

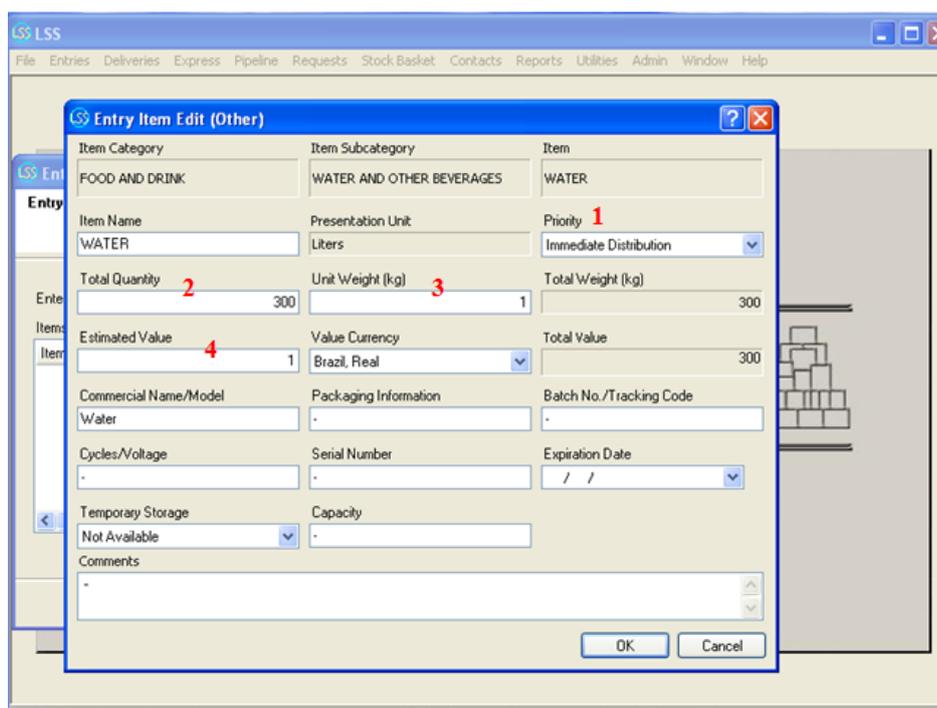


Figura A. 99 - Informação sobre o item

Fonte: a autora

O dado será inserido conforme mostra a Figura A. 100. Repita esse procedimento para todos os itens e recursos que forem recebidos (Figura A. 101) e clique em *next*.

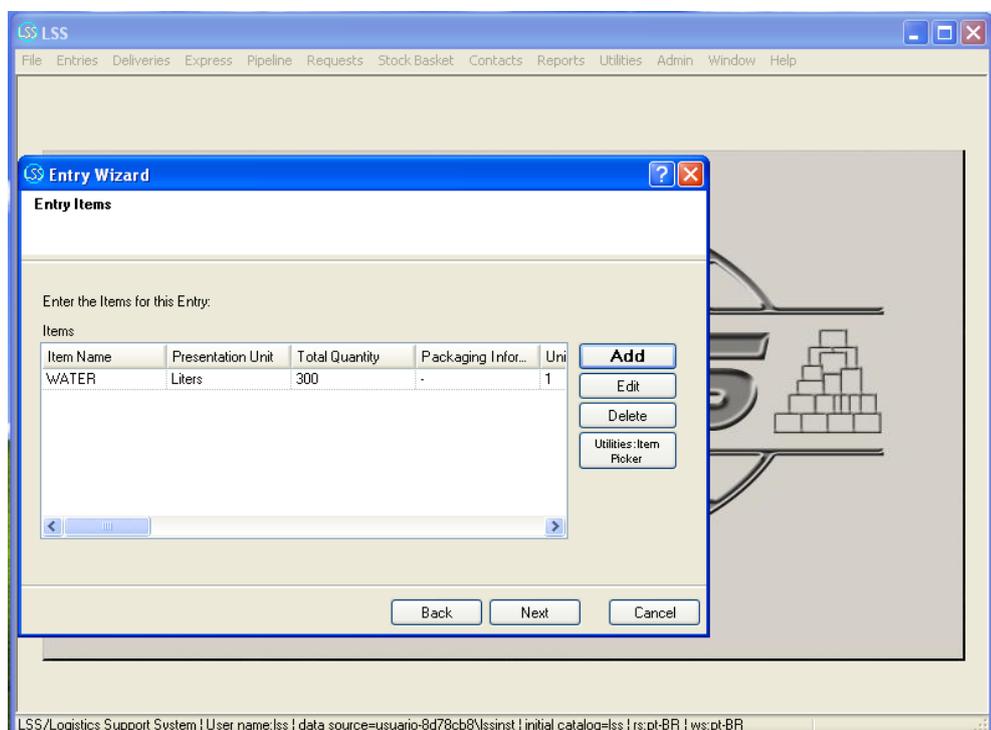


Figura A. 100 - Inserção da informação do item

Fonte: a autora

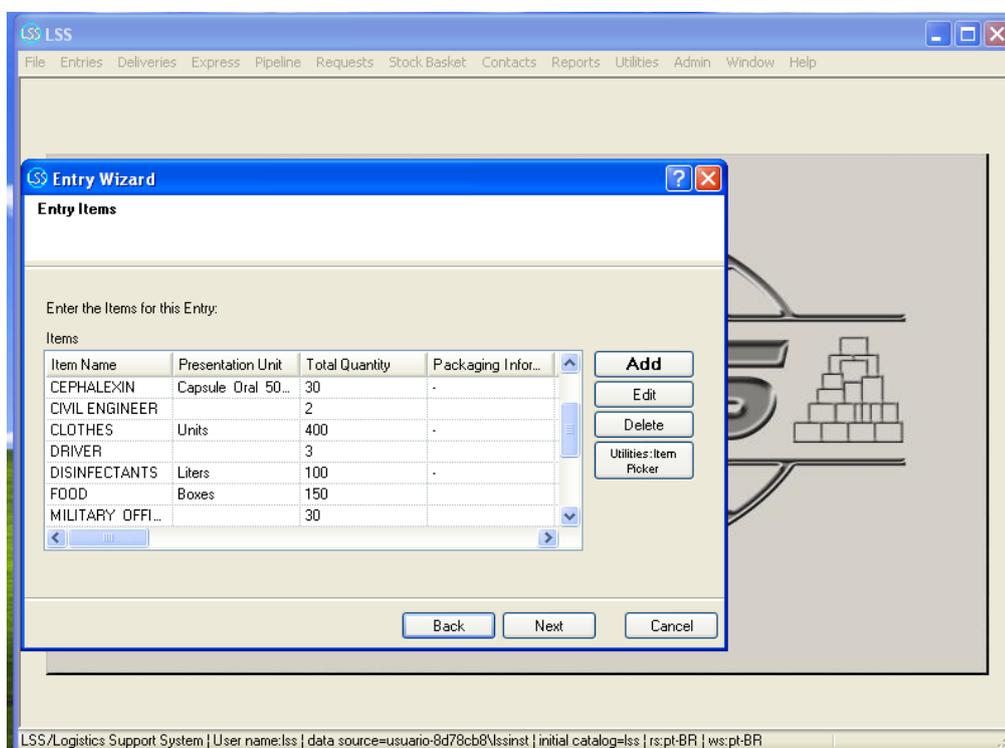


Figura A. 101 - Informação sobre diversos itens

Fonte: a autora

Serão abertas duas janelas, uma informando sobre a quantidade de itens que foram inseridos (Figura A. 102) e outra informando sobre a atualização no banco de dados (Figura A. 103).

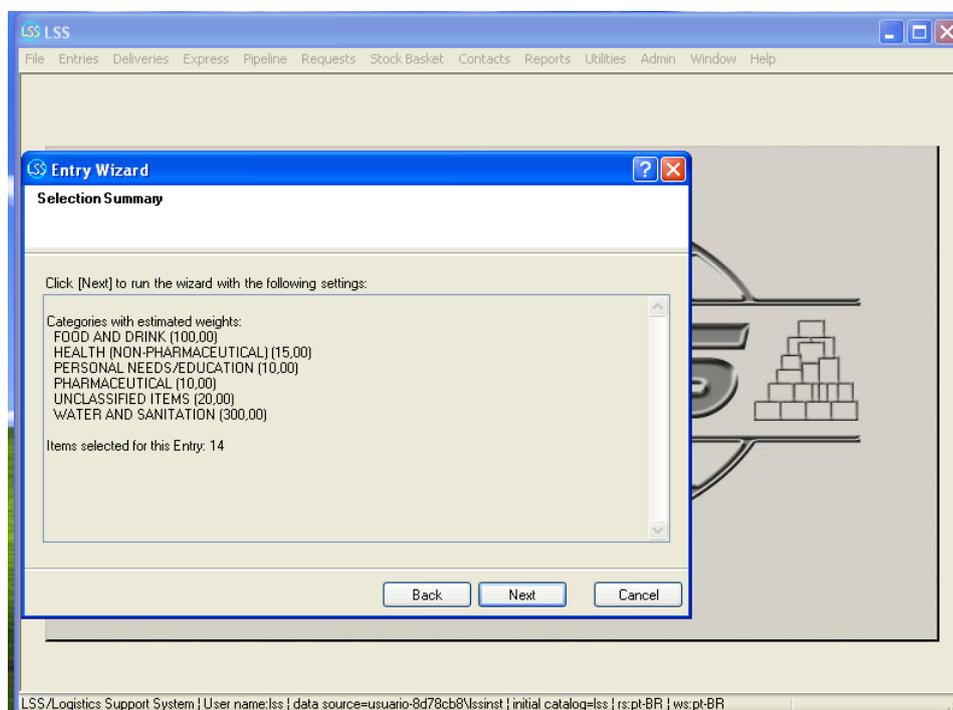


Figura A. 102 - Itens criados no banco de dados

Fonte: a autora

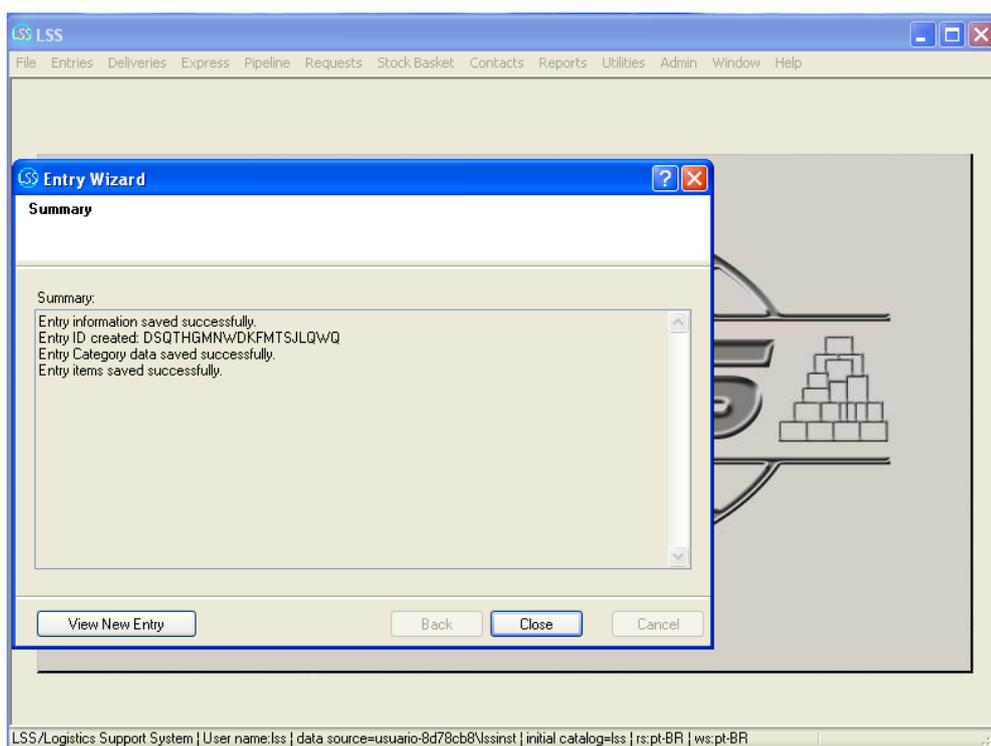


Figura A. 103 - Atualização do banco de dados

Fonte: a autora

Saídas

Para registrar as saídas de suprimentos vá em: Menu>*Deliveries*>*New delivery* (Figura A. 104).

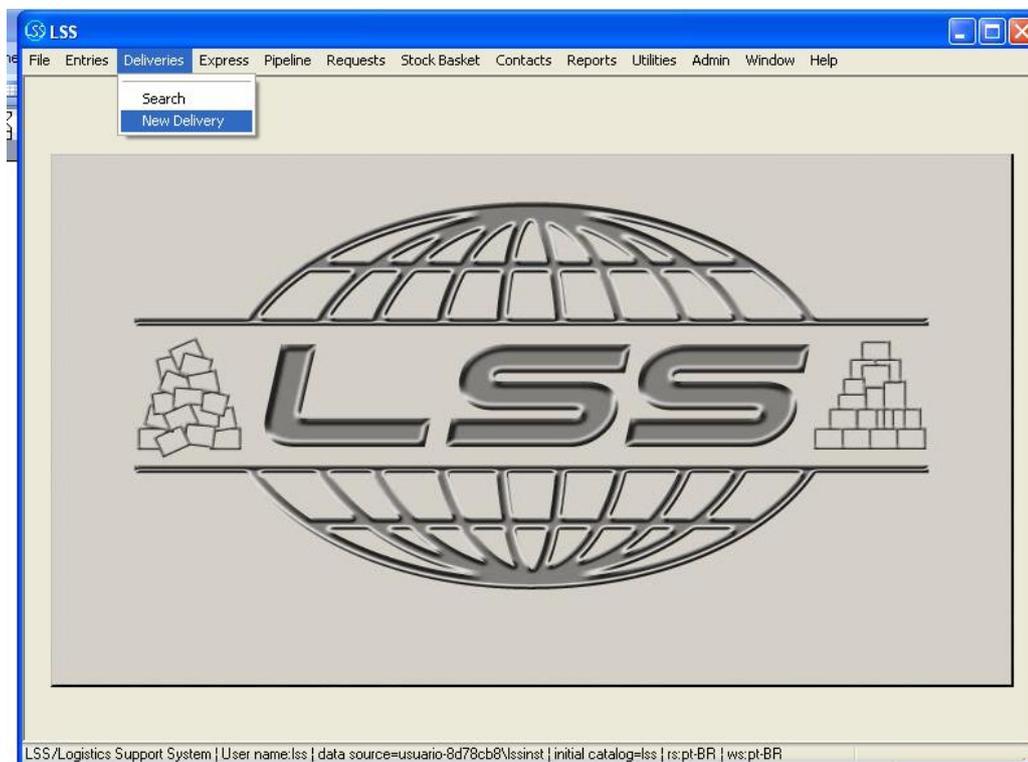


Figura A. 104 - Registrando as saídas de suprimento

Fonte: a autora

Insira as informações sobre as saídas (Figura A. 105):

1. Quem receberá
2. Data da entrega
3. Situação da entrega
4. Informação sobre o transporte
5. Quem realiza a distribuição

Clique em *next*.

Delivery Wizard
Delivery Destination

Enter the following information for the delivery:

Consignee/Destination **1**
 Ginásio de esportes Dr. Neves

Delivery Date **2**
 16/11/2011

Delivery Status **3**
 To be delivered

Transporter Information **4**
 Vehicle

Driver/Transporter ID **5**
 NUDECs and volunteers

Shipment Docs/Invoice

Authorization Details

Comments

Back Next Cancel

Figura A. 105 - Registrando as saídas de suprimento

Fonte: a autora

Escolha o item que será distribuído, escreva a quantidade, conforme ilustra a Figura A. 106 e clique em *next*.

Delivery Wizard
Delivery Items

Please select the Items to include in the Delivery

Search Search >> Deliver Search >> Select All

Drag a column header here to group by that column.

Deliver	Main Item	Expiration Date	Receive Date	Commercial Na...	Remaining quan...	Presentatic
	CLOTHES		16/11/2011	-	400	Units
	WATER		16/11/2011	Water	300	Liters
	DISINFECTANTS		16/11/2011	-	100	Liters
	CEPHALEXIN		16/11/2011	-	30	Capsule O
	RICE		16/11/2011	-	30	Kilograms
	COTTON		16/11/2011	-	5	Kilograms
	FOOD		16/11/2011	-	150	Boxes
	TOILET PAPER		16/11/2011	-	500	Packets
10	MSF EMERGENCY KIT		16/11/2011	-	20	N/A N/A N

Record: 9 of 9

Back Next Cancel

Figura A. 106 - Selecionando item para distribuição

Fonte: a autora

O item escolhido para distribuição aparecerá em outra tela (Figura A. 107) e clique em *next*. Salve o banco de dados na pasta (Figura A. 108) e clique em *OK*.

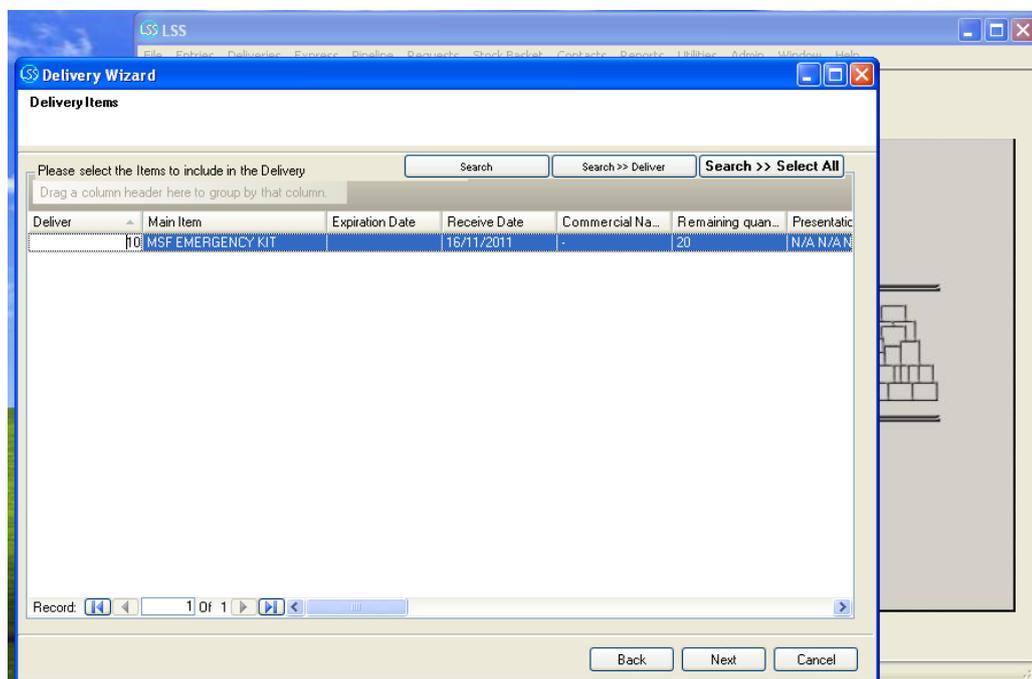


Figura A. 107 - Selecionando item para distribuição (cont)

Fonte: a autora

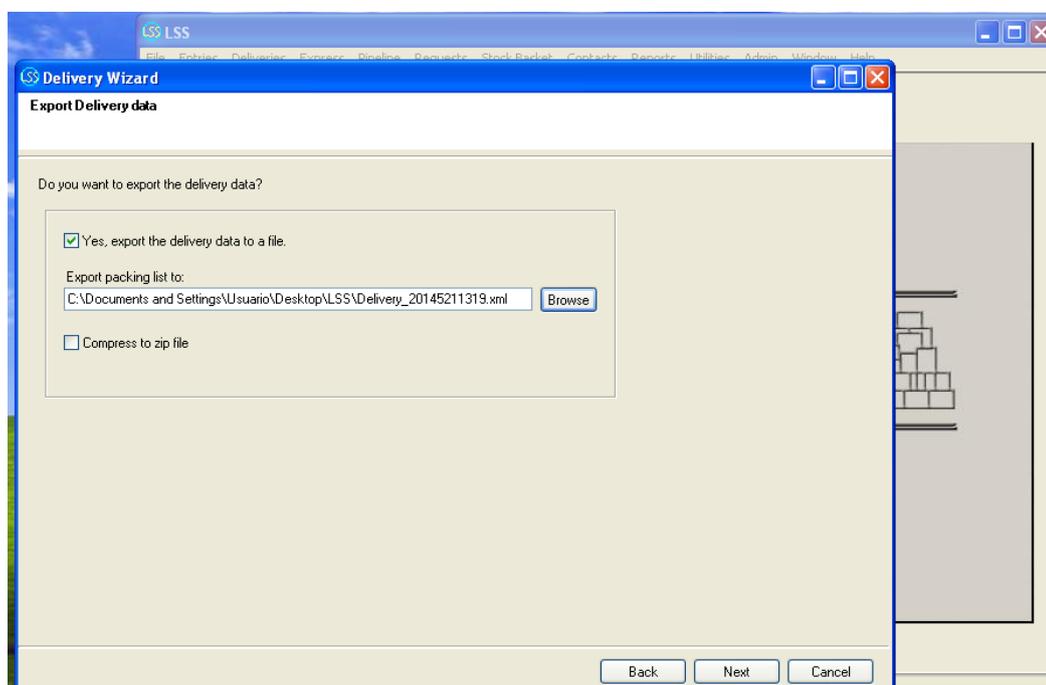


Figura A. 108 - Salvando as informações sobre saída de suprimentos

Fonte: a autora

Aparcerá uma janela informando sobre a atualização do banco de dados no sistema (Figura A. 109) e clique em *Close*.

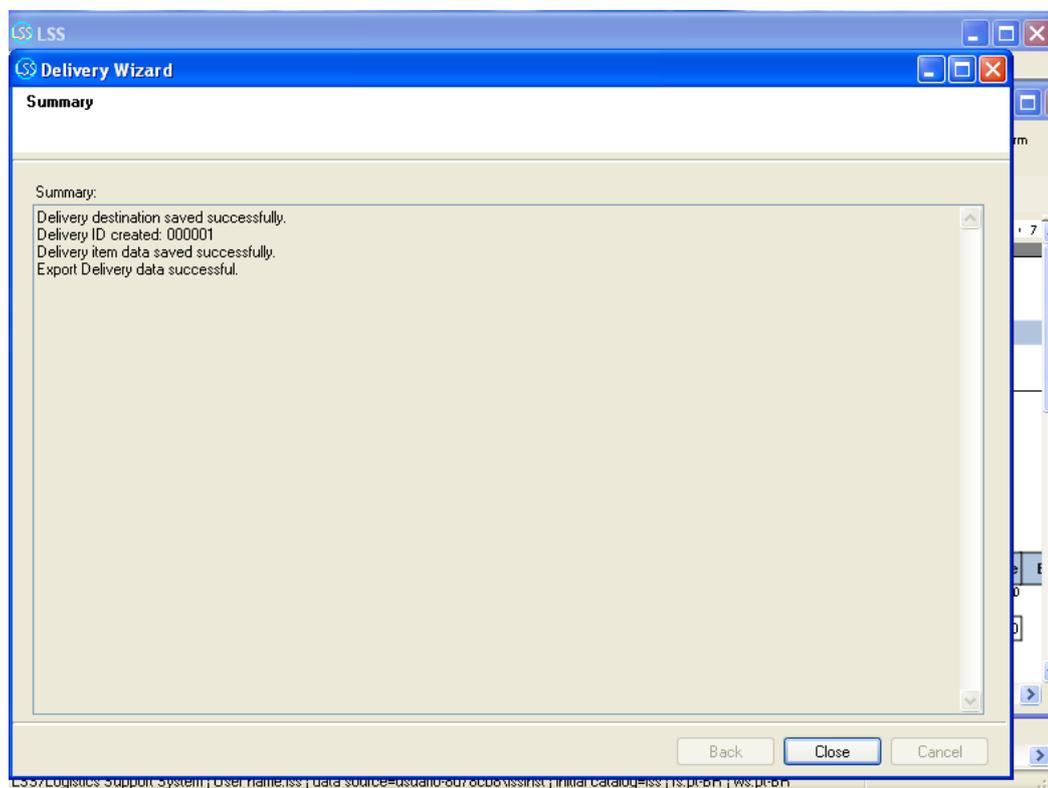


Figura A. 109 - Atualização do banco de dados no sistema

Fonte: a autora

Relatórios

1. Para elaborar relatórios referentes às entradas vá em: *Menu>Reports>View>View entries* (Figura A. 110).

Selecione o banco de dados que foi gerado: *Donations/Doações* e clique duas vezes (Figura A. 111).

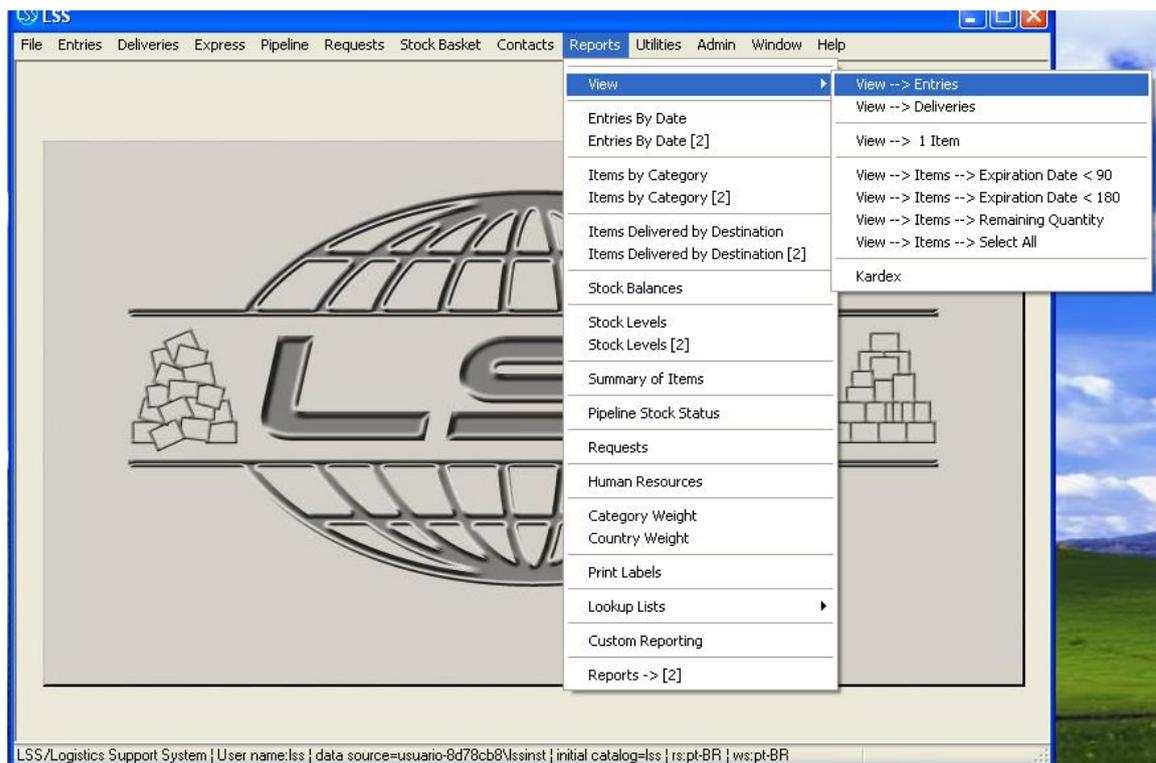


Figura A. 110 - Gerando relatório das entradas de suprimento. Passo 1

Fonte: a autora

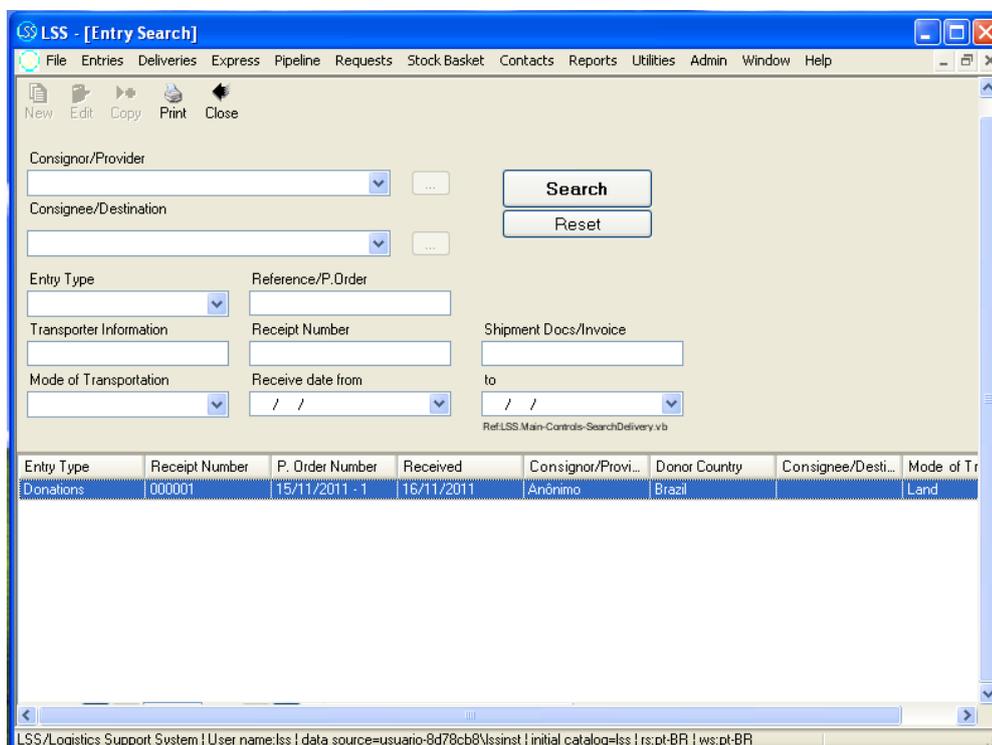


Figura A. 111 - Gerando relatório das entradas de suprimento. Passo 2

Fonte: a autora

Selecione a aba: *Items* e clique em *Print Distribution* (Figura A. 112).

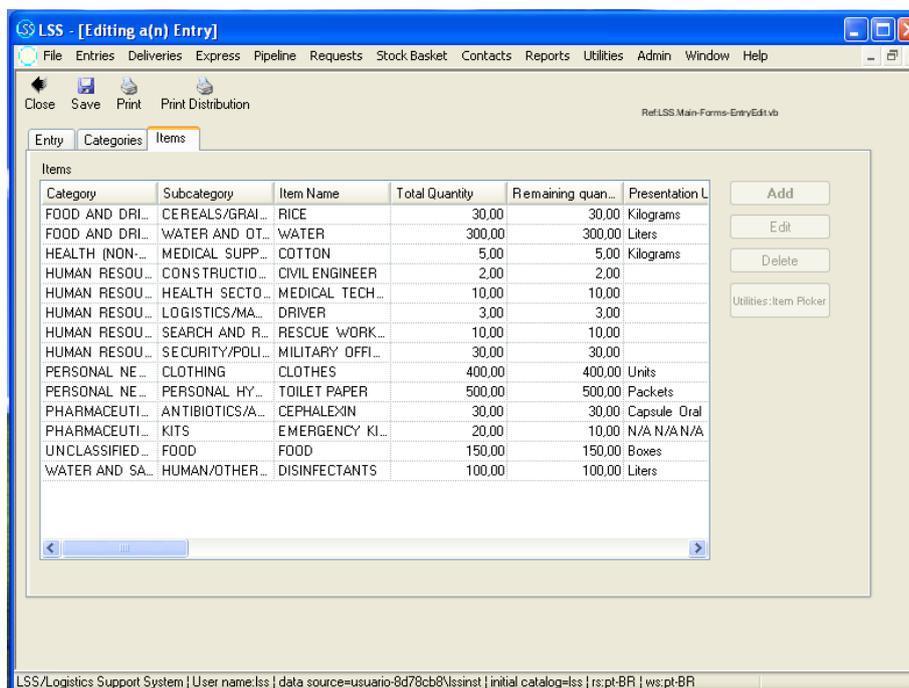


Figura A. 112 - Gerando relatório das entradas de suprimento. Passo 3

Fonte: a autora

Será aberta uma janela com o relatório (Figura A. 113) e salve em algum dos formatos: Excel, xls, html ou pdf.

Actual Categories	Has Items	Estimated Weight (kg)	Actual Weight (kg)
FOOD AND DRINK	Yes	100,00	360,00
HEALTH (NON-PHARMACEUTICAL)	Yes	15,00	5,00
PERSONAL NEEDS:EDUCATION	Yes	10,00	260,00
PHARMACEUTICAL	Yes	10,00	2,00
UNCLASSIFIED ITEMS	Yes	20,00	1.500,00
WATER AND SANITATION	Yes	300,00	200,00
Totals		455,00	2.327,00

#	Sub Category	Item Name	Code/Batch No.	Total Presentation Quantity/Units	Delivery Quantity	Remaining Quantity	consignee/Destination	Delivery Number
1	CEREALS/GRANS/TUBER	RICE	LS50000002560	30,00 Kilograms				
2	WATER AND OTHER BEVERAGES	WATER	LS50000002798	300,00 Liters				
3	MEDICAL SUPPLIES/EQUIPMEN	COTTON	LS50000003092	5,00 kilograms				
4	CLOTHING	CLOTHES	LS50000002201	400,00 Units				
5	PERSONAL HYGIENE	TOILET PAPER	LS50000002042	500,00 Packets				

Figura A. 113 - Relatório de entradas de suprimentos no LSS

Fonte: a autora

A Figura A. 114 mostra como o relatório final das entradas de suprimento ficará, após ser salvo em PDF.

Logistics Support System											
Inundações em Jau											
Entry Distribution D-000001											
Date of Entry	16/11/2011	Sent on	16/11/2011	Item Details							
Reference/Order	15/11/2011 - 1	Shipment Docs/Invoice	-	Comments							
Consignor/Provider	Anônimo	Transporter Information	Not available								
Consignor/Provider	Brazil	Mode of Transportation	Land								
Consignee/Destination		Additional Documents									
Received by	Defesa Civil/Sec. de assistência social	Estimated Total Cost	0,00								
		Number of Pieces	0,00								
Actual Categories				Has Items	Estimated Weight (kg)	Actual Weight (kg)					
FOOD AND DRINK				Yes	100,00	360,00					
HEALTH (NON-PHARMACEUTICAL)				Yes	15,00	5,00					
PERSONAL NEEDS/EDUCATION				Yes	10,00	260,00					
PHARMACEUTICAL				Yes	10,00	2,00					
UNCLASSIFIED ITEMS				Yes	20,00	1.500,00					
WATER AND SANITATION				Yes	300,00	200,00					
				Totals		455,00	2.327,00				
#	Sub Category	Item Name	Code/Batch No.	Total Quantity	Presentation Units	#	Delivery Quantity	Remaining Quantity	Consignee/Destination	Delivery Number	
1	CEREALS/GRAINS/TUBER	RICE	LSS00000002560	30,00	Kilograms						
2	WATER AND OTHER BEVERAGES	WATER	LSS00000002798	300,00	Liters						
3	MEDICAL SUPPLIES/EQUIPMEN	COTTON	LSS00000003092	5,00	Kilograms						
4	CLOTHING	CLOTHES	LSS00000002001	400,00	Units						
5	PERSONAL HYGIENE	TOILET PAPER	LSS00000002042	500,00	Packets						
6	ANTIBIOTICS/ANTIFUNGAL	CEPHALEXIN	LSS0000000169	30,00	Capsule Oral 500 mg						
7	KITS	MSF EMERGENCY KIT	LSS0000000413	20,00	N/A N/A N/A	1	10,00	10,00	Ginásio de esportes Dr. Neves	000001 - 16-Nov	
8	FOOD	FOOD	LSS00000007001	150,00	Boxes						
9	HUMAN/OTHER WASTE DISPOSA	DISINFECTANTS	LSS00000002369	100,00	Liters						

Figura A. 114 - Relatório de entradas de suprimentos em PDF

Fonte: a autora

2. Para elaborar relatórios referentes às saídas vá em: Menu>Reports>View>View deliveries (Figura A. 115).

Selecione a opção gerada pelo banco de dados (Figura A. 116) e clique duas vezes.

Clique em Save (Figura A. 117).

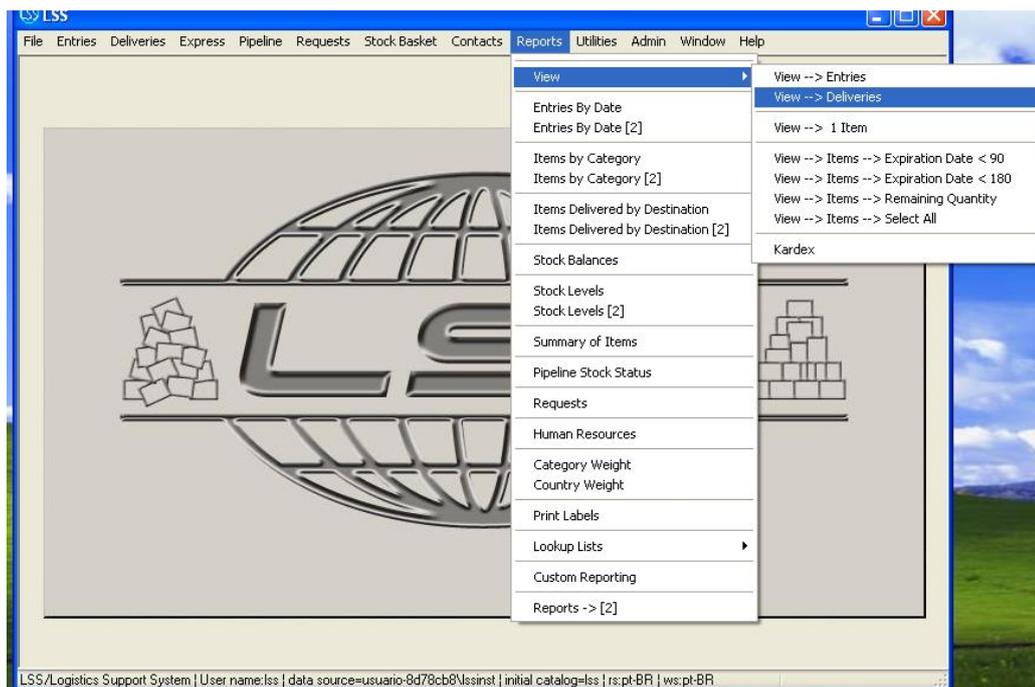


Figura A. 115 - Gerando relatório das saídas de suprimento. Passo 1

Fonte: a autora

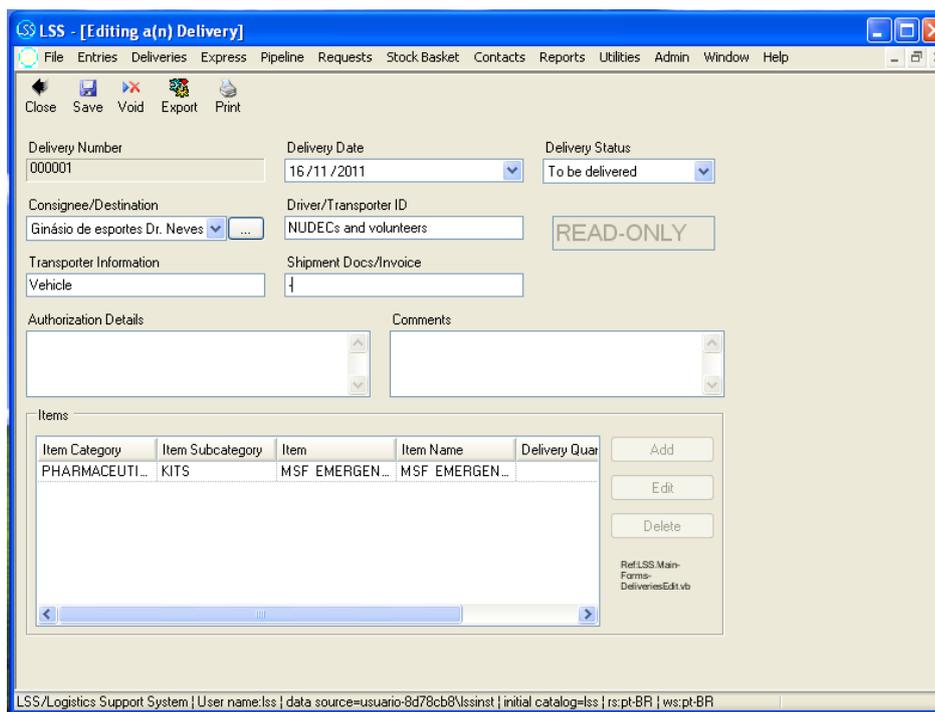


Figura A. 116 - Gerando relatório das saídas de suprimento. Passo 2

Fonte: a autora

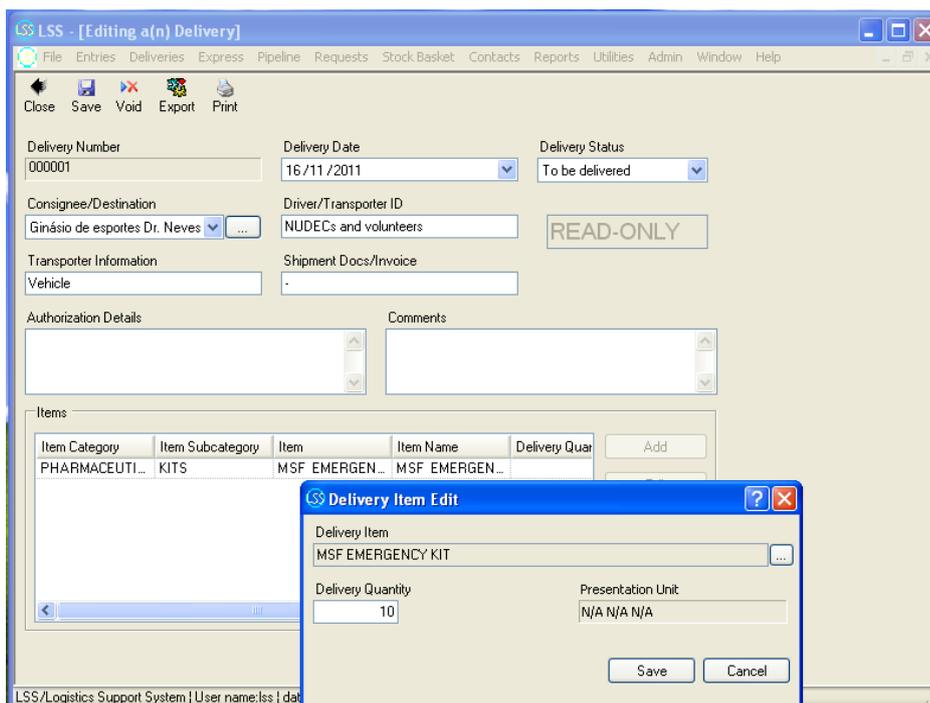


Figura A. 117 - Gerando relatório das saídas de suprimento. Passo 3
Fonte: a autora

Clique em *Print*. Selecione a opção *Other code* e clique em *Ok* (Figura A. 118).

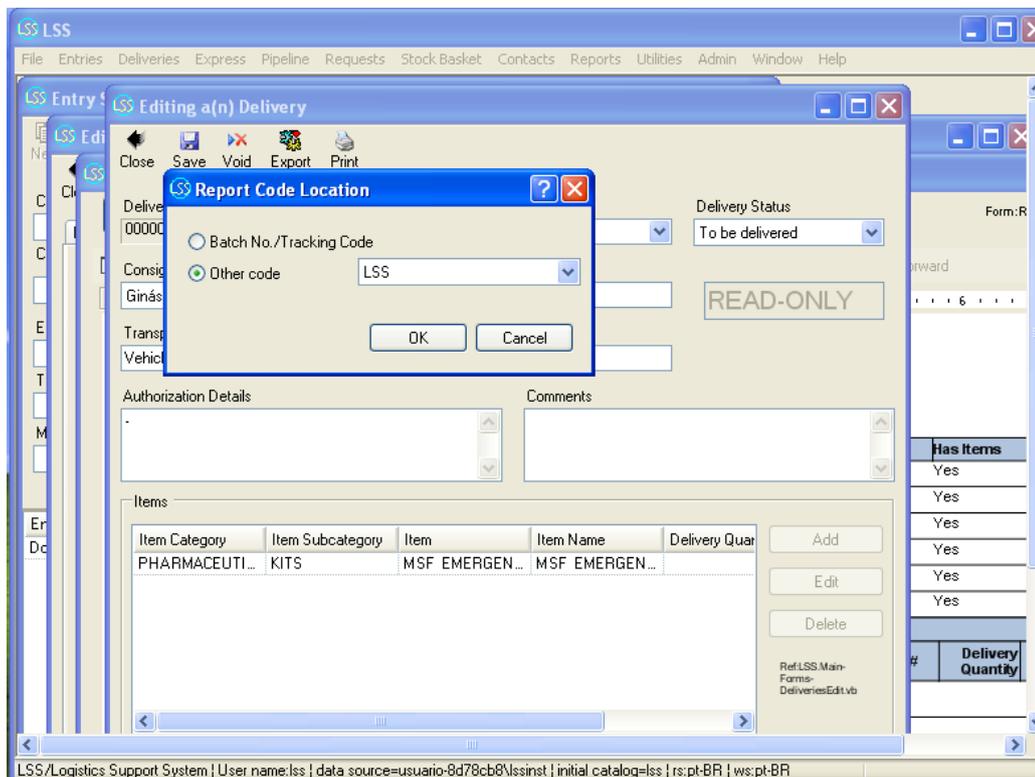


Figura A. 118 - Gerando relatório das saídas de suprimento. Passo 4
Fonte: a autora

Selecione a opção *Value Currency* e clique em *Print* (Figura A. 119).

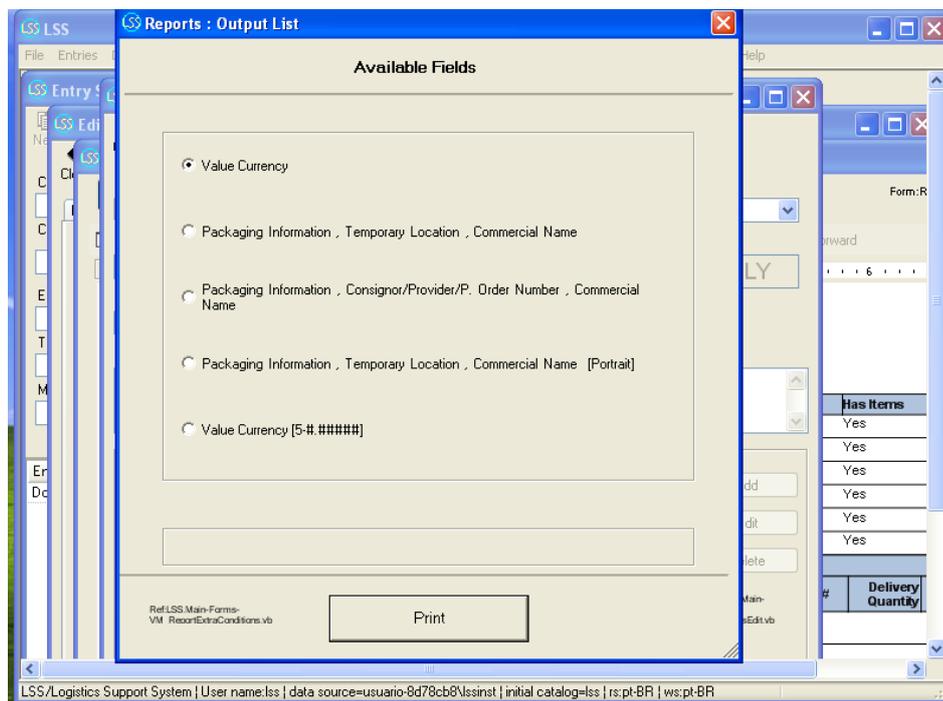


Figura A. 119 - Gerando relatório das saídas de suprimento. Passo 5

Fonte: a autora

Será aberta uma janela com o relatório (Figura A. 120) e salve em algum dos formatos: Excel, xls, html ou pdf.

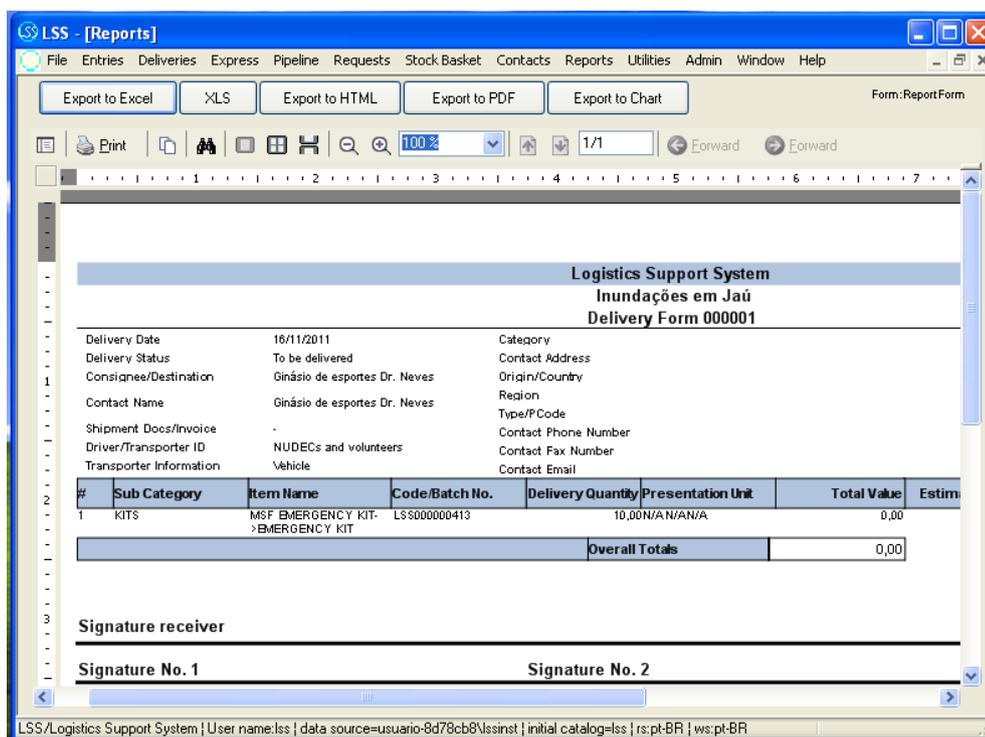


Figura A. 120 - Relatório de saída de suprimento no LSS

Fonte: a autora

A Figura A. 121 mostra como o relatório final das saídas de suprimento ficará, após ser salvo em PDF.

Logistics Support System									
Inundações em Jaú									
Delivery Form 000001									
Delivery Date	16/11/2011	Category	Authorization Details						
Delivery Status	To be delivered	Contact Address							
Consignee/Destination	Ginásio de esportes Dr. Neves	Origin/Country							
Contact Name	Ginásio de esportes Dr. Neves	Region							
Shipment Docs/Invoice	-	Type/PCode	Comments						
Driver/Transporter ID	NUDECS and volunteers	Contact Phone Number							
Transporter Information	Vehicle	Contact Fax Number							
Contact Email									
#	Sub Category	Item Name	Code/Batch No.	Delivery Quantity	Presentation Unit	Total Value	Estimated Value	Value Currency	Expiration Date
1	KITS	MSF EMERGENCY KIT->EMERGENCY KIT	LSS000000413	10,00	N/A N/A N/A	0,00	0,00	Brazil, Real	
Overall Totals						0,00			
Signature receiver									
Signature No. 1					Signature No. 2				
Signature No. 3					Signature No. 4				

Figura A. 121 - Relatório de saída de suprimento em PDF

Fonte: a autora

APÊNDICE C - LOCAIS AFETADOS NAS INUNDAÇÕES EM JAHU

Bairro	Ruas/Avenidas
Bairro Santo Antônio	Avenida Francisco Canhos Travessa Padrenosso.
Centro	Rua Quintino Bocaiúva Rua Floriano Peixoto Avenida Osório Ribeiro de Barros Neves Cônego Anselmo Walvenkens (Rotatória Zumbi dos Palmares) Rua Marechal Bittencourt Rua Conde do Pinhal Rua General Galvão Rua Campos Salles Avenida Tunin Capelozza Rua Sete de Setembro Rua Atílio Madella Rua Álvaro Floret Rua José Mazzei Rua Sete de Abril Rua Jordano Zago Rua Major Prado IV de Novembro Rua Emílio Fuzer Rua General Isidoro Rua Tenente Lopes Rua Rui Barbosa.
Chácara Flora	Rua José Ortigosa Rua Vereador Orozimbo Biscalchin.
Distrito de Potunduva	Rua João Baptista Marchi Rua Santa Catarina.
Distrito Industrial	Avenida João Sanzovo.
Jardim Alvorada	Avenida João Franceschi.
Jardim Brasília	Rua Claudio Prado Rua Gazzi Charur.
Jardim Cila de Lucio Bauab	Rua Mario Borgo.
Jardim Ferreira Dias	José Ormelezi.

Jardim Joao Ballan I	Rua Orpheu Delfino Rua Antônio Furlanetti.
Jardim Maria Cibele	Rua José Manoel Caseiro Ticiano de Lourenço.
Jardim Maria Luiza IV	Avenida Paulo Ronchesel Avenida Primo Gazzoli Avenida Pedro Bianco.
Jardim Nova Jaú	Avenida João Chammas Rua Doutor Alípio Prado Rua Dante Lazzari.
Jardim Novo Horizonte	Rua Ângelo Vendramino Avenida Deputado João Lázaro de Almeida Prado.
Jardim Padre Augusto Sani	Rua José Prado de Almeida Pacheco Rua Maria Helena Contador de Campos Mello.
Jardim Pedro Ometto	Rua Alfredo Fávero.
Jardim Pires de Campos	Rua Francisco Pereira.
Jardim Santa Helena	Rua Leo Araújo de Mello e Rua Ítalo Poli.
Jardim Santa Rosa	Rua Ernesto Pires de Campos.
Jardim Santo Ivo	Rua Jorge Marcelino.
Jardim Sanzovo	Avenida Inácio Curi.
Jardim São Crispim	Rua Maria de L. Garcia Quevedo Rua Dionizio Ferruci.
Jardim São José	Rua Lourenço Almeida Ferraz Rua Hermínio Saggioro Rua Felicio Literio Rua Floriano Grizzo Rua Geraldo Rodrigues Rua Cintia Frascetti Monteiro Rua Olivio Storti.
Jardim São Judas Tadeu	Avenida do Café Avenida Joaquim Ferraz de Camargo Rua Humberto Fabris.
Jardim Sempre Verde	Rua Rafael Behar Rua Giordano Stiarbi Rua Arlindo Retti Primo Rua Clementino Grizzo Rua Lázaro Tupy Monteiro Rua Olindo Massola.

Parque Bela Vista	Avenida Julinho de Carvalho Rua Prefeito Mário Ferraz Magalhães Rua José Carlos de Oliveira Rua Doze de Outubro Rua Atílio Bertoldi.
Pouso Alegre	Rua José Boleti Rua João Torino.
Residencial Itamarati	Rua José Maria Carneiro Lira Rua Domingos Rufolo.
Residencial Maria Isabel	Rua Décio Serra Rua Newton Tumolo Rua Antonio Redi.
Residencial Paraty	Rua Manoel Tello Rua Antenor Antonio Brave Rua Paulo Augusto Alves Ferreira Rua Ângelo Anizi.
Vila Brasil	Alameda Doutor Carvalho.
Vila Hilts	Rua Doutor Paulo Martins
Vila Ivan	Rua José Barros Gurgel.
Vila Nassif Name	Rua Cândido Botelho.
Vila Netinho	Queda de árvore que prejudicou o fluxo de veículos e de pessoas na Avenida Joaquim Ferraz de Camargo.
Vila Ribeiro (Zona rural)	Rua Sebastião Ribeiro de Barros.

ANEXOS



Figura - Anexo. 1 - Ônibus ilhado na inundação do dia 15/11/2011
Fonte: Defesa Civil de Jahu



Figura - Anexo. 2 - Transbordamento do rio na ponte da rua Floriano Peixoto
Fonte: Defesa Civil de Jahu



Figura - Anexo. 3 - Transbordamento do rio na rua Quintino Bocaiúva
Fonte: Defesa Civil de Jahu

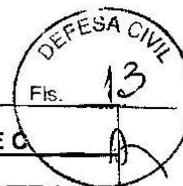


Figura - Anexo. 4 - Inundação no kartódromo de Jahu
Fonte: Defesa Civil de Jahu

**NOPRED (Notificação Preliminar
de Desastres)**

e

AVADAN (Avaliação de Danos)



SISTEMA NACIONAL DE DEFESA CIVIL - SINDEC	
NOTIFICAÇÃO PRELIMINAR DE DESASTRE	

1 - Tipificação			2 - Data de Ocorrência			
Código	Denominação		Dia	Mês	Ano	Horário
NE-HAL	12.303 ALAGAMENTO		15	11	2011	12:30

3 - Localização	
UF SP	Município JAHU

4 - Área Afetada - Descrição da Área Afetada

O RIO JAHU TRANSBORDOU EM CINCO GRANDES AREAS, NOS SEGUINTE PONTOS:

- JARDIM SEMPRE VERDE: RUA ARLINDO RETI PRIMO; RUA RAFAEL BEHAR, RUA GIORDANO STIARBI, RUA LÁZARO TUPY MONTEIRO; RUA CLEMENTINO GRIZZO E RUA OLINDO MASSOLA;
- CENTRO: RUA MARECHAL BITTENCOURT, RUA CONDE DO PINHAL, RUA QUINTINO BOCAIUVA, RUA GENERAL GALVÃO, RUA CAMPOS SALLES, AVENIDA TUNIN CAPELOZZA, RUA SETE DE SETEMBRO, RUA FLORIANO PEIXOTO, RUA ATÍLIO MADELLA, AVENIDA OZORIO RIBEIRO DE BARROS NEVES, RUA ALVARO FLORET, RUA JOSÉ MAZZEI, RUA SETE DE ABRIL, RUA JORDANO ZAGO, RUA MAJOR PRADO, RUA EDGAR FERRAZ, RUA TENENTE LOPES, RUA GENERAL ISIDORO, RUA LOURENÇO PRADO;
- PARQUE BELA VISTA: AVENIDA JULINHO DE CARVALHO, RUA LOURENÇO PRADO, RUA PREFEITO MÁRIO FERRAZ MAGALHÃES, RUA JOSÉ CARLOS DE OLIVEIRA, RUA DOZE DE OUTUBRO, RUA ATÍLIO BERTOLDI;
- VILA SÃO JUDAS TADEU: AVENIDA JOAQUIM FERRAZ DE CAMARGO, AVENIDA DO CAFÉ E RUA HUMBERTO FABRIS;
- JARDIM SÃO JOSÉ: RUA LOURENÇO DE ALMEIDA FERRAZ, RUA HERMINIO SAGGIORO, RUA FELICIO LITERIO, RUA FLORIANO GRIZZO, RUA GERALDO RODRIGUES, RUA CINTIA F. MONTEIRO E RUA OLIVIO STORTI;
- VILA IVAN: TRAVESSA JOSÉ DE B. GURGEL
- JARDIM MARIA LUIZA IV: AVENIDA PRIMO GAZZOLI, AVENIDA PEDRO BIANCO E AVENIDA PAULO RONCHESEL
- SANTO ANTONIO: AVENIDA FRANCISCO CANHOS

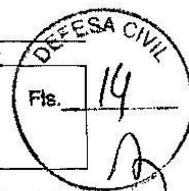
5 - Causas do Desastre - Descrição do Evento e suas Características

FORTES CHUVAS GERANDO TRANSBORDAMENTO DO RIO JAHU, IMPERMEABILIZAÇÃO DE SOLO.

6 - Estimativa de Danos				
Danos Humanos	Número de Pessoas	Danos Materiais	Número de Edificações	
			Danificadas	Destruidas
Desalojadas	300	Residenciais	8	2
Desabrigadas	15	Públicas	0	0
Deslocadas	0	Comunitárias	0	0
Desaparecidas	0	Particulares	17	0
Mortas	0	Serviços Essenciais	Intensidade do Dano	
Enfermas	0		Danificadas	Destruidas
Levemente Feridas	20	Abastecimento de Água	X	
Gravemente Feridas	0	Abastecimento de Energia	X	
Afetadas	1000	Sistema de Transporte	X	
		Sistema de Comunicações		

7 - Instituição Informante			Telefone		
COORDENADORIA DE DEFESA CIVIL DE JAHU/SP			(14) 9632-4632		
Nome do Informante	Cargo	Assinatura / Carimbo	Data		
			Dia	Mês	Ano
VALDIR BALTAZAR	COORDENADOR DA CONDEC		16	11	2011

8 - Instituições Informadas
Coordenadoria Estadual de Defesa Civil - CEDEC
Coordenadoria Regional de Defesa Civil - CORDEC

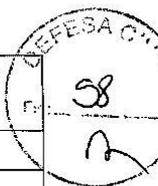


SECRETARIA DE DEFESA CIVIL - SEDEC
Esplanada dos Ministérios - Bloco "E" - 6º Andar
Brasília/DF
70067-901

Telefones - (061) 223 - 4717
(061) 414 - 5802
(061) 414 - 5806

Telefax - (061) 226 - 7588

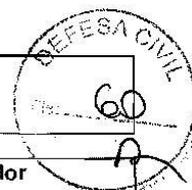
6 - Danos Humanos Número de Pessoas	0 a 14 anos	15 a 64 anos	Acima de 65 anos	Gestantes	Total
Desalojadas	99	137	64	-----	300
Desabrigadas	5	10	-----	-----	15
Deslocadas	-----	-----	-----	-----	-----
Desaparecidas	-----	-----	-----	-----	-----
Levemente Feridas	-----	-----	-----	-----	20
Gravemente Feridas	-----	-----	-----	-----	-----
Enfermas	-----	-----	-----	-----	-----
Mortas	-----	-----	-----	-----	-----
Afetadas	4500	8100	1500	900	15.000



7 - Danos Materiais Edificações	Danificadas		Destruídas		Total
	Quantidade	Mil R\$	Quantidade	Mil R\$	Mil R\$
Residenciais Populares	18	450	2	120	570
Residenciais - Outras	100	2.000	4	400	2.400
Públicas de Saúde	1	100	-----	-----	100
Públicas de Ensino	4	400	-----	-----	400
Infra-Estrutura Pública					
Obras de Arte	04	1200	01	500	1.700
Estradas (Km)	-----	-----	-----	-----	-----
Pavimentação de Vias Urbanas (Mil m ²)	205	4410	-----	-----	4.410
Outras	-----	-----	-----	-----	-----
Comunitárias	-----	-----	-----	-----	-----
Particulares de Saúde	-----	-----	-----	-----	-----
Particulares de Ensino	01	10	-----	-----	10
Rurais	-----	-----	-----	-----	-----
Industriais	6	300	-----	-----	300
Comerciais	30	750	-----	-----	750

OBS.:

8 - Danos Ambientais	Intensidade do Dano					Valor
	Sem Danos	Baixa	Média	Alta	Muito Alta	Mil R\$
Recursos Naturais						
Água						
Esgotos Sanitários	X	-	-	-	-	-----
Efluentes Industriais	X	-	-	-	-	-----
Resíduos Químicos	X	-	-	-	-	-----
Outros	X	-	-	-	-	-----
Solo						
Erosão	-	-	-	X	-	-----
Deslizamento	-	-	-	X	-	-----
Contaminação	X	-	-	-	-	-----
Outros	X	-	-	-	-	-----
Ar						
Gases Tóxicos	X	-	-	-	-	-----
Partículas em Suspensão	X	-	-	-	-	-----
Radioatividade	X	-	-	-	-	-----
Outros	X	-	-	-	-	-----
Flora						
Desmatamento	-	-	-	X	-	-----
Queimada	X	-	-	-	-	-----
Outros	X	-	-	-	-	-----
Fauna						
Caça Predatória	X	-	-	-	-	-----
Outros	X	-	-	-	-	-----
9 - Prejuízos Econômicos						
Setores da Economia	Quantidade				Valor	
Agricultura	produção				Mil R\$	
Grãos/cereais/leguminosas	-----				t	
Fruticultura	-----				t	
Horticultura	-----				t	
Silvicultura/Extrativismo	-----				t	
Comercial	-----				t	
Outras	4085				245,1	
Pecuária	cabeças				Mil R\$	
Grande porte	-----				unid	
Pequeno porte	-----				unid	
Avicultura	-----				unid	
Piscicultura	-----				mil unid	
Outros (produção leiteira)	-----				unid	
Indústria	produção				Mil R\$	
Extração Mineral	1				200	
Transformação	5				1.000	
Construção	-----				unid	
Outros	-----				unid	
Serviços	prest. de serviço				Mil R\$	
Comércio	30				2.000	
Instituição Financeira	-----				unid	
Outros	-----				unid	



Descrição dos Prejuízos Econômicos			
10 - Prejuízos Sociais			
Serviços Essenciais			
Abastecimento d'Água			Mil R\$
Rede de Distribuição		m	
Estação de Tratamento (ETA)	01	unid	35,68
Manancial		m ³	
Energia Elétrica			Mil R\$
Rede de Distribuição		m	
Consumidor sem energia		consumidor	
Transporte			Mil R\$
Vias		km	
Terminais		unid	
Meios		unid	
Comunicações			Mil R\$
Rede de Comunicação		km	
Estação Retransmissora		unid	
Esgoto			Mil R\$
Rede Coletora		m	
Estação de Tratamento (ETE)	01	unid	124,29
Gás			Mil R\$
Geração		m ³	
Distribuição		m ³	
Lixo			Mil R\$
Coleta		t	
Tratamento		t	
Saúde			Mil R\$
Assistência Médica	50	p.dia	19
Prevenção	250	p.dia	30
Educação			Mil R\$
Alunos sem dia de aula		aluno/dap	
Alimentos Básicos			Mil R\$
Estabelecimentos armazenadores		t	
Estabelecimentos comerciais		estabelec.	
Descrição dos Prejuízos Sociais			

**11 - Informações sobre o Município**

Ano Atual		Ano Anterior	
População (hab): 131.040 (fonte: IBGE)	Orçamento (Mil R\$): 203.906.047,17	PIB (Mil R\$): 1.556,457 (fonte: IBGE)	Arrecadação (Mil R\$): 206.690,87

12 - Avaliação Conclusiva sobre a Intensidade do Desastre (Ponderação)

Critérios Preponderantes				
Intensidade dos Danos	Pouco Importante	Médio ou Significativo	Importante	Muito Importante
Humanos	-	X	-	-
Materiais	-	-	X	-
Ambientais	-	-	X	-
Vulto dos Prejuízos				
	Pouco Importante	Médio ou Significativo	Importante	Muito Importante
Econômicos	-	X	-	-
Sociais	-	X	-	-
Necessidade de Recursos Suplementares				
	Pouco Vultosos	Mediamente Vultosos ou Significativos	Vultosos porém Disponíveis	Muito Vultosos e Não Disponíveis no SINDEC
	-	X	-	-
Critérios Agravantes				
	Pouco Importante	Médio ou Significativo	Importante	Muito Importante
Importância dos Desastres Secundários	-	-	X	-
Despreparo da Defesa Civil Local	-	-	-	X
Grau de Vulnerabilidade do Cenário	-	-	-	X
Grau de Vulnerabilidade da Comunidade	-	-	-	X
Padrão Evolutivo do Desastre				
	Gradual e Previsível	Gradual e Imprevisível	Súbito e Previsível	Súbito e Imprevisível
	-	-	-	-
Tendência para agravamento				
	Não		Sim	
	-		X	
Conclusão				
Nível de Intensidade do Desastre	I Pequeno ou Acidente	II Médio	III Grande	IV Muito Grande
Porte do Desastre	-	X	-	-

13 - Instituição Informante		Responsável			
COMDEC		Valdir Baltazar			
Cargo	Assinatura	Telefone	Dia	Mês	Ano
COMDEC		14-36021820	16	11	2011
14 - Instituições Informadas		Informada			
Coordenadoria Estadual de Defesa Civil		X			
Coordenadoria Regional de Defesa Civil		X			
15 - Informações Complementares					
Moeda utilizada no preenchimento: R\$ (real)			Taxa de conversão para o Dólar Americano: 1,7785		

Obs.: