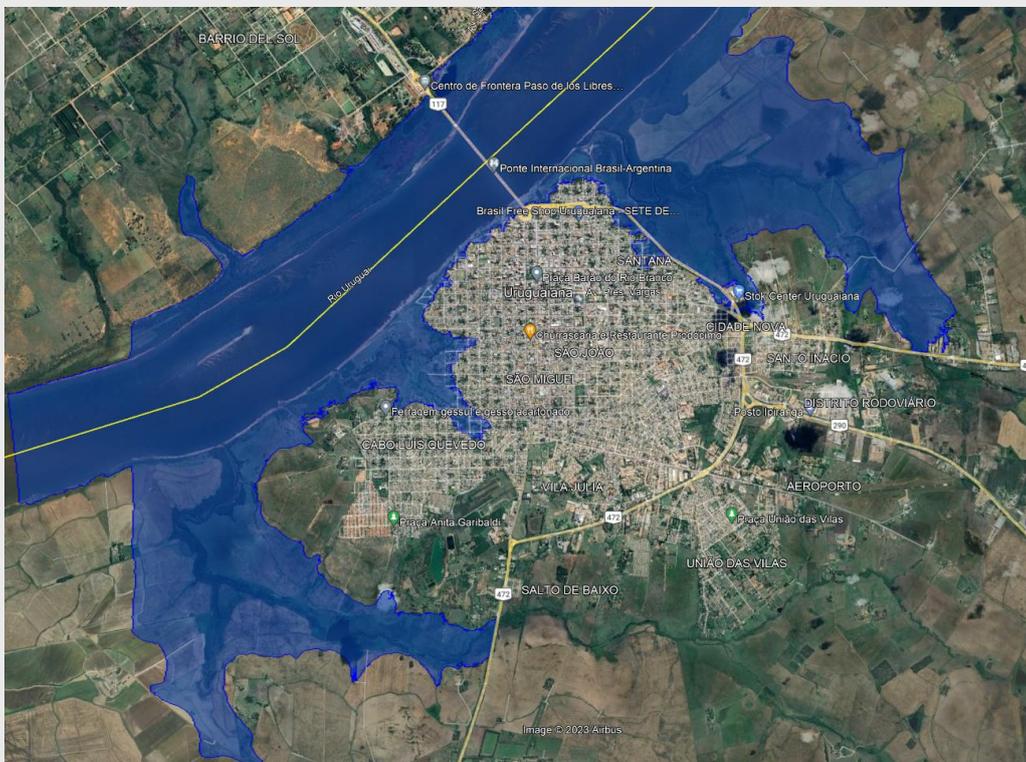


Programa de Gestão de Risco e Desastres



MAPEAMENTO DE MANCHAS DE INUNDAÇÃO: URUGUAIANA/RS

Dezembro, 2023



SECRETARIA DE
GEOLOGIA, MINERAÇÃO
E TRANSFORMAÇÃO MINERAL

MINISTÉRIO DE
MINAS E ENERGIA

GOVERNO
FEDERAL

MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA

Ministro de Estado

Alexandre Silveira de Oliveira

Secretário de Geologia, Mineração e Transformação Mineral

Vitor Eduardo de Almeida Saback

SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL – CPRM

DIRETORIA EXECUTIVA

Diretor-Presidente

Inácio Cavalcante Melo Neto

Diretora de Hidrologia e Gestão Territorial

Alice Silva de Castilho

Diretor de Geologia e Recursos Minerais

Francisco Valdir Silveira

Diretor de Infraestrutura Geocientífica

Paulo Afonso Romano

Diretor de Administração e Finanças

Cassiano de Souza Alves

COORDENAÇÃO TÉCNICA

Chefe do Departamento de Hidrologia

Andrea de Oliveira Germano

Chefe da Divisão de Hidrologia Aplicada

Emanuel Duarte Silva

EQUIPE DE DESENVOLVIMENTO DO MAPA DE INUNDAÇÃO

Andrea de Oliveira Germano

Camila Dalla Porta Mattiuzi

Emanuel Duarte Silva

Franco Turco Buffon

Marcia Conceição R. Pedrollo

MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA
SECRETARIA DE GEOLOGIA, MINERAÇÃO E TRANSFORMAÇÃO MINERAL
SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL – CPRM
DIRETORIA DE HIDROLOGIA E GESTÃO TERRITORIAL – DHT
Departamento de Hidrologia
Divisão de Hidrologia Aplicada

Programa de Gestão de Risco e Desastres

AÇÃO LEVANTAMENTOS, ESTUDOS, PREVISÃO E ALERTA DE EVENTOS HIDROLÓGICOS CRÍTICOS

**MAPEAMENTO DE
MANCHAS DE INUNDAÇÃO:
URUGUAIANA/RS**

AUTORES

Emanuel Duarte Silva
Andrea de Oliveira Germano

Porto Alegre
Dezembro, 2023



REALIZAÇÃO

Divisão de Hidrologia Aplicada

AUTORES

Emanuel Duarte Silva

Andrea de Oliveira Germano

EQUIPE EXECUTORA

Andrea de Oliveira Germano

Camila Dalla Porta Mattiuzi

Emanuel Duarte Silva

Franco Turco Buffon

Marcia Conceição R. Pedrollo

NORMALIZAÇÃO BIBLIOGRÁFICA

XXXXX

FOTOS DA CAPA: Vetorização do evento de inundação ocorrido em junho de 2017, no município de Uruguaiana/RS. Vetorização gerada no software Google Earth e ArcMap (Outubro/2023).

Dados Internacionais de Catalogação-na-Publicação (CIP)

G373	Germano, Andrea de Oliveira Mapeamento de manchas de inundação: Uruguaiana, RS / Andrea de Oliveira Germano, Camilla Dalla Porto Mattiuzi, Emanuel Duarte Silva. – Porto Alegre: CPRM, 2023. 1 recurso eletrônico: PDF Programa Gestão de Riscos e de Desastres. Ação Levantamentos, Estudos, Previsão e Alerta de Eventos Hidrológicos Críticos. ISBN 1. Hidrologia. 2. Manchas de inundação. 3. Cheias. I. Mattiuzi, Camila Dalla Porta. II. Silva, Emanuel Duarte. CDD 551
------	---

Ficha catalográfica elaborada pela bibliotecária Ana Lúcia Borges Fortes Coelho – CRB 10/840

Direitos desta edição: Serviço Geológico do Brasil – SGB/CPRM

Permitida a reprodução desta publicação desde que mencionada a fonte

Serviço Geológico do Brasil – SGB/CPRM

www.sgb.gov.br

seus@sgb.gov.br

RESUMO

As inundações ribeirinhas são decorrentes das cheias naturais dos rios, e a ocupação indevida de suas várzeas acarreta inúmeras perdas econômicas e de vidas humanas. O município de Uruguaina/RS, em que está localizado o rio Uruguai sofre recorrentemente com esse tipo de desastre. Nesse contexto, foram mapeadas as áreas potencialmente inundáveis para Uruguaina/RS no formato de manchas de inundação, as quais, aliadas à operação do Sistema de Alerta Hidrológico da Bacia do Rio Uruguai – SAH/Uruguai pelo Serviço Geológico do Brasil – SGB/CPRM objetivam minimizar perdas econômicas e vidas humanas na região. As manchas de inundação contemplam os tempos de retorno (TR) de 13.4, 9.2, 3.2, 1.9 e 1.3 anos associados às cotas linimétricas observadas na estação fluviométrica Uruguiana (RHN código:77150000). As manchas foram geradas através da vetorização de imagens de satélite obtidas durante eventos de inundação em diferentes anos.

ABSTRACT

Riverine flooding results from the natural flooding of rivers, and the improper occupation of their floodplains leads to countless economic losses and human lives. The municipality of Uruguaina/RS, where the Uruguay River is located, frequently suffers from this type of disaster. In this context, potentially floodable areas for Uruguaina/RS were mapped in the format of flood maps, which, combined with the operation of the Uruguai River Basin Hydrological Alert System – SAH/Uruguai by the Geological Survey of Brazil – SGB/CPRM, aim to minimize economic losses and human lives in the region. The flood maps include return times of 13.4, 9.2, 3.2, 1.9 and 1.3 years associated with the limetric elevations observed at the Uruguaina fluviometric station (RHN code: 77150000). The spots were generated through the vectorization of satellite images obtained during flood events in different years.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Distribuição espacial da área de drenagem das bacias consideradas na simulação hidrodinâmica.....	13
Figura 2: Perfil da seção transversal da seção de réguas de Uruguaiana. Fonte: Marcuzzo e Pinto, 2022	14
Figura 3: Ajuste das distribuições empírica e teórica. Fonte: Marcuzzo e Pinto, 2022	15
Figura 4: Manchas de inundação vetorizadas para diferentes níveis.	17

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Tempos de retorno e cotas associadas.....	16
Tabela 2: Tempos de retorno associados as manchas vetorizadas	16

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	10
2	ÁREA DE ESTUDO	12
2.1	BACIA DO RIO URUGUAI	12
2.2	CIDADE DE URUGUAIANA.....	12
2.3	DELIMITAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO	13
3	METODOLOGIA	13
3.1	DADOS UTILIZADOS	14
3.1.1	UTILIZAÇÃO DE IMAGENS DE SATÉLITE ÓTICAS	14
3.2	ESTUDOS HIDROLÓGICOS.....	14
3.2.1	CÁLCULO DOS TR'S	15
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO	16
5	CONCLUSÕES	17
6	RECOMENDAÇÕES	18
7	SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL – SGB/CPRM E ODS	19
	REFERÊNCIAS	21
	ANEXOS	22
	ANEXO I – MANCHA DE INUNDAÇÃO PARA NÍVEL 833 CM	22
	ANEXO II – MANCHA DE INUNDAÇÃO PARA NÍVEL 952 CM	23
	ANEXO III – MANCHA DE INUNDAÇÃO PARA NÍVEL 1053 CM	24
	ANEXO IV – MANCHA DE INUNDAÇÃO PARA NÍVEL 1205 CM.....	25
	ANEXO V – MANCHA DE INUNDAÇÃO PARA NÍVEL 1252 CM.....	26

1 INTRODUÇÃO

Em eventos de precipitação intensa, o volume de água que chega simultaneamente ao leito do rio pode ser superior à sua capacidade de drenagem, resultando na inundação das áreas ribeirinhas, também chamadas de planícies de inundação ou leito maior do rio. Os problemas resultantes da inundação dependem do grau de ocupação das planícies pela população, frequência e magnitude com a qual ocorrem as cheias, restritos, apenas, a perdas econômicas ou incluindo perda de vidas (TUCCI, 2005).

Uma das formas recomendadas pela Organização Meteorológica Mundial (OMM) para gerenciar ou reduzir o impacto causado pelas inundações é a implantação de sistemas de alerta e previsão de cheias. Esta é considerada uma medida não estrutural que pode ser utilizada em conjunto com outras medidas como o planejamento do uso do solo e a adoção de taxas para desestimular a ocupação de áreas sujeitas a inundação (CPRM, 2016).

Os sistemas de previsão e alerta de cheias propiciam um caminho bem estabelecido para colaborar na redução do risco da perda de vidas e minimização de perdas materiais, fornecendo, às comunidades e aos serviços de emergência, tempo para se prepararem para a inundação. Os benefícios gerados pela emissão de alertas, com base em previsões hidrológicas, podem ser potencializados através da combinação da previsão com mapas de inundação (SILVA, 2019).

Segundo Tucci (2007) os mapas de inundação podem ser de dois tipos: de planejamento ou de alertas, retratando, respectivamente, áreas atingidas por cheias de tempos de retorno escolhidos e informando em pontos de controle (esquinas, ruas, etc.) o nível da régua da estação fluviométrica associada aos eventos de inundação local. O mapa de inundação com a finalidade de alerta permite o acompanhamento da evolução da enchente, com base nas observações das réguas, pelos moradores nos diferentes locais da cidade e quando associados a um sistema de previsão de níveis pode ser utilizado pelas autoridades responsáveis como ferramenta para o planejamento de ações que visem a minimização dos danos ocasionados pelo evento. Ainda segundo Tucci (2007) para elaboração desses mapas são necessários os seguintes dados:

- a) Nivelamento da régua a um zero absoluto;
- b) Topografia da cidade no mesmo referencial absoluto da régua linimétrica;
- c) Estudo de probabilidade de inundações de níveis para uma seção na proximidade da cidade;
- d) Níveis de enchentes, ou marcas ao longo da cidade que permita a definição da linha de água;

- e) Seções batimétricas ao longo do rio no perímetro urbano;
- f) Cadastramento das obstruções ao escoamento ao longo do trecho urbano.

As etapas de levantamento de campo que envolvem a obtenção de dados topográficos, batimétricos e pontos de calibração podem resultar em campanhas com elevados custos e tempos de execução, muitas vezes inviabilizando a elaboração de mapas de inundação. A adoção de produtos provenientes de técnicas de sensoriamento remoto na execução de mapas de inundação tem o potencial de reduzir os custos globais de elaboração destes mapas, uma vez que, atualmente, conseguem entregar dados públicos com resoluções espaciais cada vez maiores, como modelos digitais de terrenos com resoluções de até 5m, e disponibilidade temporal e espacial mais amplas, como imagens de satélite RGB ou produtos derivados de radares obtidos durante os eventos de inundação que podem configurar uma alternativa a uma ampla campanha de coleta de pontos de controle em campo.

O mapeamento de inundação empregado no âmbito dos Sistemas de Alertas Hidrológicos (SAH's) geralmente é precedido de extensas campanhas de campo e está circunscrito aos perímetros urbanos dos municípios atendidos com previsões hidrológicas, possibilitando a combinação das duas ferramentas (mapas e previsões) para uma melhor experiência do usuário. A técnica empregada majoritariamente é a modelagem hidrodinâmica utilizando softwares como o HEC-RAS. Alternativamente o mapeamento pode ser realizado utilizando vetorização de imagens de satélite, de alta resolução, obtidas durante os eventos de inundação. Os mapas produzidos representam as áreas potencialmente inundadas associadas a diferentes níveis de uma seção linimétrica e a diferentes tempos de retorno (GERMANO, 2022).

Diante da demanda de diversos setores da sociedade por ferramentas de prevenção e gestão de eventos críticos, da necessidade de aprimoramento do Sistema de Alertas Hidrológicos da Bacia do Rio Uruguai foram concebidas manchas de inundação para o município de Uruguaiana-RS, de modo a munir os órgãos competentes pela gestão de eventos críticos nas esferas federal, estadual e municipal de mais uma ferramenta para a tomada de decisão, promovendo o bem estar social, seja pela redução dos riscos a vida humana ou pela minimização das perdas materiais (GERMANO, 2022).

2 ÁREA DE ESTUDO

2.1 BACIA DO RIO URUGUAI

O Rio Uruguai é formado pela junção dos rios Canoas e Pelotas nascendo na região da serra geral a aproximadamente 1800 m de altitude, possui uma extensão de aproximadamente 1770km, sendo 1262km de curso em território nacional. Entre os seus principais afluentes destacam-se os rios do Peixe, Chapecó, Peperi-Guaçu, Camaquã, Forquilha, Apuaê, Passo Fundo, Várzea, Ijuí, Ibicuí, Quaraí e Negro.

A bacia do Rio Uruguai é interestadual e transfronteiriça, drena uma área de aproximadamente 350.000 km², deste total cerca de 174.000 Km² estão em território brasileiro. Segundo portaria nº 447 do MME, de 20/12/1976, a bacia do rio Uruguai é a de número 7, subdividida em 10 grandes sub-bacias, da 70 a 79, e como instituído pelo Conselho Nacional de Recursos Hídricos (CNRH) na Resolução 32/2003, faz parte da região hidrográfica de número 11, denominada Região Hidrográfica do Uruguai. É limitada ao norte pela região hidrográfica do Paraná, a oeste pela Argentina e ao sul pelo Uruguai (MARCUIZZO; PINTO, 2022).

2.2 CIDADE DE URUGUAIANA

O município de Uruguaiana está situado na região da Campanha porção sudoeste do estado do Rio Grande do Sul, na latitude 29°45'18" sul e a longitude 57°05'16" oeste, possui uma área de territorial de 5702 km² e faz fronteira com a Argentina, estando separado desse país pelo rio Uruguai. O bioma predominante é o Pampa, caracterizado por extensas planícies de campo limpo com algumas ondulações (colinas) e pouco morros residuais de arenito silicificado.

O clima da região é subtropical, temperado quente, com chuvas bem distribuídas e estações bem definidas (Cfa na classificação de Köppen). A média de precipitação pluviométrica é de, aproximadamente, 1600 mm anuais com distribuição irregular ao longo do ano. A temperatura média anual é de 20,1 °C.

O município possui aproximadamente 117 mil habitantes com cerca de 94% dessa população concentrada na zona urbana (IBGE, 2022). A cidade é margeada pelo rio Uruguai no sentido norte-sul, onde faz fronteira fluvial com a Argentina. O crescimento urbano as margens deste corpo hídrico levaram a cidade a apresentar uma alta recorrência de eventos de inundação. Na última década em apenas quatro anos o nível de inundação não foi superado.

2.3 DELIMITAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

A área escolhida para o mapeamento de inundação está localizada entre as coordenadas 29°44'0" S, 57°08'0" W e 29°48'0" S, 57°2'0" W, compreendendo a zona urbana do município de Uruguaiana-RS, onde 94% da população está concentrada. A figura 01 ilustra a delimitação da área de estudo.

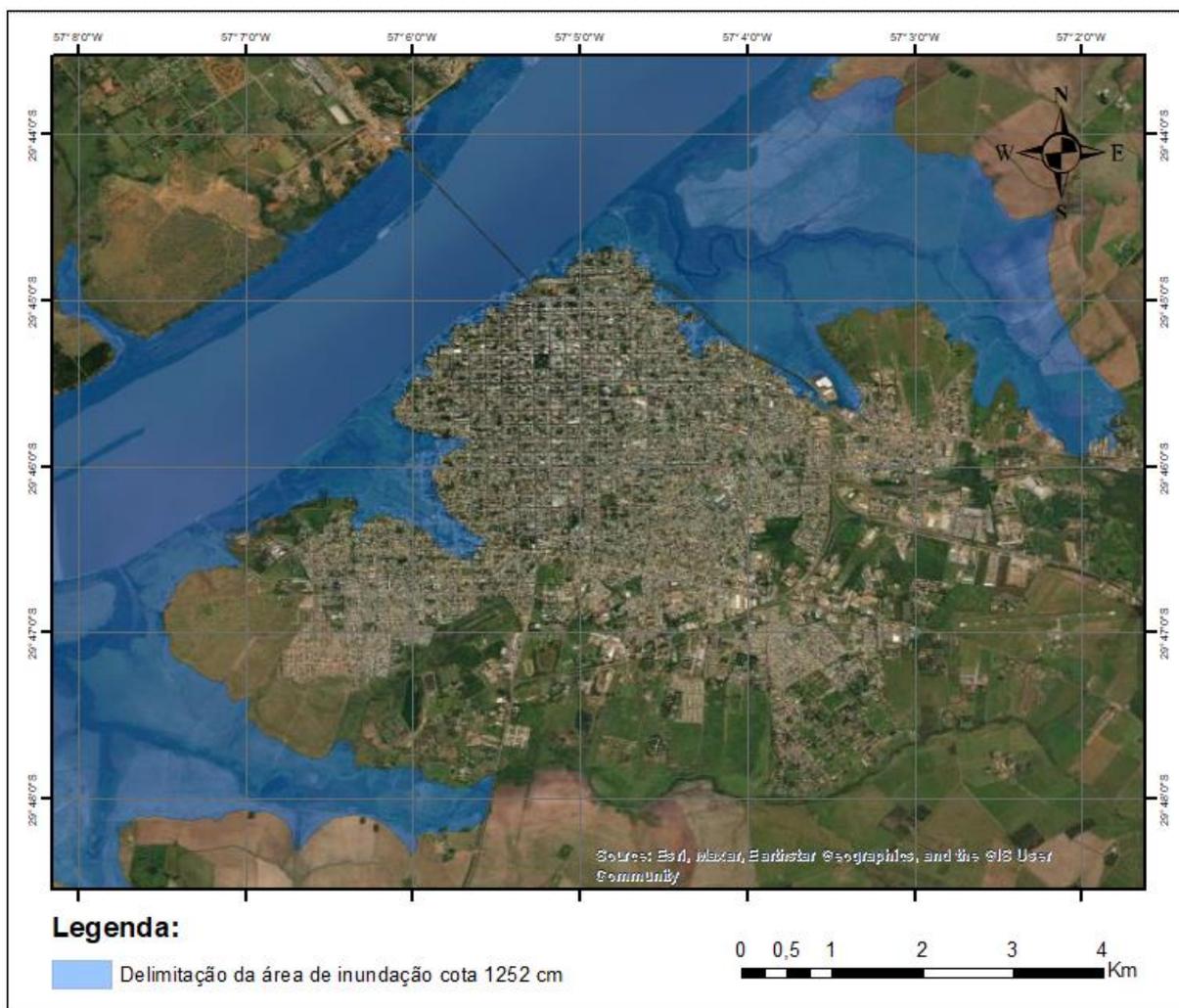


Figura 1: Distribuição espacial da área de drenagem das bacias consideradas na simulação hidrodinâmica.

3 METODOLOGIA

Considerando a necessidade de elaboração de mapas de inundação simplificados para os municípios atendidos pelos Sistemas de Alerta Hidrológico (SAH's) operados pelos Serviço Geológico do Brasil, bem como a necessidade de otimização e racionalização de recursos humanos e financeiros, o presente trabalho utilizou uma abordagem que priorizou a utilização de bases de dados públicas e gratuitas: Delimitação de manchas de inundação utilizando composição de imagens óticas de satélite provenientes de bancos de dados públicos, como o Google Earth.

3.1 DADOS UTILIZADOS

3.1.1 Utilização de imagens de satélite óticas

Imagens de Satélite são formas de dados remotamente sensoriados com resolução espectral e recorrência de imageamento interessantes para estudos de gestão territorial e dinâmica fluvial.

Foram verificadas cinco cenas orbitais, com resoluções entre 0,3m e 1m, próximas a datas de inundações, entre os anos de 2015 e 2023, apresentando o transbordamento do rio, e com baixo índice de nuvens, revelando assim a extensão da área inundada para as cotas 1252 cm, 1205cm, 1053cm, 952 cm e 833 cm.

As cenas foram vetorizadas manualmente de modo a selecionar, apenas, as áreas inundadas em decorrência do extravasamento do rio Uruguai e seus afluentes diretos.

3.2 ESTUDOS HIDROLÓGICOS

A estação hidrometeorológica Uruguaiana (77150000) foi instalada em dezembro de 1939. A estação está localizada na Latitude 29°44'55"S e Longitude 57°05'19"O, na altitude de 38,63m e possui uma área de drenagem de, aproximadamente, 190.000 km², resultando em 54,31% da área total da bacia do rio Uruguai. A estações possui 44 anos, completos, de dados de dupla leitura de cotas.

A Figura 02 apresenta o levantamento da seção transversal na seção de régua da estação. Adicionalmente apresenta graficamente as cotas de atenção (650cm), alerta (750cm) e inundação (850cm) para a cidade de Uruguaiana/RS, bem como, a maior cota observada e a maior cota com medição de descarga líquida. A maior cota observada/registrada foi 1.358cm em 19/07/1983.

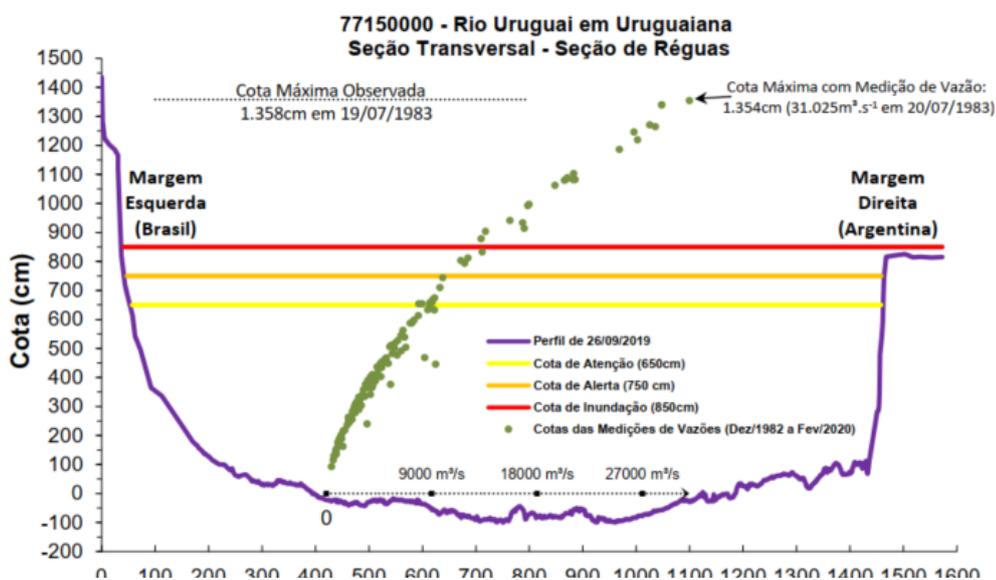


Figura 2: Perfil da seção transversal da seção de régua de Uruguaiana. Fonte: Marcuzzo e Pinto, 2022

O cálculo dos tempos de retorno utilizados nesse trabalho é proveniente do estudo desenvolvido por Marcuzzo e Pinto (2022) para a série “Análise de Frequência de Cotas dos Sistemas de Alertas” no âmbito do projeto de regionalização de vazões nas bacias hidrográficas brasileiras, desenvolvido pelo Serviço Geológico do Brasil – SGB.

3.2.1 Cálculo dos TR's

A análise de frequência tem como objetivo relacionar a magnitude dos eventos de inundação com a frequência de ocorrência; o tempo de retorno de uma inundação – TR, ou tempo de recorrência, é definido como o tempo médio, em anos, em que a inundação é igualada ou superada, estando relacionada à probabilidade de excedência P , conforme Equação 2.

$$P = \frac{1}{TR} \quad \text{Equação 1}$$

A distribuição de frequência adotada no estudo de referência para este trabalho foi a Log-Normal. As duas distribuições candidatas, Gumbel e Log-Normal, não foram rejeitadas pelo teste de aderência. A distribuição Log-Normal foi selecionada por apresentar menor desvio padrão dos resíduos entre a distribuição empírica e a teórica (MARCUIZZO; PINTO, 2022). A Figura 03 apresenta o gráfico com as distribuições empírica e teórica ajustadas.

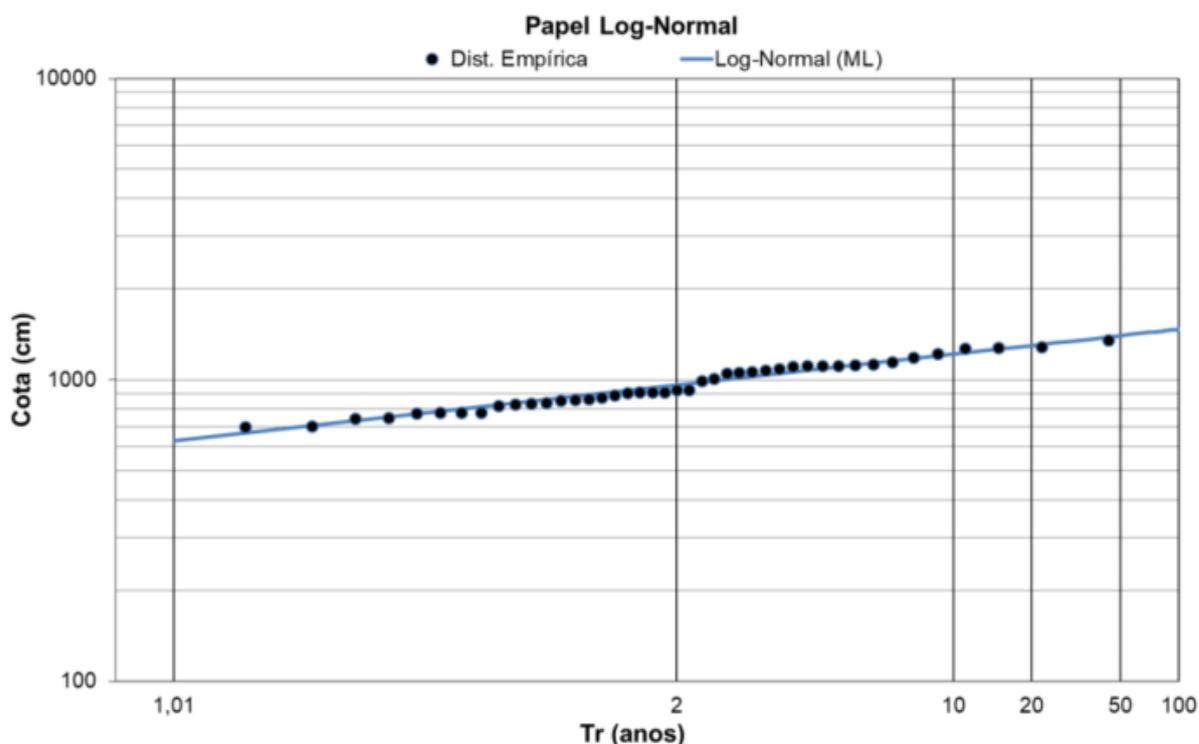


Figura 3: Ajuste das distribuições empírica e teórica. Fonte: Marcuzzo e Pinto, 2022

A tabela 01 apresenta as cotas associadas a diferentes tempos de retorno da estação Uruguaiana (77150000). A tabela 02 apresenta os tempos de retorno associados as manchas de inundação vetorizadas a partir das imagens orbitais.

Tabela 1: Tempos de retorno e cotas associadas

TR (anos)	Cota (cm)
100	1472
50	1400
20	1299
15	1265
10	1215
5	1121
2	960

Tabela 2: Tempos de retorno associados as manchas vetorizadas

TR (anos)	Cota (cm)
13,4	1252
9,2	1205
3,2	1053
1,9	952
1,3	833

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na figura 04 são apresentadas as manchas de inundação extraídas das imagens orbitais óticas para os níveis de inundação 833, 952, 1053, 1205 e 1252 cm, observados entre os anos de 2015 e 2023, em diferentes eventos de cheias. A elevada resolução das imagens associadas a ampla espacialização temporal de aquisição, cobrindo cheias de diversas magnitudes, permitiu um bom detalhamento e caracterização de uma ampla faixa de níveis de inundação. A faixa mapeada representa uma variação superior a 4m de lâmina de água, partindo da cota 833 cm que é próxima do nível de início de inundação (850 cm) da região.

O maior nível observado na estação 77150000 foi de 1.358cm, em 1983, e o nível associado a um TR de 100 anos é de 1.472 cm, estes níveis de referência para evento hidrológicos extremos representam, respectivamente, lacunas de 106 cm e 220 cm no mapeamento realizado. Em regiões com características de relevo plano, como a estudada, acréscimos de níveis de água superiores a um metro podem representar aumentos expressivos nas áreas inundadas o que revela a necessidade de complementação do mapeamento por meio da aquisição de imagens óticas de alta resolução ou empregando técnicas de modelagem hidrodinâmicas.

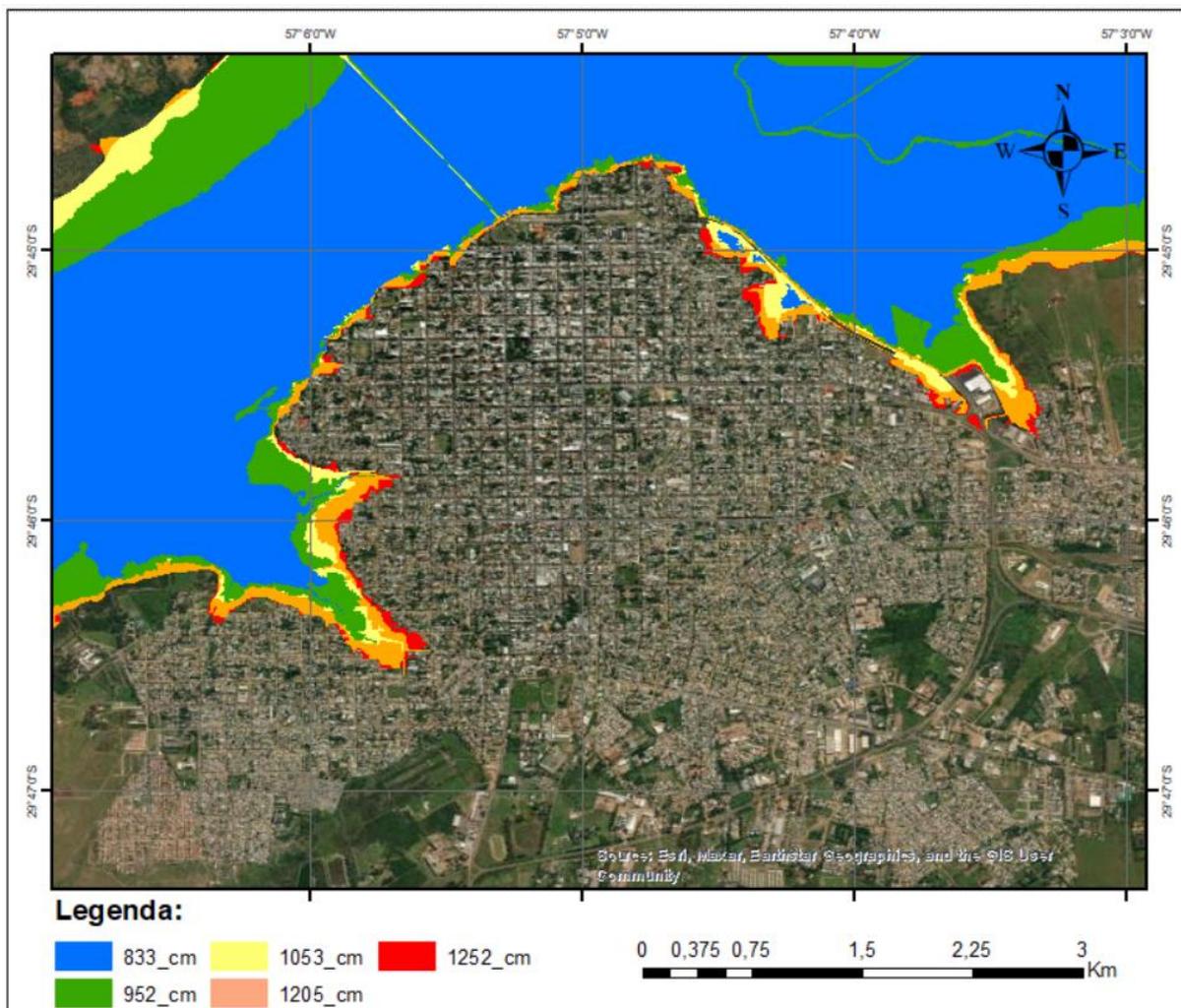


Figura 4:Manchas de inundação vetorizadas para diferentes níveis.

5 CONCLUSÕES

A utilização de técnicas de sensoriamento remoto se mostra promissora na elaboração de mapas de inundação, uma vez que possibilitam a simplificação de processos e a redução de custos com atividades de campo para obtenção de levantamentos topográficos e pontos de controle pós-inundação.

Uma limitação adicional a ser observada é a disponibilidade de imagens de satélite viáveis (com poucas interferências) durante ou próximo do pico da inundação. Os eventos observados entre 2015 e 2023, notadamente 2017, ocorridos em Uruguaiana-RS contaram com a disponibilidade de imagens gratuitas e de alta resolução provenientes de diversos satélites, contudo esse cenário é considerado atípico, sendo o mais comum a necessidade de coleta de pontos de controle pós-cheia em campo.

Os produtos gerados nessa fase apresentam potencial para subsidiar o planejamento de ações de remoção e realocação de populações, planejamento de tráfego, limpeza e demais ações que envolvam logística, permitindo a antecedência necessária a melhora na eficiência de alocação de pessoal e recursos durante a ocorrência de eventos hidrológicos críticos.

6 RECOMENDAÇÕES

Durante o desenvolvimento deste trabalho foram observadas oportunidades de aprimoramento do mapeamento realizado, sendo apresentados como recomendações e listados a seguir.

1. Investigar a existência e avaliar a possibilidade de aquisição de imagens orbitais ou ortofotos que contemplem a faixa de níveis não mapeadas nesse estudo;
2. Aquisição de imagens orbitais ou ortofotos de maior resolução que possibilitem maior nível de detalhamento;
3. Aquisição de pontos de controle pós-cheia, *in-loco*, em eventos de diferentes magnitudes, esses dados podem ser utilizados para verificação de manchas em múltiplos níveis de inundação;
4. Realização de modelagem hidrodinâmica para vazões máximas de modo a suprir as lacunas desse mapeamento.

7 SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL – SGB/CPRM E ODS

Em setembro de 2015, líderes mundiais reuniram-se na sede da ONU, em Nova York, e decidiram um plano de ação para erradicar a pobreza, proteger o planeta e garantir que as pessoas alcancem a paz e a prosperidade: a Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável, a qual contém o conjunto de 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável - ODS.

A Agenda 2030 e os ODS afirmam que para pôr o mundo em um caminho sustentável é urgentemente necessário tomar medidas ousadas e transformadoras. Os ODS constituem uma ambiciosa lista de tarefas para todas as pessoas, em todas as partes, a serem cumpridas até 2030. Se cumprirmos suas metas, seremos a primeira geração a erradicar a pobreza extrema e iremos poupar as gerações futuras dos piores efeitos adversos da mudança do clima.

As atividades dos Serviço Geológico do Brasil – CPRM têm como objetivo primordial a atuação em diversas áreas intrínsecas às geociências, sintetizadas em três grandes linhas:

- Geologia e Recursos Minerais;
- Geologia Aplicada e Ordenamento Territorial; e
- Hidrologia e Hidrogeologia.

O mapeamento de manchas de inundação, apresentado neste relatório, tem uma relação direta com o objetivo do Desenvolvimento Sustentável (ODS) número 11, que estabelece que, até 2030, é preciso tornar as cidades e os assentamentos humanos inclusivos, seguros, resilientes e sustentáveis. Em 2014, 54% da população mundial vivia em áreas urbanas, com projeção de crescimento para 66% em 2050. Em 2030, são estimadas 41 megalópoles com mais de 10 milhões de habitantes. Considerando que a pobreza extrema muitas vezes se concentra em áreas sujeitas a inundações e nestes espaços urbanos, as desigualdades sociais acabam sendo mais acentuadas e a violência se torna uma consequência das discrepâncias no acesso pleno à cidade. Transformar significativamente a construção e a gestão dos espaços urbanos é essencial para que o desenvolvimento sustentável seja alcançado. Temas intrinsecamente relacionados à urbanização, como mobilidade, gestão de resíduos sólidos e saneamento, estão incluídos nas metas do ODS 11, bem como o planejamento e aumento de resiliência dos assentamentos humanos, levando em conta as necessidades diferenciadas das áreas rurais, periurbanas e urbanas. O objetivo 11 está alinhado à Nova Agenda Urbana, acordada em outubro de 2016, durante a III Conferência das Nações Unidas sobre Moradia e Desenvolvimento Urbano Sustentável.

Todas as áreas de atuação do SGB/CPRM, sejam nas áreas das geociências ou nos serviços compartilhados ou ainda em seus programas internos, tem conexão com os ODS, evidenciando o comprometimento de nossos produtos com a sustentabilidade nos eixos econômico, social e ambiental.

A tabela a seguir sintetiza as áreas de atuação do SGB-CPRM com os ODS.



Maiores informações: <http://www.cprm.gov.br/publique/Sobre-a-CPRM/Responsabilidade-Social/Objetivos-de-Desenvolvimento-Sustentavel---ODS-319>

REFERÊNCIAS

CPRM - SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL. **Elaboração de manchas de inundação para as cidades de São Sebastião do Caí e Montenegro**. Porto Alegre: CPRM, 2016a. 23 p.

GERMANO, Andrea de Oliveira; MATTIUZI, Camila Della Porta; SILVA, Emanuel Duarte; BINOTTO, Raquel Barros; MENDONÇA, Renato. **Mapeamento de manchas de inundação: Alegrete, RS**. Porto Alegre: CPRM, 2022.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. **Censo Demográfico 2022**. Resultados gerais da amostra. Rio de Janeiro: IBGE, 2022.

MARCUZZO, Francisco Fernando Noronha; PINTO, Eber José de Andrade. **Análise de frequência de cotas dos Sistemas de Alerta: Sistema de Alerta Bacia do Rio Uruguai; rio Uruguai, estação fluviométrica Uruguaiana, código 77150000, município atendido Uruguaiana, RS**. Porto Alegre: CPRM, 2022. Programa Gestão de Risco e Resposta a Desastres. Ação Levantamentos, Estudos, Previsão e Alerta de Eventos Hidrológicos. Estudos de Regionalização nas Bacias Hidrográficas Brasileiras.

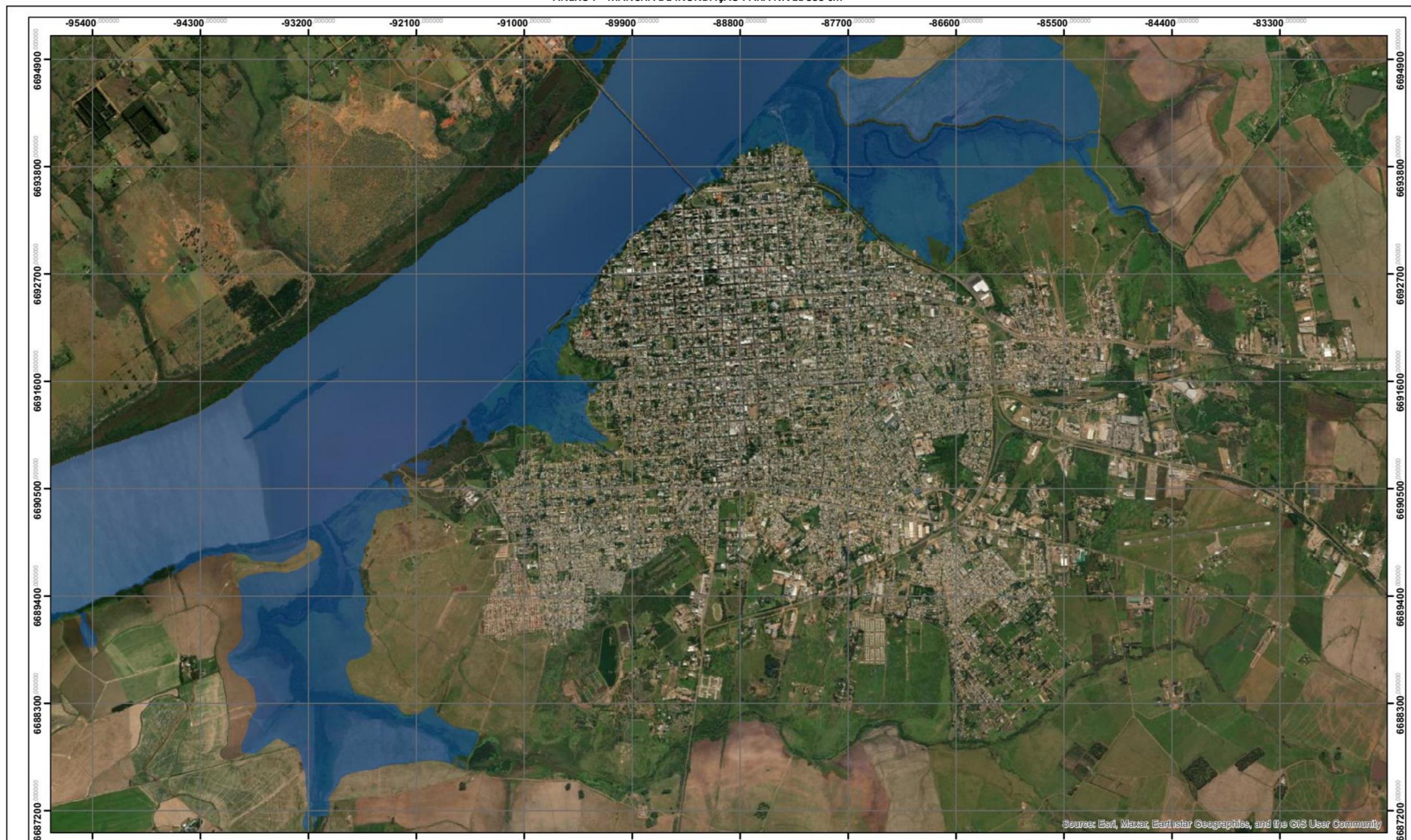
SILVA, E. D. **Previsão hidroeconômica de curto prazo com modelo de redes neurais artificiais: aplicação à bacia do rio Caí**. 2019. 131 f. Orientador: Guilherme Fernandes Marques. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Instituto de Pesquisas Hidráulicas, Porto Alegre, 2019.

TUCCI, Carlos E. M. **Modelos hidrológicos**. 2. ed. Porto Alegre: UFRGS, 2005. 678 p

TUCCI, C. E. M. **Hidrologia: ciência e aplicação**. Porto Alegre: UFRGS, 2007. 943 p.

ANEXOS

ANEXO I – MANCHA DE INUNDAÇÃO PARA NÍVEL 833 cm

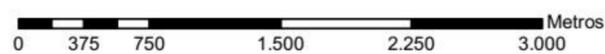


Source: Esri, Maxar, Earthstar Geographics, and the GIS User Community

Legenda:

Mancha de inundação para cota 833 cm - TR = 1,3 anos

0	EMISSÃO INICIAL	21/09/2023	Emanuel Duarte Silva



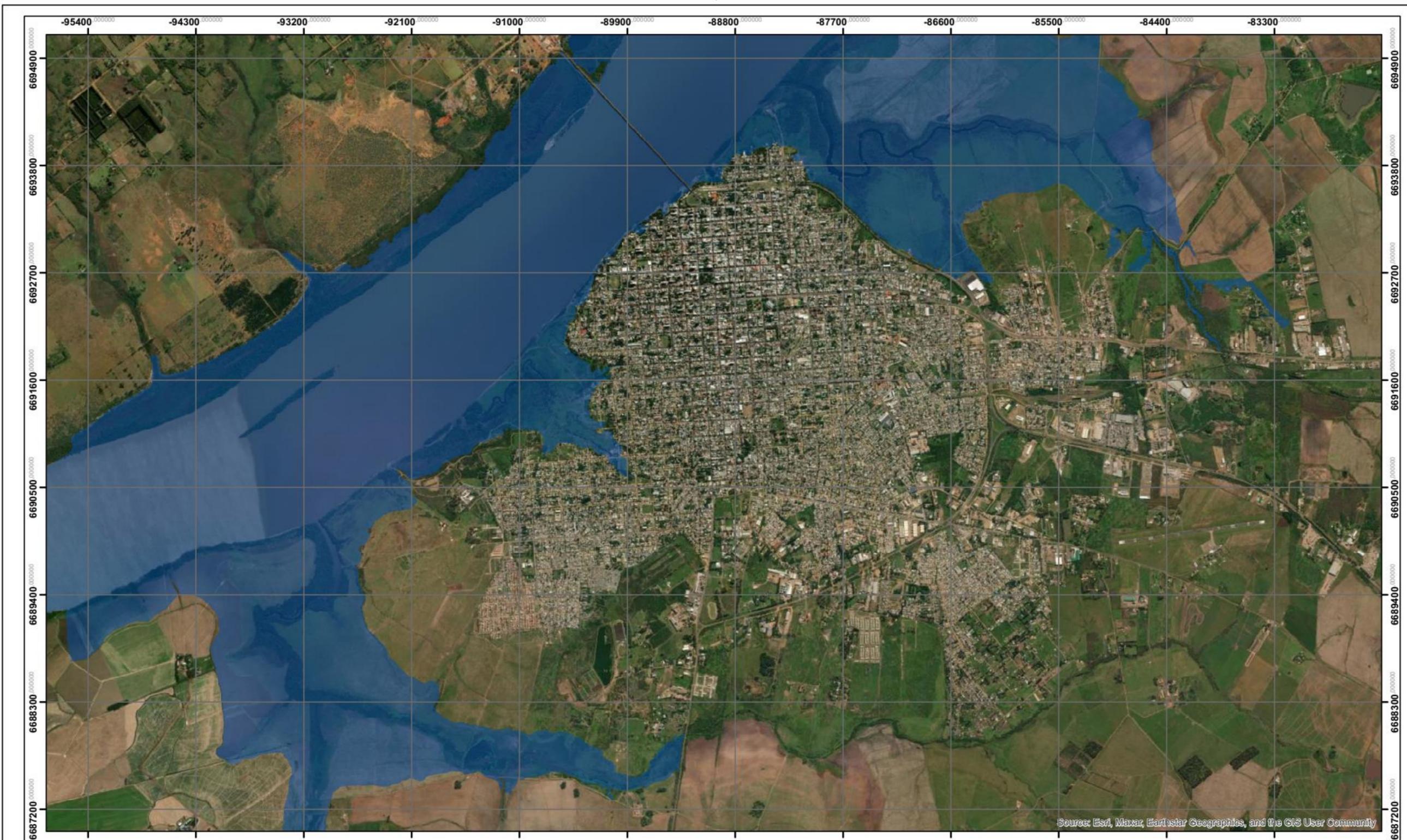
Coordinate System: SIRGAS 2000 UTM Zone 22S
 Projection: Transverse Mercator
 Datum: SIRGAS 2000
 False Easting: 500,000,000
 False Northing: 10,000,000,000
 Central Meridian: -51,0000
 Scale Factor: 0,9996
 Latitude Of Origin: 0,0000
 Units: Meter



TÍTULO: Manchas de inundação para o município de Uruguiana

FOLHA TAMANHO: A3	RIO: URUGUAI	ESCALA: 1 cm = 350 m
Gestão de Risco e Desastres	DATA: 21/09/2023	FOLHA: 01/01
RESPONSÁVEL PROJETO: Emanuel Duarte Silva		CREA: CE52842
AUTOR DESENHO: Emanuel Duarte Silva		CREA: CE52842

ANEXO II – MANCHA DE INUNDAÇÃO PARA NÍVEL 952 cm

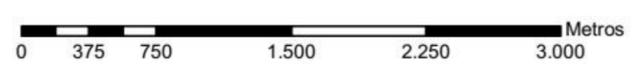


Source: Esri, Maxar, Earthstar Geographics, and the GIS User Community

Legenda:

Mancha de inundação para cota 952 cm - TR = 1,9 anos

0	EMISSÃO INICIAL	21/09/2023	Emanuel Duarte Silva



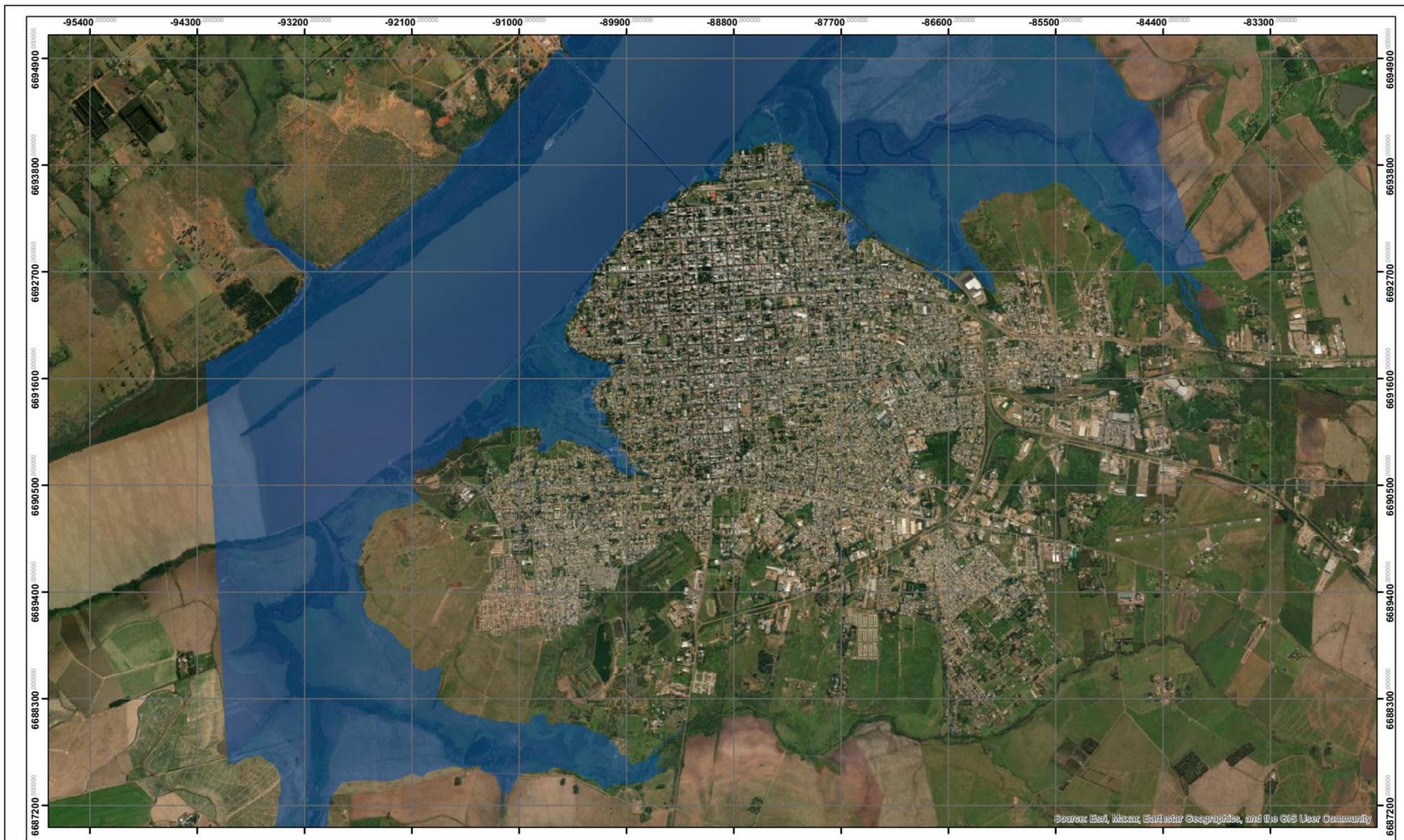
Coordinate System: SIRGAS 2000 UTM Zone 22S
 Projection: Transverse Mercator
 Datum: SIRGAS 2000
 False Easting: 500.000.0000
 False Northing: 10.000.000.0000
 Central Meridian: -51.0000
 Scale Factor: 0,9996
 Latitude Of Origin: 0,0000
 Units: Meter



TÍTULO: Manchas de inundação para o município de Uruguiana

FOLHA TAMANHO: A3	RIO: URUGUAI	ESCALA: 1 cm = 350 m
Gestão de Risco e Desastres	DATA: 21/09/2023	FOLHA: 01/01
RESPONSÁVEL PROJETO: Emanuel Duarte Silva	CREA: CE52842	
AUTOR DESENHO: Emanuel Duarte Silva	CREA: CE52842	

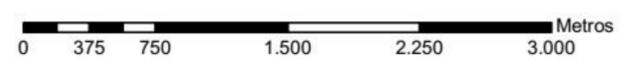
ANEXO III – MANCHA DE INUNDAÇÃO PARA NÍVEL 1053 cm



Source: Esri, Maxar, Earthstar Geographics, and the GIS User Community

Legenda:

Mancha de inundação para cota 1053 cm - TR = 3,2 anos



Coordinate System: SIRGAS 2000 UTM Zone 22S
 Projection: Transverse Mercator
 Datum: SIRGAS 2000
 False Easting: 500,000,0000
 False Northing: 10,000,000,0000
 Central Meridian: -51,0000
 Scale Factor: 0,9996
 Latitude Of Origin: 0,0000
 Units: Meter



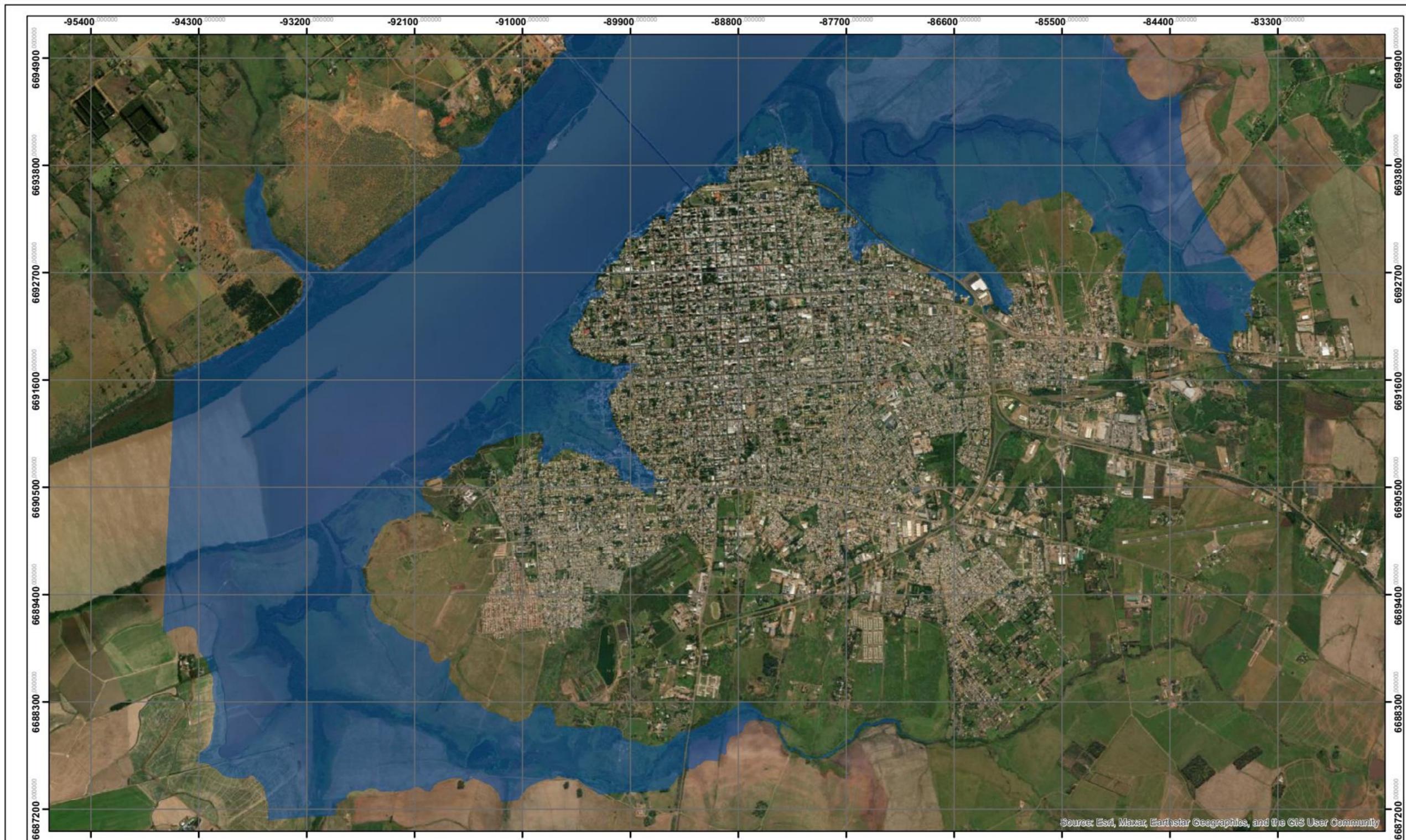
0	EMISSÃO INICIAL	21/09/2023	Emanuel Duarte Silva



TÍTULO: Manchas de inundação para o município de Uruguiana

FOLHA TAMANHO: A3	RIO: URUGUAI	ESCALA: 1 cm = 350 m
Gestão de Risco e Desastres	DATA: 21/09/2023	FOLHA: 01/01
RESPONSÁVEL PROJETO: Emanuel Duarte Silva	CREA: CE52842	
AUTOR DESENHO: Emanuel Duarte Silva	CREA: CE52842	

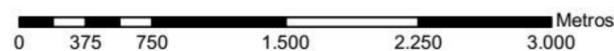
ANEXO IV – MANCHA DE INUNDAÇÃO PARA NÍVEL 1205 cm



Source: Esri, Maxar, Earthstar Geographics, and the GIS User Community

Legenda:

Mancha de inundação para cota 1205 cm - TR = 9,2 anos



Coordinate System: SIRGAS 2000 UTM Zone 22S
 Projection: Transverse Mercator
 Datum: SIRGAS 2000
 False Easting: 500.000.0000
 False Northing: 10.000.000.0000
 Central Meridian: -51.0000
 Scale Factor: 0.9996
 Latitude Of Origin: 0.0000
 Units: Meter

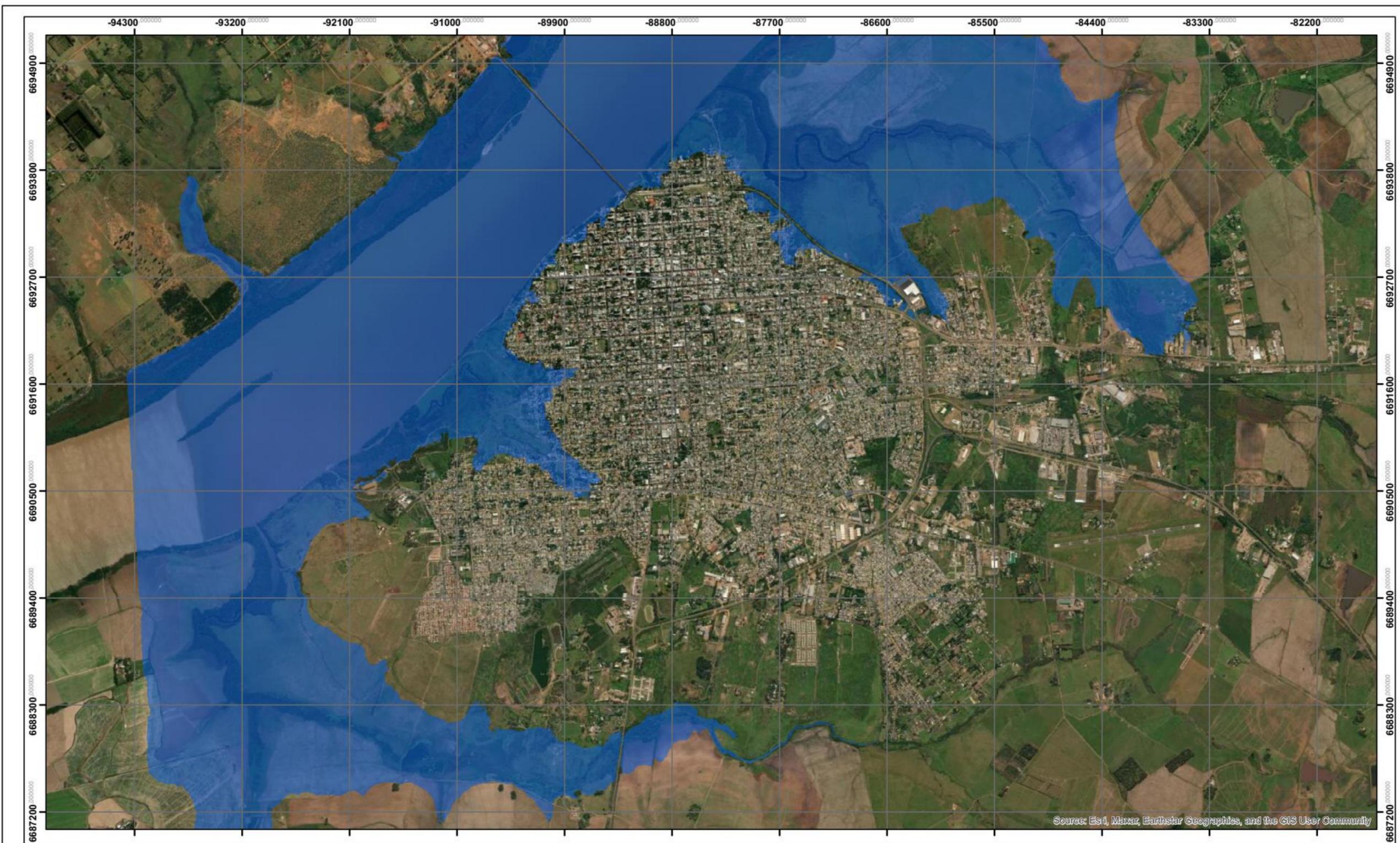


TÍTULO: Manchas de inundação para o município de Uruguiana

FOLHA TAMANHO: A3	RIO: URUGUAI	ESCALA: 1 cm = 350 m
Gestão de Risco e Desastres	DATA: 21/09/2023	FOLHA: 01/01
RESPONSÁVEL PROJETO: Emanuel Duarte Silva	CREA: CE52842	
AUTOR DESENHO: Emanuel Duarte Silva	CREA: CE52842	

0	EMISSÃO INICIAL	21/09/2023	Emanuel Duarte Silva

ANEXO V – MANCHA DE INUNDAÇÃO PARA NÍVEL 1252 cm

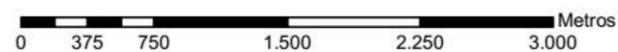


Source: Esri, Maxar, Earthstar Geographics, and the GIS User Community

Legenda:

Mancha de inundação para cota 1252 cm - TR = 13,4 anos

0	EMISSÃO INICIAL	21/09/2023	Emanuel Duarte Silva



Coordinate System: SIRGAS 2000 UTM Zone 22S
 Projection: Transverse Mercator
 Datum: SIRGAS 2000
 False Easting: 500.000.0000
 False Northing: 10.000.000.0000
 Central Meridian: -51,0000
 Scale Factor: 0,9996
 Latitude Of Origin: 0,0000
 Units: Meter



TÍTULO: Manchas de inundação para o município de Uruguiana

FOLHA TAMANHO: A3	RIO: URUGUAI	ESCALA: 1 cm = 350 m
Gestão de Risco e Desastres	DATA: 21/09/2023	FOLHA: 01/01
RESPONSÁVEL PROJETO: Emanuel Duarte Silva	CREA: CE52842	
AUTOR DESENHO: Emanuel Duarte Silva	CREA: CE52842	