

PLANOS DIRETORES: RECONSTRUÇÃO DO VALE DO TAQUARI

ZONEAMENTO DE
ÁREAS DE RISCO


Arroio do Meio



GOVERNO DO ESTADO
RIO GRANDE DO SUL

SECRETARIA DE
DESENVOLVIMENTO URBANO
E METROPOLITANO

PLANOS DIRETORES: RECONSTRUÇÃO DO VALE DO TAQUARI

ZONEAMENTO DE ÁREAS DE RISCO



Arroio do Meio

Relatório de análise e zoneamento das áreas de risco do
município de Arroio do Meio.



GOVERNO DO ESTADO
RIO GRANDE DO SUL

SECRETARIA DE
DESENVOLVIMENTO URBANO
E METROPOLITANO

EQUIPE TÉCNICA SECRETARIA DO DESENVOLVIMENTO URBANO E METROPOLITANO - SEDUR

Equipe do Departamento de Planejamento Urbano e Metropolitano

Tassiele Francescon	Arquiteta e Urbanista, Diretora de Planejamento Urbano e Metropolitano
Carlos Henrique de Brito Lima	Engenheiro Civil
Flavia de Azevedo Monteiro	Arquiteta e Urbanista
Isabel Luísa Rangel de Azeredo Coutinho	Arquiteta e Urbanista
Isabel Thees Castro	Arquiteta e Urbanista
Ivan José da Silva	Arquiteto e Urbanista, METROPLAN
Vitor dos Santos Vendruscolo	Arquiteto e Urbanista
Michele de Godoy	Analista administradora

EQUIPE TÉCNICA UNIVERSIDADE DO VALE DO TAQUARI - UNIVATES

Coordenação Institucional

Arq. Dra. Jamile Weizenmann
CAU A76741-7

Arquiteta e Urbanista, Mestre e Doutora em
Arquitetura (PROPAR/UFRGS)

Coordenação Geral

Arq. Dra. Izabele Colusso
CAU A43988-6

Arquiteta e Urbanista, Mestre e Doutora em
Planejamento Urbano e Regional
(PROPUR/UFRGS)

Arq. Dr. Marcelo Arioli Heck
CAU A74761-0

Arquiteto e Urbanista, Mestre e Doutor em
Planejamento Urbano e Regional
(PROPUR/UFRGS)

Coordenação Técnica

Arq. Bruna Zanoni Ruthner
CAU A255799-1

Arquiteta e Urbanista (UNIVATES-RS), pós-
graduanda em Cidades: Gestão Estratégica do
Território Urbano (UNISINOS-RS)

Arq. Ma. Josiane Andréia Scotton
CAU A184111-4

Arquiteta e Urbanista, Mestre e Doutoranda em
Planejamento Urbano e Regional
(PROPUR/UFRGS)

Arq. Esp. Marcio Luiz Oppitz Ribas
CAU A48049-5

Arquiteto e Urbanista, MBA em
Desenvolvimento Sustentável e Economia
Circular (PUC-RS) e Pós-Graduando em Gestão
de Cidades (UNISINOS-RS)

Equipe Planejamento Territorial

Arq. Ma. Aline Cristiane Scheibe
CAU A69956-0

Arquiteta e Urbanista, Mestre e Doutoranda em
Planejamento Urbano e Regional
(PROPUR/UFRGS)

Arq. Joseane Luísa Ludwig
CAU A263010-9

Arquiteta e Urbanista, especialista em Cidades:
Gestão Estratégica do Território Urbano
(UNISINOS-RS)

Arq. Ma. Tailini da Silva Caminha Faleiro
CAU A138694-8

Arquiteta e Urbanista, Mestre em Arquitetura e Urbanismo (UNISINOS-RS)

Arq. Me. Augusto Alves
CAU A36430-4

Arquiteto e Urbanista, Mestre em Arquitetura e Urbanismo (UFRGS) e Doutorando em Planejamento Urbano e Regional (UFRGS)

Acad. Larissa Miki Makiyama

Graduanda em Arquitetura e Urbanismo (UNISINOS-RS)

Acad. Manuela Trajano Contart de Oliveira

Graduanda em Arquitetura e Urbanismo (UFRGS)

Acad. Maria Dupont Schwingel

Graduanda em Arquitetura e Urbanismo (UNISINOS-RS)

Equipe Georreferenciamento

Arq. Dra. Alice Rauber Gonçalves
CAU 48683-3

Arquiteta e Urbanista, Mestre e Doutora em Planejamento Urbano e Regional (PROPUR/UFRGS)

Arq. Ma. Carolina Rezende Faccin
CAU A150688-9

Arquiteta e Urbanista, Mestre e Doutoranda em Planejamento Urbano e Regional (PROPUR/UFRGS)

Arq. Isabelle Carolina Mangoni Soares
CAU A141461-5

Arquiteta e Urbanista (UNISINOS-RS), Especialista em Geoprocessamento (PUC Minas) e Mestranda em Planejamento Urbano e Regional (PROPUR/UFRGS)

Arq. Maria Paloma Bernardi
CAU A302978-6

Arquiteta e Urbanista (UFRGS)

Equipe Recursos Hídricos e Meio Ambiente

Eng. Sofia Royer Moraes

CREA-RS 217 486

Engenheira Ambiental (UNIVATES-RS), mestre em Sensoriamento Remoto e Geoprocessamento (UFRGS), doutoranda em Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental (IPH-UFRGS)

Eng. Daniel Martins dos Santos

CREA-RS 216 535

Engenheiro Ambiental (UNIVATES-RS)

Eng. Leonardo Laipelt

Engenheiro Ambiental (UFRGS), mestre em Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental e doutorando (IPH-UFRGS)

Tiago Vier Fischer

Geólogo (UFRGS), mestre em Geociências na área de concentração em Estratigrafia e Paleontologia (UFRGS)

Acad. Marthina Levenzon Pimentel

Graduanda em Gestão Ambiental (INSTITUTO FEDERAL)

Equipe Comunicação e Participação Social

Rodrigo Brod

Coordenação

Graduado em Comunicação Social (ESPM-SP), especialista em Branding (UNISC-RS) e mestre em Espaço e Problemas Socioambientais (UNIVATES-RS)

Marina Sartori Becker

Graduada em Design (UNIVATES)

Flávia Leonhardt Miranda

Graduada em Design (UNIVATES)

Arthur Pereira Pezzi

Graduando em Design (UNIVATES)

Maria Eduarda Wendt

Cursando Técnico em Publicidade (UNIVATES)

Gisele Dhein

Graduada em Psicologia (UNISC-RS), mestre em Psicologia na área de concentração Psicologia Social PUCRS e doutora em Educação (UNISC-RS)

Equipe Direito Urbanístico

Luciana Turatti

Graduada em Ciências Jurídicas e Sociais (UNISINOS), doutora em Direito (UNISC-RS) e pós-doutora em Direito pela Universidade de Sevilha.

Guilherme Weiss Niedermayer

Graduado em Direito (UNIVATES-RS), pós-graduando em Direito Ambiental (CEI) e mestrando em Ambiente e Desenvolvimento (UNIVATES-RS)

Vanêsa Prestes

Graduada em Ciências Jurídicas e Sociais (UCS-RS), mestre em Direito (PUC-RS), especialista em Direito Municipal (ESDM-RS), doutora em "Forme Dell' Evoluzione Del Diritto (Università Del Salento)

EQUIPE TÉCNICA PREFEITURA MUNICIPAL DE ARROIO DO MEIO

Grupo de Apoio Prefeitura de Arroio do Meio

Ionara Magalhães Stein	Secretária Municipal de Planejamento
Douglas Ricardo Marmitt	Engenheiro Civil
Adalberto de Oliveira	Assessor de Departamento
Paulo Régis Rheinheimer Júnior	Assessor de Departamento
Willian Rodrigues Bianchin	Assessor de Departamento
Adriano Gabriel	Agente Administrativo
Júlia Brock	Assessora de Departamento

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	14
2. CARACTERIZAÇÃO	15
2.1 Contexto Geral	15
2.2 A Bacia Hidrográfica Taquari-Antas	17
2.3 A Região do Vale do Taquari	20
2.4 O Município de Arroio do Meio	23
2.4.1 Contexto Urbano.....	27
2.4.2 Contexto Físico e Ambiental	44
2.4.2.1 Clima	45
2.4.2.2 Unidades de Paisagem Natural.....	46
2.4.2.3 Geologia e geomorfologia.....	50
2.4.2.4 Tipos de solos.....	55
2.4.2.5 Recursos hídricos	58
2.4.2.6 Uso e cobertura do solo.....	60
2.4.2.7 Geotecnia	63
2.4.2.8 Áreas de Preservação Permanente.....	68
3. DO ZONEAMENTO DAS ÁREAS DE RISCO.....	75
3.1 Fundamentação Legal	77
3.1.1 Política Nacional de Proteção e Defesa Civil - Lei nº 12.608/12.....	80
3.1.2 Plano Diretor e Estatuto da Cidade - Lei 10.257/01	82
3.1.3 Nota Técnica nº 1 de 2023, Secretaria Especial de Articulação e Monitoramento - Secretaria Adjunta VI - Recursos Hídricos	85
3.2 Áreas suscetíveis à fenômenos naturais e zoneamento de riscos.....	87
3.2.1 Áreas suscetíveis a inundações.....	87
3.2.1.1 Metodologia para identificação das zonas preliminares de arraste e áreas com suscetibilidade à inundação	89
3.2.1.2 Áreas com Suscetibilidade à Inundação - Arroio do Meio.....	95
3.2.2 Áreas suscetíveis a movimentos de massa.....	107
3.2.2.1 Metodologia para identificação das áreas com suscetibilidade a movimentos de massa	108
3.2.2.2 Áreas com Suscetibilidade a Movimentos de Massa - Arroio do Meio	113
4. SÍNTESE	122
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	131
ANEXOS.....	140

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Mapa da Bacia Hidrográfica do Rio Taquari-Antas.	18
Figura 2: Mapa do Corede Vale do Taquari.	22
Figura 3: Diagrama de localização e articulação do Vale do Taquari - relação entre Arroio do Meio, Lajeado e Porto Alegre.	23
Figura 4: Localização de Arroio do Meio e rodovias de conexão com municípios vizinhos. .	26
Figura 5: Mancha urbanizada do município de Arroio do Meio e principais acessos e arroios.	27
Figura 6: Diagrama comparativo entre a área urbana e a área rural de Arroio do Meio.	29
Figura 7: Mapa ampliado da sede urbana do município de Arroio do Meio com manchas de densidade.	31
Figura 8: Mapa ampliado do núcleo urbano de Palmas com manchas de densidade.	32
Figura 9: Mapa ampliado do núcleo urbano de Forqueta com manchas de densidade.	33
Figura 10: Mapa ampliado do núcleo urbano de Forqueta Baixa com manchas de densidade.	34
Figura 11: Usos do solo no município de Arroio do Meio.	36
Figura 12: Usos do solo no município de Arroio do Meio.	37
Figura 13: Usos do solo no município da localidade de Palmas.	38
Figura 14: Usos do solo no município da localidade de Forqueta.	39
Figura 15: Usos do solo no município da localidade de Forqueta Baixa.	40
Figura 16: Registro da inundação de 1941 em Arroio do Meio.	41
Figura 17: Ponte de Ferro entre os municípios de Arroio do Meio e Lajeado levada pela enchente.	42
Figura 18: Ponte de Ferro entre os municípios de Arroio do Meio e Lajeado sendo reconstruída.	43
Figura 19: Área afetada pela enchente em maio de 2024 na Rua Campos Sales, Bairro Navegantes - Arroio do Meio.	43
Figura 20: : Edificações afetadas pela enchente em maio de 2024 na Rua Coronel Adolfo Zimmermann, Bairro Centro - Arroio do Meio.	44
Figura 21: Área afetada pela enchente em maio de 2024, Rua Dr. João Carlos Machado, Bairro Navegantes (pavilhão da antiga Indústria de Balas Wallérius) - Arroio do Meio	44
Figura 22: Chuva acumulada (mm) de 30/04/2024 a 10/05/2024, no Rio Grande do Sul, com demarcação do município de Arroio do Meio.	46
Figura 23: Unidades de Paisagem Natural no Vale do Taquari, com Arroio do Meio em destaque.	47
Figura 24: Unidades de Paisagem Natural no Vale do Taquari, ampliação no município de Arroio do Meio.	48
Figura 25: Localização Quilombo São Roque certificado pela Fundação Cultural Palmares no município de Arroio do Meio.	50
Figura 26: Rochas encontradas na região de Arroio do Meio.	52
Figura 27: Mapa geológico de Arroio do Meio.	53
Figura 28: Mapa de unidades geomorfológicas em Arroio do Meio.	55
Figura 29: Mapa de pedologia de Arroio do Meio.	56
Figura 30: Tipos de solos encontrados em Arroio do Meio.	57

Figura 31: Mapa das regiões hidrográficas no Rio Grande do Sul e da Bacia Hidrográfica Taquari-Antas.....	59
Figura 32: Mapa dos principais cursos hídricos em Arroio do Meio.	60
Figura 33: Mapa de uso e cobertura do solo de Arroio do Meio.	62
Figura 34: Hipsometria no município de Arroio do Meio.....	64
Figura 35: Declividades no município de Arroio do Meio.	66
Figura 36: Mapa síntese das restrições ambientais por APP no município de Arroio do Meio.	71
Figura 37: Áreas de Preservação Permanente na sede de Arroio do Meio e entorno imediato.	72
Figura 38: Áreas de Preservação Permanente no núcleo urbano de Palmas e entorno imediato.	73
Figura 39: Áreas de Preservação Permanente no núcleo urbano de Forqueta e entorno imediato.	74
Figura 40: Áreas de Preservação Permanente no núcleo urbano de Forqueta Baixa e entorno imediato.	75
Figura 41: Situação das áreas inundáveis.	88
Figura 42: Zoneamento de tipos de risco para áreas suscetíveis à inundação.	89
Figura 43: Conjuntos mapeados no evento de setembro de 2023.	93
Figura 44: Conjuntos mapeados no evento de maio de 2024.....	94
Figura 45: Composição das zonas preliminares de arraste.	95
Figura 46: Mancha de inundação do evento de maio de 2024 no município de Arroio do Meio.	96
Figura 47: Corte esquemático de situação de inundação em área urbana de Arroio do Meio em maio de 2024.	98
Figura 48: Corte esquemático de situação de inundação em área urbana de Arroio do Meio em maio de 2024.	99
Figura 49: Corte esquemático de situação de inundação em área urbana de Arroio do Meio em maio de 2024.	99
Figura 50: Mapa de suscetibilidade à inundação e zonas preliminares de arraste no município de Arroio do Meio.....	100
Figura 51: Mapa de suscetibilidade à inundação e zonas preliminares de arraste na sede urbana de Arroio do Meio.	102
Figura 52: Mapa de suscetibilidade à inundação e zonas preliminares de arraste na localidade de Palmas.....	104
Figura 53: Mapa de suscetibilidade à inundação e zonas preliminares de arraste na localidade de Forqueta.....	105
Figura 54: Mapa de suscetibilidade à inundação e zonas preliminares de arraste na localidade de Forqueta Baixa.	106
Figura 55: Registro na Rua Campos Sales, Bairro Navegantes, Arroio do Meio, após o evento de Maio de 2024.	107
Figura 56: Registro na Rua Coronel Adolfo Zimmermann, Bairro Centro, Arroio do Meio após o evento de Maio de 2024.....	107
Figura 57: Mapa de movimentos de massa observados em maio de 2024 em Arroio do Meio.	109

Figura 58: Registro de movimentos de massa em Arroio do Meio, após evento de maio de 2024.	110
Figura 59: Registro de movimentos de massa no Morro Gaúcho em Arroio do Meio, após evento de maio de 2024.	110
Figura 60: Mapa de movimentos de massa observados em maio de 2024 no entorno da localidade de Palmas.	111
Figura 61: Mapa de movimentos de massa observados em maio de 2024 no entorno da localidade de Forqueta.	112
Figura 62: Gráfico que ilustra a frequência dos movimentos de massa em relação à declividade.	114
Figura 63: Mapa de suscetibilidade a movimentos de massa no município de Arroio do Meio.	116
Figura 64: Mapa de suscetibilidade a movimentos de massa na sede urbana.	118
Figura 65: Mapa de suscetibilidade a movimentos de massa na localidade de Palmas.	120
Figura 66: Mapa de suscetibilidade a movimentos de massa na localidade de Forqueta.	121
Figura 67: Mapa de suscetibilidade a movimentos de massa na localidade de Forqueta Baixa.	122
Figura 68: Mapa do Zoneamento de Risco no município de Arroio do Meio.	124
Figura 69: Mapa do Zoneamento de Risco na sede urbana de Arroio do Meio.	125
Figura 70: Mapa do Zoneamento de Risco na localidade de Palmas.	126
Figura 71: Mapa do Zoneamento de Risco na localidade de Forqueta.	127
Figura 72: Mapa do Zoneamento de Risco na localidade de Forqueta Baixa.	128

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Declividades e percentual de áreas no Município de Arroio do Meio.....	65
Tabela 2: Legislação, Planos e Estudos.	78
Tabela 3: Percentual de áreas inundadas em Arroio do Meio.	97
Tabela 4: Percentual de endereços inundados em Arroio do Meio.....	97
Tabela 5: número de endereços inundados em Arroio do Meio	98
Tabela 6: Frequência dos movimentos de massa em relação à declividade.....	113
Tabela 7: Classes de suscetibilidade.	115
Tabela 8: Área e porcentagem das categorias de zona de risco em Arroio do Meio.....	129

1. INTRODUÇÃO

Conforme disposto no termo de referência, o Vale do Taquari foi fortemente atingido pelos eventos climáticos de setembro e novembro de 2023 e maio de 2024. Os municípios de Arroio do Meio, Colinas, Cruzeiro do Sul, Encantado, Estrela, Muçum e Roca Sales tiveram bairros inteiros arrasados, residências destruídas pela chuva e pela força da enxurrada. O município de Arroio do Meio teve 48,17% da sua população afetada pela catástrofe, com o comprometimento de 6.066 endereços. Em Colinas, a população afetada chegou a 49,61%, atingindo 647 endereços. O município de Cruzeiro do Sul teve bairros completamente devastados, como é o caso de Passo de Estrela, onde das 850 casas que faziam parte do bairro, 600 foram totalmente destruídas. Cruzeiro do Sul teve 41,37% da sua população afetada, com o comprometimento de 3.010 endereços. O município de Encantado teve 35,10% da sua população atingida pelo evento e 4.309 endereços atingidos. O município de Estrela teve 37,45% da sua população afetada, totalizando 6.814 endereços atingidos. Roca Sales teve 54,52% da sua população que sofreu com as cheias, o que resultou em 3.221 endereços atingidos. O município de Muçum também foi o mais atingido, com 79,07% da população afetada e 2.199 endereços atingidos. Neste cenário, conforme os dados apresentados¹, ressalta-se que as residências destruídas necessitam de reconstrução em local seguro e onde a população não sofra mais as consequências das enchentes e enxurradas. Portanto, faz-se necessária a realocação de diversos bairros e um novo zoneamento para essas cidades.

A Universidade do Vale do Taquari - UNIVATES, por meio de Estudos e Mapeamento Geotécnico da região, desenvolverá o estudo que terá como objetivo a “identificação, avaliação e mapeamento das áreas vulneráveis e o mapeamento das áreas inundáveis de cada município” (Termo de Referência, página 9). O estudo faz uso de dados primários² e secundários, pois visa atender aos objetivos em um curto espaço de tempo, sendo utilizada a ampla base de dados existentes, incluindo mapeamentos municipais e das demais instâncias governamentais, bem como pareceres e estudos técnicos oficiais; incorporando,

¹ Disponível em: mup.rs.gov.br. Acesso em: 04 out 2024.

² Como dados primários utilizou-se as modelagens hidrodinâmicas, a definição das zonas preliminares de arraste e registros fotográficos realizados em visita técnica ao município.

por exemplo, o mapeamento de áreas de inundação, tipo de solo e áreas de deslizamento (Termo de Referência, página 9).

A primeira etapa deste contrato visa estabelecer o Zoneamento de Risco - PRODUTO 1A - Relatório de Diagnóstico das Áreas Inundáveis, e as Diretrizes Preliminares de Ocupação Prioritária - PRODUTO 1B - Relatório de Diretrizes. O presente documento trata-se do PRODUTO 1A - Zoneamento de Risco e atende o disposto no termo de referência para esta etapa, apresentando o mapeamento das áreas vulneráveis e das áreas inundáveis do Município de Arroio do Meio.

Para a compreensão do Município e sua inserção regional, estão apresentados nos títulos a seguir diversos aspectos de caracterização geral, contexto urbano, físico e ambiental de Arroio do Meio.

2. CARACTERIZAÇÃO

2.1 Contexto Geral

É na análise do espectro do direito à cidade que as ocupações humanas em áreas de risco – áreas sujeitas a enchentes, inundações e deslizamentos – ganham visibilidade. O impacto (DANO) decorrente deste evento afeta não só aos habitantes dessas áreas, cuja condição e qualidade de vida não condizem com o direito à moradia adequada, mas onera a todos os habitantes da cidade com os custos sociais e econômicos, seja de remoção/reassentamento, controle ou afastamento do risco, seja sobre o impacto que a irregularidade causa no meio ambiente, saneamento básico e serviços públicos de um modo geral (RIO GRANDE DO SUL, Ministério Público do Estado do Rio Grande do Sul, 2024).

Em termos da definição de um desastre, segundo o Ministério da Integração Nacional, conforme Instrução Normativa nº 01 de 2012, considera-se desastre:

Art. 1º Para os efeitos desta Instrução Normativa entende-se como: I - desastre: resultado de eventos adversos, naturais ou provocados pelo homem sobre um cenário vulnerável, causando grave perturbação ao funcionamento de uma comunidade ou sociedade envolvendo extensivas perdas e danos humanos, materiais, econômicos ou ambientais, que excede a sua capacidade de lidar com o problema usando meios próprios (BRASIL, 2012).

De acordo com o Manual de Capacitação Básica em Defesa Civil, a partir do conhecimento das ameaças mais prováveis e com vulnerabilidades mais acentuadas, um criterioso mapeamento deve ser feito para cada tipo de desastre³.

Nesse contexto, o Município como executor da política de desenvolvimento urbano, é quem tem o grande desafio de implementar uma gestão eficiente de risco de desastres, atuando frente à ocupação irregular do espaço urbano - fator que agrava os danos causados, incorporando na gestão de desastres - e vice-versa - as políticas de ordenamento territorial, de recursos hídricos, saneamento, moradia, meio ambiente, entre outras (RIO GRANDE DO SUL, Ministério Público do Estado do Rio Grande do Sul, 2024).

Trabalhar para reduzir o risco é mais eficiente que tentar reduzir os desastres, pois quando se trata de desastres naturais não há como minimizar as ameaças como, por exemplo, chuvas intensas, ventos fortes e um terremoto (UFSC, 2011).

A gestão de risco de desastre é um processo sistemático de uso de políticas administrativas, organização, habilidades e capacidades operacionais para implantar políticas e fortalecer as capacidades de enfrentamento, a fim de reduzir o impacto negativo. É realizada, na maior parte do tempo, em períodos de normalidade, com medidas de prevenção e preparação, para que a ocorrência do desastre seja menos impactante e a resposta e reconstrução sejam mais eficazes (UFSC, 2011).

Conforme apontado no Manual de capacitação básica em Defesa Civil, para identificar o risco, o primeiro passo é fazer um levantamento de dados históricos de recorrência de desastres e, a partir disso, reconhecer as ameaças e as vulnerabilidades. Sendo que as ameaças podem ter origem natural ou antropogênica, variam de acordo com o local analisado e sua incidência diante das vulnerabilidades será fator decisivo no momento de mapear o risco.

Com um bom mapeamento de risco, as decisões políticas podem ser trabalhadas para reduzir vulnerabilidades com políticas de ocupação urbana, moradias sociais, mobilidade, saúde, saneamento, educação, segurança pública, todas podem se basear em um mapa de risco (UFSC, 2011).

³ Capacitação básica em Defesa civil: livro texto para educação à distância. Brasília: Defesa Civil Nacional, 2011. Disponível em: <https://www.ceped.ufsc.br/wp-content/uploads/2012/01/Capacitação-Básica-em-Defesa-Civil-livro-texto.pdf>

Neste contexto, e considerando que o Vale do Taquari localiza-se em uma zona sensível às inundações⁴ do Rio Taquari, com uma frequência significativa de ocorrência destes eventos e fortemente atingido pelos eventos climáticos de setembro e novembro de 2023 e maio de 2024, torna-se essencial a realização da identificação e mapeamento dos riscos nesta região para que seja possível repensar o planejamento nos municípios, incorporando as áreas de risco nas políticas de planejamento e uso do solo.

No título a seguir está apresentada a Bacia Hidrográfica Taquari-Antas e a inserção do município de Arroio do Meio neste contexto.

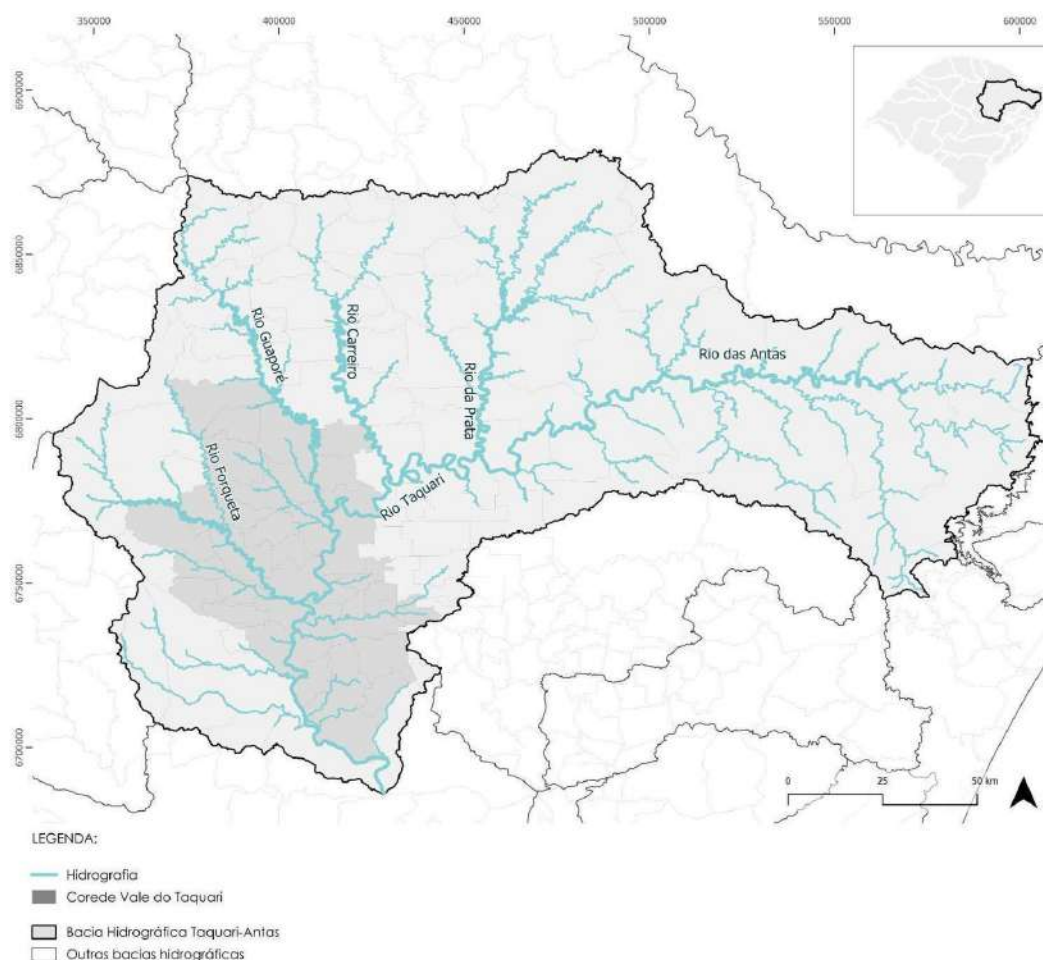
2.2 A Bacia Hidrográfica Taquari-Antas

A Bacia Hidrográfica⁵ Taquari-Antas (Figura 1) é uma das bacias mais extensas e importantes do estado do Rio Grande do Sul, compõe a Região Hidrográfica do Guaíba e abrange uma área de 26.430 km² e uma população de aproximadamente 1,38 milhão de pessoas. Ela inclui totalmente 82 municípios e parcialmente 37, totalizando 119 municípios que são abrangidos direta ou indiretamente por essa bacia (SEMA, 2020).

⁴ Inundação: Submersão de áreas fora dos limites normais de um curso de água em zonas que normalmente não se encontram submersas. O transbordamento ocorre de modo gradual, geralmente ocasionado por chuvas prolongadas na bacia hidrográfica. (BRASIL, 2013)

⁵ Entende-se por bacia hidrográfica toda a área de captação natural da água da chuva que escoar superficialmente para um corpo de água ou seu contribuinte. O artigo 171 da Constituição Estadual do Rio Grande do Sul estabeleceu um modelo sistêmico para a gestão dos recursos hídricos, sendo regulamentado pela Lei Estadual 10.350/1994. Esta lei exige a formação de um comitê de gerenciamento para cada uma das 25 bacias hidrográficas do Estado. Além disso, a legislação agrupa essas bacias em três Regiões Hidrográficas: a região do rio Uruguai, que corresponde à bacia nacional do Uruguai; a região do Guaíba; e a região do litoral, que se alinham com a bacia nacional do Atlântico Sudeste. O Decreto nº 53.885, de 18 de janeiro de 2018, formaliza a subdivisão das Regiões Hidrográficas do Estado em 25 Bacias Hidrográficas. Disponível em: <https://sema.rs.gov.br/bacias-hidrograficas>. Acesso em 23 de agosto de 2024.

Figura 1: Mapa da Bacia Hidrográfica do Rio Taquari-Antas.



Fonte: Elaboração Equipe Planejamento Territorial Univates, com base em dados disponíveis de hidrografia (SEMA/FEPA, 2018) e limites municipais (IBGE, 2022).

O Rio Taquari-Antas, que dá nome à bacia, nasce no extremo leste da região e segue um curso de 546 km. Inicialmente conhecido como Rio das Antas, ele adota o nome de Rio Taquari a partir da confluência com o Rio Carreiro e, finalmente, deságua no Rio Jacuí. A bacia se caracteriza por sua extensão de 359 km como Rio das Antas e 187 km como Rio Taquari, refletindo a importância de ambos os trechos na configuração da bacia como um todo (SEMA, 2012). Seus principais afluentes pela margem esquerda são os rios Camisas, Tainhas, Lajeado Grande e São Marcos, e pela margem direita, os rios Quebra-Dentes, da Prata, Carreiro, Guaporé, Forqueta e Taquari-Mirim (MORAES, 2015).

Quanto às cheias e inundações, a Bacia Taquari-Antas apresenta considerável dinâmica de ocorrência uma vez que seus afluentes apresentam significativas variações das vazões decorrentes de chuvas intensas e distribuídas sobre as áreas de cabeceira da bacia, o que acarreta na concentração de grandes volumes de água que se propagam

rapidamente a jusante do canal (FERRI, 1991; FERREIRA; BOTH, 2001; BOMBASSARO; ROBAINA, 2010; MORAES, 2015).

Quanto a variação de relevo e topografia, a Bacia Hidrográfica Taquari-Antas apresenta uma amplitude de aproximadamente 1.000 metros e declividades superiores a 15% em praticamente 90% da bacia. Tais fatores, associados com solo pouco desenvolvido, favorecem o escoamento superficial e a ocorrência de inundações e enxurradas, principalmente na região do Vale do Taquari, especialmente nos períodos de inverno e primavera (BOMBASSARO; ROBAINA, 2010; MORAES *et al.*, 2024).

A Bacia Hidrográfica Taquari-Antas enfrenta frequentes transbordamentos de suas águas, especialmente com as inundações do Rio Taquari em sua porção mais baixa, a região do Vale do Taquari. Nessa área, onde há uma maior densidade populacional nas margens do rio, os danos causados por essas inundações costumam ser os mais significativos (FERRI, 1991).

Cabe destacar, que as inundações que ocorrem na região baixa do Vale do Taquari são decorrentes de fatores naturais da Bacia Hidrográfica do Rio Taquari-Antas, como hidrografia, pedologia, geomorfologia, clima, vegetação, dentre outros. Logo, as inundações que ocorrem ao longo do Rio Taquari não são geradas por ações antrópicas, como o desmatamento, a impermeabilização do solo, as obras no canal fluvial, dentre outros. No entanto, essas ações tendem a intensificar o alcance das cotas de inundação, agravando ainda mais os impactos causados pelas inundações nas áreas antropizadas durante períodos secos (FERREIRA; BOTH, 2001).

Devido às características topológicas da Bacia Taquari-Antas e a localização no Vale do Taquari, é possível observar nessas regiões amplitudes verticais de elevação do nível do rio, que superam 20 metros em um curto intervalo de tempo. Nos municípios de Lajeado e Estrela, por exemplo, onde o nível normal do rio Taquari é de 13 metros, enquanto que o alcance da lâmina de inundação em 02 de maio de 2024 foi de 33,66 metros, ou seja, 20,66 metros acima do nível normal.

Conforme o levantamento do Mapa Único Plano Rio Grande⁶, que leva em conta a área diretamente afetada e os dados populacionais do Censo IBGE 2022, a inundação ocorrida em maio de 2024 afetou 73.285 pessoas, o que corresponde a 20,3% da população da região. Além disso, 43.345 endereços foram atingidos, representando 21,5% do total. Em nota, o governo do Estado do Rio Grande do Sul informou que ainda está avaliando os custos relacionados à reconstrução.

No Vale do Taquari, 10 municípios fazem divisa com o leito principal do Rio Taquari e, por isso, são mais suscetíveis a ocorrência de inundações e enxurradas, sendo: Muçum, Encantado, Roca Sales, Colinas, Arroio do Meio, Lajeado, Estrela, Cruzeiro do Sul, Bom Retiro do Sul e Taquari (FERRI, 2001; MORAES, 2015).

A bacia é notável por abranger um número significativo de municípios, o maior entre todas as bacias hidrográficas em um comitê estadual no Brasil. É importante destacar ainda, que há uma significativa diversidade de usos e coberturas do solo na região de cobertura da Bacia Taquari-Antas, resultando em uma variedade de paisagens e atividades econômicas como agricultura, indústria de transformação, serviços e comércio, educação e recursos energéticos (SEMA, 2012).

2.3 A Região do Vale do Taquari

O Corede⁷ Vale do Taquari é formado por um conjunto de 36 municípios localizados na região central do Estado do Rio Grande do Sul, grande parte dos quais são banhados pelo Rio Taquari e têm sua história marcada pela colonização de imigrantes alemães, italianos e açorianos no século XIX (AGOSTINI; GREVE, 2009).

Geograficamente, o Vale do Taquari está situado a aproximadamente 117 km de Porto Alegre, na região central do estado do Rio Grande do Sul. A ocupação dessa área foi impulsionada, principalmente, pela fertilidade das terras e pelas várzeas do Rio Taquari e seus afluentes, que também facilitaram o escoamento da produção e a comunicação com a capital (AGOSTINI; GREVE, 2009).

⁶ Disponível em: <https://mup.rs.gov.br/>. ADA Versão 27/04/2024. Acesso em 23 de agosto de 2024.

⁷ COREDEs – Conselhos Regionais de Desenvolvimento - Fóruns constituídos e órgãos legalmente instituídos no Estado do Rio Grande do Sul para discutir estratégias e propor políticas e ações voltadas ao desenvolvimento regional. (SIEDENBERG, 2004, p.135)

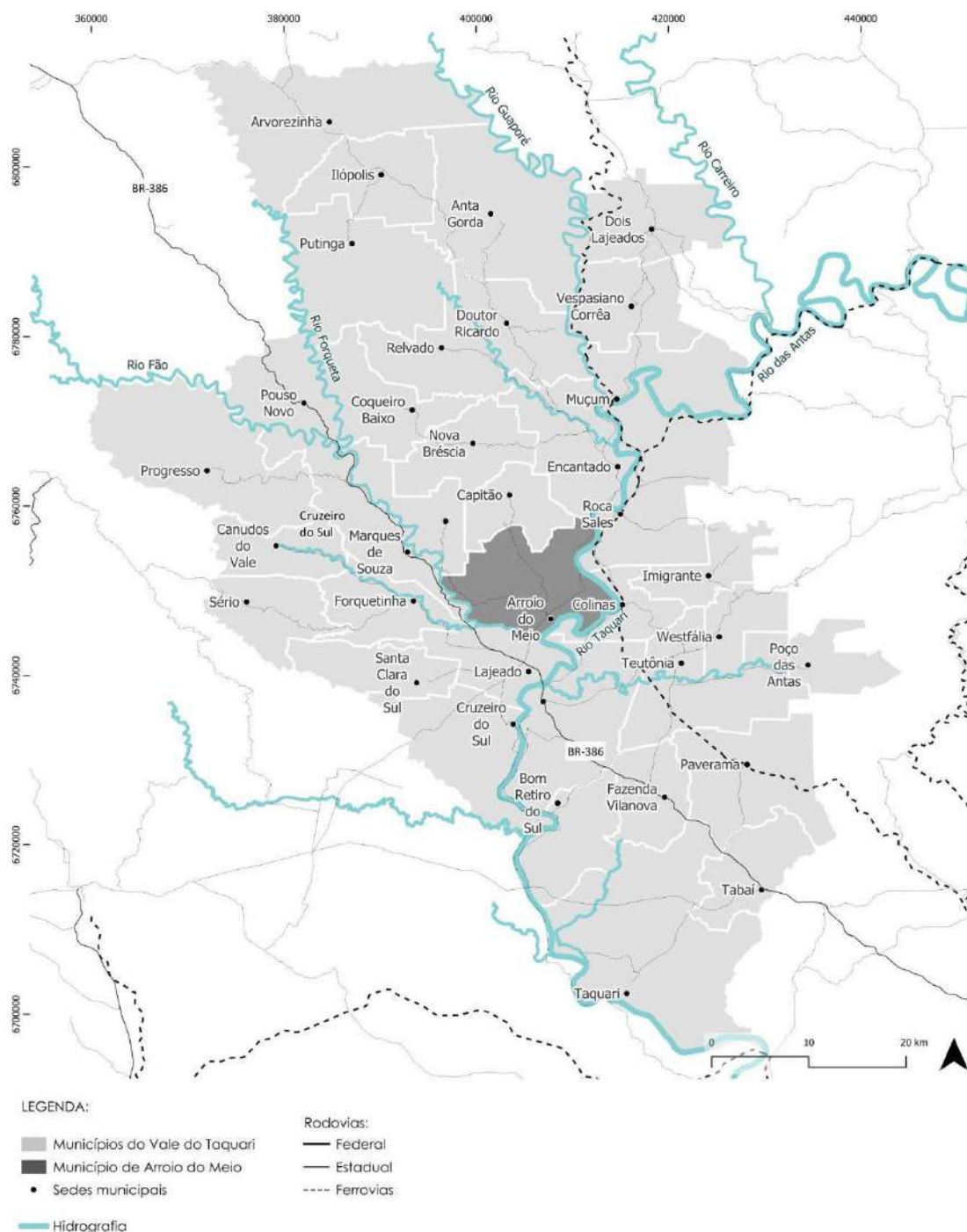
O Vale do Taquari apresenta atualmente uma população de 352.797 habitantes, concentrados em uma área de aproximadamente 4.825,81 km² (IBGE, 2022). Em 2021 o PIB per capita do Vale do Taquari chegou a R\$ 49.496,39, já o Produto Interno Bruto (PIB) da região superou R\$19 bilhões. A indústria respondia por 33% desse total, o setor de serviços por 41%, a agropecuária por 13% e a administração pública por 13% (RIO GRANDE DO SUL, 2021).

Ainda, de acordo com o Plano Estratégico de Desenvolvimento (AGOSTINI *et al.*, 2017) quanto a dimensão econômica, a região apresenta diversas potencialidades, como a diversificação produtiva no agronegócio (agricultura e pecuária), a variedade de cadeias produtivas, a forte presença do associativismo e cooperativismo, a disponibilidade de acessos rodoviários, a abundância de recursos hídricos e uma forte articulação e participação regional.

Quanto ao crescimento populacional da região nos últimos anos, houve uma significativa mudança: em 1970, 74,27% da população era rural, enquanto em 2010, 73,84% da população passou a ser urbana, praticamente invertendo os índices demográficos (IBGE, 1970; IBGE, 2022). De acordo com o Perfil Socioeconômico (2015), a região é servida por modais rodoviário, ferroviário e hidroviário, o que lhe confere uma posição estratégica favorável ao desenvolvimento socioeconômico.

Na figura 2 é possível identificar os Municípios que fazem parte do Vale do Taquari e os principais rios que compõem a hidrografia da região:

Figura 2: Mapa do Corede Vale do Taquari.



Fonte: Elaboração Equipe Planejamento Territorial Univates, com base em dados disponíveis de rodovias, hidrografia (FEPAM/SEMA, 2018) e limites municipais (IBGE, 2022).

No contexto do Vale do Taquari, o município de Lajeado é considerado o principal centro regional do Vale do Taquari, classificado como capital regional C (IBGE, 2020) e possui uma taxa de urbanização de 99,6%, superando a média nacional de 84,2% (IBGE, 2010). O Município de Arroio do Meio situa-se a cerca de 8 km de distância de Lajeado e a cerca de

122 km de Porto Alegre, capital do estado. Na figura a seguir é possível visualizar a localização do Município de Arroio do Meio no Estado do Rio Grande do Sul e sua posição em relação ao Município de Lajeado, principal centro regional, e da capital do Estado, Porto Alegre.

Figura 3: Diagrama de localização e articulação do Vale do Taquari - relação entre Arroio do Meio, Lajeado e Porto Alegre.



Fonte: Elaboração Equipe Planejamento Territorial Univates.

2.4 O Município de Arroio do Meio

Conforme publicação do IBGE (2021), Arroio do Meio está situada na Mesorregião Centro Oriental Rio-grandense, na Microrregião Lajeado-Estrela, na Região Intermediária Santa Cruz do Sul-Lajeado. Já a população do município é de 21.958 habitantes, com densidade demográfica de 139,78 habitantes por quilômetro quadrado, segundo o Censo do IBGE de 2022. Faz parte do Corede do Vale do Taquari e da Associação dos Municípios do Vale do Taquari – AMVAT.

O município está localizado às margens do Rio Taquari, a 122 km de Porto Alegre, capital do Rio Grande do Sul, e tem uma área aproximada de 157 km². Tem como limítrofes os municípios de Lajeado e Estrela ao Sul, Colinas e Roca Sales ao Leste, Encantado e Capitão

ao Norte, e por fim, Marques de Souza e Travesseiro a Oeste. O principal acesso ao município se dá pela ERS 130, que o liga ao sul com Lajeado e ao norte com Encantado e Roca Sales. Essa rodovia cruza com a BR 386 em Lajeado, e a partir deste ponto, seguindo em direção ao leste, é possível chegar à região metropolitana de Porto Alegre. Outra via de acesso é a VRS 811, que conecta Arroio do Meio ao município de Travesseiro, além da ERS 482, que faz a ligação com Capitão.

O nome "Arroio do Meio" tem origem na presença de três arroios no seu território: o Grande, o Forqueta (Rio Forqueta) e o Arroio do Meio, que está localizado entre os dois primeiros. A colonização do município começou principalmente com imigrantes de origem alemã e italiana, que se estabeleceram na área a partir da década de 1860 (PREFEITURA MUNICIPAL ARROIO DO MEIO, 2024). Arroio do Meio foi oficialmente elevado à categoria de município por meio do decreto nº 5.759, de 28 de novembro de 1934. Antes disso, fazia parte dos municípios de Lajeado e Encantado. A instalação oficial do município ocorreu no dia 2 de janeiro de 1935 (PREFEITURA MUNICIPAL ARROIO DO MEIO, 2024).

O Produto Interno Bruto (PIB⁸) do município é de R\$1.536.556.285,00, com um PIB per capita de R\$72.750,17. O Valor Adicionado Bruto (VAB⁹) alcança R\$1.120.109.713,00 (DEE-RS, 2021). Ainda, segundo os dados do Departamento de Economia e Estatística (DEE-RS, 2021), a economia local se divide entre 7% na agropecuária, 48% na indústria e 45% pelos serviços (VAB serviços, que contempla a administração pública e outros serviços) (RIO GRANDE DO SUL, 2021). A agricultura é baseada em pequenas propriedades familiares, destacando-se o cultivo de milho e soja. Na pecuária, predominam as atividades de suinocultura, avicultura e produção de leite bovino. O setor industrial é dominado por indústrias de produtos alimentícios e produtos de limpeza. Além disso, Arroio do Meio é conhecida, no Vale do Taquari, pela tradicional "Gincana", o evento mais importante da

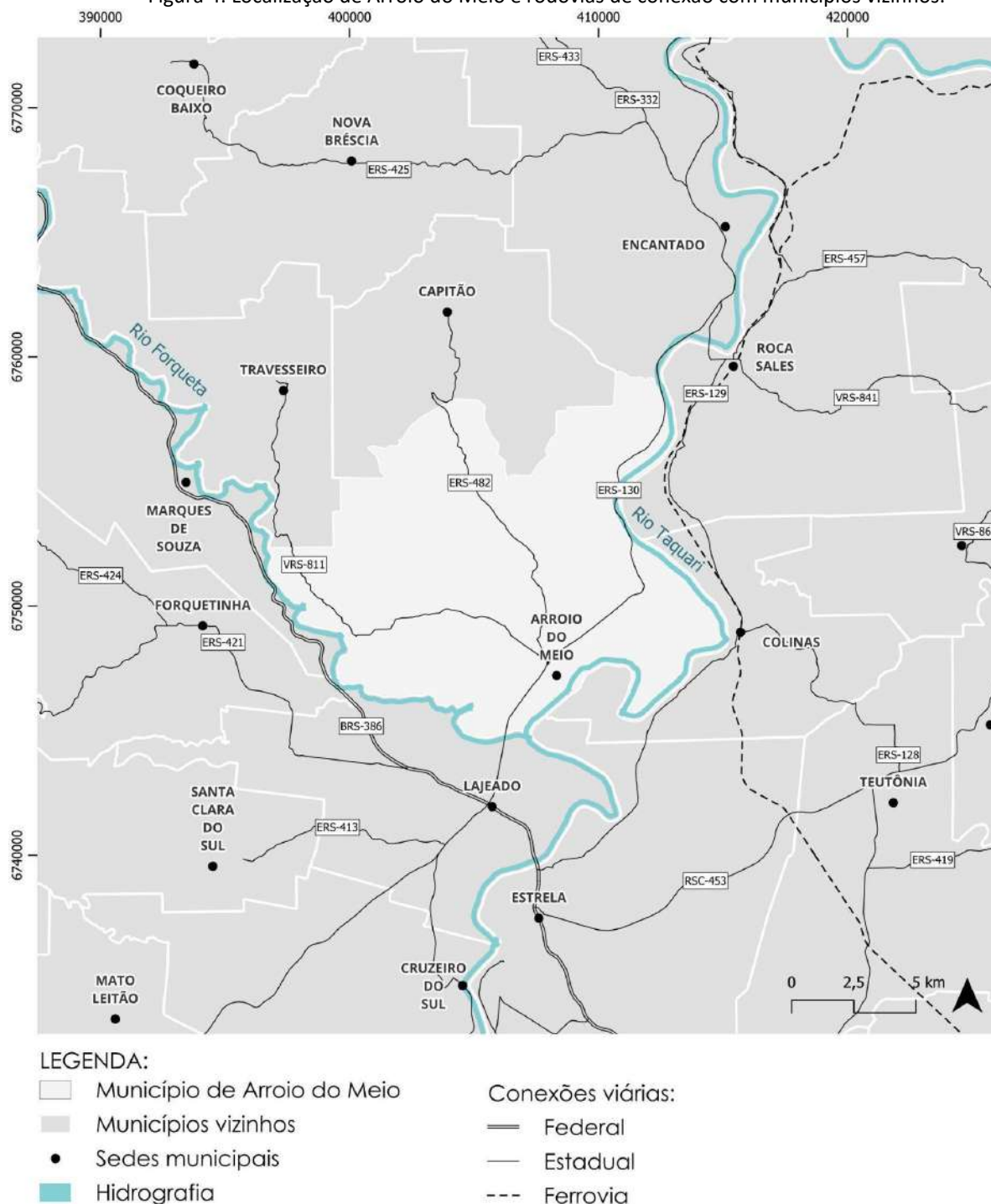
⁸ O Produto Interno Bruto (PIB) é a soma do Valor Adicionado Bruto (VAB) total e dos impostos. O VAB total é a soma do Valor Adicionado Bruto da agropecuária, da indústria e dos serviços. O VAB da administração pública já está incluído no VAB dos serviços (DEE-RS, 2021).

⁹ VAB é o valor que a atividade agrega aos bens e serviços consumidos no seu processo produtivo. É a contribuição ao Produto Interno Bruto - PIB pelas diversas atividades econômicas, obtida pela diferença entre o valor de produção e o consumo intermediário absorvido por essas atividades (DEE-RS, 2021).

cidade, que acontece, geralmente, no último final de semana do mês de maio (PREFEITURA MUNICIPAL ARROIO DO MEIO, 2024).

Na figura a seguir é possível visualizar a delimitação do Município de Arroio do Meio, bem como as principais rodovias que ligam o município aos municípios vizinhos e à cidade de Lajeado.

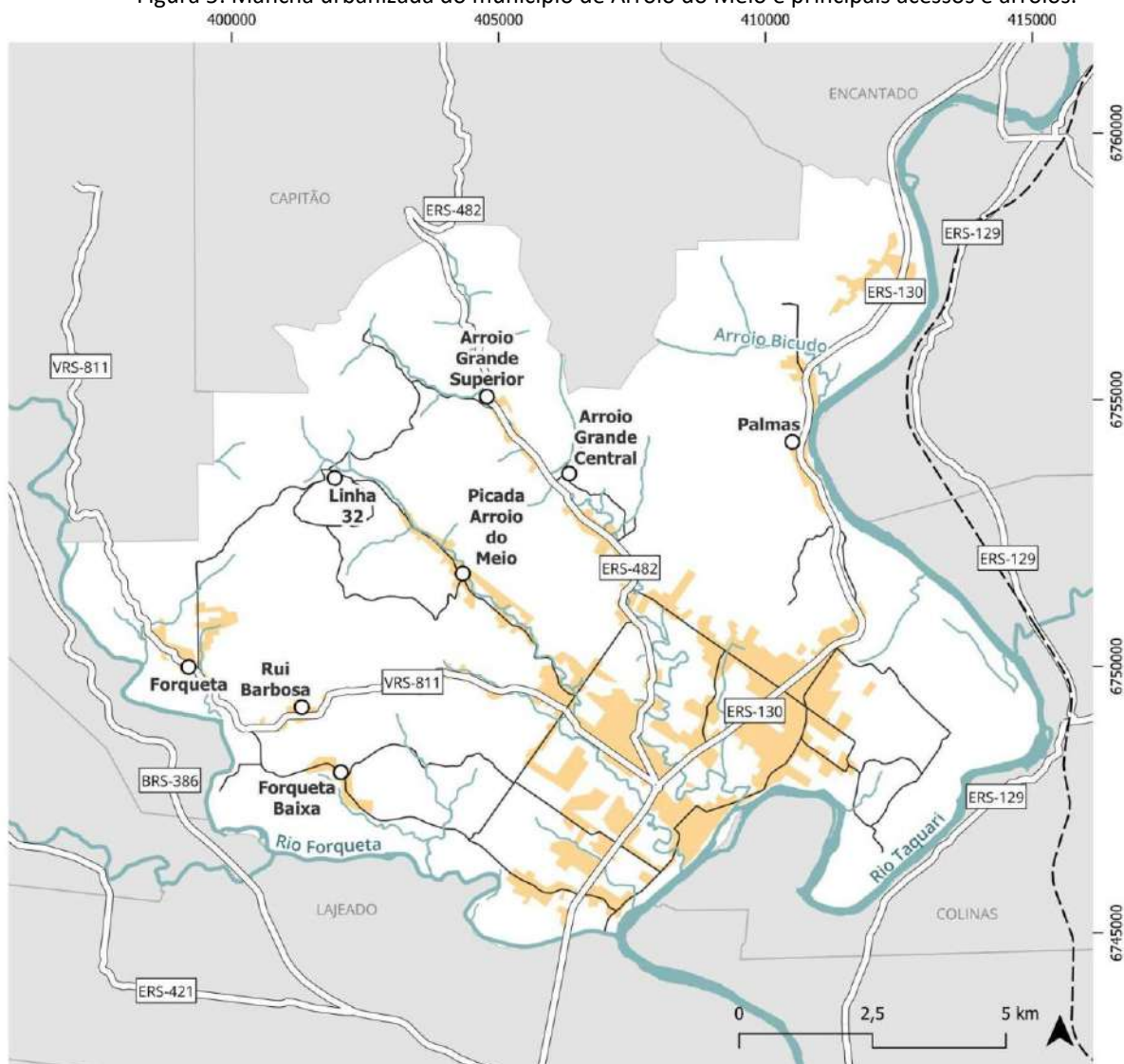
Figura 4: Localização de Arroio do Meio e rodovias de conexão com municípios vizinhos.



Fonte: Elaboração Equipe Planejamento Territorial Univates, com base em dados disponíveis de rodovias, hidrografia (FEPAM/SEMA, 2018), limites municipais (IBGE, 2022) e áreas urbanizadas (IBGE, 2019).

Já a figura 5 apresenta uma aproximação com o Município de Arroio do Meio, onde é possível identificar a mancha urbanizada, bem como as principais rodovias e cursos d'água que cortam o Município, com destaque para o Rio Taquari e o Rio Forqueta.

Figura 5: Mancha urbanizada do município de Arroio do Meio e principais acessos e arroios.



LEGENDA:

- Rodovias estaduais e federais
- Rodovias municipais
- - - Ferrovia

- Hidrografia
- Áreas urbanizadas de Arroio do Meio
- Núcleos urbanos isolados

Fonte: Elaboração própria com base em dados disponíveis de rodovias, hidrografia (FEPAM/SEMA, 2018), limites municipais (IBGE, 2022) e áreas urbanizadas (IBGE, 2019).

2.4.1 Contexto Urbano

O município de Arroio do Meio se desenvolveu ao longo das margens do Rio Taquari, Rio Forqueta, e dos arroios do Meio e Grande. Arroio do Meio apresenta uma variabilidade altimétrica entre 20 metros, cota mínima, e máxima de 559 metros, localizada no Morro Gaúcho, resultando em uma mancha urbana que se concentra principalmente nas planícies

(KREUTZ *et al*, 2020). A maior parte da área urbanizada está situada nas regiões de inundação desses rios e arroios.

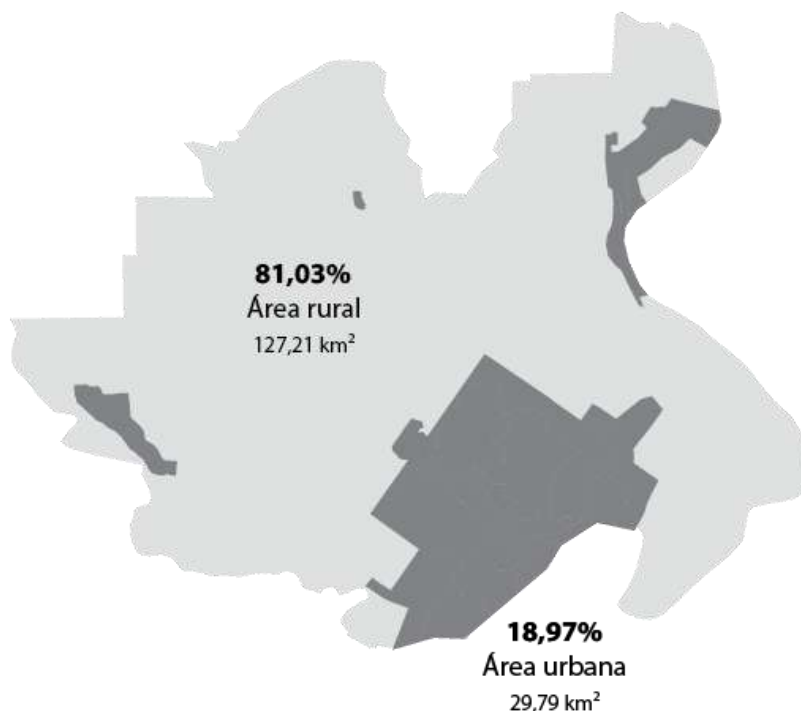
A expansão da cidade foi limitada no sentido Norte e Oeste devido ao aumento acentuado da declividade nessas direções. Esse fator geográfico confina a expansão urbana principalmente às margens do Rio Taquari e Rio Forqueta, resultando em um desenvolvimento mais concentrado ao longo das áreas de menor altitude e nas regiões planas disponíveis.

Ainda assim, o município possui 8 núcleos urbanos isolados ou localidades: Palmas, localizado próximo ao Arroio Bicudo (também conhecido como Arroio Divisa) na região Norte do município; Arroio Grande Central e Arroio Grande Superior, localizados nas margens do Arroio Grande na região Noroeste do município; Picada Arroio do Meio e Linha 32, localizados nas margens do Arroio do Meio; e por fim, Rui Barbosa, Forqueta e Forqueta Baixa, localizados à Sudoeste do município, próximos ao Rio Forqueta como pode ser observado na figura 5.

O município também conta com Áreas de Preservação Permanentes (APPs), concentradas predominantemente no entorno dos cursos d'água e nascentes presente na região, como o Rio Taquari, Arroio do Meio e Arroio Grande, além de algumas localidades onde a declividade ultrapassa 100%, localizadas na região Norte do município.

Arroio do Meio possui uma área rural equivalente a 127,21 km², o que representa cerca de 5,8 vezes a área urbana do município, equivalente a 29,79 km², considerando a área urbana definida pelo IBGE (2010). Nesse sentido, a figura a seguir espacializa o comparativo entre porcentagem de área urbana e de área rural para o Município de Arroio do Meio.

Figura 6: Diagrama comparativo entre a área urbana e a área rural de Arroio do Meio.



Fonte: Elaboração Equipe Planejamento Territorial Univates, com base em dados do IBGE (2010).

Quanto à mancha de ocupação urbana, foram utilizadas as áreas urbanizadas identificadas pelo IBGE para o ano de 2019, classificadas em áreas densas, pouco densas e loteamentos vazios. Conforme a metodologia do IBGE (2022a), áreas densas são manchas de ocupação urbana contínuas que apresentam maior proximidade entre as edificações, com poucos espaços vazios ou arborizados e grande capilaridade de vias. Comumente, apresentam arruamento bem definido, à exceção de algumas áreas de Aglomerados Subnormais¹⁰, incluem espaços de construções adjacentes sem espaço livre ao seu redor, ou com pequenos quintais. Tais áreas são mais características de centros urbanos, porém é possível também encontrar pequenas localidades com número de edificações inferior a 50 que sejam densas, segundo a sua proximidade (IBGE, 2022a).

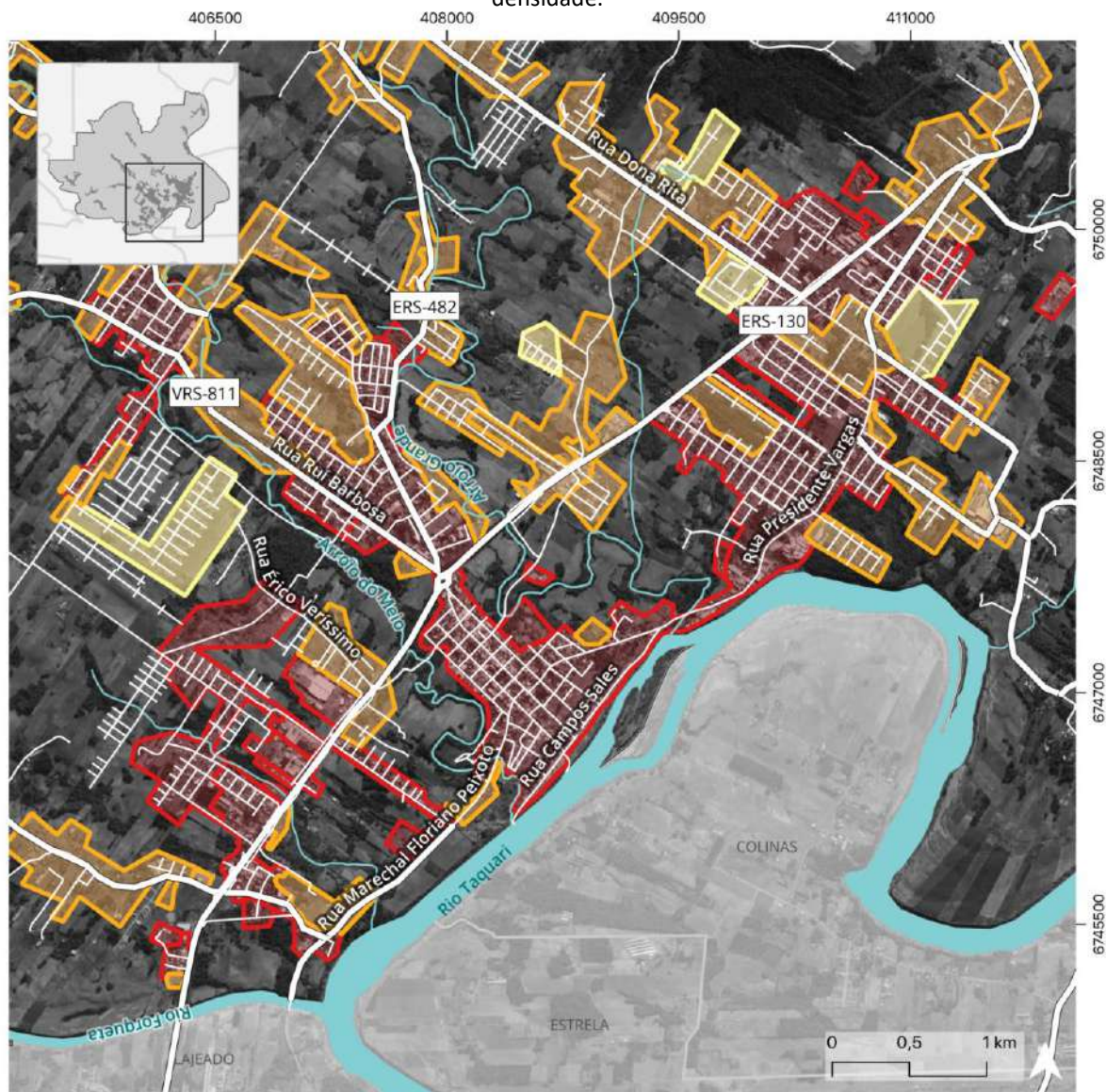
¹⁰ Antiga denominação adotada pelo IBGE (2020a, p. 5), como “formas de ocupação irregular de terrenos de propriedade alheia (públicos ou privados) para fins de habitação em áreas urbanas e, em geral, caracterizados por um padrão urbanístico irregular, carência de serviços públicos essenciais e localização em áreas que apresentam restrições à ocupação”. A nova denominação, que foi discutida amplamente pelo IBGE com movimentos sociais, comunidade acadêmica e diversos órgãos governamentais, será “Favelas e Comunidades Urbanas” (IBGE, 2024b).

Já as áreas pouco densas são caracterizadas por feições urbanas compostas por edificações espaçadas entre si (características das áreas em processo de ocupação de periferias de Cidades e de localidades afastadas dos centros urbanos) que, muitas vezes, apresentam arruamento pouco definido e sem asfaltamento, caminhos e trilhas (IBGE, 2022a).

Por fim, as áreas de loteamentos vazios são definidas como aquelas áreas alteradas pela ação antrópica, presumivelmente destinadas a serem áreas urbanizadas, com arruamentos bem definidos e delimitados (IBGE, 2022a). Nestas áreas, as edificações estão ausentes ou em quantidade insuficiente para classificação como área urbanizada pouco densa. Em termos conceituais, o IBGE (IBGE, 2022a) considera que os loteamentos vazios ainda não estabeleceram as relações que caracterizam o modo de vida urbano, não sendo considerados, portanto, como áreas urbanizadas propriamente ditas, mas sim apontam uma tendência de expansão delas. Nesse sentido, no cômputo de áreas urbanizadas, é realizado o somatório das áreas densas e pouco densas, enquanto as áreas de loteamentos vazios são apresentadas em separado.

A partir disso, na figura 7 é possível visualizar o contexto da sede urbana do Município de Arroio do Meio, onde as áreas urbanizadas mais densas dentro do perímetro urbano estão divididas em três seções, delimitadas pelos arroios “Do Meio” e “Grande”, que desembocam no Rio Taquari. Nota-se que as regiões com maior concentração populacional estão mais próximas ao rio, local onde a cidade começou a se desenvolver. A área mais densamente povoada abrange os bairros Centro (Rua Dr. João Carlos Machado) e Bela Vista (Rua Rui Barbosa), situados entre os dois arroios. Outra área de maior densidade, a nordeste do arroio Grande, inclui os bairros Aimoré e São Caetano (Rua Presidente Vargas). Além disso, destacam-se pontos de concentração populacional ao longo da VRS-811 (Bairro Rui Barbosa) e da ERS-130 (Bairro Medianeira e Barra do Forqueta).

Figura 7: Mapa ampliado da sede urbana do município de Arroio do Meio com manchas de densidade.



LEGENDA:

Áreas urbanizadas - Densidade

■ Densa

■ Loteamento vazio

■ Pouco densa

— Rodovias

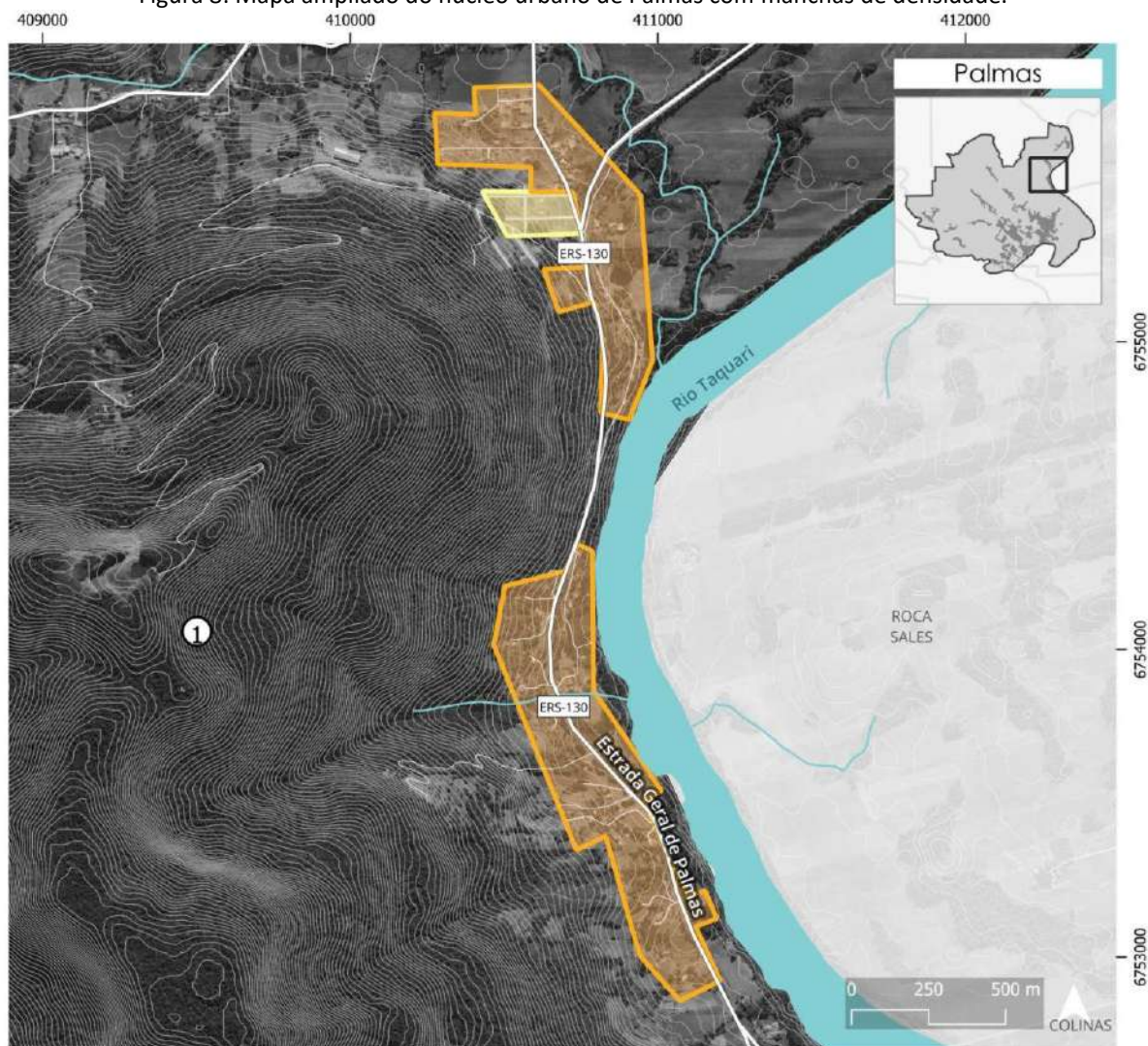
— Vias

— Hidrografia

Fonte: Elaboração Equipe Planejamento Territorial Univates, com base em dados disponíveis de rodovias, hidrografia (FEPAM/SEMA, 2018), áreas urbanizadas (IBGE, 2019) e limites municipais (IBGE, 2022).

Além da sede urbana, as figuras 8, 9 e 10 a seguir, permitem identificar os núcleos urbanos de Palmas, Forqueta e Forqueta Baixa e suas respectivas manchas de densidade.

Figura 8: Mapa ampliado do núcleo urbano de Palmas com manchas de densidade.



LEGENDA:

— Rodovias federais e estaduais

— Vias municipais

Pontos de referência:

① Morro Gaúcho

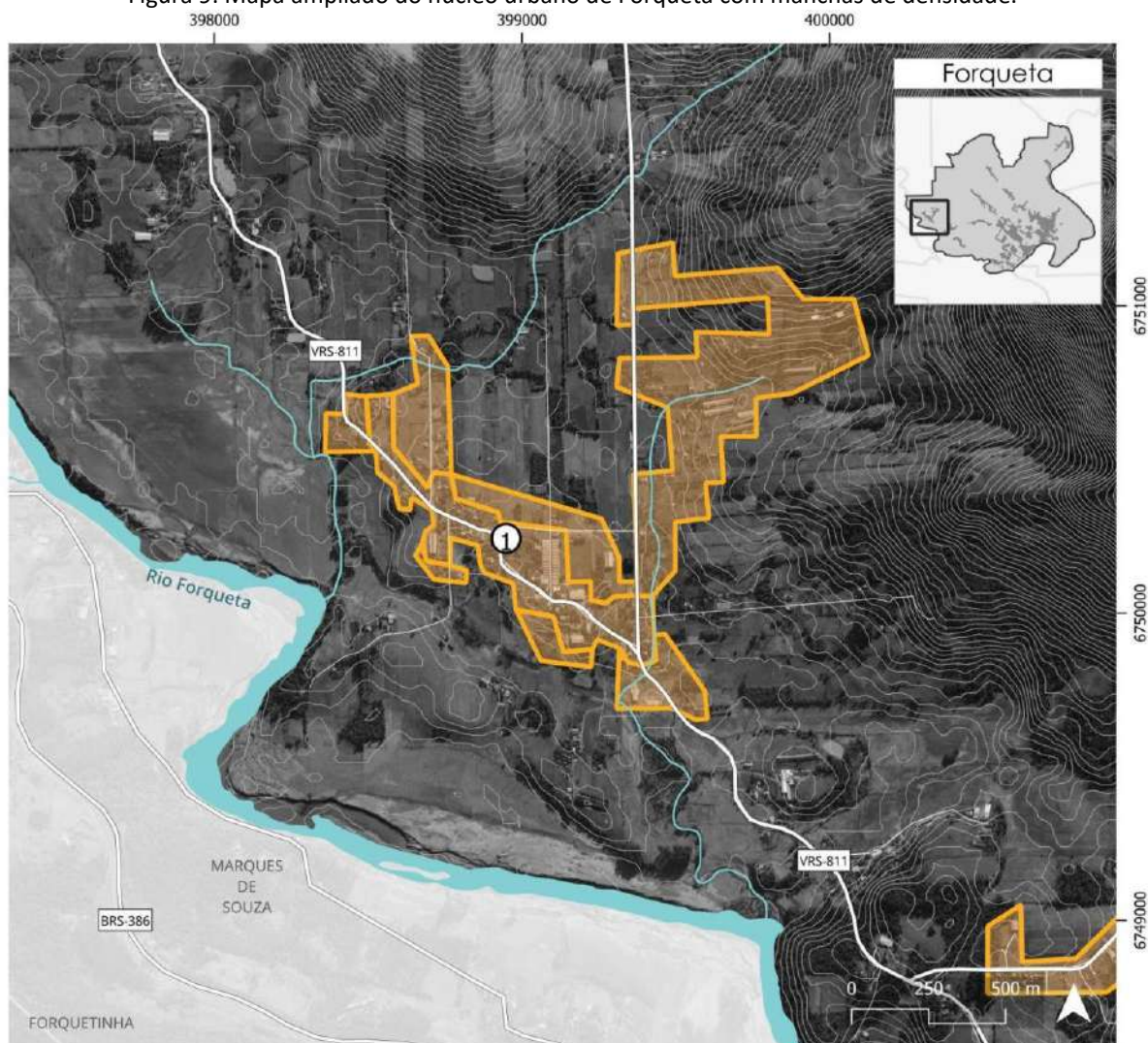
Densidade das áreas urbanizadas:

— Pouco densa

— Loteamento vazio

Fonte: Elaboração Equipe Planejamento Territorial Univates, com base em dados disponíveis de rodovias, hidrografia (FEPAM/SEMA, 2018), áreas urbanizadas (IBGE, 2019) e limites municipais (IBGE, 2022).

Figura 9: Mapa ampliado do núcleo urbano de Forqueta com manchas de densidade.



LEGENDA:

- Rodovias federais e estaduais
- Vias municipais

Pontos de referência:

- ① Subprefeitura de Forqueta

Densidade das áreas urbanizadas:

- Pouco densa

Fonte: Elaboração Equipe Planejamento Territorial Univates, com base em dados disponíveis de rodovias, hidrografia (FEPAM/SEMA, 2018), áreas urbanizadas (IBGE, 2019) e limites municipais (IBGE, 2022).

Figura 10: Mapa ampliado do núcleo urbano de Forqueta Baixa com manchas de densidade.



LEGENDA:

- Rodovias federais e estaduais
- Vias municipais

- Densidade das áreas urbanizadas:
- Pouco densa

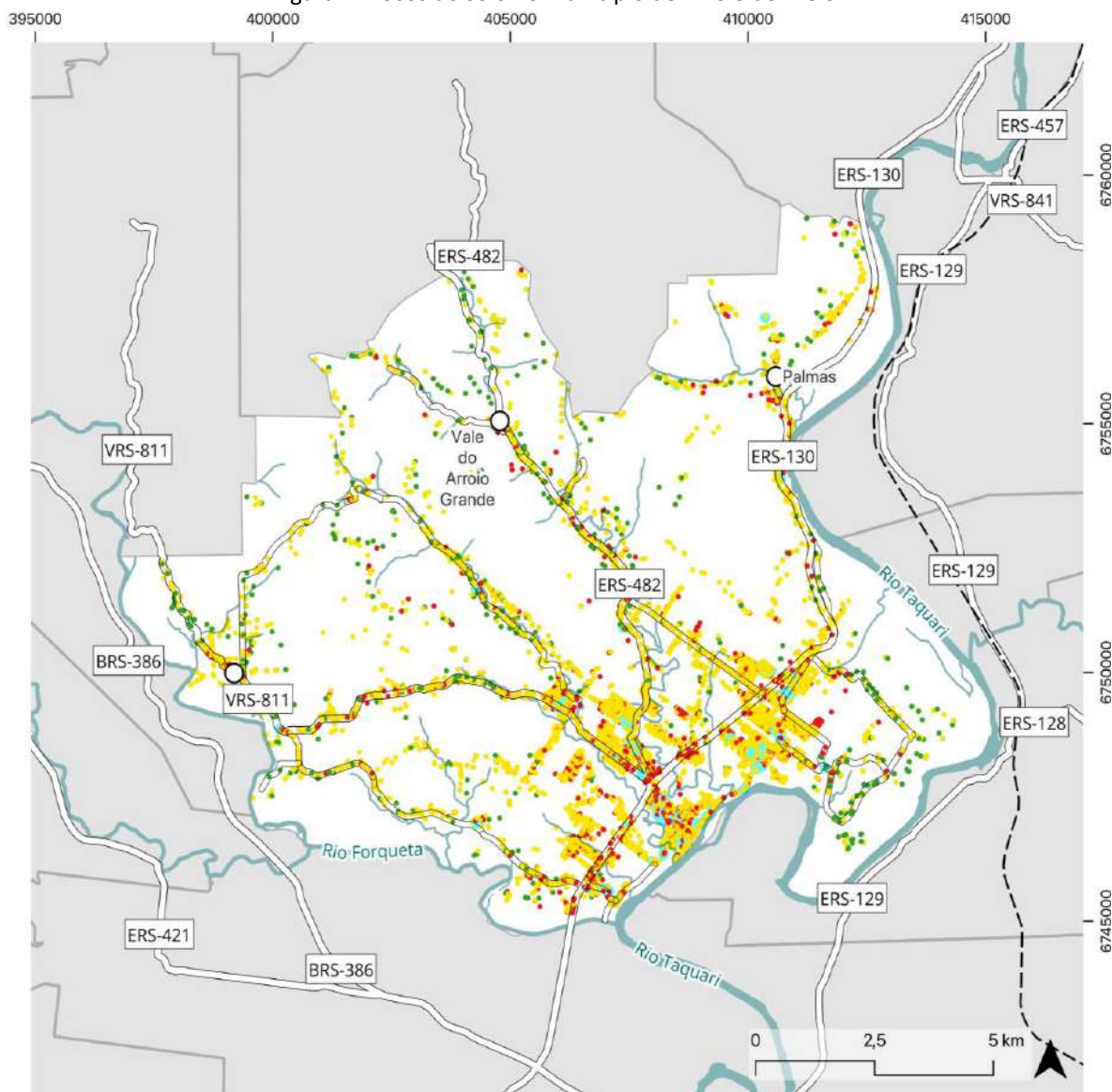
Fonte: Elaboração Equipe Planejamento Territorial Univates, com base em dados disponíveis de rodovias, hidrografia (FEPAM/SEMA, 2018), áreas urbanizadas (IBGE, 2019) e limites municipais (IBGE, 2022).

Quanto ao uso do solo, foram usados dados os endereços do Cadastro Nacional de Endereços para Fins Estatísticos - CNEFE (IBGE, 2022), que podem ser classificados conforme seus usos e permitem uma leitura sobre a distribuição de uso do solo e atividades desenvolvidas no município. Para fins de análise visual, as categorias do CNEFE foram agrupadas da seguinte forma: a) Residencial, que agrupa as categorias domicílio particular e domicílio coletivo; b) Outras finalidades, que se refere à categoria estabelecimentos de outra finalidade, representando a atividade comercial e industrial; c) Institucional, que agrega

estabelecimentos de educação, saúde e religiosos; d) Agropecuária, que se refere aos estabelecimentos agropecuários.

Analisando o mapa da figura 11, a seguir, identifica-se a predominância de atividades residenciais, institucionais e outras finalidades na área central do município próximo ao Rio Taquari e na direção leste ao longo da ERS-130.

Figura 11: Usos do solo no município de Arroio do Meio.



LEGENDA:

Espécie do endereço:

- Residencial
- Agropecuária
- Institucional
- Outras finalidades

-- Ferrovia

— Rodovias federais e estaduais

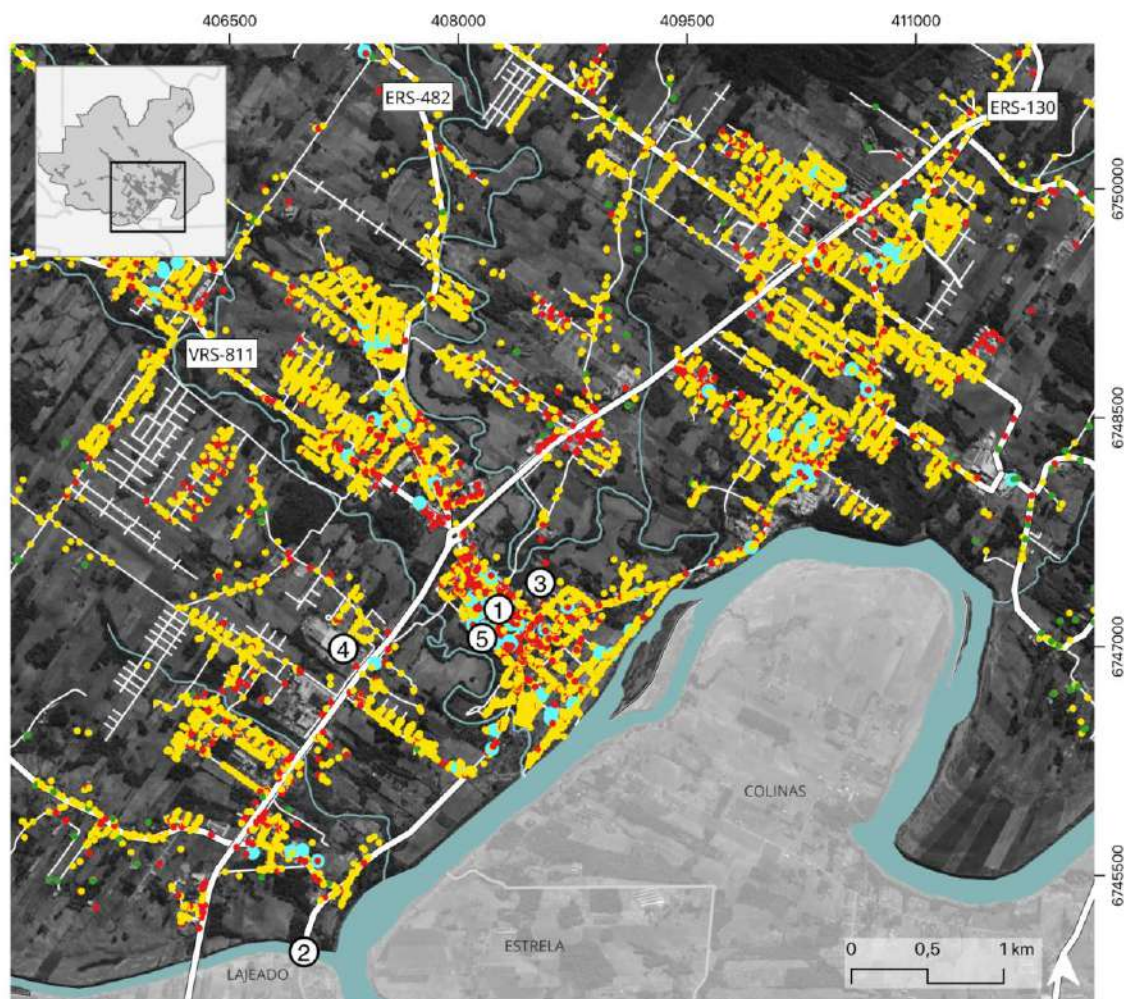
— Rodovias municipais

■ Hidrografia

Fonte: Elaboração Equipe Planejamento Territorial Univates, com base em dados do CNEFE - IBGE (2022).

Ainda na figura 11 é possível observar a concentração de atividades residenciais e de agropecuária ao longo das margens do Rio Taquari e ao longo das estradas que levam ao interior do município, Estrada Linha Umbu Forqueta Baixa, VRS-811, ERS-482, ERS-130 e Estrada Geral de Palmas.

Figura 12: Usos do solo no município de Arroio do Meio.



LEGENDA:

Espécie do endereço

- Agropecuária
- Institucional
- Outras finalidades
- Residencial

Pontos de referência

- ⑤ Hospital São José
- ④ Neugebauer Alimentos
- ③ Parque Municipal Pérola do Vale
- ② Ponte de Ferro
- ① Prefeitura Municipal

— Rodovias

— Vias

— Hidrografia

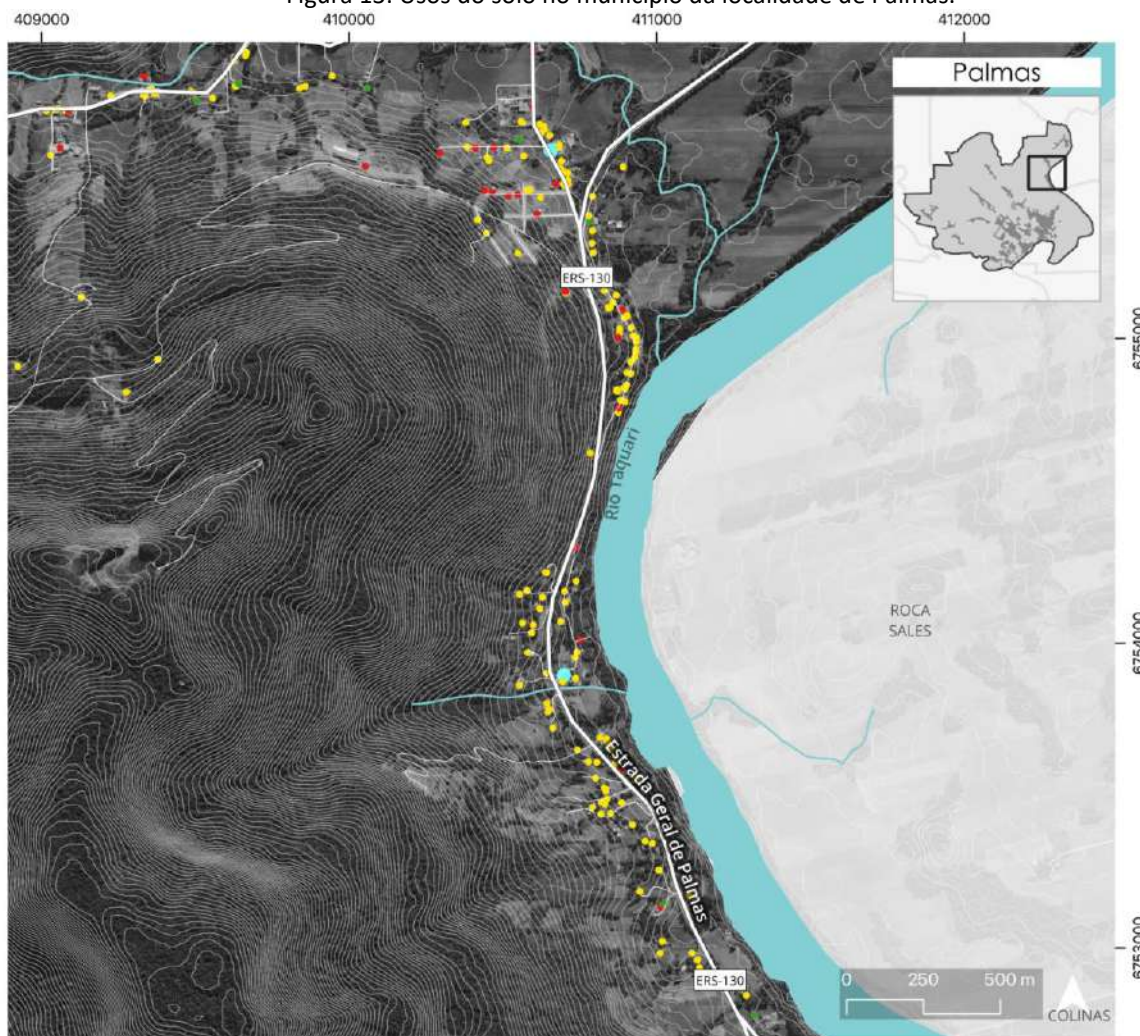
Fonte: Elaboração Equipe Planejamento Territorial Univates, com base em dados do CNEFE - IBGE (2022).

Na sede urbana, percebe-se um aglomerado maior de edificações institucionais e de outras finalidades em alguns pólos (figura 12), como na região central, próximo à Prefeitura Municipal e Hospital São José e seu entorno imediato. Encontram-se também edificações de outras finalidades mais distribuídas ao longo das vias (ERS-130 e VRS-811), as quais podem ser identificadas por meio de dados disponíveis no Open Street Map como comércios,

serviços ou indústrias de caráter mais pontual. Nota-se também a área industrial que está concentrada ao longo da ERS-130.

Já a partir das figuras 13, 14 e 15, a seguir, é possível observar o uso do solo nas localidades de Palmas, Forqueta e Forqueta Baixa. Na localidade de Palmas (figura 13) predomina o uso do solo residencial junto à ERS-130 e Estrada Geral de Palmas. Também destacam-se alguns usos agropecuários e de outras finalidades e dois registros de uso institucional.

Figura 13: Usos do solo no município da localidade de Palmas.



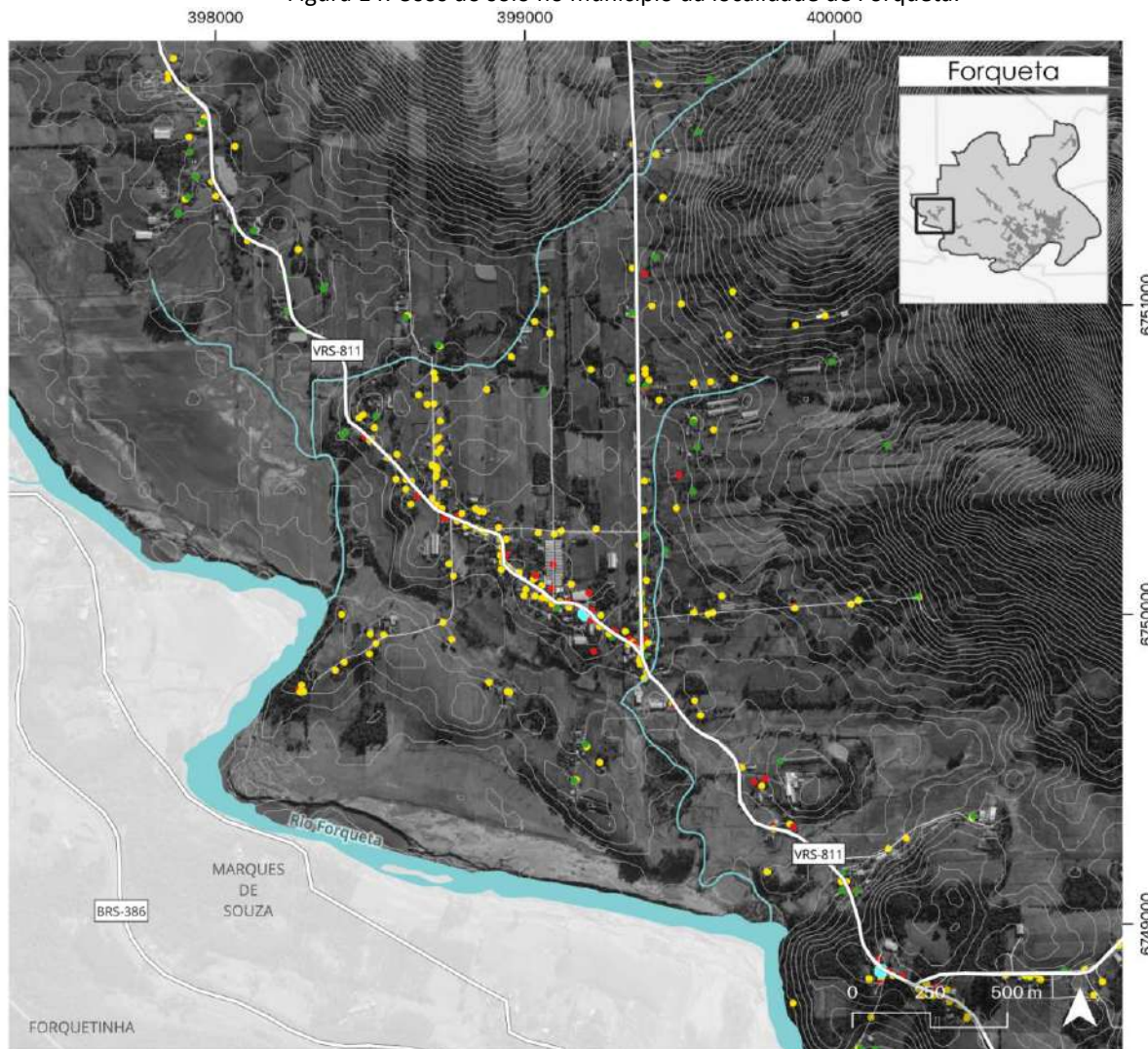
LEGENDA:

- | | |
|-----------------------|---------------------------------|
| — Espécie do endereço | — Rodovias federais e estaduais |
| • Agropecuária | — Vias municipais |
| • Institucional | |
| • Outras finalidades | |
| • Residencial | |

Fonte: Elaboração Equipe Planejamento Territorial Univates, com base em dados do CNEFE - IBGE (2022).

Na localidade de Forqueta (figura 14) também predomina o uso do solo residencial junto à VRS-811 e de maneira mais dispersa nas estradas locais onde também é possível observar o uso agropecuário. Destacam-se alguns usos de outras finalidades, principalmente ao longo da VRS-811 e um registro de uso institucional.

Figura 14: Usos do solo no município da localidade de Forqueta.



LEGENDA:

Espécie do endereço	— Rodovias federais e estaduais
• Agropecuária	— Vias municipais
• Institucional	
• Outras finalidades	
• Residencial	

Fonte: Elaboração Equipe Planejamento Territorial Univates, com base em dados do CNEFE - IBGE (2022).

Por fim, na localidade de Forqueta Baixa (figura 15) observa-se o uso do solo residencial, agropecuário e de outras finalidades distribuídas, de forma mais dispersa, ao

longo da VRS-811 e da Estrada Linha Úmbu Forqueta Baixa. Destaca-se apenas um registro de uso institucional.

Figura 15: Usos do solo no município da localidade de Forqueta Baixa.



LEGENDA:

- | | |
|----------------------|---------------------------------|
| Espécie do endereço | — Rodovias federais e estaduais |
| • Agropecuária | — Vias municipais |
| • Institucional | |
| • Outras finalidades | |
| • Residencial | |

Fonte: Elaboração Equipe Planejamento Territorial Univates, com base em dados do CNEFE - IBGE (2022).

Assim como diversos municípios do Vale do Taquari, Arroio do Meio tem enchentes frequentes, contando com mais de 10 grandes cheias desde 1873, resultando em diversos prejuízos. Até 2024, a maior cheia havia ocorrido em 1941, quando o rio Taquari atingiu a cota 34 metros no município, impacto também sentido na região metropolitana de Porto

Alegre (PREFEITURA MUNICIPAL ARROIO DO MEIO, 2024; G1, 2024). Em 1990, o município enfrentou outra grande inundação, na qual o rio atingiu a cota de 32 metros, e forçou o deslocamento de mais de 442 famílias (PREFEITURA MUNICIPAL ARROIO DO MEIO, 2024; KREUTZ *et al*, 2020).

Figura 16: Registro da inundação de 1941 em Arroio do Meio.



Fonte: Acervo fotográfico do Museu Público Municipal de Arroio do Meio, RS (2010).

Dados de eventos de inundação mais recentes confirmam que, em 2010, uma forte enxurrada fez com que o Rio Forqueta transbordasse, devastando extensas áreas agrícolas e causando falta de energia elétrica e água potável (KREUTZ *et al*, 2020).

Já em setembro de 2023, a cheia atingiu a cota 35,70; atingindo o maior nível da história até então, levando o município a decretar “estado de calamidade pública”, com a evacuação de grande parte da população em áreas de risco (PREFEITURA MUNICIPAL ARROIO DO MEIO, 2024).

Por fim, em maio de 2024, o rio superou a marca de 2023, atingindo a cota 39,60 metros (PREFEITURA MUNICIPAL ARROIO DO MEIO, 2024). Cerca de 13 mil pessoas foram impactadas direta ou indiretamente pelas enchentes, o que representa aproximadamente 65% da população do município (Jornal Cidades, 2024). As chuvas intensas também provocaram a queda da histórica Ponte de Ferro (COSTA, J., 2024), um ponto turístico local que conecta os municípios de Arroio do Meio e Lajeado. Após o evento, a ponte já foi reconstruída. Além disso, a ponte da ERS-130, situada sobre o Rio Forqueta, principal via de ligação entre Arroio do Meio, Lajeado e o restante da região e estado, também desabou, o

que prejudicou a mobilidade urbana, especialmente na região alta do Vale do Taquari. A reconstrução dessa ponte está em andamento, com previsão de conclusão para dezembro de 2024 (BONI, 2024).

Figura 17: Ponte de Ferro entre os municípios de Arroio do Meio e Lajeado levada pela enchente.



Fonte: Aldo Lopes (2024, A Hora)¹¹.

¹¹ Disponível em: <https://grupoahora.net.br/conteudos/2024/05/03/pontes-de-acesso-a-arroio-do-meio-sao-destruidas-pela-enchente/>. Acesso em: 07 out. 2024.

Figura 18: Ponte de Ferro entre os municípios de Arroio do Meio e Lajeado sendo reconstruída.



Fonte: Rafael Ferreira (2024)¹²

Figura 19: Área afetada pela enchente em maio de 2024 na Rua Campos Sales, Bairro Navegantes - Arroio do Meio.



Fonte: Lucas Brock - disponibilizado pela Prefeitura Municipal.

¹² Disponível em: <https://www.moneyreport.com.br/brasil/ponte-no-vale-do-taquari-e-reconstruida/>. Acesso em: 07 out. 2024.

Figura 20: : Edificações afetadas pela enchente em maio de 2024 na Rua Coronel Adolfo Zimmermann, Bairro Centro - Arroio do Meio.



Fonte: Lucas Brock - disponibilizado pela prefeitura municipal.

Figura 21: Área afetada pela enchente em maio de 2024, Rua Dr. João Carlos Machado, Bairro Navegantes (pavilhão da antiga Indústria de Balas Wallérius) - Arroio do Meio



Fonte: Lucas Brock - disponibilizado pela prefeitura municipal.

2.4.2 Contexto Físico e Ambiental

A seguir estão apresentados aspectos físicos e ambientais do Município de Arroio do Meio, incluindo especificações do clima predominante, as unidades de paisagem, a geomorfologia e os tipos de solo e aspectos dos recursos hídricos.

2.4.2.1 Clima

O Plano Estratégico do Vale do Taquari (AGOSTINI *et al.*, 2017) aponta que a dinâmica das massas de ar e as variações de altitude influenciam fortemente no clima do Vale do Taquari. A região é afetada pela Massa de Ar Polar Atlântica, que ao interagir com as Massas Tropicais Atlântica e Continental, formam frentes frias que causam as chuvas predominantes durante o inverno. No verão, as massas de ar Tropical Atlântica e Continental dominam, trazendo calor e umidade que favorecem chuvas rápidas e localizadas (AGOSTINI *et al.*, 2017).

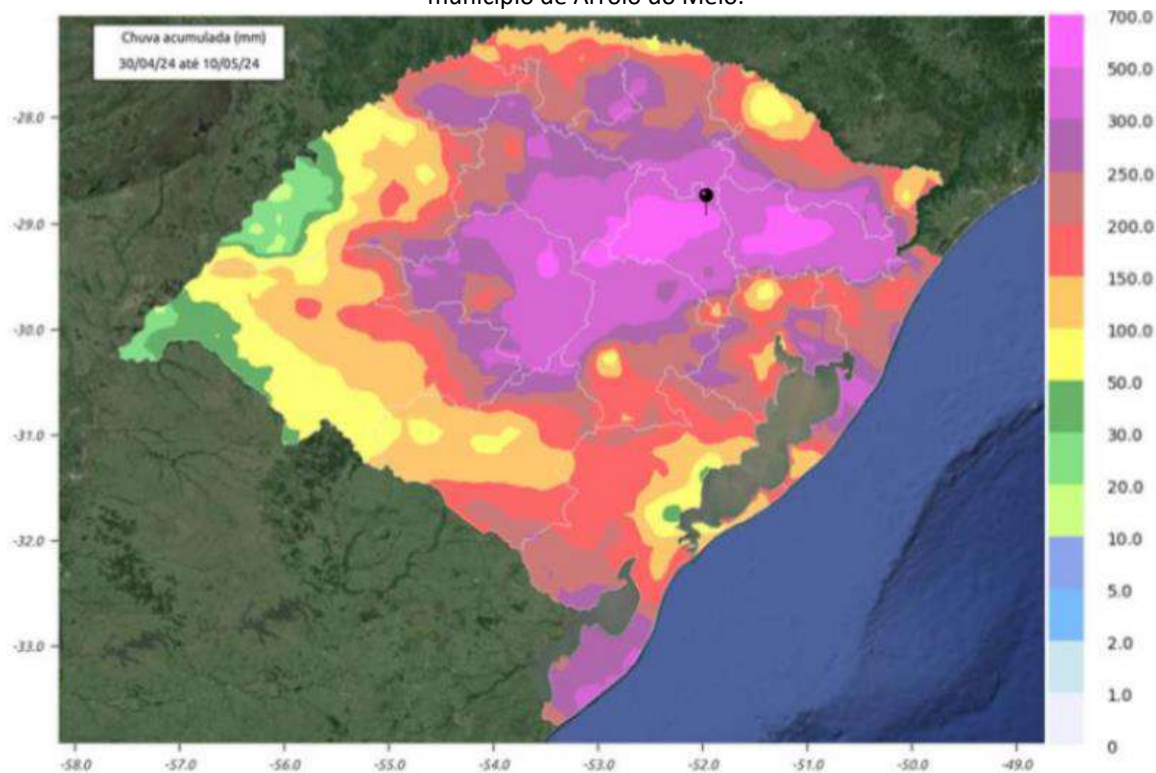
De acordo com o sistema de classificação de Köppen (2016) que considerou o período de análise de dados de 1980 a 2016, Arroio do Meio no Vale do Taquari, é enquadrado na classificação climática CFA, clima subtropical com verão quente, que se caracteriza por apresentar chuva durante todos os meses do ano e possuir a temperatura média do mês mais quente superior a 22°C e a do mês mais frio superior a 3°C. De acordo o Atlas Climático da Região Sul do Brasil (WREGE *et al.*, 2012), os meses de maior umidade relativa do ar na região do município são maio e junho, onde a porcentagem varia de 80% a 82%.

Com relação às precipitações, o Estado apresenta uma distribuição relativamente equilibrada das chuvas ao longo de todo o ano, em decorrência das massas de ar oceânicas que penetram no território. O volume de chuvas, no entanto, é diferenciado. Ao sul a precipitação média situa-se entre 1.299 e 1.500 milímetros e, ao norte a média está entre 1.500 e 1.800 (RIO GRANDE DO SUL, 2022).

No ano de 2023, de acordo a Nota Meteorológica do INMET (Instituto Nacional de Meteorologia) “Balanço de inverno/2023 no Brasil”, a precipitação acumulada entre os dias 21 de junho e 21 de setembro de 2023 em Arroio do Meio chegou em torno de 600mm, período marcado por chuvas e temporais constantes devido à passagem de frentes frias e ocorrência de ciclones extratropicais, gerando inundações e devastando grande parte da cidade.

Na figura 22 é possível observar as precipitações no evento extremo de 30 de abril de 2024 a 10 de maio de 2024, onde a cidade teve um acumulado de chuva de 500 mm, uma diferença significativa de mais de 1/4 do volume da média anual que é de 1700 a 1800 mm (EMATER/RS-ASCAR, 2024).

Figura 22: Chuva acumulada (mm) de 30/04/2024 a 10/05/2024, no Rio Grande do Sul, com demarcação do município de Arroio do Meio.



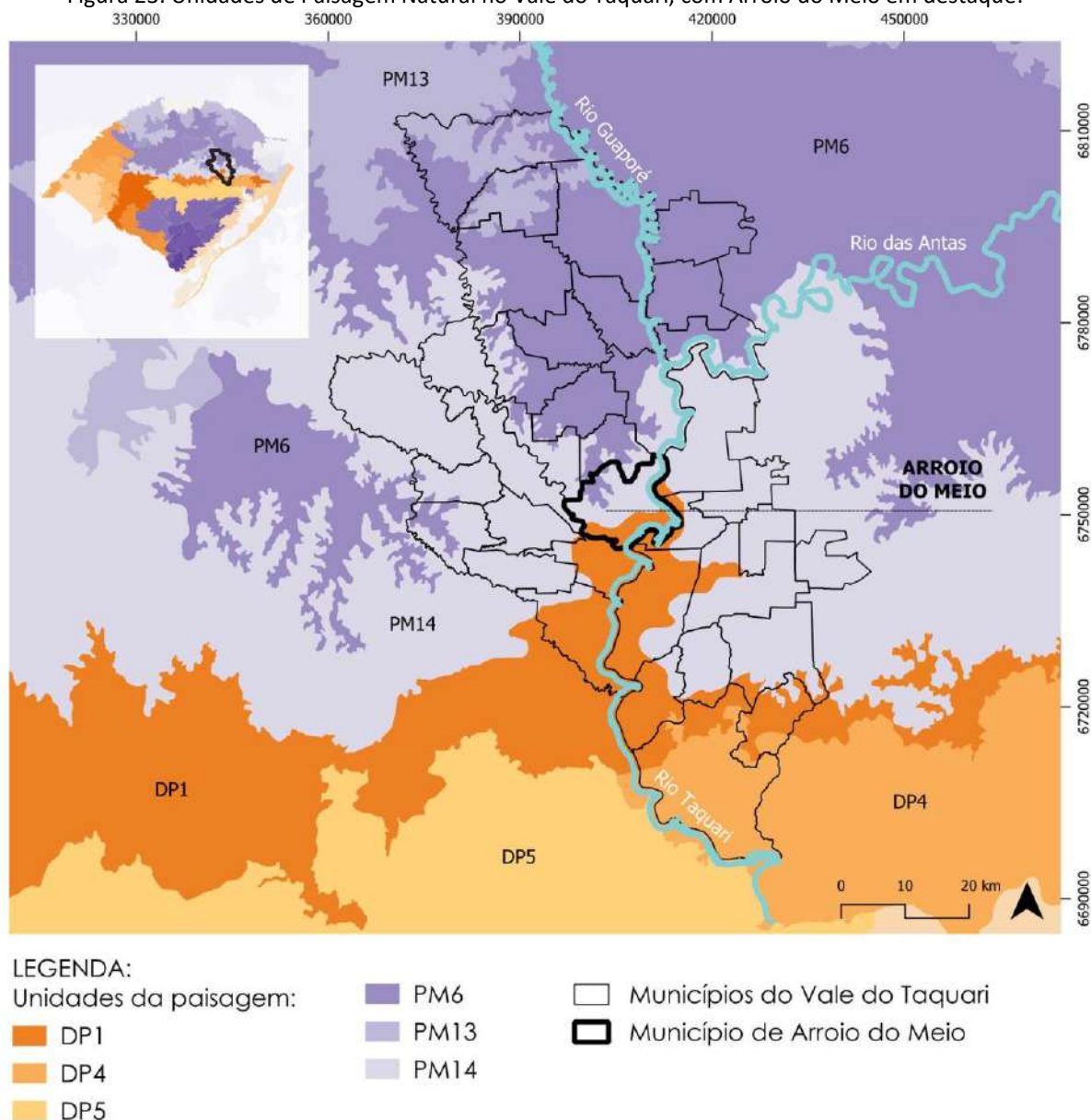
Fonte: INMET (2023), adaptado pela Equipe de Planejamento Territorial Univates.

2.4.2.2 Unidades de Paisagem Natural

Uma Unidade de Paisagem considera os atributos abióticos, bióticos e antrópicos (Bertrand, 1978; Bolós, 1981 apud OLIVEIRA, S.N. *et al.*, 2007), ou seja, efetua uma síntese cartográfica dos diferentes temas que compõem a paisagem, como: geologia, clima, geomorfologia, pedologia, vegetação e uso da terra (MARTINS *et al.*, 2002 apud OLIVEIRA, S.N. *et al.*, 2007).

No Rio Grande do Sul, as Unidades de Paisagem Naturais (UPN) foram estabelecidas pela FEPAM (2010a, 2010b). Sua nomenclatura foi definida com base na localização no território estadual, dividindo-se em cinco grupos: Planalto Meridional (PM); Depressão Central (DP); Planície Costeira (PL); Planalto da Campanha (PC); e Planalto ou Escudo Sul Rio-Grandense (PS). O Vale do Taquari, situado no encontro da Depressão Central com o Planalto Meridional, abrange tanto Unidades de Paisagem relacionadas à Depressão Central quanto ao Planalto Meridional.

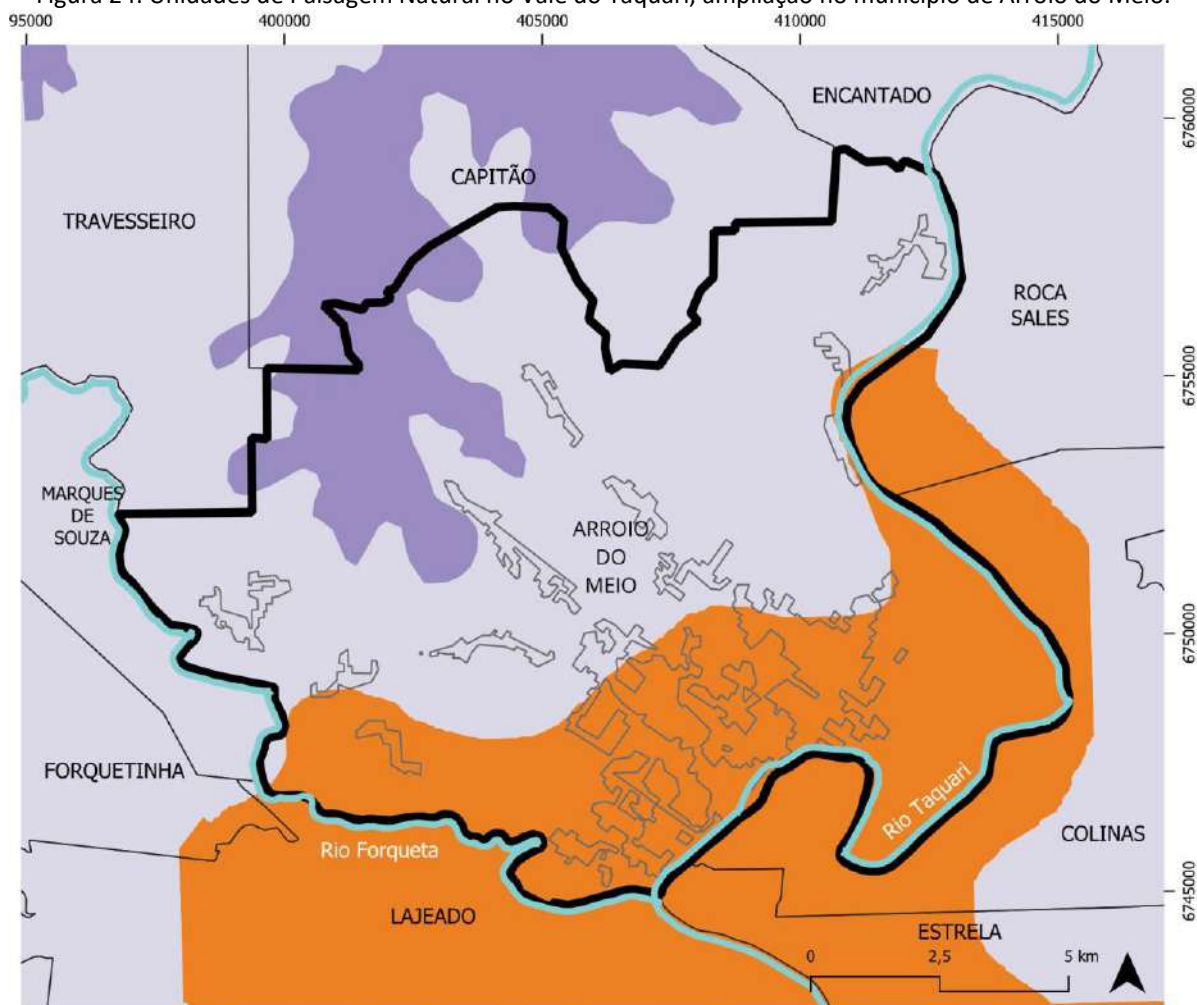
Figura 23: Unidades de Paisagem Natural no Vale do Taquari, com Arroio do Meio em destaque.



Fonte: Elaboração Equipe Planejamento Territorial Univates, com base nas Unidades de Paisagem Natural disponibilizadas pela FEPAM.

O território de Arroio do Meio é formado, predominantemente, pela UPN PM14, que corresponde à região do Planalto dos Campos Gerais, além de uma porção no sul e leste do território ser formado pela UPN DP1, correspondente a uma região de planície situada ao norte do rio Jacuí, conforme é possível observar no mapa apresentado na figura 24. Além disso, uma pequena parcela ao noroeste do território é formada pela UPN PM6.

Figura 24: Unidades de Paisagem Natural no Vale do Taquari, ampliação no município de Arroio do Meio.



LEGENDA:

Unidades da paisagem:

- DP1
- PM6
- PM14

Fonte: Elaboração Equipe Planejamento Territorial Univates, com base nas Unidades de Paisagem Natural disponibilizadas pela FEPAM

De acordo com a SEMA (2010), a unidade de Paisagem PM14 corresponde à região do Planalto dos Campos Gerais, caracterizada pela escarpa sul da Serra Geral, que faz a transição entre o planalto e a depressão central. Esta área da UPN apresenta uma vegetação predominante de Floresta Estacional Decidual e altitudes que variam de 50 a 600 metros, com uma topografia acidentada.

Já a Unidade de Paisagem DP1, com base no Zoneamento Ambiental da Silvicultura da SEMA (2010), abrange uma região de planície situada ao norte do rio Jacuí, na Depressão Central, desde Santa Maria até as proximidades de Porto Alegre. Originalmente coberta por

Floresta Estacional de Terras Baixas, a área possui uma topografia plana, com altitudes variando de 0 a 100 metros e morros testemunhos que alcançam até 400 metros. Atualmente, a vegetação original foi quase completamente substituída por cultivos, com destaque para o cultivo de arroz nas várzeas. Em relação à fauna e flora, identifica-se, respectivamente, cinco espécies ameaçadas de extinção e presença de cactáceas e algumas plantas raras. Ressalta-se que a UPN-DP1 se caracteriza por relevos planos e baixas altitudes.

A Unidade de Paisagem PM6, de acordo com o Zoneamento Ambiental da Silvicultura da SEMA (2010) abrange a região do Planalto dos Campos Gerais, caracterizada principalmente pela presença da Floresta Ombrófila Mista e a Floresta Estacional Decidual, que se encontram em vales encaixados de rios, como os das bacias do Taquari e Antas. A região inclui nascentes dos rios Jacuí e Taquari-Antas, com matas de araucária e vales bem encaixados, com altitudes variando entre 200 e 1000 metros.

Ressalta-se que a DP1 e a PM6 se diferem principalmente na geomorfologia. Enquanto a DP1, por exemplo, se caracteriza por relevos planos e baixas altitudes, a PM6 é caracterizada pela presença de vales e altitudes mais altas. Esse contraste entre as UPN citadas mostra uma peculiaridade do Vale do Taquari, que é justamente a transição entre esses dois tipos de paisagem.

Em Arroio do Meio, de acordo com a plataforma InfoSanbas, que utiliza dados do Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária (INCRA) e da Fundação Nacional dos Povos Indígenas (FUNAI), não há nenhum registro de terra indígena e nenhuma área de assentamento de reforma agrária. No entanto, existe um quilombo certificado pela Fundação Cultural Palmares - Quilombo São Roque, situado no Morro São Roque, na localidade de Palmas, Figura 25.

Figura 25: Localização Quilombo São Roque certificado pela Fundação Cultural Palmares no município de Arroio do Meio.



Fonte: Assentamentos de Reforma Agrária - INCRA/Terras Indígenas - FUNAI/Territórios Quilombolas - INCRA

Referente aos sítios arqueológicos, os primeiros registros no município de Arroio do Meio foram realizados na década de 1960. Em 1965, o arqueólogo Dr. Pedro Ignácio Schmitz, do Instituto Anchietano de Pesquisas (IAP) da Universidade do Vale do Rio dos Sinos (Unisinos), em São Leopoldo, RS, conduziu incursões na área, catalogando os sítios RS-27, RS-28, RS-29 e RS-30. Posteriormente, em 2004, o Laboratório de Arqueologia da Univates registrou o sítio arqueológico RS-T 113. Atualmente, cinco sítios arqueológicos estão cadastrados e catalogados no Banco de Dados do Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional (IPHAN) no município de Arroio do Meio. Nestes sítios, foram encontrados vestígios da cultura material das sociedades que ali viveram, incluindo cerâmicas e artefatos líticos. O sítio RS-30 é atribuído a grupos de Caçadores e Coletores, enquanto os sítios RS-27, RS-28, RS-29 e RS-T 113 estão associados a sociedades Guarani. Nessas áreas, foi encontrada a cultura material produzida pelos antigos habitantes (KREUTZ *et al*, 2020). Vale destacar que, após as enchentes de maio de 2024, novos materiais arqueológicos foram descobertos em outros municípios da região; entretanto, até o momento, nenhum novo material foi encontrado no território de Arroio do Meio.

2.4.2.3 Geologia e geomorfologia

A Geologia é uma ciência interdisciplinar que lida com o estudo da Terra, incluindo a sua composição, estrutura, propriedades físicas, origem e evolução da vida, ambientes e

exploração de recursos naturais, entre eles: petróleo, gás, minérios e água subterrânea. Em seu nível mais fundamental, a Geologia é o estudo dos processos que levaram às mudanças e ciclos que a Terra experimentou desde a sua formação (CASTRO, s.d.). Já a geomorfologia trata da análise quantitativa das características do relevo de bacias hidrográficas e sua associação com o escoamento (CASTRO, s.d.).

2.4.2.3.1 Geologia

A Bacia do Paraná configura-se como uma extensa depressão situada na porção centro-leste do continente Sulamericano, identificada como sinéclise paleozóica, intracratônica, preenchida, no seu centro geométrico, por até aproximadamente 6.000 m de sedimentos. Estendendo-se pelo Brasil, Paraguai, Uruguai e Argentina, a bacia apresenta um formato alongado na direção entre Norte e Nordeste (N-NE). A coluna estratigráfica da Bacia do Paraná conta com cinco supersequências deposicionais principais, cujas idades são associadas ao Siluriano, Devoniano, Permo-Carbonífero, Triássico e Juro-Cretáceo. O preenchimento sedimentar da bacia é essencialmente siliciclástico, com expressão vulcanossedimentar relativa à supersequência juro-cretácea (MILANI *et al.*, 2007).

No município de Arroio do Meio a Formação Serra Geral desponta como principal substrato litológico, como delimita CPRM (2006). Essas rochas representam as sequências mais superficiais da influência gondvânica na Bacia do Paraná, relacionadas ao início da fragmentação do supercontinente (ALMEIDA, 1969). Assim, a Formação Serra Geral é produto de um dos mais imponentes eventos de magmatismo fissural já registrados no planeta. As rochas vulcânicas compreendidas por essa unidade apresentam um conjunto de composições variáveis, sendo essencialmente básicas, mas com substancial registro de termos intermediários a ácidos. Os pacotes de rochas resultantes desse processo têm espessuras significativas, da ordem de 800 m. Essas rochas possuem alto grau de coesão e textura fina, e entre elas podem ocorrer níveis amigdaloides, brechados, arenitos intertrápicos ou mesmo sedimentos vulcanogênicos, com comportamentos hidráulico e geomecânico distintos das rochas propriamente vulcânicas, sendo menos coesivas e mais permeáveis.

A área de estudo é predominantemente recoberta pela Fácies Gramado, dentro da unidade litoestratigráfica já mencionada. As rochas abrangidas por essa subdivisão são

constituídas de derrames basálticos granulares finos a médios de cor cinza com horizontes vesiculares preenchidos por zeolitas e carbonatos; apresentam estruturas de fluxo e são comuns intertraps de arenitos Botucatu (CPRM, 2006) (Figura 26). Local e subordinadamente, pode haver ocorrências de rochas que representam a Fácies Caxias da Formação Serra Geral, compostas principalmente por Riodacitos, embora, por questões de escala, isso não seja abordado pela referência utilizada.

Figura 26: Rochas encontradas na região de Arroio do Meio.

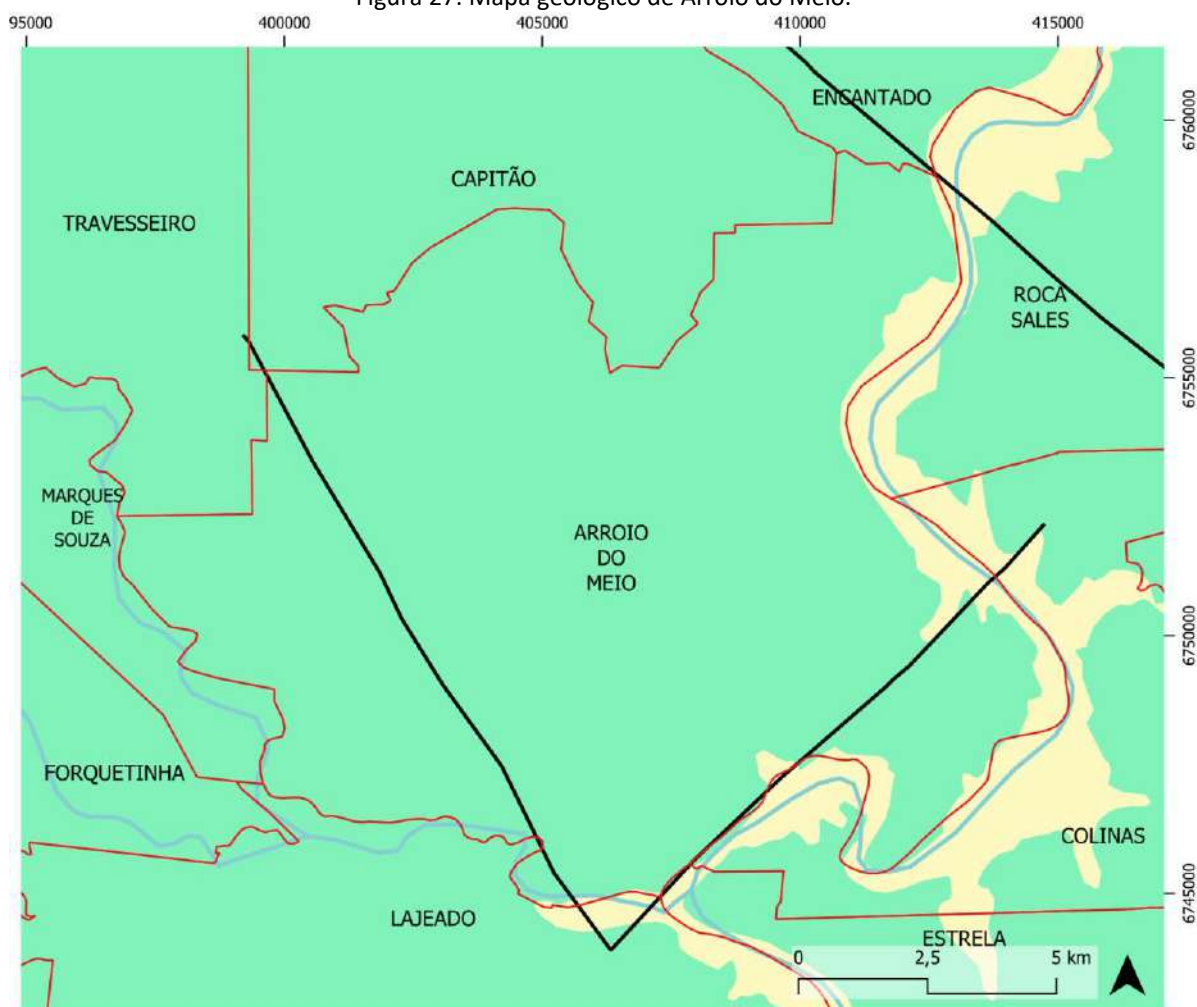


Fonte: Acervo pessoal Tiago Fischer (2017).

Adicionalmente, nas margens, planícies de inundação e calhas dos grandes sistemas fluviais contíguos à área observam-se, segundo CPRM (2006) depósitos aluviais de areia grossa a fina.

A figura 27, a seguir, ilustra o mapa com a disposição física dessas unidades em relação aos limites municipais de Arroio do Meio. Verifica-se que, ao longo do Rio Taquari predominam os Depósitos aluvionares, já no restante do território do município o predomínio é da Formação Serra Geral - Fácies Gramado.

Figura 27: Mapa geológico de Arroio do Meio.



LEGENDA:

Litologia

Depósitos aluvionares

Formação Serra Geral - Fácies Gramado

Estrutura

Curso d'água

Fonte: Elaboração Equipe Planejamento Territorial Univates, com base em CPRM (2006).

2.4.2.3.2 Geomorfologia

Conforme JUSTUS *et al.* (1986), a área está inserida no Domínio Morfoestrutural das Bacias e Coberturas Sedimentares, correspondente a um planalto do tipo monoclinal, cuja inclinação aponta para oeste, apresentando uma amplitude altimétrica de cerca de 1.200 m, a leste, e 100 m, a oeste.

As diferentes feições geomorfológicas observadas nesse domínio obedecem principalmente às condicionantes estruturais e modelados de dissecação. Os relevos resultantes são mais homogêneos em direção ao Rio Uruguai, em uma vasta superfície

composta por discretas colinas e topos planos, enquanto, para leste, salientam-se acidentes mais pronunciados, com intensa dissecação, esculpidos essencialmente pela rede de drenagem. Dentre as três regiões geomorfológicas individualizadas neste domínio, responsáveis pela arquitetura dos relevos planálticos, impõe-se, na área de estudo, a Região Geomorfológica Planalto das Araucárias, ocupando uma área de cerca de 61.300 km².

As formas de relevo dessa região morfológica foram esculpidas especialmente em rochas efusivas ácidas da Formação Serra Geral, que ocorrem normalmente capeando as rochas efusivas básicas que correspondem, geralmente, aos relevos mais conservados dessa região geomorfológica. Em áreas mais restritas, os modelados de dissecação do relevo se desenvolveram em rochas efusivas básicas, geralmente resultando em formas de relevo mais dissecadas. Outras vezes, posicionadas nas partes basais das vertentes escarpadas que ocorrem nas bordas dessa região geomorfológica, as formas de relevo se desenvolvem em arenitos da Formação Botucatu, entre outras unidades adjacentes.

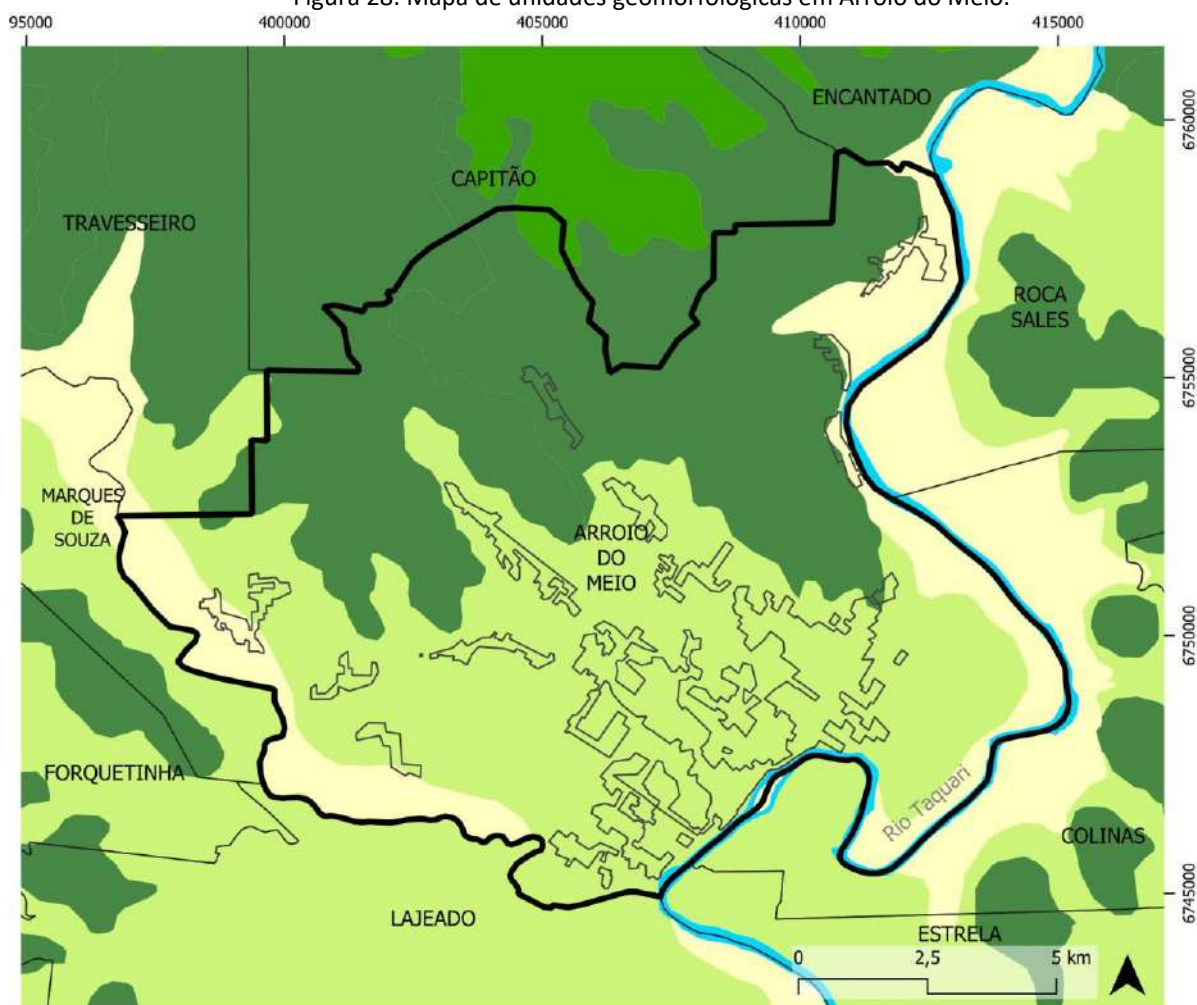
No mapa da figura 28 é possível visualizar que a Unidade Geomorfológica (UG) predominantemente no Município de Arroio do Meio é a Serra Geral, constituída pelos terminais escarpados abruptos do Planalto dos Campos Gerais. As formas de relevo apresentam-se bastante abruptas com vales fluviais bem aprofundados (muitas vezes superiores a 400 m de desnível) e muitos topos de morros angulares ou estreitos. As declividades encontradas nessa UG podem chegar a 50,6%, com média em 27,2% (OLIVEIRA *et al.*, 2015).

Ainda, a parcela do território ao centro-sul é abrangida pela UG Patamares da Serra Geral, que corresponde aos terminais mais rebaixados do planalto das araucárias, como testemunhos do recuo da linha de escarpa. Onde o entalhamento fluvial é muito profundo, ou próximo a rebaixamentos topográficos, é possível visualizar os arenitos da Formação Botucatu aflorando nos perfis estratigráficos. As formas de relevo são principalmente colinas com pequeno aprofundamento dos vales fluviais, formas de relevo que apresentam forte controle estrutural e, localizadamente, ocorrem formas planares.

Por fim, ao longo das margens do Rio Taquari, bordejando o limite leste do município, bem como em uma faixa a oeste do território, registra-se a UG Planícies Alúvio-Coluvionares, representada por superfícies planas, posicionadas no nível inferior da bacia. A altitude média

desse compartimento é de 24 m e 90% da área de planície apresenta declividades inferiores a 6,42%, com média de 2,2% (OLIVEIRA *et al.*, 2015).

Figura 28: Mapa de unidades geomorfológicas em Arroio do Meio.



LEGENDA:

□ Áreas urbanizadas de Arroio do Meio

Unidades geomorfológicas

Planícies Alúvio-coluvionares

Patamares da Serra Geral

Planalto dos Campos Gerais

Serra Geral

Corpo d'água continental

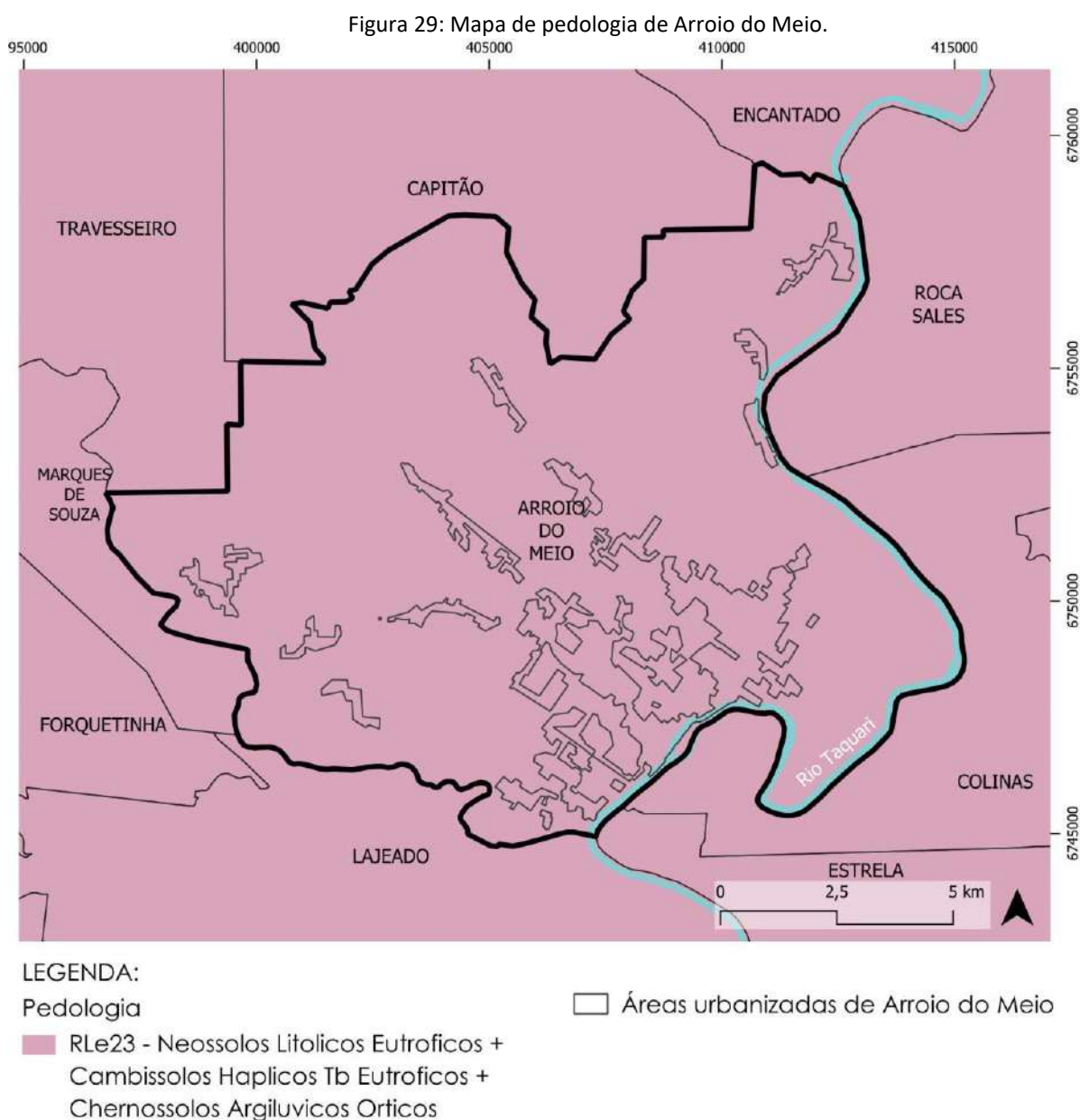
Fonte: Elaboração Equipe Planejamento Territorial Univates, com base em dados do IBGE (2023).

2.4.2.4 Tipos de solos

A Pedologia é a ciência da gênese, morfologia e classificação dos solos. Busca compreender a interação entre os fatores e processos de formação do solo e sua influência nos atributos morfológicos, físicos, químicos e mineralógicos (PEREIRA *et al.*, 2019). A interação dos diferentes fatores dá origem aos processos pedogenéticos, que, de acordo

com a intensidade com que atuam, são responsáveis pela variabilidade dos tipos de solo na paisagem (PEREIRA *et al.*, 2019).

No município de Arroio do Meio, é identificado um tipo de solo conforme apresentado no mapa da figura 29. O tipo de solo predominante é o RLe23 - Neossolos Litólicos Eutróficos + Cambissolos Háplicos Tb Eutróficos + Chernossolos Argilúvicos Órticos.



Fonte: Elaboração Equipe Planejamento Territorial Univates, com base em dados de solos da Embrapa (SANTOS *et al.*, 2011).

Neossolos Litólicos Eutróficos compreendem solos rasos, em que geralmente a soma dos horizontes sobre a rocha não ultrapassa 50 cm, estando associados normalmente a relevos mais declivosos (EMBRAPA, 2021). Cambissolos Háplicos Tb Eutróficos são solos

fortemente, até imperfeitamente, drenados, rasos a profundos, de cor bruna ou bruno-amarelada, e de alta a baixa saturação por bases e atividade química da fração coloidal (EMBRAPA, 2021). Por fim, Chernossolos Argilúvicos Órticos se caracterizam por apresentar um horizonte A escuro, rico em matéria orgânica, sobre um horizonte B com acúmulo de argila. Além disso, possui uma profundidade rasa, sendo menor que 30 cm (EMBRAPA, 2021).

Os Neossolos, segundo Jacomine (2009), são solos constituídos por material mineral, não hidromórficos, ou por material orgânico pouco espesso, que não apresentam alterações expressivas em relação ao material originário devido à baixa intensidade de atuação dos processos pedogenéticos. São solos pouco desenvolvidos que não apresentam horizonte B diagnóstico. Possuem sequência de horizontes A–R, A–C–R, A–Cr–R, A–Cr, A–C, O–R ou H–C. A qualidade de “litólicos”, segundo o autor, denota que esses solos possuem horizonte A ou hístico, assentados diretamente sobre a rocha, sobre horizonte Cr e/ou sobre material com 90% (por volume) ou mais de sua massa constituída por fragmentos de rocha com diâmetro maior que 2 mm, apresentando um contato lítico ou fragmentário dentro de 50 cm da superfície do solo.

Segundo CPRM (2010), os solos residuais encontrados no Município de Arroio do Meio são férteis, com elevado teor de bases permutáveis, principalmente cálcio e magnésio. Apresentam resistência natural à erosão devido ao alto grau de floclação das argilas, à homogeneidade estrutural e à alta porosidade e permeabilidade.

Na figura 30, a seguir, é possível visualizar os tipos de solo presentes no Município de Arroio do Meio.

Figura 30: Tipos de solos encontrados em Arroio do Meio.



Neossolo Litólico

Cambissolo Háptico

Chernossolo Argilúvico

Fonte: EMBRAPA (2006).

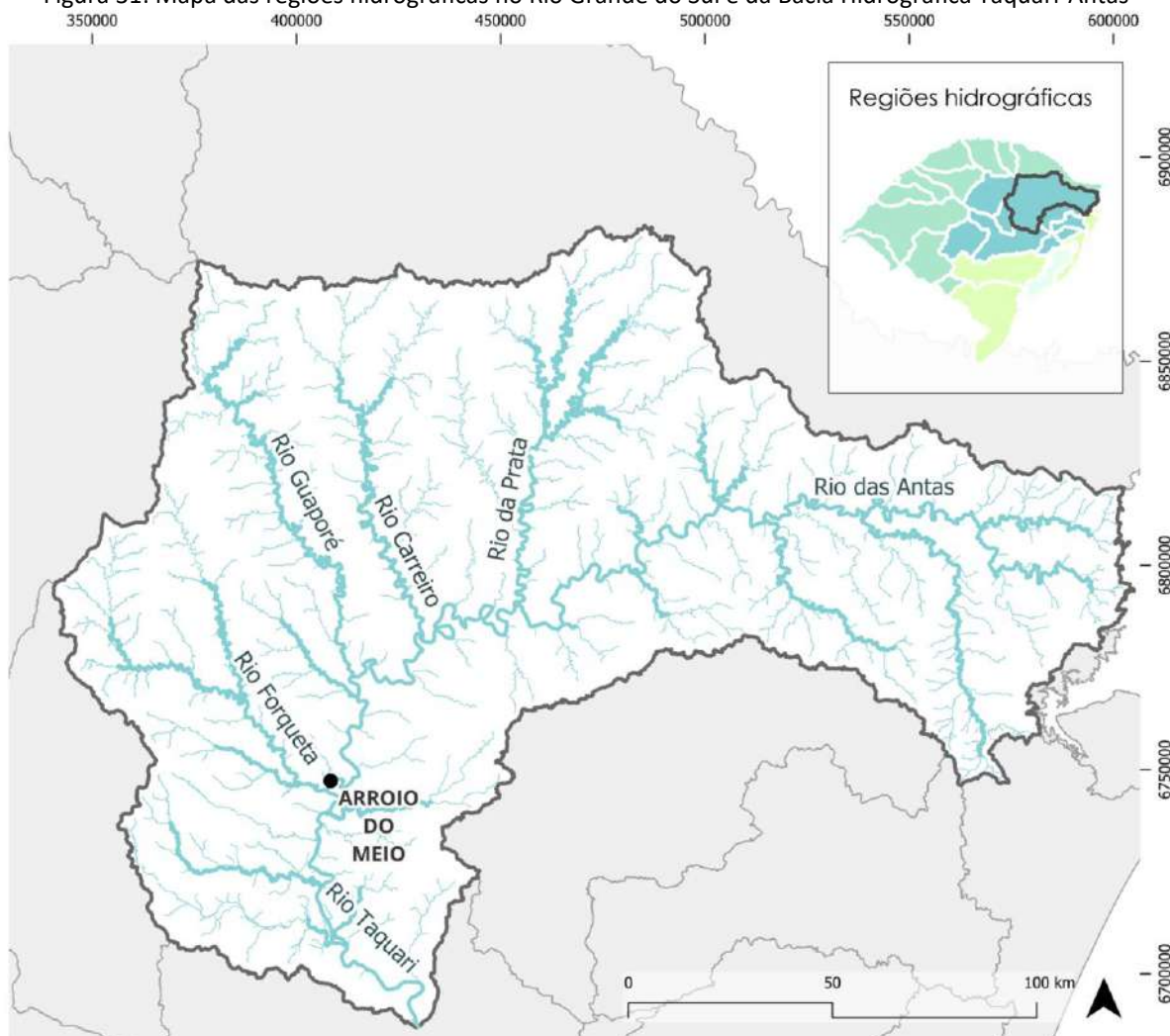
2.4.2.5 Recursos hídricos

A hidrologia é a ciência que trata da água na terra, sua ocorrência, circulação e distribuição, suas propriedades físicas e químicas e sua relação com o meio ambiente, incluindo sua relação com a vida. Diante da sua amplitude e complexidade, a hidrologia foi compartimentada, sendo objeto de estudo por especialidades como meteorologia, oceanografia, limnologia, ecologia e hidrogeologia. Atualmente, a hidrologia preocupa-se, basicamente, com os aspectos quantitativos da fase terrestre do ciclo hidrológico (GALDINO; VICTORIA, 2014).

Recurso hídrico, por sua vez, é toda água proveniente da superfície ou subsuperfície da Terra, e que pode ser empregada em um determinado uso ou atividade, podendo também passar a ser um bem econômico. Todo recurso hídrico é água, mas nem toda água é recurso hídrico (FERREIRA, 2022).

O estado do Rio Grande do Sul é composto por três Regiões Hidrográficas, como é possível observar no mapa da figura 31, sendo: a Região Hidrográfica da Bacia do Guaíba, a Região Hidrográfica da Bacia do Rio Uruguai, e a Região Hidrográfica das Bacias Litorâneas. No mapa, em destaque, está a Bacia Hidrográfica Taquari-Antas, com seus principais cursos hídricos: Rio Taquari, Rio das Antas, Rio Forqueta, Rio Guaporé, Rio Carreiro e Rio da Prata.

Figura 31: Mapa das regiões hidrográficas no Rio Grande do Sul e da Bacia Hidrográfica Taquari-Antas



LEGENDA:

Bacias hidrográficas:

□ Bacia hidrográfica Taquari-Antas

□ Outras bacias hidrográficas

■ Hidrografia

● Localização do município de Arroio do Meio

Regiões Hidrográficas:

■ Região Hidrográfica da Bacia do Guaíba

■ Região Hidrográfica da Bacia do Rio Uruguai

■ Região Hidrográfica das Bacias Litorâneas

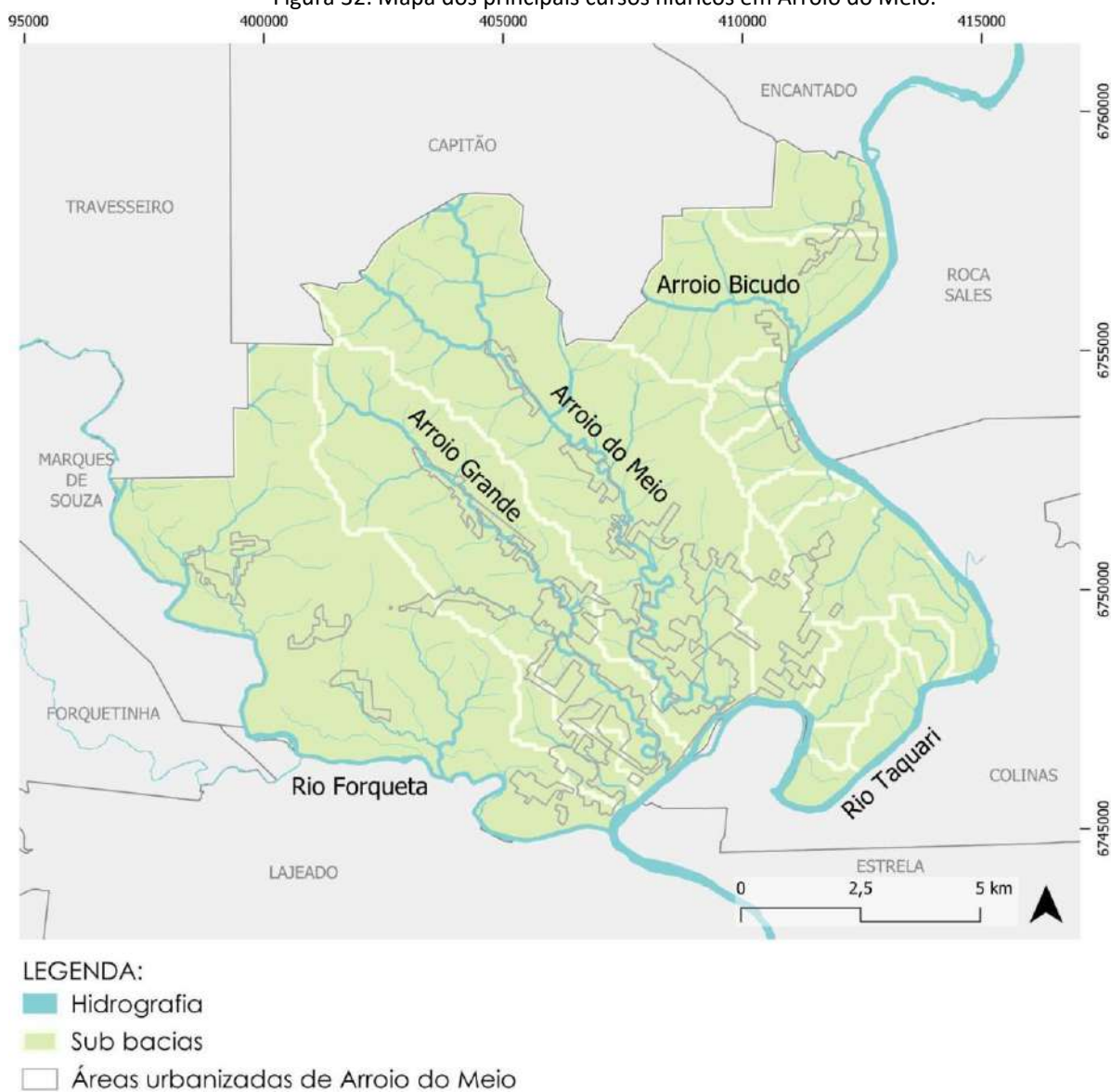
Fonte: Elaboração Equipe Planejamento Territorial Univates, com base em dados de hidrografia da FEPAM/SEMA (2018).

Já no mapa da figura 32, está apresentada uma aproximação com o Município de Arroio do Meio onde é possível visualizar os principais arroios que permeiam o município, sendo: Arroio Bicudo (também conhecido como Arroio Divisa), Arroio do Meio, Arroio Grande, além do Rio Forqueta na divisa sul do município e do Rio Taquari a Leste.

Dos cursos hídricos citados, o Arroio do Meio e o Rio Forqueta são os que possuem a maior extensão dentro do município, cortando o município até desembocarem no Rio

Taquari, com sub-bacias de 42,68 Km² e 40,36 Km² dentro do território de Arroio do Meio. Além do Rio Taquari que tangencia o Município em seu limite leste.

Figura 32: Mapa dos principais cursos hídricos em Arroio do Meio.



Fonte: Elaboração Equipe Planejamento Territorial Univates, com base em dados de hidrografia da FEPAM/SEMA (2018).

2.4.2.6 Uso e cobertura do solo

A expressão “uso e cobertura do solo” pode ser entendida como sendo a forma pela qual o espaço está sendo ocupado pelo homem (ECKHARDT *et al.*, 2008). Ainda, de acordo com o MapBiomas¹³, o estudo e mapeamento dessas características, revela as

¹³ Disponível em: <https://brasil.mapbiomas.org/>. Acesso em: 12 de ago. de 2024.

transformações do território por meio da ciência e torna acessível o conhecimento sobre a cobertura e o uso da terra, possibilitando a busca da conservação e o manejo sustentável dos recursos naturais, como forma de combate às mudanças climáticas.

Novos dados do MapBiomas revelam que, até 1985, o Brasil já havia perdido 20% de suas áreas naturais. Nos 39 anos seguintes (1985-2023), essa perda se ampliou para mais 13% do território, o que equivale a 110 milhões de hectares, totalizando 33% em 2023. As perdas nesse período recente são alarmantes, representando 33% de toda a transformação causada pela ação humana desde o início da colonização europeia até 2023. Áreas naturais incluem vegetação nativa, superfícies de água e áreas não vegetadas naturais, como praias e dunas. Metade dessa perda (55 milhões de hectares) ocorreu na Amazônia. A rapidez e a extensão da mudança na cobertura e uso do solo são fatores que aumentam o risco climático em todas as regiões do Brasil.

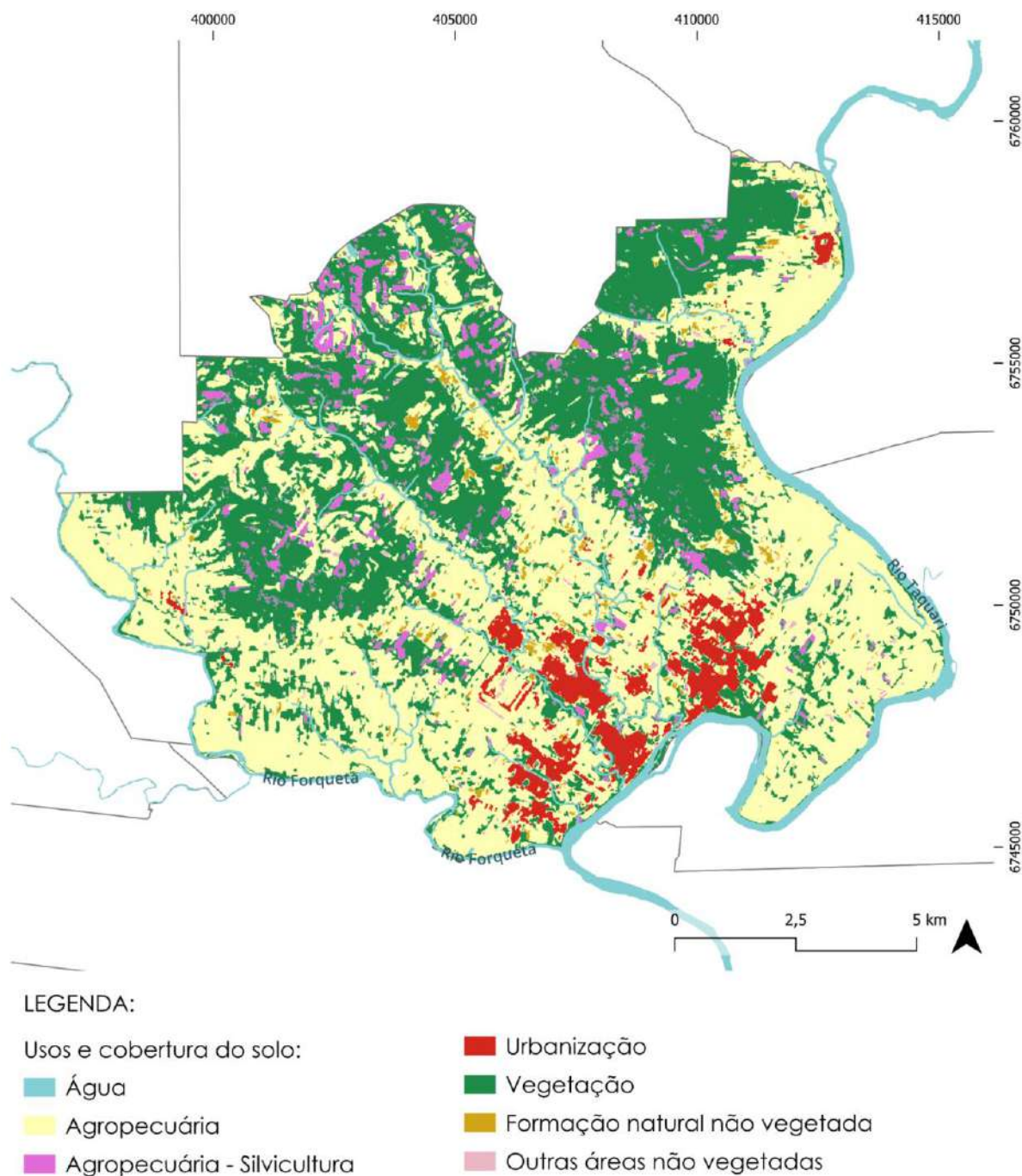
No Vale do Taquari, Rempel *et al.* (2015) classificam o uso e cobertura do solo do em 10 classes: Floresta Estacional Decidua, Floresta Ombrófila Mista, Floresta Industrial, Vegetação Secundária, Campos (nativos e antrópicos), Agricultura, Solo Exposto, Água, Áreas Urbanas e banhados.

Na figura 33, é possível identificar no mapa de uso e cobertura do solo (elaborado com dados do Projeto MapBiomas para o ano de 2022) de Arroio do Meio, a predominância de Vegetação (37,33%) na região norte do município. Já as áreas de Agropecuária (56,35%), que englobam a silvicultura e outras classes (soja e outras lavouras temporárias), que permeiam toda área, no entanto, se encontram de forma mais concentrada nas planícies ao longo do Rio Taquari, Rio Forqueta, Arroio Grande e Arroio do Meio (Água 2,20%). Na região sul, também junto à margem do rio, está a área de urbanização (4,12%) do município. Ao longo de todo o território podem ser identificadas pequenas áreas de formação natural não vegetada e outras áreas não vegetadas.

De acordo com as classes do Projeto MapBiomas (2022), a Vegetação (Formação Florestal) do município de Arroio do Meio pertence ao Bioma Mata Atlântica (Floresta Ombrófila Densa, Aberta e Mista e Floresta Estacional Semi-Decidua, Floresta Estacional Decidua e Formação Pioneira Arbórea). Quanto à Agropecuária - Outras Classes é possível classificar a agricultura como áreas de Pastagem, Lavoura Temporária (Soja e outras lavouras temporárias) e Agropecuária - Silvicultura em espécies arbóreas plantadas para fins

comerciais, como por exemplo plantio de pinus e eucalipto. A urbanização (área urbanizada) é definida como áreas com significativa densidade de edificações e vias, incluindo áreas livres de construções e infraestrutura.

Figura 33: Mapa de uso e cobertura do solo de Arroio do Meio.



Fonte: Elaboração Equipe Planejamento Territorial Univates, com base nos dados de Uso e Cobertura do Solo do Projeto MapBiomias, para o ano de 2022.

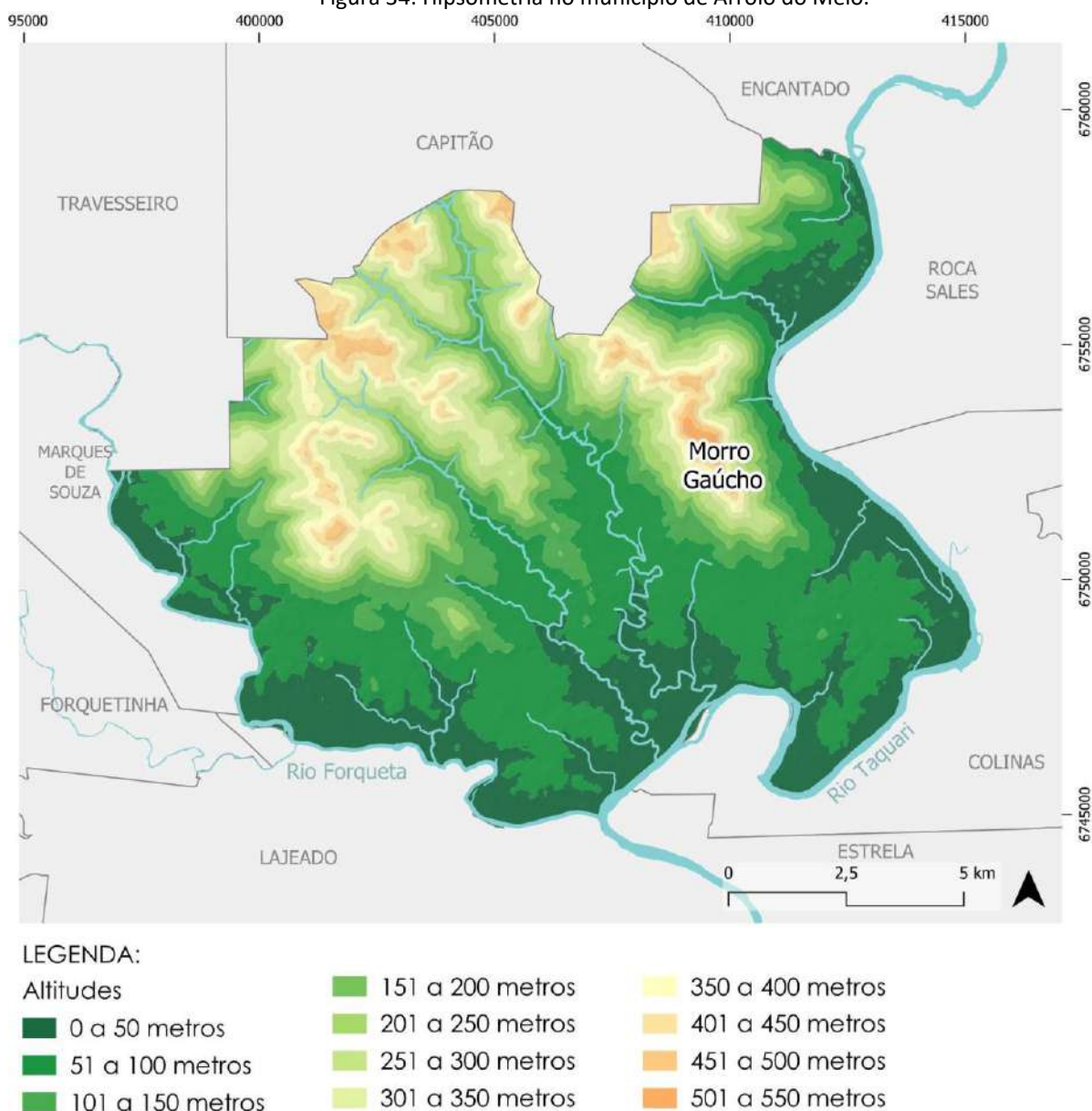
2.4.2.7 Geotecnia

2.4.2.7.1 Altitudes

A hipsometria é uma técnica de representação da elevação de um terreno onde geralmente é utilizado um sistema de graduação de cores (ALAGOAS, 2021.). No Vale do Taquari, de acordo com Eckhardt (2005), a cota mais baixa (6 metros) localiza-se no município de Taquari e a cota mais alta (800 metros) no município de Arvorezinha. Eckhardt (2005), divide o Vale do Taquari em três regiões baseado nas classes hipsométricas: a Região Sul, que cobre 30% da área, situa-se entre 0 e 100 metros de altitude; a Região Central, abrangendo 61,78% da área, possui variações altimétricas entre 100 e 600 metros; e a Região Norte, com 8,22% da área, apresenta altitudes que variam entre 600 e 800 metros.

O mapa da figura 34 apresenta a hipsometria no Município de Arroio do Meio, com as altitudes classificadas em faixas de 50 em 50 metros, gerada a partir do Modelo Digital de Elevação do satélite Alos Palsar (ALASKA SATELLITE FACILITY, s.d.), de 2011, com resolução espacial de 12,5 metros. As altitudes no Município variam entre 18 e 547 metros. Destaca-se, neste contexto, o Morro Gaúcho que apresenta altitude elevada, bem como outros pontos a noroeste do território municipal. Já as menores altitudes se encontram no centro, leste e sul do território, principalmente às margens do Rio Taquari e Rio Forqueta.

Figura 34: Hipsometria no município de Arroio do Meio.



Fonte: Elaboração Equipe Planejamento Territorial Univates, com base em dados de altitude extraídos do Modelo Digital de Elevação do satélite Alos Palsar.

2.4.2.7.2 Declividades

As declividades representam uma importante condicionante à urbanização. Áreas com declividades baixas e moderadas são passíveis de ocupação enquanto áreas com declividade igual ou superior a 30% são, a princípio, vedadas ao parcelamento do solo, conforme Art.3º, inc. III da Lei de Parcelamento do Solo - Lei Federal 6.766/1979. Já as áreas com declividade igual ou acima de 45º são consideradas Áreas de Preservação Permanente, conforme Art. 4º, inc. V, do Código Florestal - Lei federal 12.651/2012.

As declividades do Município de Arroio do Meio foram geradas a partir do Modelo Digital de Elevação do satélite Alos Palsar (ALASKA SATELLITE FACILITY, s.d.) e classificadas conforme as classes descritas na Tabela 1 e representadas no mapa da Figura 33.

Verifica-se que o maior percentual de área do município tem inclinação entre 0 e 9,99%, o que apresenta-se como positivo para o potencial de ocupação do território. Somam-se a estas, as áreas com percentual de inclinação entre 10% e 19,99%, contabilizando 23,84% do território. Já as áreas com maiores percentuais de declividade, acima de 30%, somam pouco mais de 21% do território.

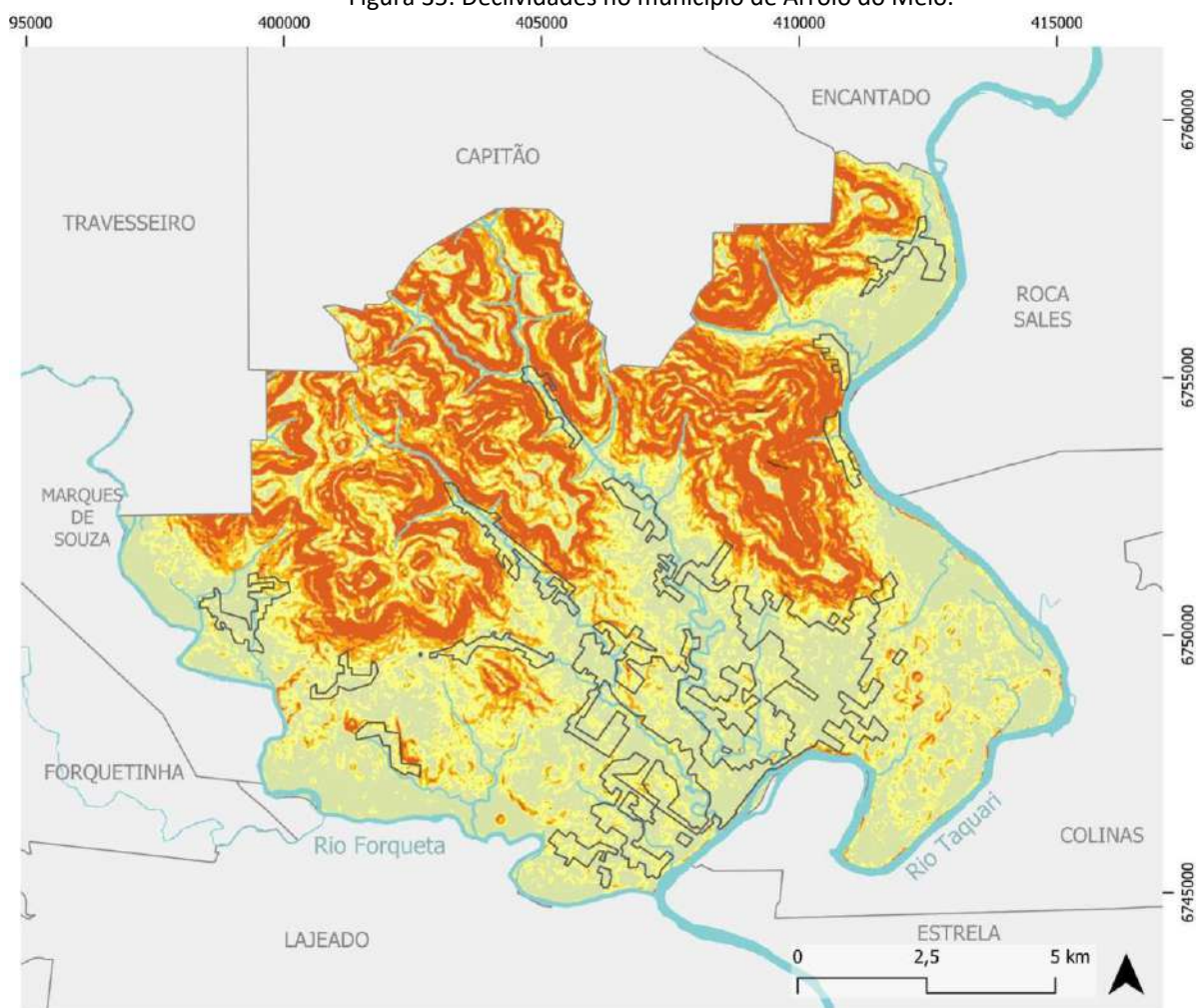
Tabela 1: Declividades e percentual de áreas no Município de Arroio do Meio.

Declividade	Área (km²)	Percentual em relação à área total do município (%)
0 a 9,99%	62,88	39,44%
10 a 19,99%	38,01	23,84%
20 a 29,99%	24,62	15,44%
30 a 99,99%	33,90	21,26%
100% ou mais	0,02	0,02%

Fonte: Elaboração Equipe Planejamento Territorial Univates.

No mapa da figura 35 é possível visualizar a distribuição destas declividades ao longo do território do Município, observa-se que Arroio do Meio se caracteriza por um relevo mais acidentado na região norte e noroeste, com a presença de alguns pontos bastante altos nesta região. Já a região sul do território e parte da região leste, ao longo dos rios, configuram-se como áreas de baixas declividades. Nessas áreas, teoricamente, estariam os pontos mais indicados para ocupação considerando apenas a declividade.

Figura 35: Declividades no município de Arroio do Meio.



LEGENDA:

Declividades

0 a 10%

10 a 20%

20 a 30%

30 a 100%

acima de 100%

□ Áreas urbanizadas de Arroio do Meio

Fonte: Elaboração Equipe Planejamento Territorial Univates, com base em dados de altitude extraídos do Modelo Digital de Elevação do satélite Alos Palsar.

2.4.2.7.3 Características geotécnicas gerais

Segundo CPRM (2010), os relevos com encostas declivosas, encontrados principalmente nas margens dos vales fluviais mais pronunciados que entalham localmente as adjacências da área de estudo, estão sujeitos à erosão e à ocorrência de movimentos de massa lentos tipo rastejo. Assim, no que diz respeito às características do maciço rochoso, a

presença ou não de fendas e fraturas, bem como a sua densidade de ocorrência, pode ser determinante para a estabilização geotécnica das rochas, principalmente em intervenções que pressupõem a execução de taludes de corte. Em porções de maior coesão e textura mais fina das rochas, quando possuírem boa homogeneidade geomecânica horizontal e vertical, principalmente por ausência de fraturamentos, haverá registro de estabilidade mesmo em taludes verticais, além de alta resistência ao corte e à penetração, necessitando o uso de explosivos para desmonte. As rochas apresentam, em geral, boa capacidade de suporte para obras de grande porte. Os solos residuais, por sua vez, apresentam baixa capacidade de carga, mas boa escavabilidade e sujeição à compactação, quando bem desenvolvidos, sendo em geral profundos, bem drenados e com pequeno gradiente textural. Adicionalmente, não é comum oferecerem problemas com relação a fundações, pois se comportam como pré-adensados. Também apresentam resistência natural à erosão devido ao alto grau de floclação das argilas, homogeneidade estrutural e alta porosidade e permeabilidade, não sendo, contudo, indicada a utilização de sumidouros. Por outro lado, nas áreas de relevo mais íngreme podem ocorrer problemas de escavabilidade devido à existência de depósitos de encosta de composição bastante heterogênea. São áreas com alta suscetibilidade à ocorrência de movimentos de massa como escorregamentos, quedas de blocos e corridas. Os solos nesses casos podem ser rasos, argilosos e com presença de fragmentos de rocha.

Quando próximos ao Rio Taquari e seus principais tributários os terrenos são caracterizados por sua íntima relação com a demarcação de áreas de preservação permanente, sobretudo. Para CPRM (2010), suas características naturais, quando fora das APPs, incluem adequabilidades à ocupação, como boa capacidade de suporte para obras de até médio porte, facilidade de mecanização, baixo potencial erosivo, adaptabilidade para culturas de ciclo curto ou com afinidade ao encharcamento, utilização de areia e cascalho autóctones para construção civil e baixo custo de exploração das águas superficiais. Por outro lado, como limitações são destacadas a proximidade do lençol freático à superfície, aumentando a vulnerabilidade à contaminação, risco de alagamentos e inundações, possibilidade de desestabilização de estruturas e materiais, além de recalques e rupturas de fundações pela baixa capacidade de suporte dos solos, acidez elevada do solo em locais com presença de turfa (podendo ocasionar corrosão de tubulações, por exemplo) e má drenagem do solo em geral.

Os focos erosivos existentes devem ser avaliados quanto às características descritas neste item.

2.4.2.8. Áreas de Preservação Permanente

Conforme definição da Lei n. 12.651/2012, Área de Preservação Permanente - APP é uma área protegida, coberta ou não por vegetação nativa, com a função ambiental de preservar os recursos hídricos, a paisagem, a estabilidade geológica e a biodiversidade, facilitar o fluxo gênico de fauna e flora, proteger o solo e assegurar o bem-estar das populações humanas (BRASIL, 2024).

No mapa da figura 36 está apresentada de forma complementar, a classificação das Áreas de Preservação Permanente (APP) presentes no Município de Arroio do Meio, de acordo com a Lei Federal Nº 12.651, de 25 de maio de 2012, a qual determina em seu Art. 4º as seguintes definições:

- I - as faixas marginais de qualquer curso d'água natural perene e intermitente, excluídos os efêmeros, desde a borda da calha do leito regular, em largura mínima de: (Redação dada pela Lei nº 12.727, de 2012).
 - a) 30 (trinta) metros, para os cursos d'água de menos de 10 (dez) metros de largura;
 - b) 50 (cinquenta) metros, para os cursos d'água que tenham de 10 (dez) a 50 (cinquenta) metros de largura;
 - c) 100 (cem) metros, para os cursos d'água que tenham de 50 (cinquenta) a 200 (duzentos) metros de largura;
 - d) 200 (duzentos) metros, para os cursos d'água que tenham de 200 (duzentos) a 600 (seiscentos) metros de largura;
 - e) 500 (quinhentos) metros, para os cursos d'água que tenham largura superior a 600 (seiscentos) metros;
- II - as áreas no entorno dos lagos e lagoas naturais, em faixa com largura mínima de:
 - a) 100 (cem) metros, em zonas rurais, exceto para o corpo d'água com até 20 (vinte) hectares de superfície, cuja faixa marginal será de 50 (cinquenta) metros;
 - b) 30 (trinta) metros, em zonas urbanas;
- IV - as áreas no entorno das nascentes e dos olhos d'água perenes, qualquer que seja sua situação topográfica, no raio mínimo de 50 (cinquenta) metros;
- V - as encostas ou partes destas com declividade superior a 45º , equivalente a 100% (cem por cento) na linha de maior declive; (BRASIL, 2012)

Conforme as características físicas dos cursos hídricos existentes no município de Arroio do Meio, as APPs de cursos d'água variam entre 30, 50 e 100 metros. Cabe salientar, que todo curso hídrico tem sua formação por uma ou mais nascentes, as quais também são protegidas por lei, devendo haver no mínimo um raio de 50 metros do olho d'água de APP.

A APP de 100 metros ocorre nos Rios Taquari e Forqueta, por serem cursos hídricos de porte maior, com largura variando entre 50 e 200 metros, devendo assim ser respeitada uma faixa marginal de 100 metros.

Alguns arroios, afluentes do Rio Taquari, possuem uma variação de suas APPs, por diferentes larguras, onde a jusante, próximo do ponto que deságua no Rio Taquari a largura da calha ultrapassa os 10 metros, assim, enquadrando estes na faixa de 10 a 50 metros, gerando uma APP de 50 metros nestes trechos dos arroios. Esse é o caso do Arroio Grande e do Arroio do Meio, destacados em amarelo na figura 36. Nos demais trechos, a calha não ultrapassa 10 metros, respeitando assim uma APP de 30 metros.

Porém, ressalta-se, que existem exceções quanto aos limites de APP para as áreas consolidadas. As áreas rurais consolidadas são as propriedades que já exerciam sua atividade anterior a 22 de julho de 2008, conforme definido no Art. 61-A da Lei 12.651 25 de maio de 2012:

Art. 61-A. Nas Áreas de Preservação Permanente, é autorizada, exclusivamente, a continuidade das atividades agrossilvipastoris, de ecoturismo e de turismo rural em áreas rurais consolidadas até 22 de julho de 2008. (Incluído pela Lei nº 12.727, de 2012). (Vide ADIN Nº 4.937)(Vide ADC Nº 42)(Vide ADIN Nº 4.902)

§ 1º Para os imóveis rurais com área de até 1 (um) módulo fiscal que possuam áreas consolidadas em Áreas de Preservação Permanente ao longo de cursos d'água naturais, será obrigatória a recomposição das respectivas faixas marginais em 5 (cinco) metros, contados da borda da calha do leito regular, independentemente da largura do curso d'água. (Incluído pela Lei nº 12.727, de 2012).

§ 2º Para os imóveis rurais com área superior a 1 (um) módulo fiscal e de até 2 (dois) módulos fiscais que possuam áreas consolidadas em Áreas de Preservação Permanente ao longo de cursos d'água naturais, será obrigatória a recomposição das respectivas faixas marginais em 8 (oito) metros, contados da borda da calha do leito regular, independentemente da largura do curso d'água. (Incluído pela Lei nº 12.727, de 2012).

§ 3º Para os imóveis rurais com área superior a 2 (dois) módulos fiscais e de até 4 (quatro) módulos fiscais que possuam áreas consolidadas em Áreas de Preservação Permanente ao longo de cursos d'água naturais, será obrigatória a recomposição das respectivas faixas marginais em 15 (quinze) metros, contados da borda da calha do leito regular, independentemente da largura do curso d'água. (Incluído pela Lei nº 12.727, de 2012).

§ 4º Para os imóveis rurais com área superior a 4 (quatro) módulos fiscais que possuam áreas consolidadas em Áreas de Preservação Permanente ao longo de cursos d'água naturais, será obrigatória a recomposição das respectivas faixas marginais: (Incluído pela Lei nº 12.727, de 2012).

Para as definições das áreas urbanas consolidadas, as mesmas devem atender alguns critérios conforme definido no Art. 3º Inc. XXVI da Lei 12.651 de 25 de maio de 2012, na qual apresenta as seguintes definições:

XXVI – área urbana consolidada: aquela que atende os seguintes critérios: (Redação dada pela Lei nº 14.285, de 2021)

a) estar incluída no perímetro urbano ou em zona urbana pelo plano diretor ou por lei municipal específica; (Incluída pela Lei nº 14.285, de 2021)

b) dispor de sistema viário implantado; (Incluída pela Lei nº 14.285, de 2021)

c) estar organizada em quadras e lotes predominantemente edificadas; (Incluída pela Lei nº 14.285, de 2021)

d) apresentar uso predominantemente urbano, caracterizado pela existência de edificações residenciais, comerciais, industriais, institucionais, mistas ou direcionadas à prestação de serviços; (Incluída pela Lei nº 14.285, de 2021)

e) dispor de, no mínimo, 2 (dois) dos seguintes equipamentos de infraestrutura urbana implantados: (Incluída pela Lei nº 14.285, de 2021)

1. drenagem de águas pluviais; (Incluída pela Lei nº 14.285, de 2021)

2. esgotamento sanitário; (Incluída pela Lei nº 14.285, de 2021)

3. abastecimento de água potável; (Incluída pela Lei nº 14.285, de 2021)

4. distribuição de energia elétrica e iluminação pública; e (Incluída pela Lei nº 14.285, de 2021)

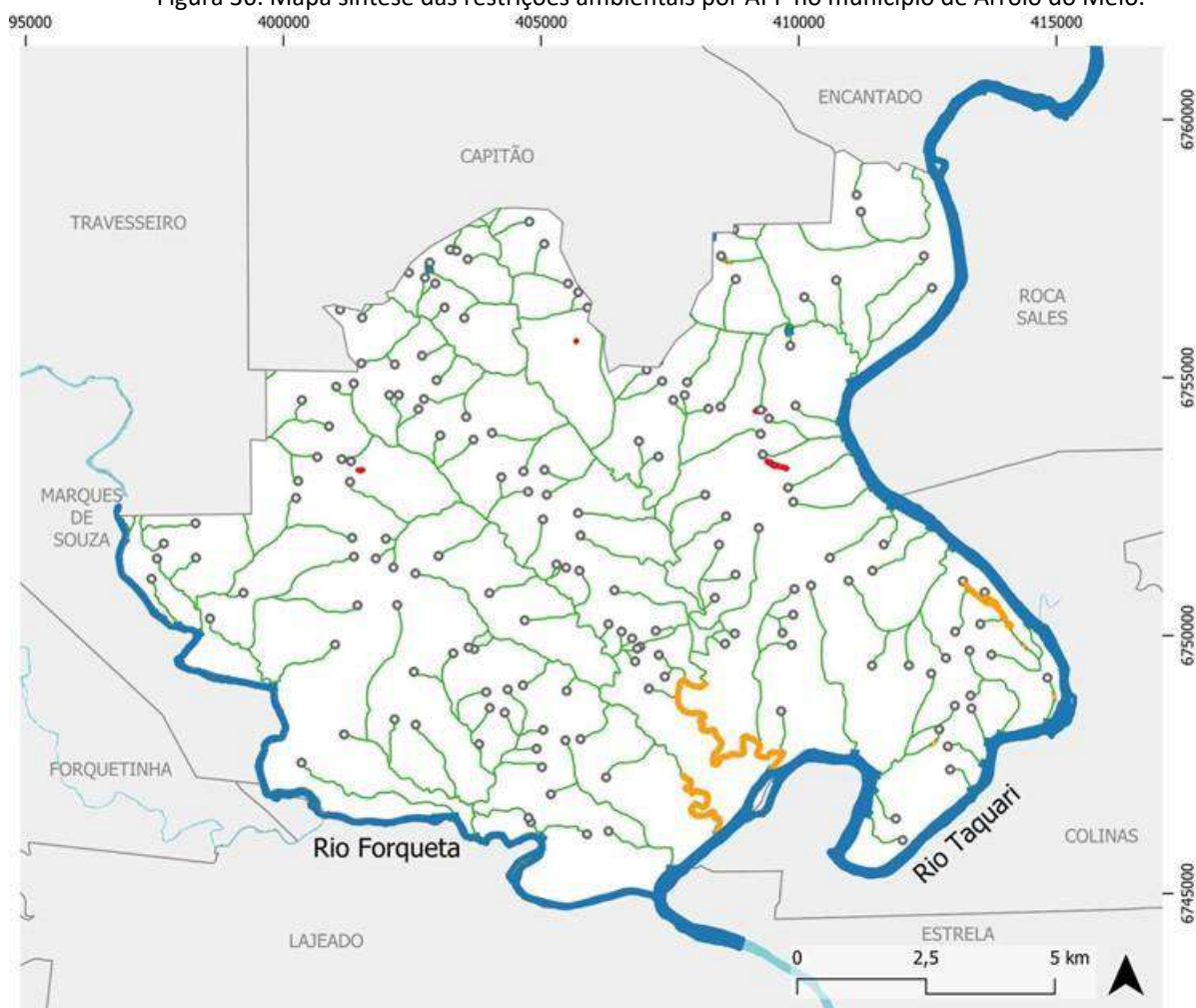
5. limpeza urbana, coleta e manejo de resíduos sólidos; (Incluída pela Lei nº 14.285, de 2021)

Quanto aos limites das Áreas de Preservação Permanente (APP) das áreas urbanas, devem ser respeitadas conforme disciplina o Artigo 22 § 5º da Lei nº 11.952, de 25 de junho de 2009:

§ 5º Os limites das áreas de preservação permanente marginais de qualquer curso d'água natural em área urbana serão determinados nos planos diretores e nas leis municipais de uso do solo, ouvidos os conselhos estaduais e municipais de meio ambiente.” (Incluída pela Lei nº 14.285, de 2021)

Na figura 36 é possível visualizar, de forma esquemática, uma síntese das restrições ambientais por APP identificadas no Município de Arroio do Meio, mostrando: a) cursos d'água classificados conforme largura de Área de Preservação Permanente; b) nascentes; c) áreas com declividade acima de 100%.

Figura 36: Mapa síntese das restrições ambientais por APP no município de Arroio do Meio.



LEGENDA:

APP cursos d'água:

— até 10m (APP 30m)

— 10 - 50m (APP 50m)

— 50 - 200m (APP 100m)

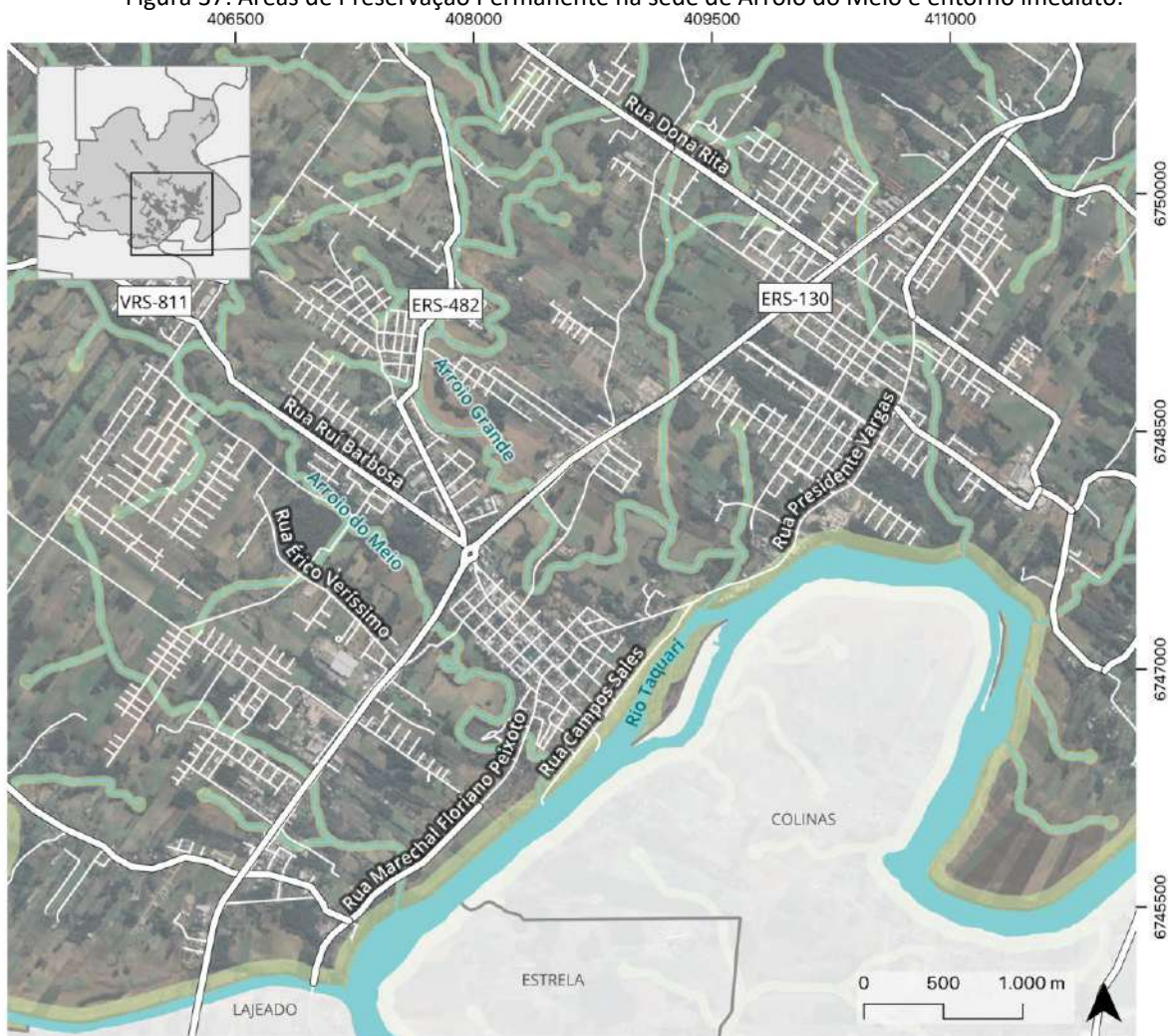
◦ Nascentes (APP 50m)

■ Declividade acima de 100%

Fonte: Elaboração Equipe Planejamento Territorial Univates, com base nos dados de hidrografia da FEPAM/SEMA (2018) e no Código Florestal (Lei 12.651/2012).

Já no mapa da figura 37 está apresentada uma aproximação com a área urbanizada de Arroio do Meio, onde verifica-se as áreas de preservação permanente, já representadas com área e largura que realmente ocupam, e sua relação com a ocupação urbana consolidada do Município.

Figura 37: Áreas de Preservação Permanente na sede de Arroio do Meio e entorno imediato.



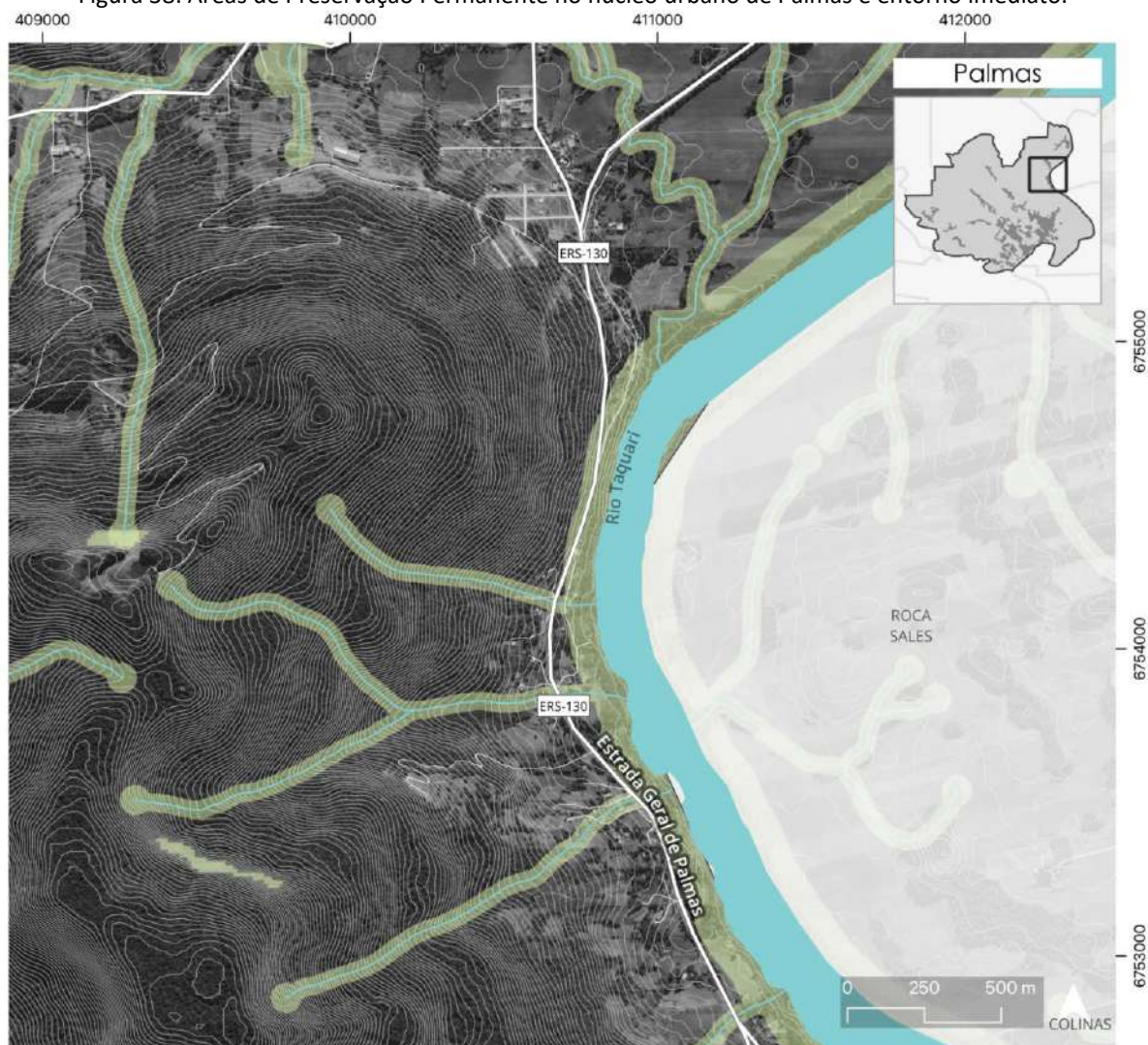
LEGENDA:

- Áreas de Preservação Permanente (APP de hidrografia e declividade)
- Hidrografia
- Rodovias
- Vias

Fonte: Elaboração Equipe Planejamento Territorial Univates, com base nos dados de hidrografia da FEPAM/SEMA (2018) e no Código Florestal (Lei 12.651/2012).

Por fim, nas figuras 38, 39 e 40 a seguir, estão apresentadas as aproximações com os núcleos urbanos de Palmas, Forqueta e Forqueta Baixa, onde se pode visualizar as áreas de preservação permanente já representadas com área e largura que realmente ocupam e sua relação com o entorno destas localidades.

Figura 38: Áreas de Preservação Permanente no núcleo urbano de Palmas e entorno imediato.

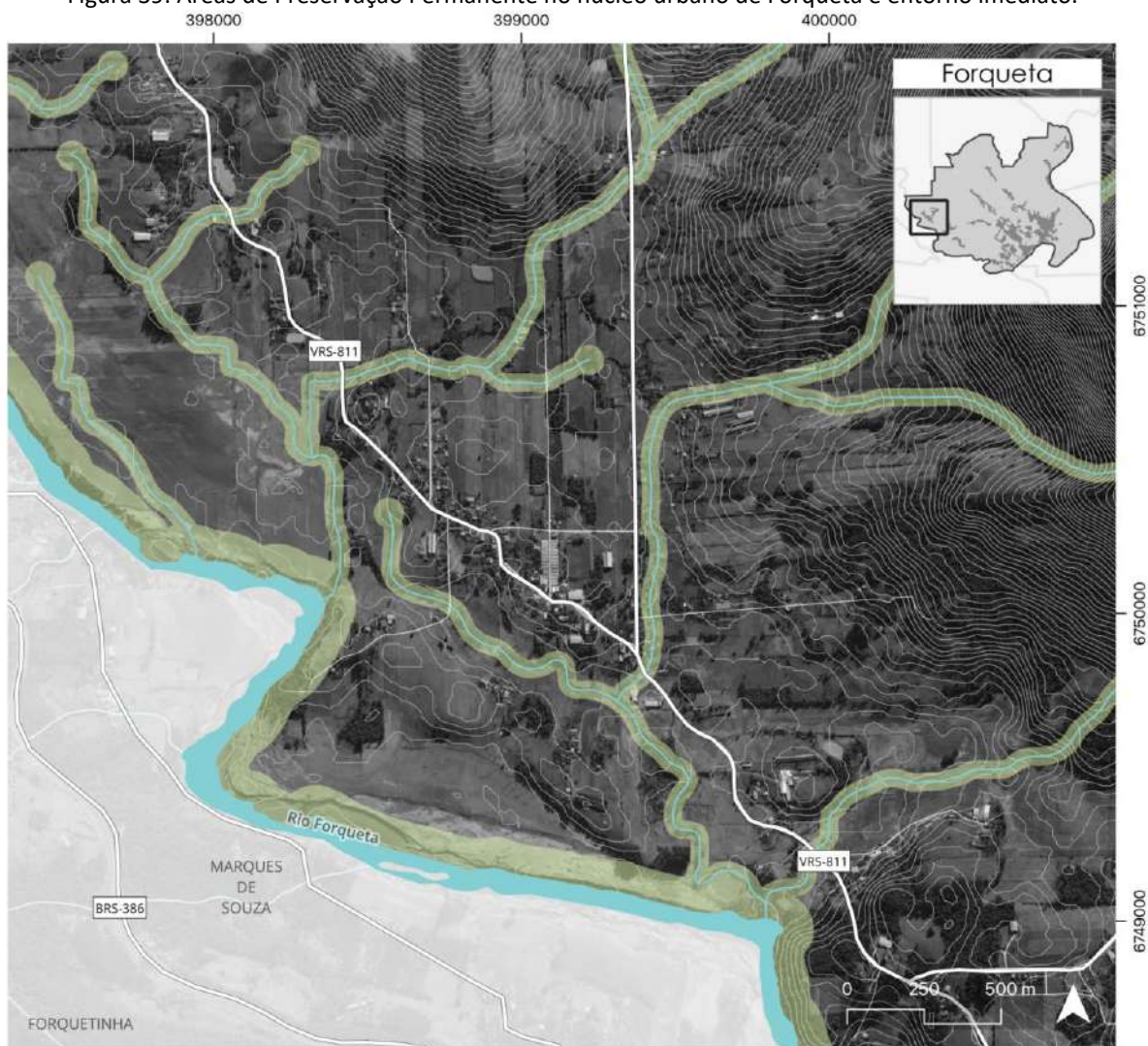


LEGENDA:

- | | |
|--|---|
|  Áreas de Preservação Permanente (APP de hidrografia e declividade) |  Rodovias federais e estaduais |
|  Hidrografia |  Vias municipais |

Fonte: Elaboração Equipe Planejamento Territorial Univates, com base nos dados de hidrografia da FEPAM/SEMA (2018) e no Código Florestal (Lei 12.651/2012).

Figura 39: Áreas de Preservação Permanente no núcleo urbano de Forqueta e entorno imediato.



LEGENDA:

- | | |
|--|---|
|  Áreas de Preservação Permanente (APP de hidrografia e declividade) |  Rodovias federais e estaduais |
|  Hidrografia |  Vias municipais |

Fonte: Elaboração Equipe Planejamento Territorial Univates, com base nos dados de hidrografia da FEPAM/SEMA (2018) e no Código Florestal (Lei 12.651/2012).

Figura 40: Áreas de Preservação Permanente no núcleo urbano de Forqueta Baixa e entorno imediato.



LEGENDA:

Áreas de Preservação Permanente (APP de hidrografia e declividade)
Hidrografia

Rodovias federais e estaduais
Vias municipais

Fonte: Elaboração Equipe Planejamento Territorial Univates, com base nos dados de hidrografia da FEPAM/SEMA (2018) e no Código Florestal (Lei 12.651/2012).

O item 2 apresentou a caracterização geral do Município de Arroio do Meio e, a partir disso, no título a seguir, será apresentado o Zoneamento das áreas de risco para o Município.

3. DO ZONEAMENTO DAS ÁREAS DE RISCO

O mapeamento das áreas de risco e os estudos de identificação de ameaças, suscetibilidades, vulnerabilidades e risco de desastre são instrumentos de prevenção e

minimização de desastres, de competência de todos os entes federados: União, estados, Distrito Federal e municípios (BRASIL, 2012).

Nesse contexto, a Política Nacional de Proteção e Defesa Civil (PNPDEC) foi instituída pela Lei nº 12.608 de 2012 tendo como uma de suas diretrizes a prioridade às ações preventivas relacionadas à minimização de desastres (art. 4º, inciso III) (BRASIL, 2012).

A lei, em seu artigo 1º traz as seguintes definições:

V - desastre: resultado de evento adverso, de origem natural ou induzido pela ação humana, sobre ecossistemas e populações vulneráveis que causa significativos danos humanos, materiais ou ambientais e prejuízos econômicos e sociais; (Incluído pela Lei nº 14.750, de 2023).

[...]

VII - plano de contingência: conjunto de procedimentos e de ações previsto para prevenir acidente ou desastre específico ou para atender emergência dele decorrente, incluída a definição dos recursos humanos e materiais para prevenção, preparação, resposta e recuperação, elaborado com base em hipóteses de acidente ou desastre, com o objetivo de reduzir o risco de sua ocorrência ou de minimizar seus efeitos; (Incluído pela Lei nº 14.750, de 2023).

VIII - prevenção: ações de planejamento, de ordenamento territorial e de investimento destinadas a reduzir a vulnerabilidade dos ecossistemas e das populações e a evitar a ocorrência de acidentes ou de desastres ou a minimizar sua intensidade, por meio da identificação, do mapeamento e do monitoramento de riscos e da capacitação da sociedade em atividades de proteção e defesa civil, entre outras estabelecidas pelos órgãos do Sinpdec; (Incluído pela Lei nº 14.750, de 2023).

[...]

XIII - risco de desastre: probabilidade de ocorrência de significativos danos sociais, econômicos, materiais ou ambientais decorrentes de evento adverso, de origem natural ou induzido pela ação humana, sobre ecossistemas e populações vulneráveis; (Incluído pela Lei nº 14.750, de 2023).

Pontuando, ainda, em seu artigo segundo, que é dever da União, dos Estados, do Distrito Federal e dos Municípios adotar as medidas necessárias à redução dos riscos de acidentes ou desastres.

Quando se trata, então, de investigar situações de riscos e desastres, algumas informações se destacam por sua relevância na compreensão das dinâmicas territoriais, das transformações no uso e na ocupação do solo e dos impactos ambientais (BRASIL, 2021).

Em complemento, o artigo segundo do Decreto nº 10.692, de 2021 define deslizamentos de grande impacto, inundações bruscas, áreas de risco e plano de contingência, conforme descrito a seguir:

Art. 2º Para fins do disposto neste Decreto, considera-se:

I - deslizamentos de grande impacto - os movimentos gravitacionais de massa, caracterizados pelo escorregamento de materiais sólidos, solos, rochas, vegetação ou materiais de construção ao longo de terrenos inclinados, com probabilidade de

provocar danos humanos e materiais relevantes, além de graves prejuízos econômicos e sociais em decorrência da exposição de comunidades vulneráveis;
II - inundações bruscas - os transbordamentos de água da calha normal de rios, de lagos e de açudes e o volume de água que escoar na superfície de terrenos caracterizados pela grande magnitude e pela rápida evolução, com probabilidade de provocar danos humanos e materiais relevantes, além de graves prejuízos econômicos e sociais em decorrência da exposição de comunidades vulneráveis;
III - áreas de risco - as áreas suscetíveis à ocorrência de desastres, caracterizadas pela relevância dos elementos expostos a danos humanos, materiais e prejuízos econômicos e sociais; e
IV - plano de contingência de proteção e defesa civil - o conjunto de medidas preestabelecidas destinadas a responder a desastres de forma planejada e intersetorialmente articulada, com o objetivo de minimizar os seus efeitos (BRASIL, 2021).

As áreas de risco são, portanto, aquelas áreas suscetíveis à ocorrência de desastres, caracterizadas pela relevância dos elementos expostos a danos humanos, materiais e prejuízos econômicos e sociais.

Os mapeamentos de riscos se configuram, então, como importantes instrumentos de planejamento e prevenção, sendo estratégicos para indicar: suscetibilidade (áreas que apresentam predisposição natural para ocorrência de processos físicos, como uma inundação, que podem se tornar ameaças); aptidão geotécnica à urbanização (as potencialidades e as limitações dos terrenos para sua ocupação urbana com segurança); a setorização e graus de Risco (delimitação dos espaços territoriais sujeitos a riscos e análise da potencialidade de ocorrência por meio dos respectivos graus de risco) (BRASIL, 2021).

No contexto das cidades, envolve essencialmente as questões ambientais, urbanas e sociais, sendo importante considerar todas elas para a compreensão da realidade do município e da região quando do mapeamento das áreas de risco. Neste escopo, as leis vigentes cumprem importante papel de orientação. A seguir, trata-se então da fundamentação legal pertinente ao mapeamento das áreas de risco.

3.1 Fundamentação Legal

As inundações e deslizamentos ocorridos em diferentes localidades no Vale do Taquari representam problemas de ordem ambiental, social e econômica. Embora esses fenômenos na região sejam de ordem natural, os impactos decorrentes são resultados de um modelo de urbanização que tem mostrado falhas ao não considerar de forma efetiva os riscos de desastres naturais, evidenciando a necessidade de uma abordagem integrada no uso e ocupação do solo.

A Lei nº 12.608/2012, que instituiu a Política Nacional de Proteção e Defesa Civil (PNPDEC) é um marco importante nesse contexto, ela trouxe alterações ao Estatuto da Cidade, incluindo novos requisitos para os planos diretores dos municípios, incorporando os artigos 42-A e 42-B que exigem a inclusão de diretrizes para a gestão de riscos e desastres nas estratégias urbanísticas e têm o objetivo de assegurar que os planos diretores considerem os riscos de desastres, integrando estratégias de proteção e defesa civil ao planejamento urbano. Visando, com isso, assegurar que as cidades estejam preparadas para lidar com eventos adversos, minimizando os impactos e protegendo a população e o meio ambiente.

Textos legais como a Lei nº 12.608/2012 são um passo importante para enfrentar os desafios das cidades brasileiras frente a desastres naturais, mas é importante que haja uma aplicação prática eficaz e um comprometimento contínuo com a proteção e a segurança das comunidades. Neste sentido, apresenta-se aqui um panorama geral de legislações, planos e estudos pertinentes ao Zoneamento de Áreas de Risco em âmbito federal, estadual e municipal.

Tabela 2: Legislação, Planos e Estudos.

LEGISLAÇÃO, PLANOS E ESTUDOS	
FEDERAL	• Constituição Federal de 1988; • Política Nacional do Meio Ambiente (Lei nº 6.938 de 1981); • Política Nacional de Proteção e Defesa Civil (Lei nº 12.608 de 2012); • Decreto Nº 10.692, de 3 de maio de 2021; • Estatuto da Cidade (Lei 10.257 de 2001); • Nota Técnica nº 1/2023/SADJ-VI/SAM/CC/PR • Lei de Parcelamento do solo urbano (Lei nº 6.766 de 1979); • Código Florestal (Lei nº 12.651 de 2012); • COBRADE - Classificação Brasileira de Desastres;
ESTADUAL	• Código Estadual de Meio Ambiente do Rio Grande do Sul (Lei nº 11.520 de 2000); • Código Florestal do Estado do Rio Grande do Sul (Lei nº 9.519 de 1992) • Zoneamento Ecológico-Econômico do Rio Grande do Sul (ZEE-RS) • Plano Estadual de Recursos Hídricos (PERH/RS) • Reserva da Biosfera da Mata atlântica • Constituição do Estado do Rio Grande do Sul de 3 de outubro de 1989 • Lei Estadual de Desenvolvimento Urbano, Lei nº 15.788, de

	23 de dezembro de 2021
REGIONAL	Plano Bacia Hidrográfica Taquari-Antas
MUNICIPAL¹⁴	- Código de Edificações do município Arroio do Meio/RS (Lei Nº 2.493/2006, de 28 de dezembro de 2006); - Plano Diretor do município de Arroio do Meio/RS (Lei Municipal Nº 3.888, de 17 de dezembro de 2020); - Lei Parcelamento do Solo (Lei Municipal Nº 3.269, de 16 de janeiro de 2014); - Lei do Perímetro Urbano (Lei Municipal Nº 3.274, de 16 de janeiro de 2014); - Plano de Saneamento (Lei Municipal Nº 3.887 de 17 de dezembro de 2020, que institui o plano municipal de saneamento básico); - Plano de Habitação (Lei Municipal Nº 074, de 09 de novembro de 1984, que institui o plano municipal de Habitação; Lei Municipal Nº 473, de 22 de maio de 1989, altera os artigos 1º e 6º e dá outras providências) - Plano de Contingência e Defesa Civil, (Lei Municipal Nº 3.207 de 26 de agosto de 2013, cria a coordenadoria municipal de proteção e defesa civil e o fundo municipal de proteção e defesa civil); - Plano Proteção Ambiental (Lei Municipal Nº 1.797, de 05 de outubro de 2000, institui o código municipal do meio ambiente); - Plano de Mobilidade (Lei Municipal Nº 3.889, de 17 de dezembro de 2020)

Fonte: Elaboração Equipe Planejamento Territorial Univates.

Destaca-se, neste contexto, o artigo 164 da Constituição do Estado do Rio Grande do Sul que trata do papel do Estado, conforme transcrito a seguir:

Art. 164. O Estado manterá programas de prevenção e socorro nos casos de calamidade pública em que a população tenha ameaçados os seus recursos, meios de abastecimento ou de sobrevivência.

Parágrafo único. Lei complementar disporá sobre o sistema estadual de Defesa Civil, a decretação e o reconhecimento do estado de calamidade pública, bem como sobre a aplicação dos recursos destinados a atender às despesas extraordinárias decorrentes (RIO GRANDE DO SUL, 1989).

Já da Lei Estadual de Desenvolvimento Urbano, Lei nº 15.788, de 23 de dezembro de 2021, que alterou a Lei nº 10.116, de 23 de março de 1994 (Institui a Lei do Desenvolvimento Urbano), destaca-se o seguinte:

Art. 17. Fica vedado o parcelamento do solo para fins urbanos:

I - em terrenos sujeitos a inundações;

¹⁴ Legislação vigente no Município de Arroio do Meio.

II - em terrenos alagadiços antes de proceder-se à drenagem definitiva e à compactação do solo, atendidas as exigências dos órgãos competentes;
III - em terrenos ou parcelas de terreno com declividade superior a 30% (trinta por cento), salvo se atendidas exigências específicas das autoridades competentes;
[...]
V - em terrenos onde as condições geológicas e hidrológicas não aconselhem a edificação;
VI - em terrenos situados fora do alcance dos serviços públicos de abastecimento de água potável e de energia elétrica, salvo se atendidas as exigências específicas dos órgãos competentes;
VII - nas áreas de preservação permanente, instituídas por lei;
[...] (RIO GRANDE DO SUL, 1994).

E ainda,

Art. 43. São áreas de urbanização restrita aquelas em que se revele conveniente conter os níveis de ocupação, notadamente em função de:
I - vulnerabilidade a alagamento, desmoronamentos ou outras condições adversas;
[...] (RIO GRANDE DO SUL, 1994).

Esses trechos estão diretamente relacionados ao uso e ocupação do solo urbano e estão alinhados com a Lei nº 6.766/79 que regula o Parcelamento do Solo Urbano a nível nacional. Em complemento, a seguir estão destacadas outras leis e políticas pertinentes ao tema.

3.1.1 Política Nacional de Proteção e Defesa Civil - Lei nº 12.608/12

A Política Nacional de Proteção e Defesa Civil vem regulada pela Lei nº 12.608/12 e traz como dever da União, Estados e Municípios adotar as medidas necessárias à redução dos riscos de desastre, preventivas e mitigadoras, ainda que incerta seja sua ocorrência (artigo 2.º), integrando-se tais ações com a política de desenvolvimento urbano e demais políticas setoriais (artigo 3.º, parágrafo único).

O COBRADE (Classificação Brasileira de Desastres), sistema desenvolvido pelo governo brasileiro para categorizar e sistematizar os diferentes tipos de desastres naturais e antrópicos que podem ocorrer no país. Essa classificação visa facilitar a identificação, monitoramento e gestão dos desastres, além de aprimorar a resposta e a recuperação das comunidades afetadas. Utiliza uma estrutura que organiza os desastres em classes e tipos, promovendo uma abordagem mais eficiente e integrada para a prevenção, mitigação e assistência em situações de emergência. Para fins deste relatório, foram utilizadas nomenclaturas equivalentes ao Cobrade, em especial no que se refere aos fenômenos

naturais, grupos Geológico (Movimentos de Massa) e Hidrológico (Inundações, Enxurradas e Alagamentos).

Dentre as relevantes diretrizes da Política Nacional de Proteção e Defesa Civil, priorizam-se: a adoção de ações preventivas; a adoção da bacia hidrográfica como unidade de análise das ações de prevenção de desastres relacionados a corpos d'água; e o planejamento com base em pesquisas e estudos sobre áreas de risco e incidência de desastres no território nacional (artigo 4.º) (RIO GRANDE DO SUL, Ministério Público do Estado do Rio Grande do Sul, 2024b).

Ao lado dos Planos de Contingência, a política nacional de proteção e defesa civil promoveu importantes alterações na política de desenvolvimento urbano, concretizada no Estatuto da Cidade, incorporando a ideia de prevenção no planejamento e organização das cidades (RIO GRANDE DO SUL, Ministério Público do Estado do Rio Grande do Sul, 2024b).

A Lei nº 12.608/12 está relacionada diretamente com o Estatuto da Cidade, ao colocar como responsabilidade dos Municípios o dever de constante vigilância pelo controle do uso e ocupação do solo urbano de modo a evitar ou mitigar a exposição da população a riscos de desastres, e de normatização, seja pela obrigatoriedade de elaboração do Plano Diretor, seja pela ampliação do seu conteúdo mínimo (inclusive por ocasião da revisão), ou ainda na necessidade de delimitação dessas áreas na expansão do perímetro urbano, traçando um olhar permanente sobre a redução de riscos de desastres na gestão das cidades, conhecendo suas áreas de risco e definindo as estratégias, de uso do solo, para evitar ou conter ocupações nestes locais (RIO GRANDE DO SUL, Ministério Público do Estado do Rio Grande do Sul, 2024b).

A Lei nº 12.608/12 tem reflexos também em outros instrumentos da política de desenvolvimento urbano, como a Lei nº 6.766/79, Lei do parcelamento do solo urbano, que passa a exigir, para aprovação do projeto de parcelamento nos Municípios inseridos no cadastro nacional com áreas suscetíveis a desastres, o atendimento aos requisitos constantes da carta geotécnica de aptidão à urbanização, sendo igualmente vedada, em quaisquer municípios, a aprovação de projetos em áreas definidas no Plano Diretor ou legislação correlata como não edificáveis (RIO GRANDE DO SUL, Ministério Público do Estado do Rio Grande do Sul, 2024b).

Em conformidade com o disposto na Lei Federal nº 12.608/2012 o município de Arroio do Meio cria em 2013, através da Lei nº 3.207, de 26/08/2013 a Coordenadoria Municipal de Proteção e Defesa Civil - COMPDEC e o Fundo Municipal de Proteção e Defesa Civil - FUNPDEC do Município de Arroio do Meio, RS, ambos vinculados ao Gabinete do Prefeito e órgãos integrantes do Sistema Nacional de Defesa Civil. Com a finalidade de atender a comunidade nas ações de Defesa Civil nas fases: preventiva, socorro assistencial e recuperativa garantir a execução das ações de defesa civil, as quais compreendem os aspectos globais de prevenção de desastres, preparação para emergências e desastres, respostas aos desastres e reconstrução e recuperação originada por desastres.

3.1.2 Plano Diretor e Estatuto da Cidade - Lei 10.257/01

O Plano Diretor é um instrumento básico da política de desenvolvimento do município, sendo sua principal finalidade orientar a atuação do poder público e da iniciativa privada na construção dos espaços urbano e rural, na oferta dos serviços públicos essenciais, visando assegurar melhores condições de vida à população. A elaboração do Plano Diretor visa definir objetivos, diretrizes e propostas de intervenção para o desenvolvimento do município, levando em consideração o Estatuto da Cidade, na garantia do direito à cidade sustentável e da gestão democrática.

O Estatuto da Cidade é a Lei Federal nº 10.257, de 10 de julho de 2001, que estabelece diretrizes gerais para o desenvolvimento urbano no Brasil. Esta legislação visa promover o desenvolvimento das cidades de forma ordenada e sustentável, integrando aspectos sociais, econômicos e ambientais.

O artigo 42-A do Estatuto da Cidade, conforme a Lei nº 12.608/2012, estabelece medidas específicas que devem ser incorporadas ao plano diretor dos municípios listados no cadastro nacional de áreas suscetíveis a desastres, como deslizamentos e inundações. Estas medidas visam a integração de estratégias para a prevenção e mitigação dos riscos associados a esses eventos. O artigo 42-A é detalhado em seis incisos, conforme descrito e comentado a seguir:

I - parâmetros de parcelamento, uso e ocupação do solo, de modo a promover a diversidade de usos e a contribuir para a geração de emprego e renda;
(Incluído pela Lei nº 12.608, de 2012);

Os planos devem prever e permitir uma variedade de usos para o solo, como residencial, comercial, industrial e de serviços. A diversidade de usos pode contribuir para a vitalidade econômica e a integração social dos bairros. Assim como, incluir estratégias que favoreçam a criação de empregos e oportunidades econômicas, por meio do desenvolvimento de áreas comerciais e industriais, por exemplo, e de projetos que estimulem a atividade econômica local.

II - mapeamento contendo as áreas suscetíveis à ocorrência de deslizamentos de grande impacto, inundações bruscas ou processos geológicos ou hidrológicos correlatos (Incluído pela Lei nº 12.608, de 2012);

O mapeamento ajuda a direcionar políticas públicas e ações de mitigação, além de auxiliar no planejamento urbano e na gestão de riscos. Esse mapeamento é uma ferramenta fundamental para a gestão de riscos e para a criação de estratégias de prevenção e resposta a desastres.

III - planejamento de ações de intervenção preventiva e realocação de população de áreas de risco de desastre (Incluído pela Lei nº 12.608, de 2012);

O planejamento de ações de intervenção preventiva e realocação de populações de áreas de risco de desastre é um componente essencial para a mitigação e gestão de riscos de desastres naturais. Este processo envolve várias etapas e estratégias, incluindo a identificação e análise de áreas de risco; desenvolvimento de planos de intervenção preventiva; realocação da população, implementação e monitoramento, e Participação Comunitária.

IV - medidas de drenagem urbana necessárias à prevenção e à mitigação de impactos de desastres (Incluído pela Lei nº 12.608, de 2012);

Medidas de drenagem urbana são essenciais para a prevenção e mitigação dos impactos de desastres relacionados a inundações e outros problemas associados à gestão de águas pluviais. Implementar essas medidas ajuda a minimizar o impacto de desastres relacionados a águas pluviais, reduzindo a probabilidade de inundações e melhorando a resiliência urbana frente a eventos climáticos extremos.

V - diretrizes para a regularização fundiária de assentamentos urbanos irregulares, se houver, observadas a Lei no 11.977, de 7 de julho de 2009, e demais normas federais e estaduais pertinentes, e previsão de áreas para habitação de interesse social por meio da demarcação de zonas especiais de interesse social e de outros

instrumentos de política urbana, onde o uso habitacional for permitido (Incluído pela Lei nº 12.608, de 2012);

A regularização fundiária e o planejamento para habitação de interesse social são aspectos críticos na gestão urbana, especialmente em assentamentos urbanos irregulares. Essas diretrizes visam promover a legalização, melhorar as condições de vida e assegurar que o desenvolvimento urbano atenda às necessidades da população de forma sustentável. Implementar essas diretrizes assegura não apenas a legalização dos assentamentos urbanos irregulares, mas também promove a inclusão social e o desenvolvimento urbano ordenado, atendendo às necessidades habitacionais de forma equitativa.

VI - identificação e diretrizes para a preservação e ocupação das áreas verdes municipais, quando for o caso, com vistas à redução da impermeabilização das cidades (Incluído pela Lei nº 12.983, de 2014);

A identificação e preservação das áreas verdes municipais são fundamentais para o planejamento urbano sustentável e a redução da impermeabilização das cidades. As áreas verdes desempenham um papel crucial na gestão das águas pluviais, no controle de temperaturas e na promoção da qualidade de vida urbana. Seguir essas diretrizes ajuda a manter a integridade das áreas verdes, melhorar a gestão das águas pluviais e promover um ambiente urbano mais sustentável e saudável.

Ainda, o Art. 42-B, incluído pela Lei nº 12.608, de 2012 estabelece que ao ampliar o perímetro urbano de um município é necessário elaborar projeto específico, além de seguir as diretrizes do plano diretor, se houver. Essa medida visa garantir que a expansão urbana seja planejada de forma adequada, levando em conta as condições ambientais, sociais e urbanísticas. A lei (projeto específico ou plano diretor) que ampliar o perímetro urbano municipal deve apresentar o conteúdo mínimo expresso nos incisos do art. 42-B do Estatuto da Cidade.

No município de Arroio do Meio, a legislação atual aborda alguns aspectos relacionados ao risco, conforme estabelecido no Plano Diretor Municipal, instituído pela Lei Municipal Nº 3.888, de 17 de dezembro de 2020, mais especificamente no que se refere à questão habitacional:

Art. 27. Para a consecução da Política Municipal de Habitação deverão ser adotadas as seguintes diretrizes:

- I - Democratizar o acesso ao solo urbano e a oferta de terras, a partir da disponibilidade de imóveis públicos e da utilização de instrumentos do Estatuto da Cidade;
- II - Coibir as ocupações em áreas de risco e não edificáveis;
- III - Elaborar o Plano Municipal de Habitação;
- IV - Garantir a sustentabilidade social, econômica e ambiental nos programas habitacionais, por intermédio das políticas de desenvolvimento econômico e de gestão ambiental;
- V - Promover a qualificação urbanística e regularização fundiária dos assentamentos habitacionais precários e irregulares;
- VI - Assegurar o apoio e o suporte técnico às iniciativas individuais ou coletivas da população para produzir ou melhorar a moradia;
- VII - Promover a remoção de famílias que estejam residindo em áreas de risco, em locais de interesse ambiental ou em locais de interesse urbanístico e garantir alternativas habitacionais para essas famílias;
- VIII - Recuperar as áreas de preservação ambiental, ocupadas por edificações, não passíveis de urbanização e regularização fundiária;

Art. 28. O Plano Municipal de Habitação deverá conter, no mínimo:

- I - O diagnóstico das condições de moradia no Município.
 - II - O cadastro das áreas de risco, áreas ocupadas e ocupações irregulares. [...]
- (ARROIO DO MEIO, 2020)

Além disso, refere-se brevemente à questão do risco às inundações e deslizamentos no que tange ao zoneamento, conforme Art. 87 e Art. 96:

Art. 87. As Zonas Especiais são parcelas de área urbana ou rural instituídas pelo Plano Diretor ou definidas em lei municipal, destinadas à:

- I - Definir áreas para assentamentos e empreendimentos urbanos e rurais de interesse social;
- II - Demarcar os territórios ocupados pelas comunidades tradicionais, tais como as indígenas, quilombolas, ribeirinhas e extrativistas, de modo a garantir a proteção de seus direitos;
- III - Demarcar as áreas sujeitas a inundações e deslizamentos, bem como as áreas que apresentem risco à vida e à saúde; [...]

Art. 96. Cada ZEIS proposta deverá possuir um Plano de Urbanização estabelecido pelo Poder Executivo Municipal, que deverá conter, no mínimo:

[...]

XX - Os projetos e as intervenções necessárias a recuperação de áreas degradadas, eliminação de situações de risco, estabilização de taludes e de margens de córregos se for o caso; [...] (ARROIO DO MEIO, 2020).

3.1.3 Nota Técnica nº 1 de 2023, Secretaria Especial de Articulação e Monitoramento - Secretaria Adjunta VI - Recursos Hídricos

A nota técnica número 1 de 2023 atualiza os critérios e indicadores para a identificação dos municípios mais suscetíveis à ocorrência de deslizamentos, enxurradas e inundações para serem priorizados nas ações da União em gestão de riscos e de desastres

naturais. Utiliza como base os dados históricos de desastres das últimas décadas, mapeamentos atuais e informações do Censo Demográfico 2022, como segue:

- a) Atlas de Desastres e Sistema Integrado de Informações sobre Desastres – S2ID, de 1991 a 2022 (Sedec/MIDR);
- b) Atlas de Vulnerabilidade a Inundações (ANA, 2014);
- c) Base Territorial Estatística de Áreas de Risco – BATER (Cemaden/MCTI – IBGE);
- d) Cartas de Risco Geológico – Setorizações Áreas de Risco Alto e Muito Alto a Movimentos de Massa e Inundações, Escala detalhe 1:2.000 (SGB-CPRM/MME);
- e) Dados de dias com chuvas superiores a 50 mm em todos os municípios do Brasil, período de 1981-2022 (Cemaden/MCTI)
- f) Dados de Adaptação à Mudança do Clima (SMC/MMA);
- g) Dados relativos aos Planos Municipais de Risco (SNP/MCID);
- h) Dados relativos aos planos municipais de drenagem e saneamento básico, (SNSA/MCID);
- i) Informações do Censo 2022 – nome do município, nome do estado, código de identificação e população total (IBGE, 2022).
- j) Municípios monitorados para inundações ribeirinhas (SGB-CPRM/MME);
- l) Municípios monitorados para movimento de massa e processos hidrológicos (Cemaden/MCTI); e
- m) Municípios apoiados com obras do PAC e seus respectivos valores para macrodrenagem e contenção de encostas (MCID)(BRASIL, 2023).

Considerando esta base de dados, a nota estabelece os indicadores mais relevantes para a identificação dos municípios mais suscetíveis, como segue:

- a) lista de municípios críticos de 2012;
- b) registro de óbitos entre 1991 e 2022;
- c) registros de eventos entre 1991 e 2022;
- d) desalojados ou desabrigados no período de 1991 a 2022;
- e) estimativa de população em áreas mapeadas com riscos geo-hidrológicos;
- f) vulnerabilidade a inundações (ANA, 2014);
- g) dias de chuvas acima de 50 mm, de 1981 a 2022 (BRASIL, 2023).

A partir disso, no anexo 1 da nota, consta a lista dos 1.942 municípios brasileiros mais suscetíveis a ocorrências de deslizamentos, enxurradas e inundações para serem priorizados nas ações da União em gestão de risco e de desastres naturais, onde encontram-se listados os Municípios de Arroio do Meio, Colinas, Cruzeiro do Sul, Encantado, Estrela, Muçum e Roca Sales. Os tipos de riscos identificados em cada um deles são: Encantado - Deslizamento, Enxurrada e Inundação; Roca Sales - enxurrada e inundação; Muçum – deslizamento, enxurrada e inundação; Estrela – enxurrada e inundação; Cruzeiro do Sul - deslizamento,

enxurrada e inundação; Colinas: Enxurrada e Inundação; e Arroio do Meio – enxurrada e inundação.

Com base no diagnóstico físico e eventos extremos recentes vivenciados na região do Vale do Taquari, com registros de enxurradas, inundações e deslizamentos, a seguir estão apresentados o mapeamento das áreas suscetíveis à ocorrência de inundações e movimentos de massa para o município de Arroio do Meio.

3.2 Áreas suscetíveis à fenômenos naturais e zoneamento de riscos

O zoneamento de áreas de risco de inundações, bem como de movimentos de massa, é uma medida não-estrutural que permite reduzir os impactos de cheias fluviais e deslizamentos através do disciplinamento do uso do solo. Para tal, se faz necessário compreender quais são as áreas suscetíveis e a tipologia do fenômeno natural incidente nestas áreas, passos estes preliminares à etapa da determinação das zonas de risco.

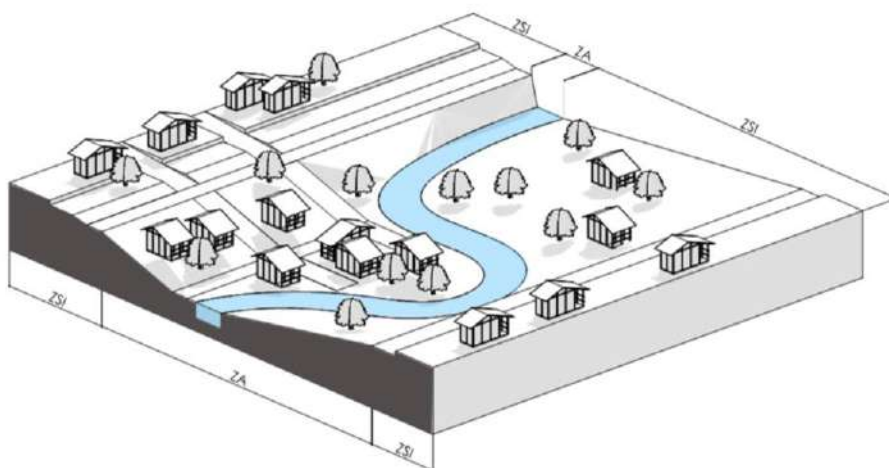
3.2.1 Áreas suscetíveis a inundações

No que tange o zoneamento de risco para áreas suscetíveis à inundações, faz-se necessário destacar que em locais com ocorrência frequente destes fenômenos, o zoneamento deve considerar diferentes magnitudes de inundação, das mais frequentes às inundações raras. A **ZSI (Zona de Suscetibilidade à Inundação)** é uma área que apresenta maior risco de alagamentos devido a fatores como topografia, uso do solo, tipo de solo e condições climáticas. A metodologia utilizada para espacializar esta mancha será descrita abaixo.

Ao analisar a região de inserção do presente projeto, se faz necessário avaliar os mecanismos físicos singulares da região. Nesse sentido, ao observar o conjunto de características físicas da Bacia Hidrográfica do Taquari-Antas e a localização do Vale do Taquari na porção média-baixa da bacia, é observado que, com a ocorrência de chuvas intensas e volumosas, resultam enxurradas. Esse tipo de fenômeno tem acentuadas características de velocidade e energia de escoamento da água, gerando um efeito de arraste em algumas áreas que se propagam, onde os maiores impactos ocorrem meandros erosivos do recurso fluvial. Desta forma, para a região do Vale do Taquari, também faz-se necessário trabalhar com a segmentação de Zoneamento de Arraste.

Logo, as **Zonas de Arraste (ZA)** são áreas adjacentes às margens erosivas de zonas meândricas, ou seja, regiões de ocorrência de curvas acentuadas. Nas Zonas de Arraste, quando da ocorrência de enxurradas, ocorre a desfragmentação da paisagem que compõe a linha de corte do fenômeno.

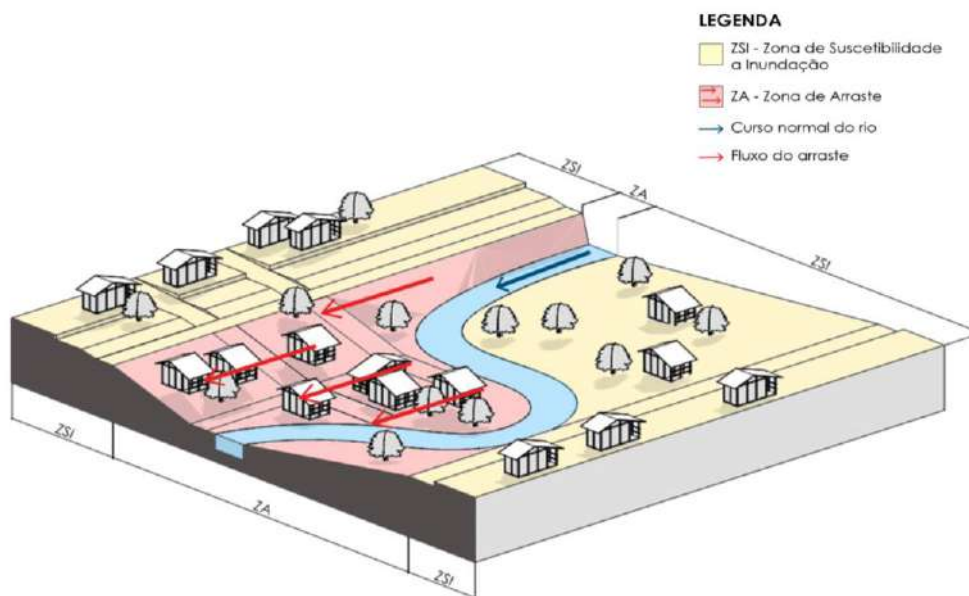
Figura 41: Situação das áreas inundáveis.



Fonte: Elaboração Equipe Planejamento Territorial Univates.

Na figura 41, é possível visualizar uma simulação do perfil das áreas inundáveis em um ambiente urbano e na figura 42 pode-se identificar a espacialização da Zona de Suscetibilidade a Inundação (ZSI) em amarelo, que abrange toda a área inundável; e da Zona de Arraste (ZA), em vermelho, que é uma área inserida na área inundável, e é onde ocorre a desfragmentação da paisagem.

Figura 42: Zoneamento de tipos de risco para áreas suscetíveis à inundação.



Fonte: Elaboração Equipe Planejamento Territorial Univates.

Para a composição do mapeamento das zonas de risco em regiões mais declivosas como a Bacia Taquari-Antas, diferentes dados devem ser levantados. Para a ZSI, por exemplo, se faz necessário o estudo estatístico das máximas históricas de inundações de uma série confiável de pelo menos 30 anos de dados, associadas há uma revisão aprofundada e comparativa da diferença de topologias existentes entre dados, considerando montante e jusante dos pontos de leitura das cotas máximas. Além disso, se faz necessário a validação de dados de campo e, devido ao tempo que demanda este tipo de análises, esses resultados estão em fase de estruturação para avanço e entregas a posterior. Apesar disso, para a presente etapa foi modelada a mancha de inundação referente a cheia de 02 de maio de 2024, conforme descrito a seguir.

3.2.1.1 Metodologia para identificação das zonas preliminares de arraste e áreas com suscetibilidade à inundação

A seguir, são apresentadas as etapas metodológicas para a modelagem das áreas inundáveis.

Equipamentos, materiais e *softwares*

Para a execução da modelagem e das simulações foram utilizados dados de vazão, níveis, condições de contorno, batimetria, topobatimetria (seções que integram a batimetria do canal com a topografia da planície de inundação) para todas as seções transversais, parâmetro de atrito (coeficiente de rugosidade) em cada seção transversal e um MDE no pós-processamento para o espriamento da inundação em um plano 2D. As seções topobatimétricas utilizadas no estudo foram obtidas a partir do projeto Taquari Antas, desenvolvido pelo IPH-UFRGS e Univates em 2015. Cabe destacar que variações das condições hidráulicas podem ocorrer devido às mudanças de declividade do fundo do canal, presença de pontes, ilhas e obstruções; alargamentos ou estreitamentos da seção transversal, dentre outros motivos (MONTE *et al*, 2016).

Configurações do modelo hidrológico

No *software* de modelagem hidrodinâmica HEC-RAS, a simulação da propagação do escoamento pode ser realizada considerando o fluxo em 1D e 2D. No fluxo 1D, o HEC-RAS permite que o regime de escoamento ocorra em regime permanente ou não permanente. Em 2D somente é possível realizar as simulações em regime não permanente. Em cada um desses casos, o HEC-RAS aplica diferentes equações matemáticas para obtenção dos resultados. No presente estudo, a modelagem foi realizada com fluxo 1D, em regime de escoamento permanente e não permanente. Esta ferramenta possibilita a análise da influência da obstrução do fluxo na margem (representando a ocupação do solo), observando tanto a largura quanto a elevação da linha d'água em cada seção transversal, permitindo a simulação das áreas de maior e menor risco.

Modelagem hidrodinâmica

A execução da modelagem hidrodinâmica com fluxo não permanente 2D para a cidade de Arroio do Meio foi realizada com base no manual hidráulico do HEC-RAS (USACE-RAS, 2016b). A primeira etapa da modelagem envolveu a inserção dos dados de entrada no modelo (DEM, declividade do canal, rugosidade, batimetria, seções transversais, infraestruturas, vazão, entre outras), utilizando os valores máximos de vazões obtidos por diferentes estações fluviométricas ao longo do rio Taquari para calibração do modelo. Os

resultados foram avaliados através das simulações das lâminas de inundação, além do uso de imagens de satélite como Planet e Sentinel para validação da mancha de inundação.

Um dos parâmetros essenciais para a modelagem hidrodinâmica é o ajuste do coeficiente de rugosidade de Manning (n). Inicialmente, foram considerados os valores definidos por Chow (1959), sendo 0,04 para o canal principal dos cursos de água naturais e 0,3 para margens dos cursos de água no modelo. Após uma etapa de calibração manual, buscando a melhor representação das variações das características de uso do solo em Arroio do Meio, foram definidos os valores de 0,03 para o canal principal e 0,2 para as margens.

Condição de contorno de montante

Para os eventos de inundações simulados na primeira etapa de modelagem 2D, foram considerados os dados de vazão arbitrados com base nos valores máximos de vazão das estações localizadas a montante, na seção de Muçum.

Condições de contorno de jusante

Para os eventos de inundações simulados nesta primeira etapa da modelagem, a condição de jusante inserida foi a declividade da linha de energia, igualada à declividade do fundo do canal do rio Taquari. Foi utilizado um valor de declividade de $0,0003 \text{ m.m}^{-1}$, obtido através dos dados disponibilizados pelas seções topobatimétricas utilizadas nesse estudo até a região da barragem eclusa de Bom Retiro do Sul (AGROSIG; FEENG, 2016).

Modelo Digital de Terreno (MDT) e Topobatimetria

Para a representação da superfície na modelagem hidrodinâmica, foi utilizado o Modelo Digital de Terreno (MDT) ANADEM (LAIPELT *et al.*, 2024) desenvolvido pela Agência Nacional de Águas (ANA) em parceria com o Instituto de Pesquisas Hidráulicas (IPH). O MDT remove o efeito da vegetação a partir do produto Copernicus GLO DEM, com resolução espacial de 30 metros, disponibilizado pela Agência Espacial Europeia (ESA). Além disso, foi realizado um ajuste nos valores de elevação do canal principal do MDT com dados de topobatimetria disponíveis, para melhorar a representação do escoamento ao longo do trecho do rio simulado.

Adicionalmente, os resultados do modelo foram comparados com informações obtidas de manchas de inundação registradas por imagens de satélite, visando uma delimitação mais precisa da cota máxima da mancha de inundação de 02 de maio de 2024.

Definição das zonas preliminares de arraste

Para a determinação das Zonas de Arraste, são cruzados um conjunto de variáveis. Dentre essas variáveis, as condições meândricas, considerando flancos de erosão e sedimentação da calha principal, declividade e, foram cruzados os mapeamentos por conjuntos da região.

O mapeamento de conjunto é uma metodologia utilizada para elaboração de material gráfico para compor Planos de Trabalho orientados pela portaria 998 de 5 de abril de 2022, do Ministério do Desenvolvimento Regional/Gabinete do Ministro (BRASIL, 2022). Esses planos são cadastrados para solicitação de recursos, junto ao governo federal, para novas unidades habitacionais, as quais, se aprovado plano de trabalho, devem ser implementadas em áreas sem risco. Os planos de trabalho devem apresentar os danos relacionados à habitação, classificando as unidades habitacionais atingidas em destruídas, interditadas ou adjacentes. A proposição de uma intervenção de baixo custo para o local atingido, que tem por objetivo evitar a reincidência de habitações nesse local, deve ser encaminhada junto ao mapeamento. Esse mapeamento contempla imagens de satélite anteriores ao evento e ortomosaicos registrados após o evento, sobre os quais devem estar mapeadas e identificadas as unidades habitacionais georreferenciadas.

A SEDUR e a Univates, em apoio aos municípios atingidos pelas cheias nos eventos climáticos de setembro de 2023 e maio de 2024, realizaram o mapeamento de conjuntos em diversos municípios gaúchos. Em Arroio do Meio, ressalta-se que nem todos os conjuntos mapeados estão em áreas caracterizadas como zonas preliminares de arraste, uma vez que essas áreas foram sobrepostas aos dados que são apresentados no decorrer desta seção.

Os mapas a seguir, figuras 43 e 44, ilustram os conjuntos atingidos pelos eventos de setembro de 2023 e maio de 2024, respectivamente, mapeados na sede urbana de Arroio do Meio, que se concentram nas margens do Rio Taquari e ao longo do Arroio do Meio. Para

o evento de 2023, verifica-se a presença de edificações destruídas, atingidas e adjacentes. Já para o evento de 2024, identificam-se apenas edificações adjacentes.

Figura 43: Conjuntos mapeados no evento de setembro de 2023.



LEGENDA:

Edificações atingidas (set/2023)

- Edificações destruídas
- Edificações atingidas
- Edificações adjacentes
- Conjuntos para intervenção de baixo custo

Pontos de referência

- ① Prefeitura Municipal
- ② Parque Municipal Pérola do Vale
- ③ Hospital São José
- Vias
- Hidrografia

Fonte: Elaboração Equipe Planejamento Territorial Univates, com base no mapeamento de conjuntos realizado em setembro de 2023.

Figura 44: Conjuntos mapeados no evento de maio de 2024.



LEGENDA:

Edificações atingidas (maio/2024)

 Edificações adjacentes

 Vias

 Hidrografia

Pontos de referência

① Prefeitura Municipal

② Parque Municipal Pérola do Vale

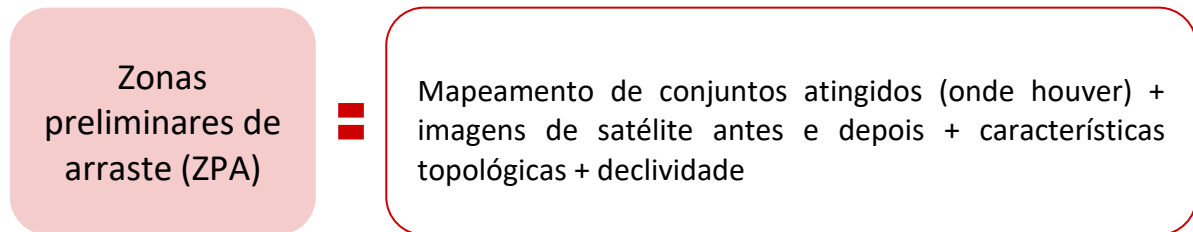
③ Hospital São José

Fonte: Elaboração Equipe Planejamento Territorial Univates, com base no mapeamento de conjuntos realizado em maio de 2024.

Logo, para a definição das zonas de arraste, foram realizadas análises por meio de imagens de satélite anteriores e após os eventos de setembro de 2023 e ortomosaicos coletados após os eventos, bem como, associadas a características topológicas meândricas, de declividade e condições das estruturas danificadas (edificações destruídas e danificadas observadas nos mapeamentos de conjunto), sendo geradas dessa forma, as zonas preliminares de arraste (ZPA). Destaca-se que a variável de maior relevância, são as variáveis

meândricas, pois nessas regiões, a maior tendência é a ocorrência de fluxos contínuos, de maior velocidade de escoamento, gerados a partir de precipitações intensas e/ou volumosas.

Figura 45: Composição das zonas preliminares de arraste.



Fonte: Elaboração Equipe de Planejamento Territorial Univates com base em metodologia descrita neste relatório.

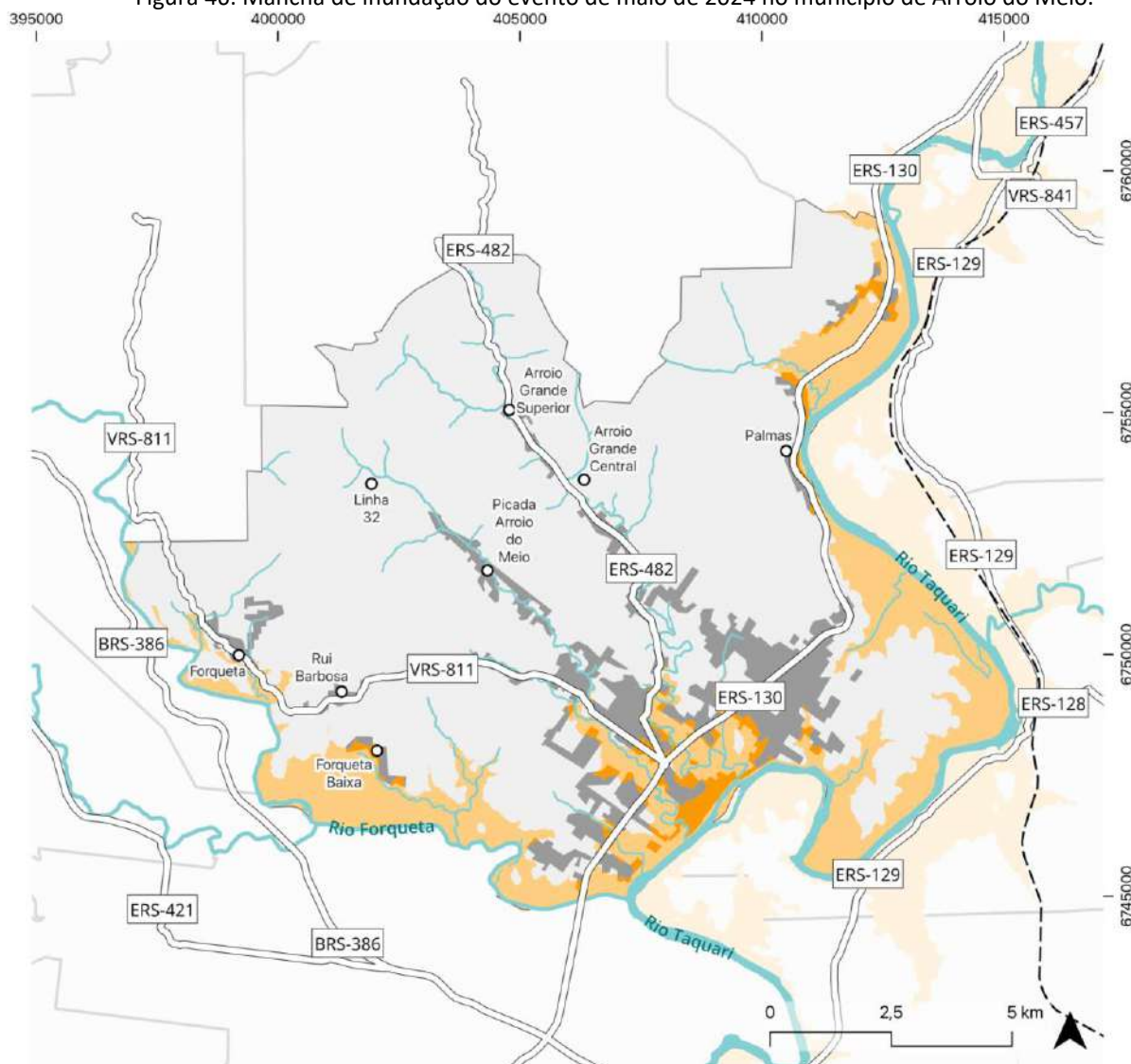
Para definição das zonas definitivas de arraste, os dados acima devem ser cruzados com a modelagem hidrodinâmica, que ilustrará a velocidade atingida, evidenciando em caráter mais aproximado a caracterização do arraste.

3.2.1.2 Áreas com Suscetibilidade à Inundação - Arroio do Meio

No mapa da Figura 46 está apresentada a mancha de inundação referente ao evento de maio de 2024 no Município de Arroio do Meio, onde é possível verificar que as áreas urbanizadas da sede do município, bem como das comunidades de Palmas, Forqueta Baixa e Forqueta foram afetadas, demarcadas em laranja escuro no mapa.

Adicionalmente, é possível observar no mapa que as áreas de suscetibilidade à inundação no município são de acentuada expressividade, uma vez que comprometem acessos importantes, como é o caso da ERS-130 que corta o Município no sentido norte-sul e é atingida em vários pontos de sua extensão.

Figura 46: Mancha de inundação do evento de maio de 2024 no município de Arroio do Meio.



LEGENDA:

- Áreas urbanizadas
- Suscetibilidade à inundação
- Área urbanizada diretamente afetada pela inundação
- Núcleos urbanos isolados
- Rodovias estaduais e federais
- Ferrovia
- Hidrografia

Fonte: Elaboração Equipe Planejamento Territorial Univates, com base na mancha de inundação elaborada a partir de metodologia descrita no presente relatório.

O município teve 3,75% do total da sua área inundada; quando considerada somente a área urbana, 18,78% do total foi inundada¹⁵, conforme apresentado na tabela 3, a seguir.

¹⁵ Para o cômputo das áreas foi utilizada a malha de setores censitários do Censo 2010 (IBGE, 2010).

Tabela 3: Percentual de áreas inundadas em Arroio do Meio.

Área total (km²)	Área total inundada (km²)	Área urbana (km²) (IBGE, 2010)	Área urbana inundada (km²)	Percentual de área inundada (total)	Percentual de área inundada (urbana)
157	5,89	29,78	5,59	3,755	18,798

Fonte: Elaboração Equipe Planejamento Territorial Univates com base em IBGE 2010¹⁶.

Ainda, nas tabelas 4 e 5, é possível observar que 18,25% dos endereços do Município cadastrados no Cadastro Nacional de Endereços para Fins Estatísticos - CNEFE (IBGE, 2022)¹⁷ foram atingidos, ou seja, 2.275 de um total de 12.466 endereços cadastrados. As maiores porcentagens de endereços atingidos estão entre estabelecimentos religiosos (27,5%), estabelecimentos de outras finalidades (20,04%) e domicílios particulares (19,04%). Os números apresentados nas tabelas 4 e 5 foram obtidos a partir do cruzamento da mancha de inundação de maio de 2024, modelada conforme metodologia descrita no presente relatório, com a base georreferenciada de endereços do CNEFE divulgados pelo IBGE para o ano de 2022.

Tabela 4: Percentual de endereços inundados em Arroio do Meio.

Percentual de endereços inundados conforme o uso (IBGE, 2022)	
Espécie de endereço	Arroio do Meio
Domicílio particular	19,04
Domicílio coletivo	15,38
Estabelecimento agropecuário	10,36
Estabelecimento de ensino	10
Estabelecimento de saúde	8,33
Estabelecimento de outras finalidades	20,04
Edificação em construção ou reforma	7,35
Estabelecimento religioso	27,5

Fonte: Elaboração Equipe Planejamento Territorial Univates com base no CNEFE (IBGE, 2022).

¹⁶ Para fins de cálculo foram utilizados os setores censitários do Censo 2010, tendo em vista que o Censo 2022 não havia divulgado até o fechamento deste relatório a classificação dos setores em urbano e rural.

¹⁷ O Cadastro Nacional de Endereços para Fins Estatísticos - CNEFE é uma base de dados de abrangência nacional criada em 2005. Esse cadastro contempla endereços georreferenciados de domicílios e estabelecimentos de todo o país. Na atividade do CNEFE, endereços distribuídos por todo o território brasileiro são registrados tanto nas áreas urbanas quanto nas áreas rurais. Nessas áreas, o IBGE atualiza endereços localizados em áreas regulares e consolidadas, bem como em áreas de expansão urbana e de difícil acesso, onde o registro de endereços tende a ser frágil e não formalizado (IBGE).

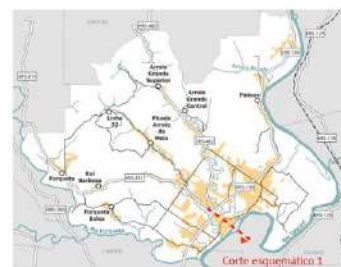
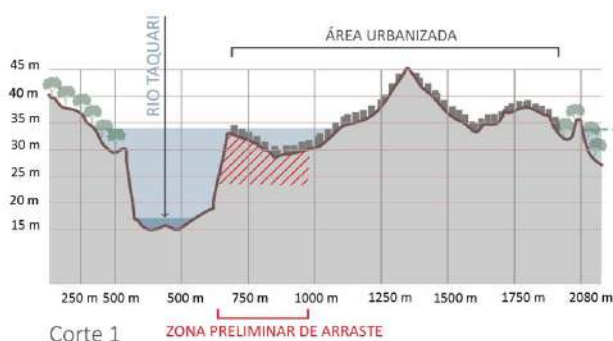
Tabela 5: número de endereços inundados em Arroio do Meio

Número de endereços inundados conforme o uso (IBGE, 2022)		
Espécie de endereço	Arroio do Meio	
	Total	Inundadas
Domicílio particular	9.767	1.860
Domicílio coletivo	13	2
Estabelecimento agropecuário	840	87
Estabelecimento de ensino	30	3
Estabelecimento de saúde	36	3
Estabelecimento de outras finalidades	1.427	286
Edificação em construção ou reforma	313	23
Estabelecimento religioso	40	11
Total	12.466	2.275 (18,25%)

Fonte: Elaboração Equipe Planejamento Territorial Univates com base no CNEFE (IBGE, 2022).

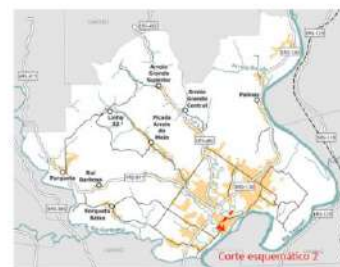
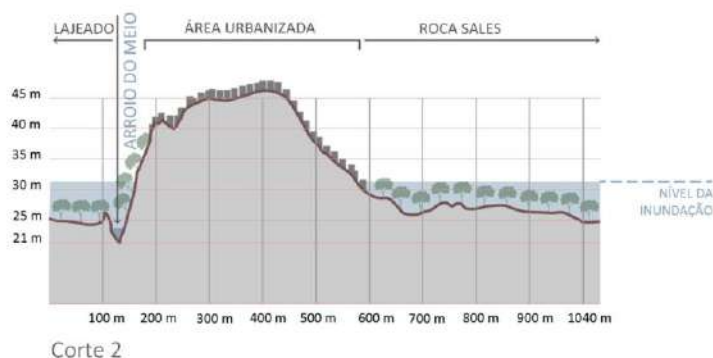
As figuras 47, 48 e 49, ilustram de forma esquemática o nível que a água atingiu na inundação de maio de 2024 em três pontos do território do Município. Os cortes foram elaborados a partir de perfis de elevação obtidos da topografia disponível na base do Google Earth, associados à mancha de suscetibilidade à inundação. Ressalta-se que tais cortes são ilustrativos e possuem margens de imprecisão devido à diferença de escalas e altimetria.

Figura 47: Corte esquemático de situação de inundação em área urbana de Arroio do Meio em maio de 2024.



Fonte: Elaboração Equipe Planejamento Territorial Univates com base na mancha de inundação de maio de 2024.

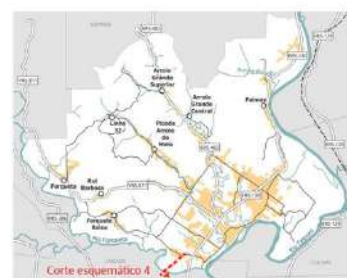
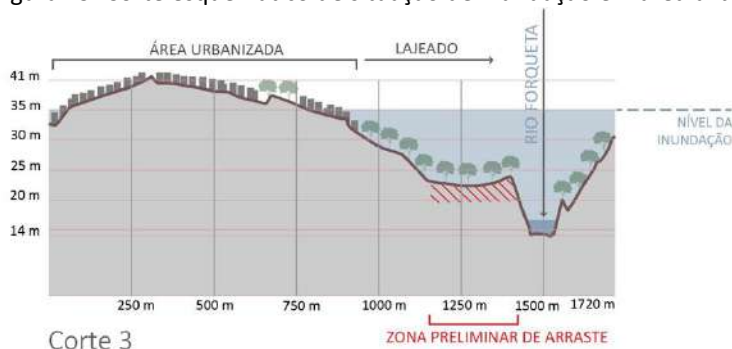
Figura 48: Corte esquemático de situação de inundação em área urbana de Arroio do Meio em maio de 2024.



Corte 2

Fonte: Elaboração Equipe Planejamento Territorial Univates com base na mancha de inundação de maio de 2024.

Figura 49: Corte esquemático de situação de inundação em área urbana de Arroio do Meio em maio de 2024.

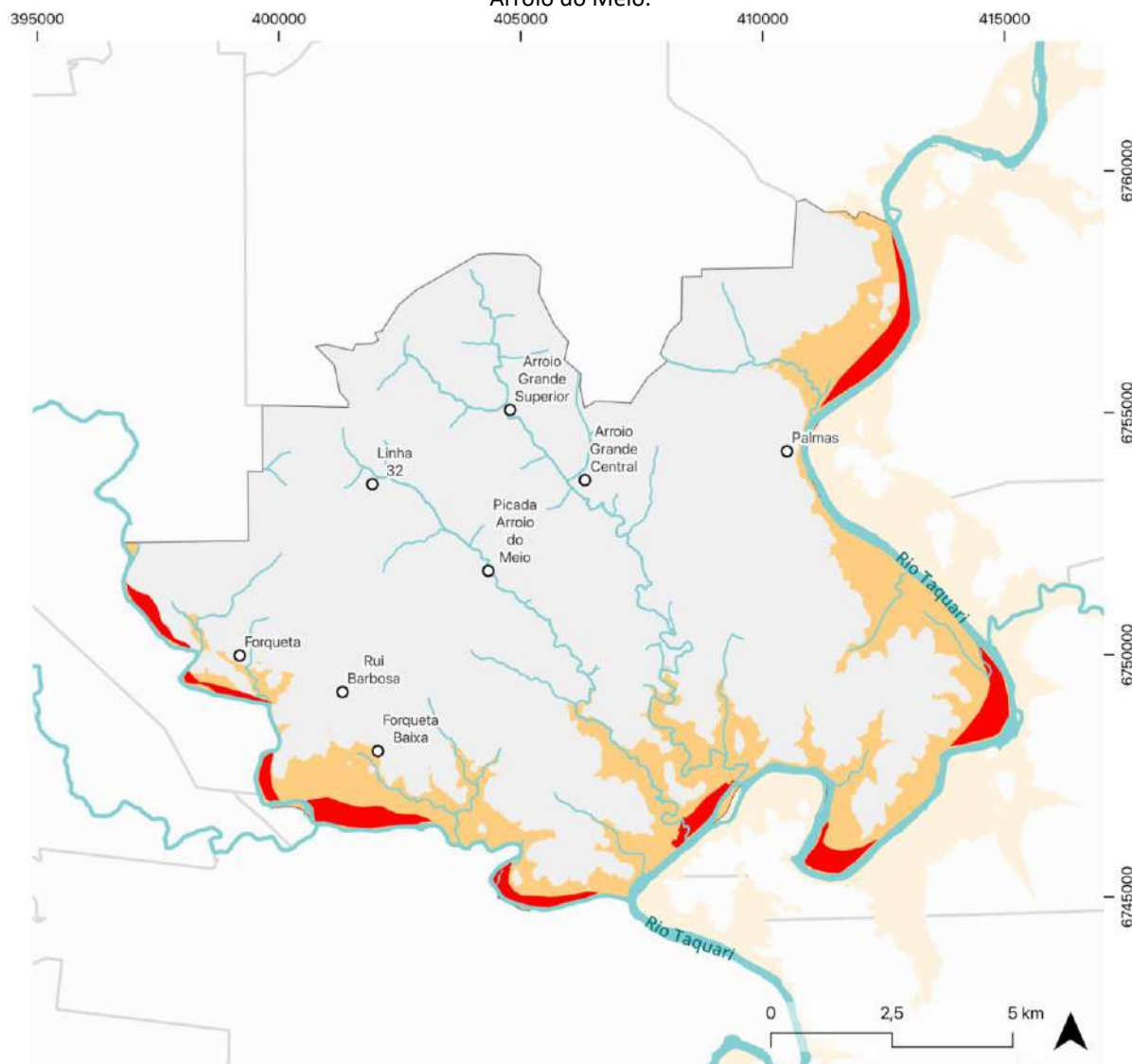


Corte 3

Fonte: Elaboração Equipe Planejamento Territorial Univates com base na mancha de inundação de maio de 2024.

Já o mapa da figura 50 mostra as zonas preliminares de arraste, que representa 3,15% da área total do Município, acrescidas da área de suscetibilidade à inundação, identificadas conforme metodologia descrita na seção 3.2.1.1. Esse mapa pode ser conferido em maior resolução e ampliação no Anexo 1.

Figura 50: Mapa de suscetibilidade à inundação e zonas preliminares de arraste no município de Arroio do Meio.



LEGENDA:

- | | |
|--|--|
| Suscetibilidade à inundação | Rodovias estaduais e federais |
| Zonas preliminares de arraste | Ferrovia |
| Núcleos urbanos isolados | Hidrografia |

Fonte: Elaboração Equipe Planejamento Territorial Univates, com base na mancha de inundação elaborada a partir de metodologia descrita no presente relatório.

No mapa da Figura 51, que pode ser visualizado em maior dimensão e detalhe no Anexo 2, está apresentada uma aproximação com a sede urbana de Arroio do Meio, onde é possível observar a sobreposição da mancha de inundação com a área urbanizada do Município, bem como a demarcação das zonas preliminares de arraste identificadas.

Quanto às zonas preliminares de arraste, são 3 as áreas demarcadas ao longo da mancha urbanizada do município, uma delas de menor proporção, próxima ao Rio Forqueta,

ao sul da sede urbana, onde não houveram edificações atingidas. Uma segunda área maior a leste da sede urbana, em uma ponta de terra que avança sobre o Rio Taquari, onde também não houve edificações atingidas. E a terceira delas, inserida na malha urbana, região central da cidade e localizada ao longo da Rua Campos Sales. Esta área e seu entorno apresentam maior densidade urbana no município, ou seja, um grande número de estabelecimentos foi atingido. Como ponto de referência, o parque municipal Pérola do Vale foi atingido, já a prefeitura municipal e o Hospital São José estão muito próximos das áreas atingidas. Destacam-se, ainda, a ponte de ferro e a ponte da ERS-130, elementos marcantes da paisagem municipal e que foram destruídos pelo evento de maio de 2024.

Figura 51: Mapa de suscetibilidade à inundação e zonas preliminares de arraste na sede urbana de Arroio do Meio.



LEGENDA:

- Zonas preliminares de arraste
- Suscetibilidade à inundação
- Hidrografia
- Rodovias
- Vias

Pontos de referência

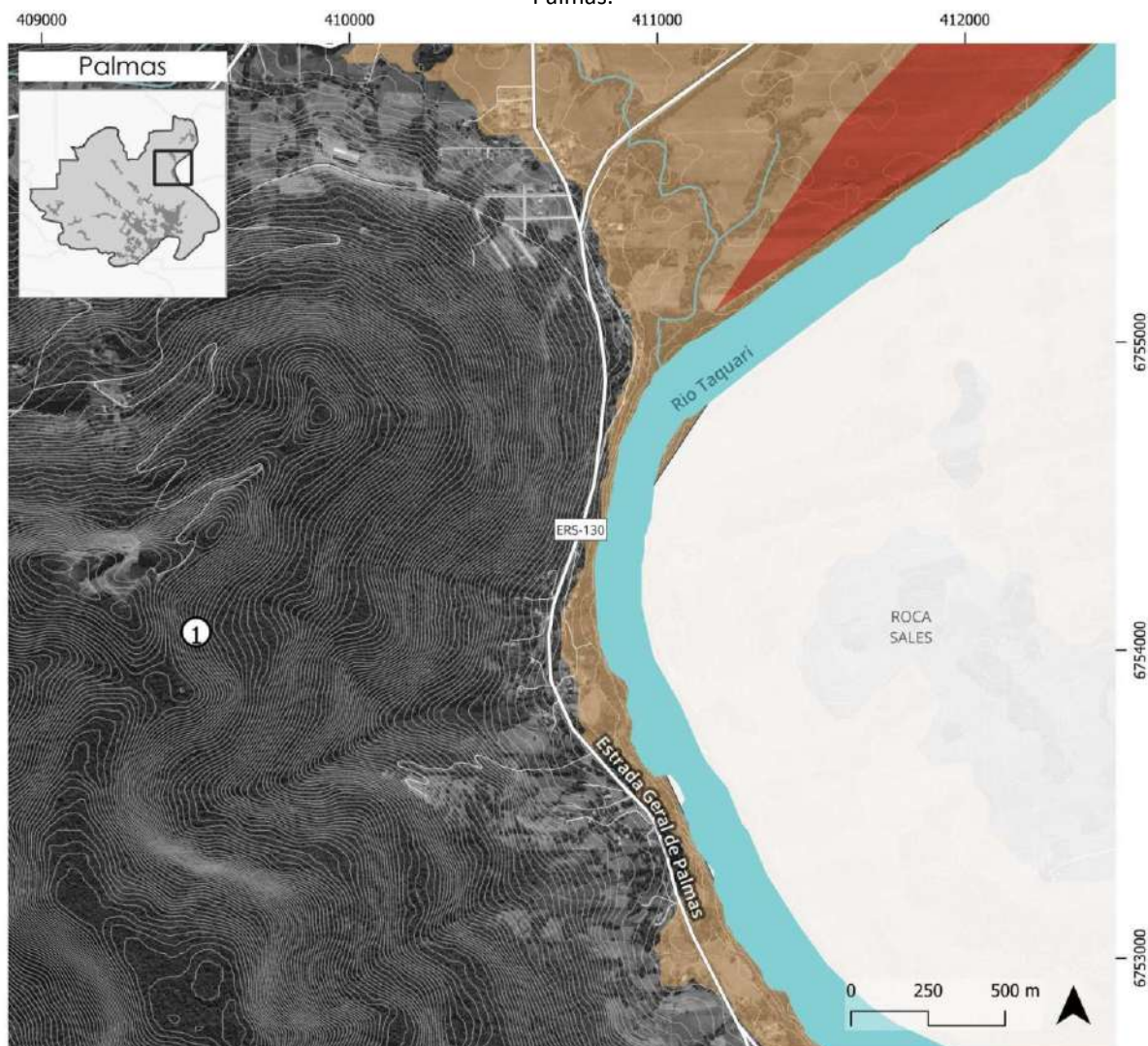
- ① Prefeitura Municipal
- ② Ponte de Ferro
- ③ Parque Municipal Pérola do Vale
- ④ Neugebauer Alimentos
- ⑤ Hospital São José

Fonte: Elaboração Equipe Planejamento Territorial Univates, com base na mancha de inundação elaborada a partir de metodologia descrita no presente relatório.

Ainda, quanto às ruas, a Rua Marechal Floriano Peixoto, bem como a Presidente Vargas, mais próximas ao Rio Taquari foram afetadas, bem como a ERS-130 que teve o seu fluxo interrompido.

Nas figuras 52, 53 e 54 a seguir é possível visualizar a espacialização das áreas com suscetibilidade à inundação e zonas preliminares de arraste para as localidades de Palmas, Forqueta e Forqueta Baixa. Na figura 52, a seguir é possível observar que em Palmas a zona preliminar de arraste não afeta edificações, já a mancha de inundação atingiu edificações localizadas a leste da ERS-130, próximas ao Rio Taquari, além de edificações localizadas mais ao norte da localidade. Já figura 53, verifica-se que em Forqueta um número menor de edificações está sobre a mancha de inundação, não havendo edificações em zona preliminar de arraste. O mesmo acontece em Forqueta Baixa, apresentada na figura 54.

Figura 52: Mapa de suscetibilidade à inundação e zonas preliminares de arraste na localidade de Palmas.

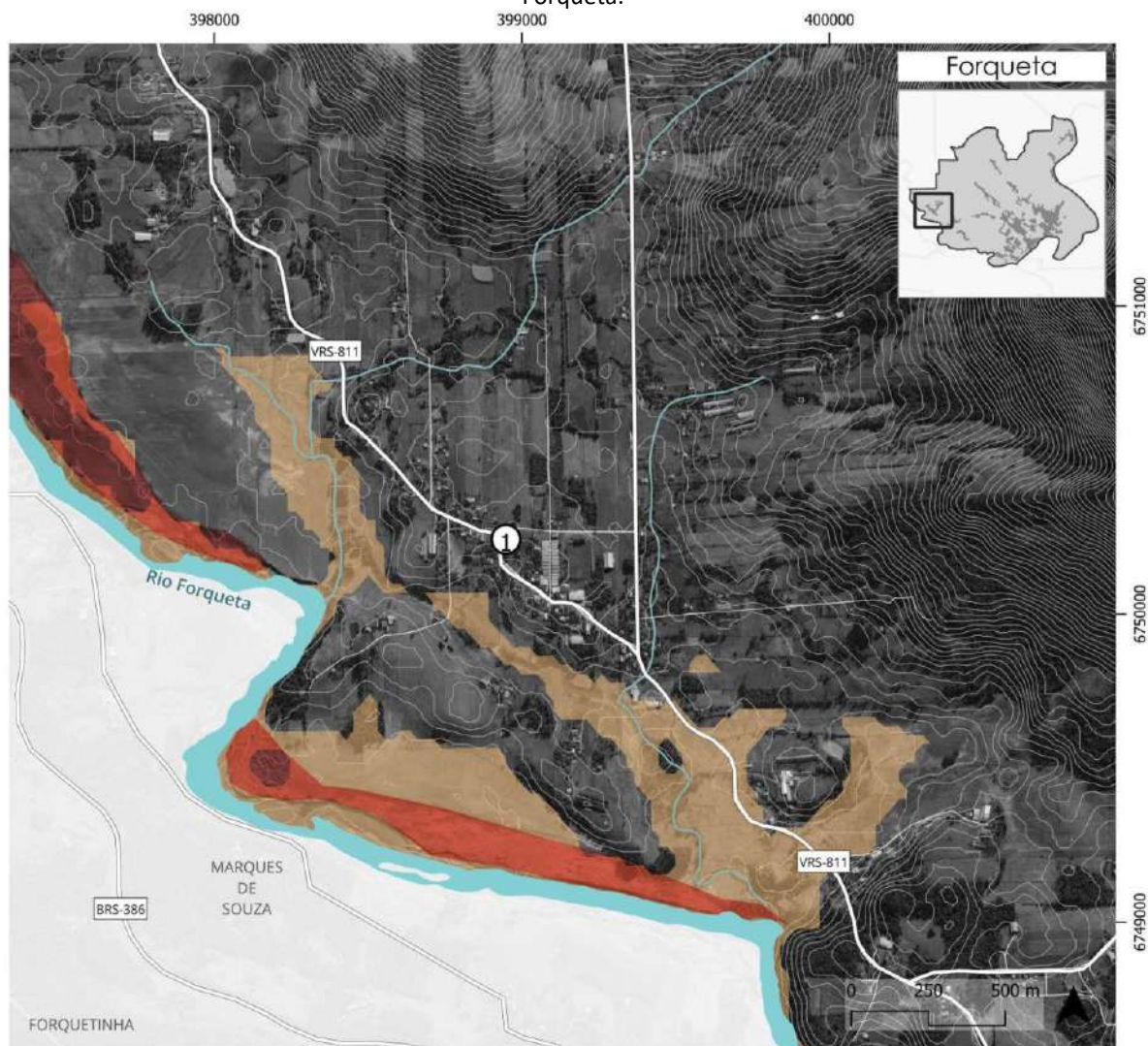


LEGENDA:

- | | |
|---|---|
| ■ Zonas preliminares de arraste | ■ Hidrografia |
| ■ Suscetibilidade à inundação | — Rodovias federais e estaduais |
| Pontos de referência: | — Vias municipais |
| ① Morro Gaúcho | |

Fonte: Elaboração Equipe Planejamento Territorial Univates, com base na mancha de inundação elaborada a partir de metodologia descrita no presente relatório.

Figura 53: Mapa de suscetibilidade à inundação e zonas preliminares de arraste na localidade de Forqueta.



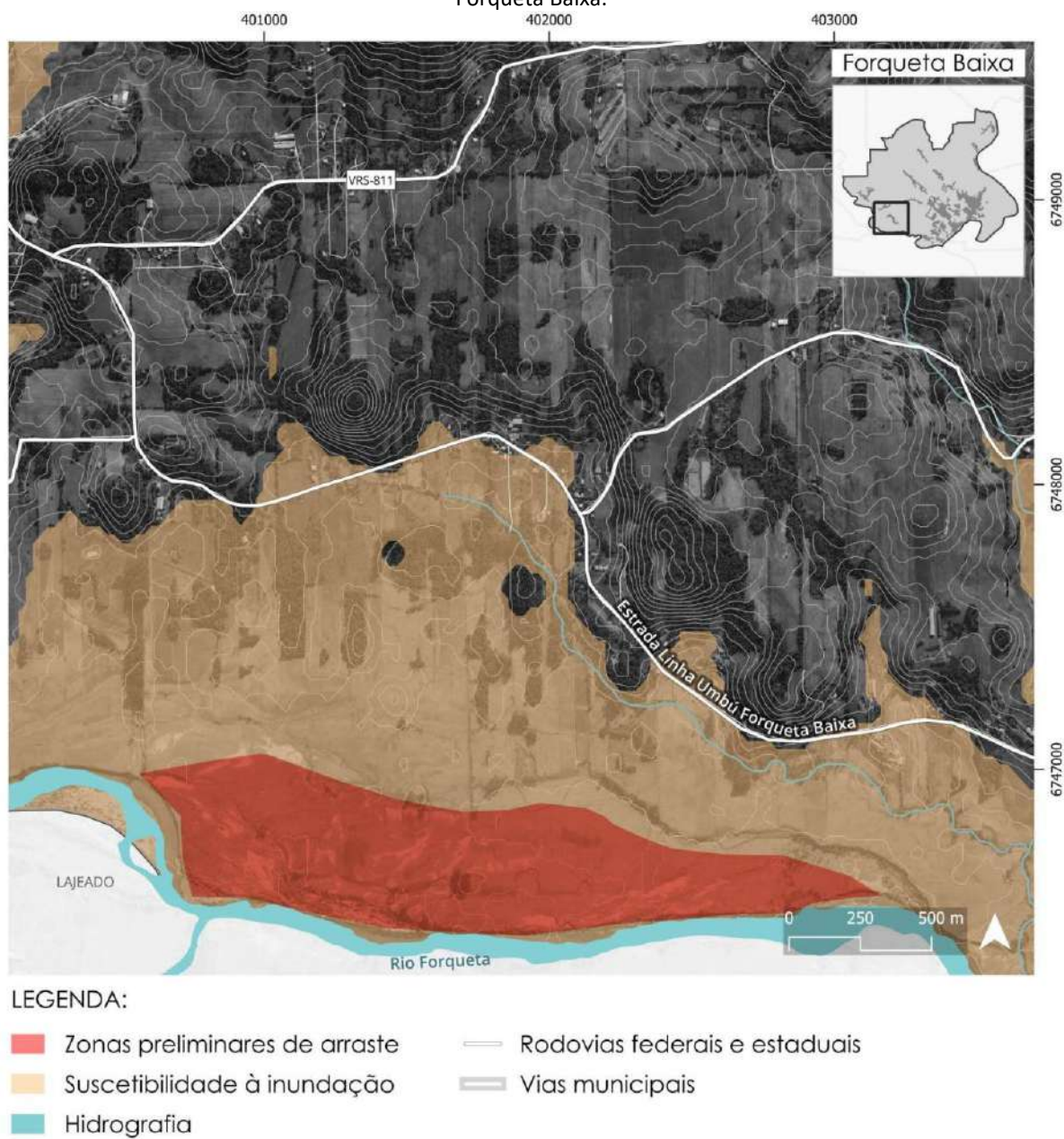
LEGENDA:

- | | |
|---|---|
| ■ Zonas preliminares de arraste | ■ Hidrografia |
| ■ Suscetibilidade   inundação | — Rodovias federais e estaduais |
| Pontos de referência: | — Vias municipais |

  Subprefeitura de Forqueta

Fonte: Elaboração Equipe Planejamento Territorial Univates, com base na mancha de inundação elaborada a partir de metodologia descrita no presente relatório.

Figura 54: Mapa de suscetibilidade à inundação e zonas preliminares de arraste na localidade de Forqueta Baixa.



Fonte: Elaboração Equipe Planejamento Territorial Univates, com base na mancha de inundação elaborada a partir de metodologia descrita no presente relatório.

Complementarmente, apresentam-se registros fotográficos (figuras 55 e 56) do município de Arroio do Meio após a ocorrência do evento climático de maio de 2024.

Figura 55: Registro na Rua Campos Sales, Bairro Navegantes, Arroio do Meio, após o evento de Maio de 2024.



Fonte: Lucas Brock, 2024 - disponibilizado pela Prefeitura Municipal.

Figura 56: Registro na Rua Coronel Adolfo Zimmermann, Bairro Centro, Arroio do Meio após o evento de Maio de 2024.



Fonte: Lucas Brock, 2024 - disponibilizado pela Prefeitura Municipal.

3.2.2 Áreas suscetíveis a movimentos de massa

Segundo Meng (2021), deslizamentos são movimentos de massas de rochas, terra ou detritos em geral que ocorrem em encostas quando a força da gravidade ou uma tensão

gerada sobre esses materiais excedem a resistência da estrutura do material, fazendo com que ele se desloque. As causas desse rompimento estrutural são muito variadas, incluindo a erosão natural, escavação, sobrecarga de peso, percolação de água, esvaziamento ou soerguimento de lençol freático, acúmulo de material ou mesmo outras perturbações (Porto Alegre, 2024).

Ocorre em áreas de relevo acidentado, das quais foram retiradas a cobertura vegetal original que é responsável pela consistência do solo e que impede, através das raízes, o escoamento das águas. O deslizamento de terra se difere dos processos erosivos pela quantidade de massa transportada a uma grande velocidade. Esses fenômenos naturais e/ou antrópicos, causam problemas imediatos para a população, independentemente de sua condição social, e também para o meio ambiente (FUNDEPAR, 2024).

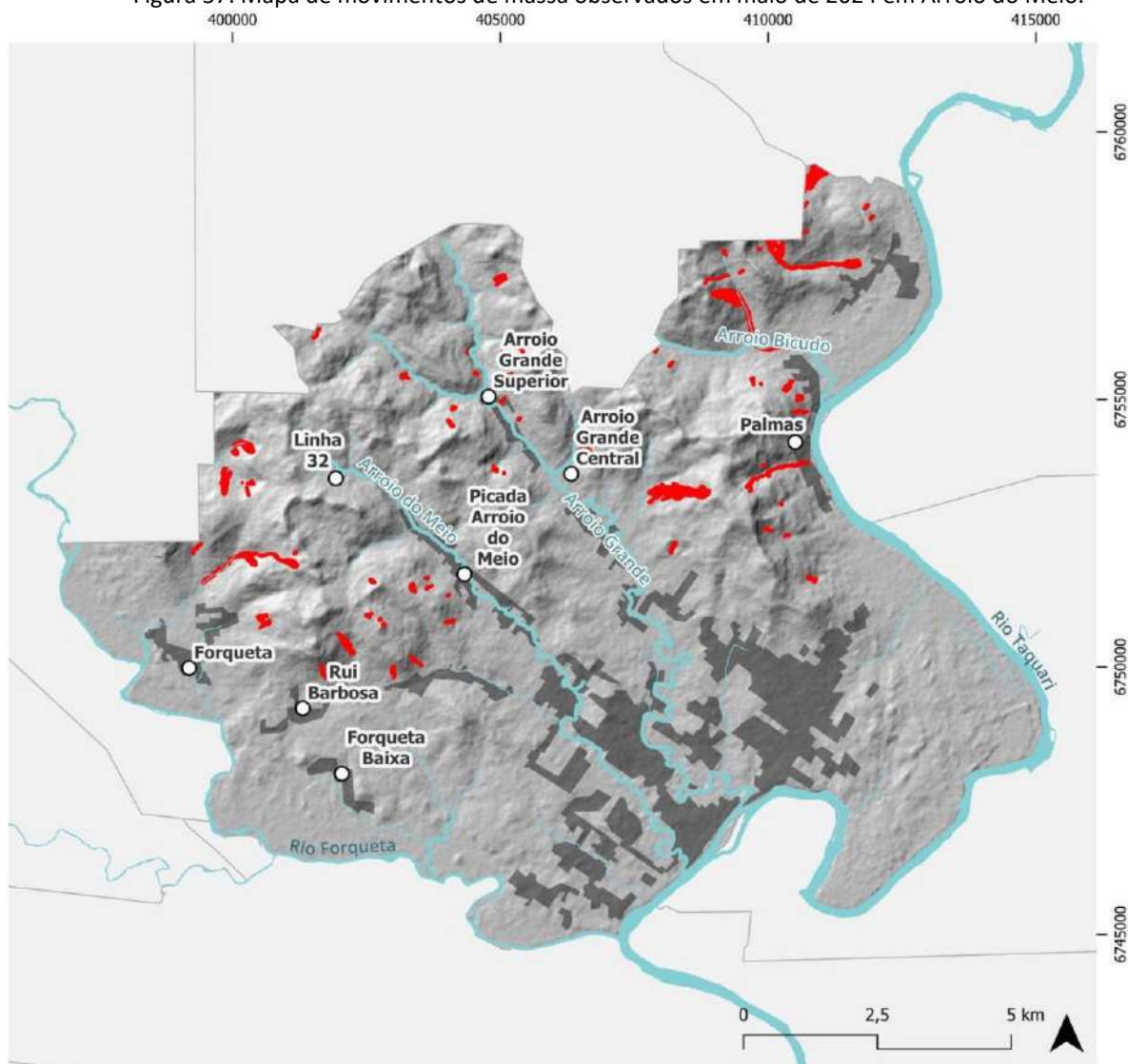
Já a erosão, segundo Galdino (2003), é um processo natural e ocorre mesmo em ecossistemas em equilíbrio e a intervenção humana eleva a taxa de incidência desse processo, gerando a “erosão acelerada”. Esta constitui um fenômeno de grande importância em razão da rapidez de seu desencadeamento e por acarretar grandes prejuízos não só para a exploração agropecuária, mas também para diversas outras atividades econômicas e ao meio ambiente.

3.2.2.1 Metodologia para identificação das áreas com suscetibilidade a movimentos de massa

Para a elaboração dos mapas de suscetibilidade a movimentos de massa (deslizamentos, escorregamentos, tombamentos de rocha, queda de blocos, corrida de materiais, espraçamento), primeiramente foram identificados os locais onde ocorreram e as características físicas de cada movimento, a partir de cicatrizes de movimentos de massa. A principal fonte de informações consultada é a base de dados existente, desenvolvida por equipe da UFRGS, intitulada “Mapeamento das cicatrizes de movimentos de massa decorrentes do acumulado de chuva no RS entre 27/04 e 13/05 de 2024” (ANDRADES FILHO & MEXIAS, 2024).

No mapa da figura 57 é possível observar os movimentos de massa no território de Arroio do Meio, com maior concentração na porção norte e oeste do Município.

Figura 57: Mapa de movimentos de massa observados em maio de 2024 em Arroio do Meio.



LEGENDA:

- Cicatrizes de deslizamentos
- Áreas urbanizadas de Arroio do Meio
- Hidrografia

Fonte: Elaboração Equipe Planejamento Territorial Univates, com base no mapeamento de cicatrizes de movimentos de massa realizado pelo Lab. Latitude da UFRGS (ANDRADES FILHO; MEXIAS, 2024).

Complementarmente, apresentam-se registros fotográficos (figuras 58 e 59) de movimentos de massa no município de Arroio do Meio após a ocorrência do evento climático de maio de 2024.

Figura 58: Registro de movimentos de massa em Arroio do Meio, após evento de maio de 2024.



Fonte: Lucas Brock, 2024 - disponibilizado pela Prefeitura Municipal.

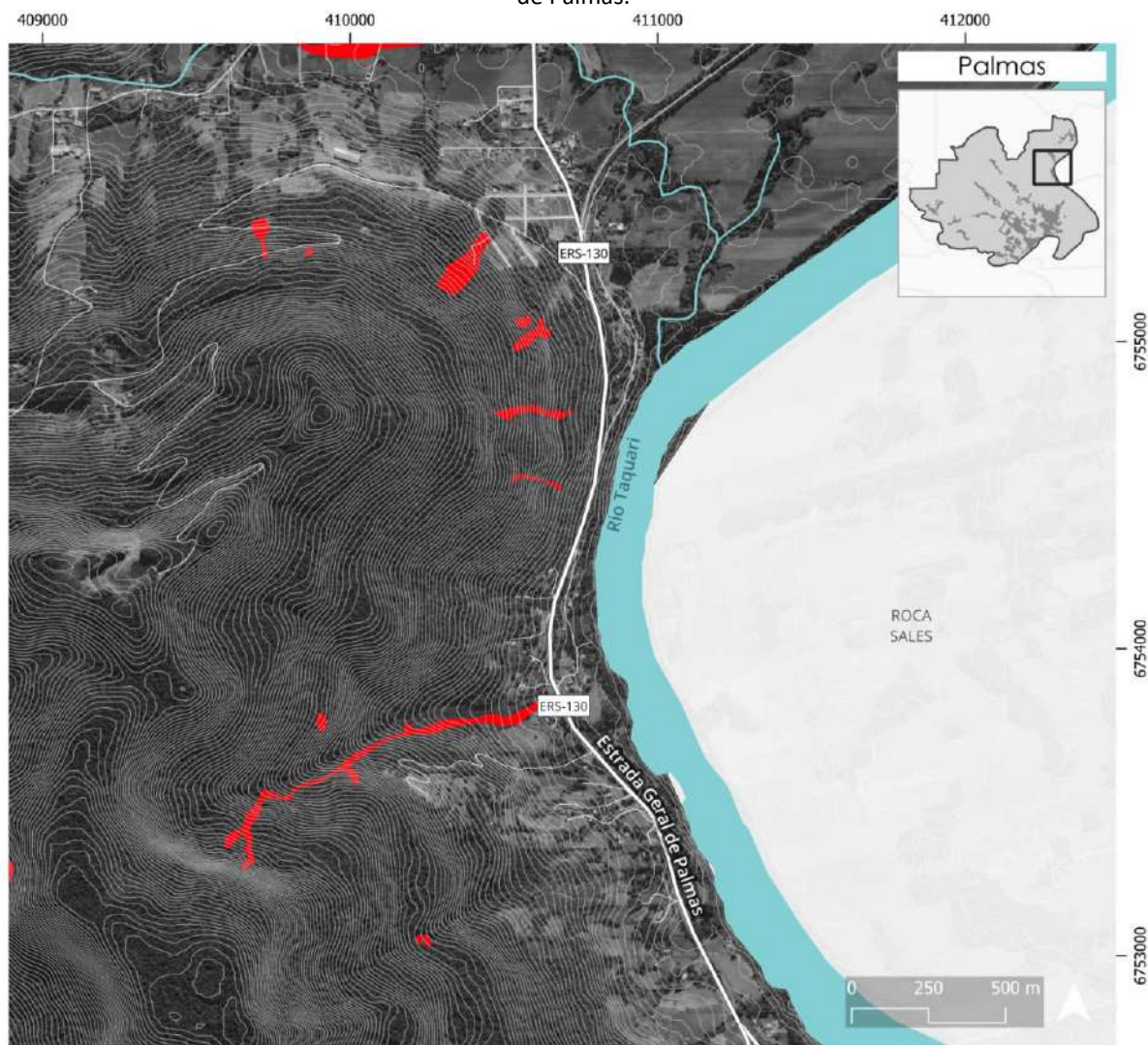
Figura 59: Registro de movimentos de massa no Morro Gaúcho em Arroio do Meio, após evento de maio de 2024.



Fonte: Arquivo Equipe Planejamento Territorial Univates, 2024

Por fim, nas figuras 60 e 61 é possível observar as aproximações com os núcleos urbanos isolados do município. Na figura 60 observa-se que na localidade de Palmas existem algumas cicatrizes a oeste da ERS-130, com uma cicatriz mais extensa e próxima à estrada ao sul.

Figura 60: Mapa de movimentos de massa observados em maio de 2024 no entorno da localidade de Palmas.



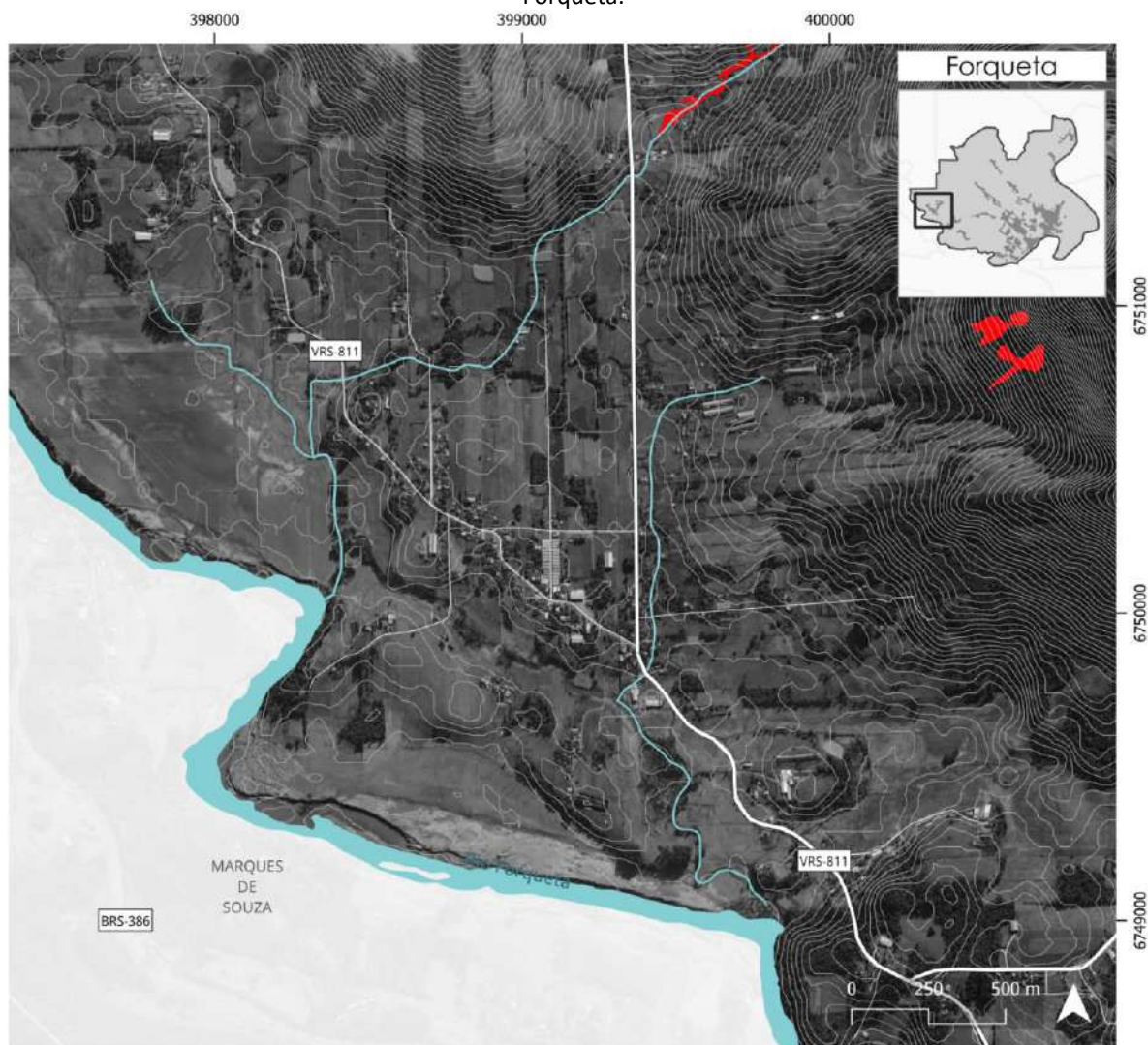
LEGENDA:

- Rodovias federais e estaduais
- Vias municipais
- Cicatrizes de deslizamentos
- Hidrografia

Fonte: Elaboração Equipe Planejamento Territorial Univates, com base no mapeamento de cicatrizes de movimentos de massa realizado pelo Lab. Latitude da UFRGS (ANDRADES FILHO; MEXIAS, 2024).

Já na figura 61 observa-se que na localidade de Forqueta os registros de cicatrizes de movimentos de massa estão à leste, mais distantes das edificações consolidadas e com menor dimensão.

Figura 61: Mapa de movimentos de massa observados em maio de 2024 no entorno da localidade de Forqueta.



LEGENDA:

- Rodovias federais e estaduais
- Vias municipais
- Cicatrizes de deslizamentos
- Hidrografia

Fonte: Elaboração Equipe Planejamento Territorial Univates, com base no mapeamento de cicatrizes de movimentos de massa realizado pelo Lab. Latitude da UFRGS (ANDRADES FILHO; MEXIAS, 2024).

Por meio dessa base de dados, gerou-se uma base de pontos dos locais onde ocorreram as rupturas de cada movimento de massa para os sete municípios do Vale do Taquari que fazem parte do estudo, totalizando 887 registros. A etapa seguinte consiste na identificação das características físicas de cada movimento de massa, realizando uma intersecção entre a base de pontos de ruptura dos movimentos de massa e as bases com as características físicas dos municípios, com isso, adquirindo as informações necessárias para

cada movimento de massa. As classes de suscetibilidade serão determinadas tomando como base a informação de declividade, que, segundo Santos (2015), Sampaio e Robaina (2019) e Araújo *et al.* (2022), configura o critério de maior relevância em relação aos movimentos de massa.

3.2.2.2 Áreas com Suscetibilidade a Movimentos de Massa - Arroio do Meio

Como resultado do cruzamento entre os pontos de registro de movimento de massa e a base de declividade, foram discriminadas 21 classes, conforme apresentado na Tabela 6. Dessa intersecção entre as bases foi possível identificar a frequência dos movimentos de massa para cada classe e verificar o comportamento de acordo com os diferentes percentuais de declividade. Observa-se que em declividades menores e maiores as frequências de movimentos de massa são menores, sendo possível perceber um comportamento com maiores eventos entre 25% e 75%, com o seu pico de eventos nas classes de 35% a 60%. Para suavizar a frequência da base de declividade, que apresentou comportamento bimodal, foi adotado um filtro de média móvel.

Tabela 6: Frequência dos movimentos de massa em relação à declividade.

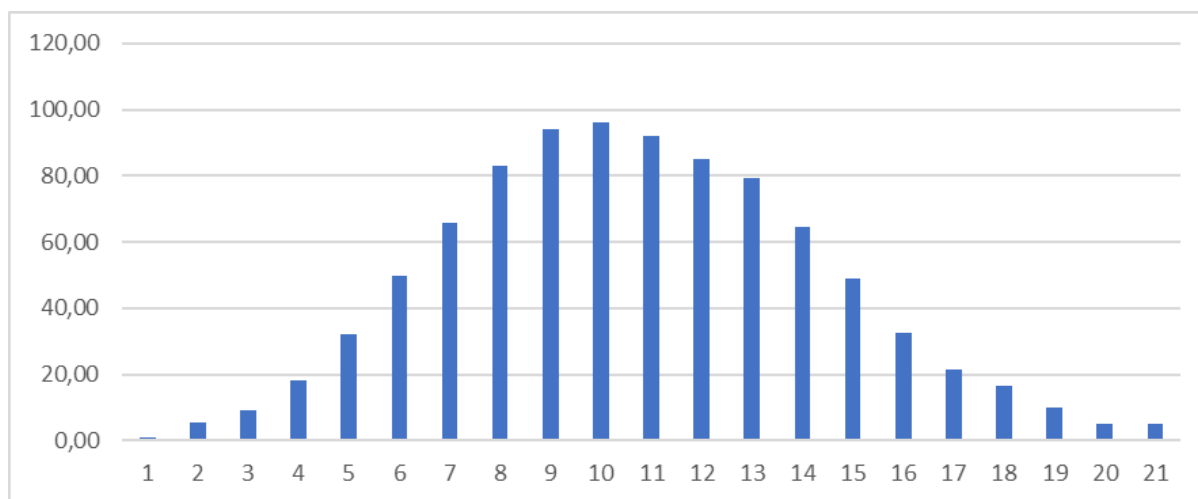
DECLIVIDADE			
CLASSES (%)	Nº DE MOVIMENTOS	FILTRO	
0 a 5	1	1,00	1,00
5 a 10	2	5,33	5,33
10 a 15	13	9,00	9,00
15 a 20	12	18,33	18,33
20 a 25	30	32,00	32,00
25 a 30	54	50,00	50,00
30 a 35	66	66,00	66,00
35 a 40	78	83,00	83,00
40 a 45	105	94,00	94,00
45 a 50	99	96,33	96,33
50 a 55	85	92,00	92,00
55 a 60	85	85,00	85,00
60 a 65	74	79,50	79,50
65 a 70	55	64,50	64,50

70 a 75	43	49,00	49,00
75 a 80	22	32,50	32,50
80 a 85	21	21,50	21,50
85 a 90	12	16,50	16,50
90 a 95	8	10,00	10,00
95 a 100	8	8,00	5,00
> 100	14	11,00	5,00
TOTAL	887	924,50	915,50

Fonte: Elaboração Equipe Planejamento Territorial Univates, com base na metodologia descrita no presente relatório.

A seguir se realizou a classificação das áreas Sem Suscetibilidade, Baixa Suscetibilidade, Média Suscetibilidade e Alta Suscetibilidade, em relação aos movimentos de massa. Para facilitar a análise, foi gerado um gráfico demonstrando a frequência de eventos por classe (Figura 62).

Figura 62: Gráfico que ilustra a frequência dos movimentos de massa em relação à declividade.



Fonte: Elaboração Equipe Planejamento Territorial Univates, com base na metodologia descrita no presente relatório.

De acordo com os dados apresentados na Tabela 6 e Figura 62, as classes de suscetibilidade foram definidas e seguem apresentadas na Tabela 7.

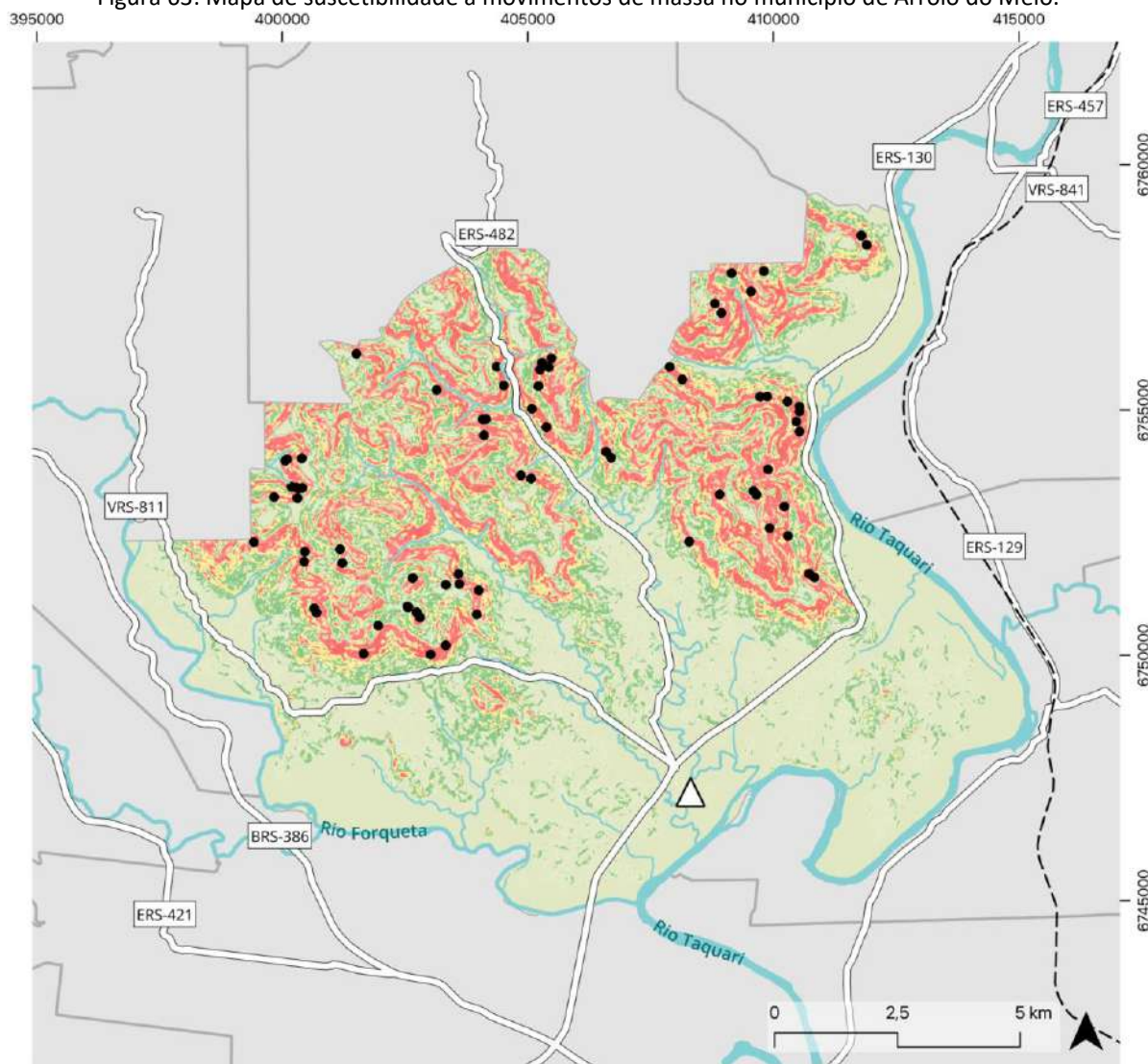
Tabela 7: Classes de suscetibilidade.

Classes de Suscetibilidade	Declividades
Sem Suscetibilidade	De 0 a 10%
Baixa Suscetibilidade	De 10 a 25% e >75%
Média Suscetibilidade	De 25 a 35% e de 60 a 75%
Alta Suscetibilidade	De 35 a 60%

Fonte: Elaboração Equipe Planejamento Territorial Univates, com base na metodologia descrita no presente relatório.

Somente em Arroio do Meio, ocorreram 75 cicatrizes de movimentos de massa, porém, conforme relatado anteriormente, a análise da suscetibilidade aos movimentos de massa, levou em consideração os 887 movimentos de massa que ocorreram também em outros municípios do Vale do Taquari, com isso melhorando a qualidade do estudo. Com as classes de suscetibilidade definidas, foi possível elaborar o mapa de suscetibilidade a movimentos de massa, o qual segue apresentado a seguir (figura 63). O mapa também pode ser visualizado em maior tamanho e resolução no Anexo 3.

Figura 63: Mapa de suscetibilidade a movimentos de massa no município de Arroio do Meio.



LEGENDA:

Suscetibilidade a movimentos de massa

- Alta Suscetibilidade
- Média Suscetibilidade
- Baixa Suscetibilidade
- Sem Suscetibilidade

● Pontos de ruptura dos movimentos de massa (2024)

△ Sede municipal

— Rodovias estaduais e federais

- - - Ferrovias

■ Hidrografia

Fonte: Elaboração Equipe Planejamento Territorial Univates, com base na metodologia descrita no presente relatório.

A partir do mapa apresentado, verifica-se que no município de Arroio do Meio as áreas com alta (de 35 a 60%) e média (declividade entre 25 a 35% e de 60 a 75%) suscetibilidade a movimentos de massa estão concentradas ao norte do território do Município, mais distantes da sede urbana, que está ao sul junto ao Rio Taquari. A porção centro/sul do território municipal não apresenta suscetibilidade (declividade entre 0 a 10%)

para movimentos de massa, além de algumas áreas em menor proporção que se configuram como de baixa suscetibilidade (declividade entre 10 a 25% e >75%). Cabe destacar que a suscetibilidade a movimentos de massa nas regiões de análise é condicionada há vários fatores físicos e geotécnicos em análise, com destaque para os fatores de declividade combinado à ocorrência de chuvas raras e saturação de umidade nos solos da região.

Na figura 64, que pode ser visualizada em maior dimensão e resolução no Anexo 4, é possível observar o mapa de suscetibilidade a movimentos de massa na região da sede urbana de Arroio do Meio e em seu entorno imediato. É possível observar algumas manchas pontuais de alta e média suscetibilidade de movimento de massa ao norte da Rua Dona Rita, região de ocupação urbana mais dispersa e em desenvolvimento. Além disso, algumas manchas de baixa suscetibilidade pode ser observadas ao longo da sede urbana consolidada, sendo permeadas por pequenos pontos de média suscetibilidade, que devem ser observados caso a caso. As demais áreas não possuem suscetibilidade a movimentos de massa.

Figura 64: Mapa de suscetibilidade a movimentos de massa na sede urbana.



LEGENDA:

Suscetibilidade a movimentos de massa

- Alta Suscetibilidade
- Média Suscetibilidade
- Baixa Suscetibilidade

Pontos de referência

- ① Prefeitura Municipal
- ② Ponte de Ferro
- ③ Parque Municipal Pérola do Vale
- ④ Neugebauer Alimentos
- ⑤ Hospital São José

- Rodovias
- Vias
- Hidrografia

Fonte: Elaboração Equipe Planejamento Territorial Univates, com base na metodologia descrita no presente relatório.

Já as figuras 65, 66 e 67 apresentam o mapa de suscetibilidade a nos núcleos urbanos isolados do município de Arroio do Meio e seus entornos imediatos. Na localidade de Palmas, figura 65, observa-se que as áreas de média e alta suscetibilidade a movimentos de

massa se concentram mais a oeste da mancha urbana consolidada e avançam até a rodovia ERS-130, sobrepondo-se às edificações consolidadas em alguns pontos.

Na figura 66 é possível observar que as áreas de alta e média suscetibilidade estão localizadas ao leste e norte da localidade de Forqueta, estando mais distante do núcleo urbano mais consolidado. As áreas no entorno do núcleo de edificações consolidadas não apresentam suscetibilidade a movimentos de massa.

Já na figura 67 é possível observar a suscetibilidade a movimentos de massa na localidade de Forqueta Baixa, onde verifica-se que as áreas de alta e média suscetibilidade encontram-se concentradas em dois pontos ao norte da Estrada Linha Umbu Forqueta Baixa, aproximando-se de algumas edificações pontualmente. Outras áreas de baixa suscetibilidade se sobrepõem às edificações existentes e as demais áreas não apresentam suscetibilidade a movimentos de massa.

Figura 65: Mapa de suscetibilidade a movimentos de massa na localidade de Palmas.



LEGENDA:

Suscetibilidade a movimentos de massa

Alta Suscetibilidade

Baixa Suscetibilidade

Média Suscetibilidade

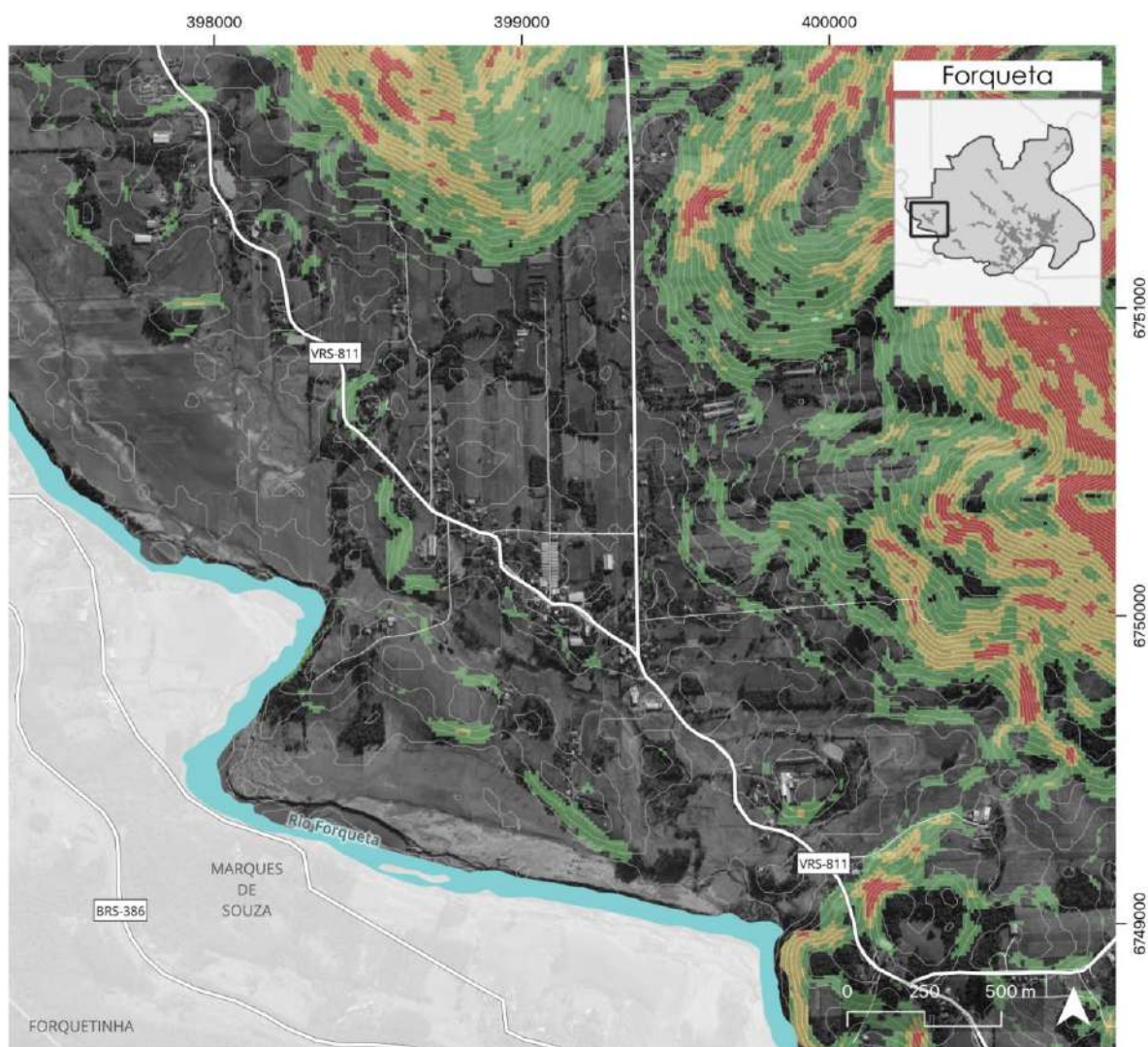
Hidrografia

Rodovias federais e estaduais

Vias municipais

Fonte: Elaboração Equipe Planejamento Territorial Univates, com base na metodologia descrita no presente relatório.

Figura 66: Mapa de suscetibilidade a movimentos de massa na localidade de Forqueta.



LEGENDA:

Suscetibilidade a movimentos de massa

Alta Suscetibilidade

Baixa Suscetibilidade

Média Suscetibilidade

Hidrografia

Rodovias federais e estaduais

Vias municipais

Fonte: Elaboração Equipe Planejamento Territorial Univates, com base na metodologia descrita no presente relatório.

Figura 67: Mapa de suscetibilidade a movimentos de massa na localidade de Forqueta Baixa.



LEGENDA:

Suscetibilidade a movimentos de massa

Alta Suscetibilidade

Baixa Suscetibilidade

Média Suscetibilidade

Hidrografia

Rodovias federais e estaduais

Vias municipais

Fonte: Elaboração Equipe Planejamento Territorial Univates, com base na metodologia descrita no presente relatório.

4. SÍNTESE

Para esta primeira etapa de entrega, foi desenvolvido um diagnóstico regulatório e físico do município de Arroio do Meio, bem como a sua inserção em contexto de bacia-hidrográfica, onde foram analisadas as áreas suscetíveis a ocorrências de fenômenos

naturais, com inundações, enxurradas e movimentos de massa para a determinação das zonas de risco.

O estudo identificou as áreas vulneráveis com o objetivo de fornecer a orientação geral das áreas de risco no município, fornecendo um diagnóstico fundamental para embasar as políticas públicas de curto prazo necessárias para uma reconstrução com segurança socioambiental.

Os estudos utilizaram dados secundários, fazendo uso da ampla base de dados existentes, incluindo mapeamentos municipais e das distintas instâncias governamentais, bem como pareceres e estudos técnicos oficiais, incorporando o mapeamento de áreas de inundação, tipo de solo e áreas de movimento de massa.

Com relação a suscetibilidade à ocorrência de inundações e enxurradas, a mesma apresenta regimes frequentes de inundações, decorrentes da dinâmica natural do Rio Taquari. Em 2024, no entanto, além das inundações e enxurradas frequentes, foram observados a ocorrência de deslizamentos e movimentos de massa no município. Sob essa perspectiva, foram diagnosticadas as ocorrências recentes de inundações e enxurradas, bem como de movimentos de massa da região, gerando mapas de suscetibilidade a partir das características conhecidas e entendendo que estas estão condicionadas a ocorrência a partir do registro de chuvas intensas na região.

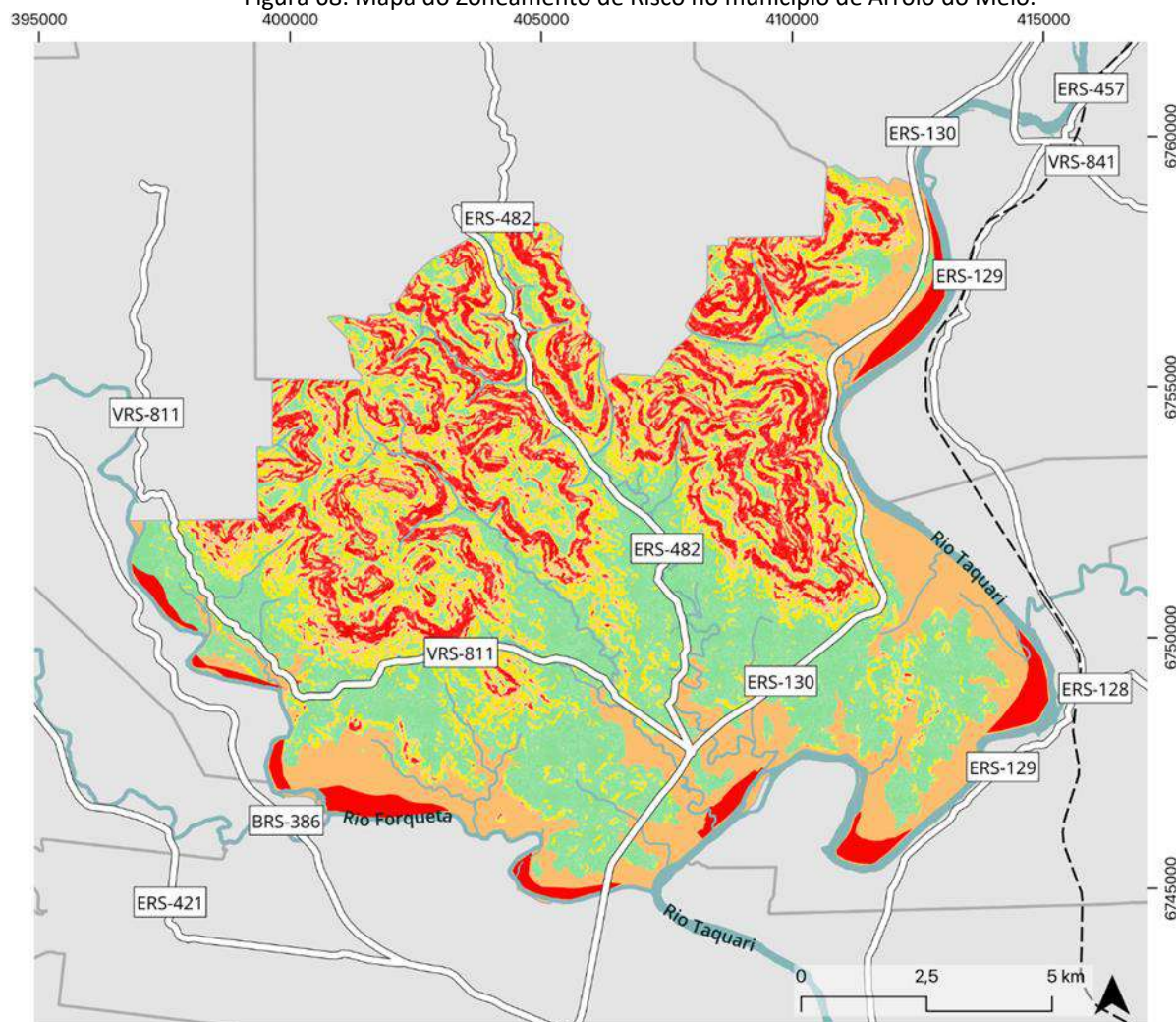
Os mapas das Figuras 68 e 69, que podem ser visualizados em maior tamanho e resolução respectivamente nos Anexos 5 e 6, apresentam as áreas identificadas como zonas de risco no Município de Arroio do Meio, incluindo as áreas suscetíveis às inundações, zonas preliminares de arraste e movimentos de massa. As resultantes deste estudo consistem em um primeiro passo importante para a compreensão geral do ambiente, das suscetibilidades e condições iniciais de zoneamento de riscos, bem como para a determinação de diretrizes de ocupação do território.

O mapa apresenta 4 categorias de zonas de risco, sendo: alto risco (marcada em cor vermelha), médio risco (marcada em cor laranja), baixo risco (marcada em cor amarela) e sem risco (marcada em cor verde).

A zona de alto risco considerou a zona de arraste somada à zona de alta suscetibilidade a movimentos de massa. A zona de médio risco considerou a zona de

suscetibilidade à inundação somada a zona de média suscetibilidade a movimentos de massa. A zona de baixo risco considerou a zona de baixa suscetibilidade a movimentos de massa, enquanto a zona sem risco é a zona que não apresenta suscetibilidade nem à inundação e nem a movimentos de massa.

Figura 68: Mapa do Zoneamento de Risco no município de Arroio do Meio.



LEGENDA:

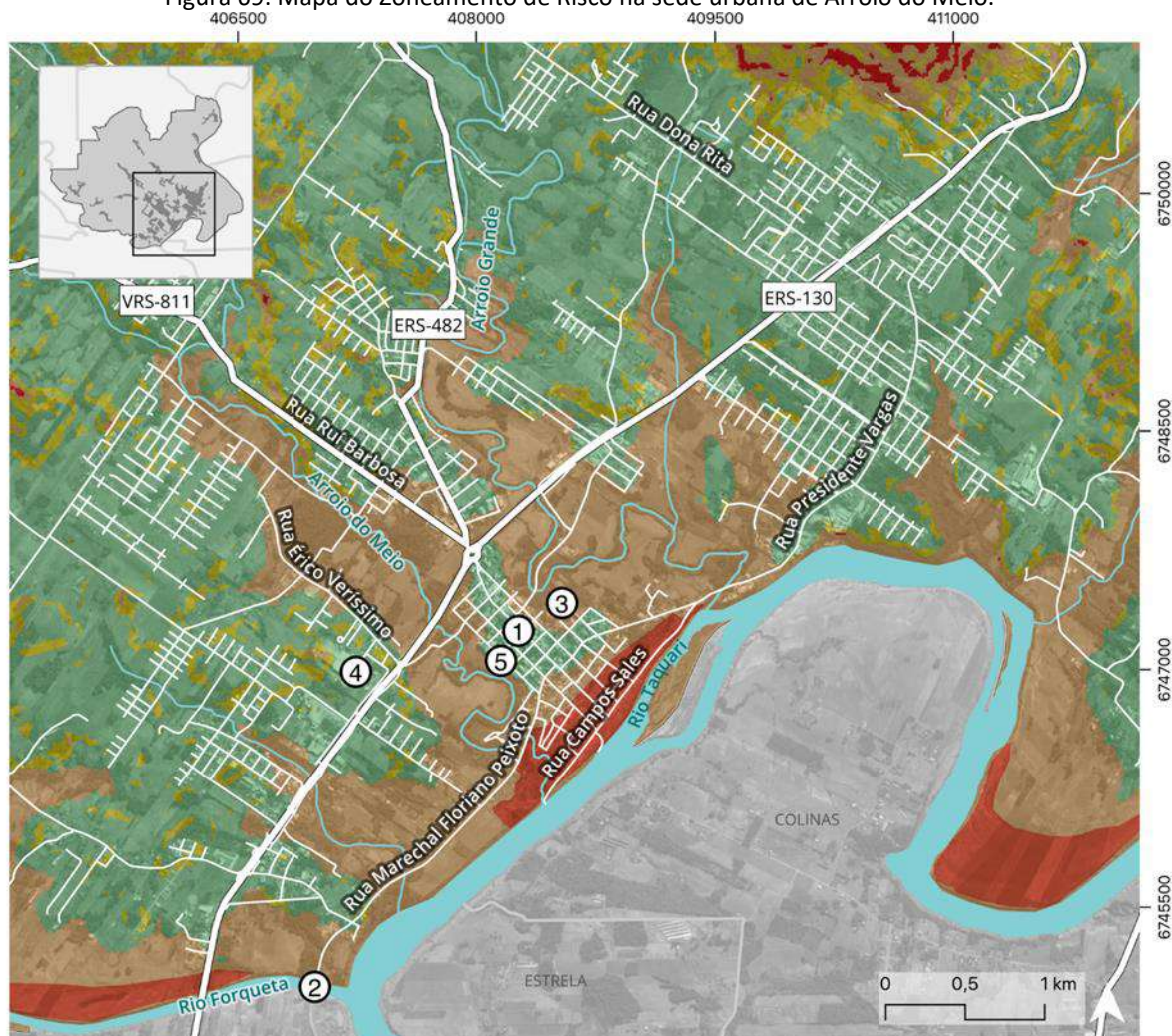
Classificação de zona de risco

- Alto Risco (zona de arraste e zona de alta suscetibilidade a movimentos de massa)
- Médio Risco (zona de inundação e zona de média suscetibilidade a movimentos de massa)
- Baixo Risco (zona de baixa suscetibilidade a movimentos de massa)

- Sem Risco (sem suscetibilidade a inundações ou a movimentos de massa)
- Hidrografia
- Núcleos urbanos isolados
- Rodovias estaduais e federais
- - - Ferrovias

Fonte: Elaboração Equipe Planejamento Territorial Univates, com base em metodologia descrita na seção 3.2.1.

Figura 69: Mapa do Zoneamento de Risco na sede urbana de Arroio do Meio.



LEGENDA:

Classificação de zonas de risco

- Alto Risco
- Médio Risco
- Baixo Risco
- Sem Risco

Pontos de referência

- ① Prefeitura Municipal
- ② Ponte de Ferro
- ③ Parque Municipal Pérola do Vale
- ④ Neugebauer Alimentos
- ⑤ Hospital São José

 Rodovias

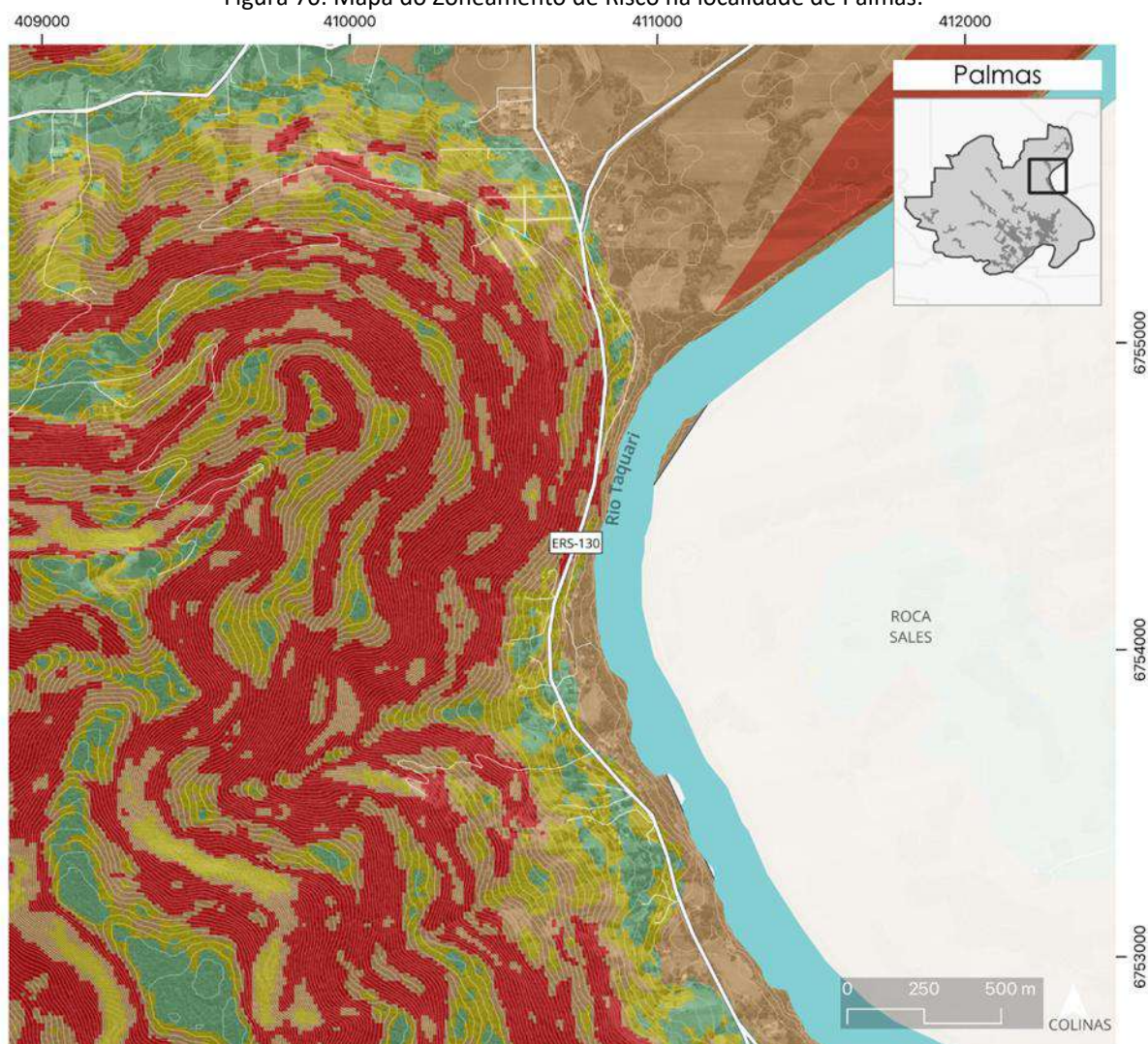
 Vias

 Hidrografia

Fonte: Elaboração Equipe Planejamento Territorial Univates, com base em metodologia descrita na seção 3.2.1.

Já nas figuras 70, 71 e 72, apresentadas a seguir, é possível visualizar os mapas com as áreas identificadas como zonas de risco nas localidades de Palmas, Forqueta e Forqueta Baixa, respectivamente.

Figura 70: Mapa do Zoneamento de Risco na localidade de Palmas.



LEGENDA:

Classificação de zonas de risco

Alto Risco

Médio Risco

Baixo Risco

Sem Risco

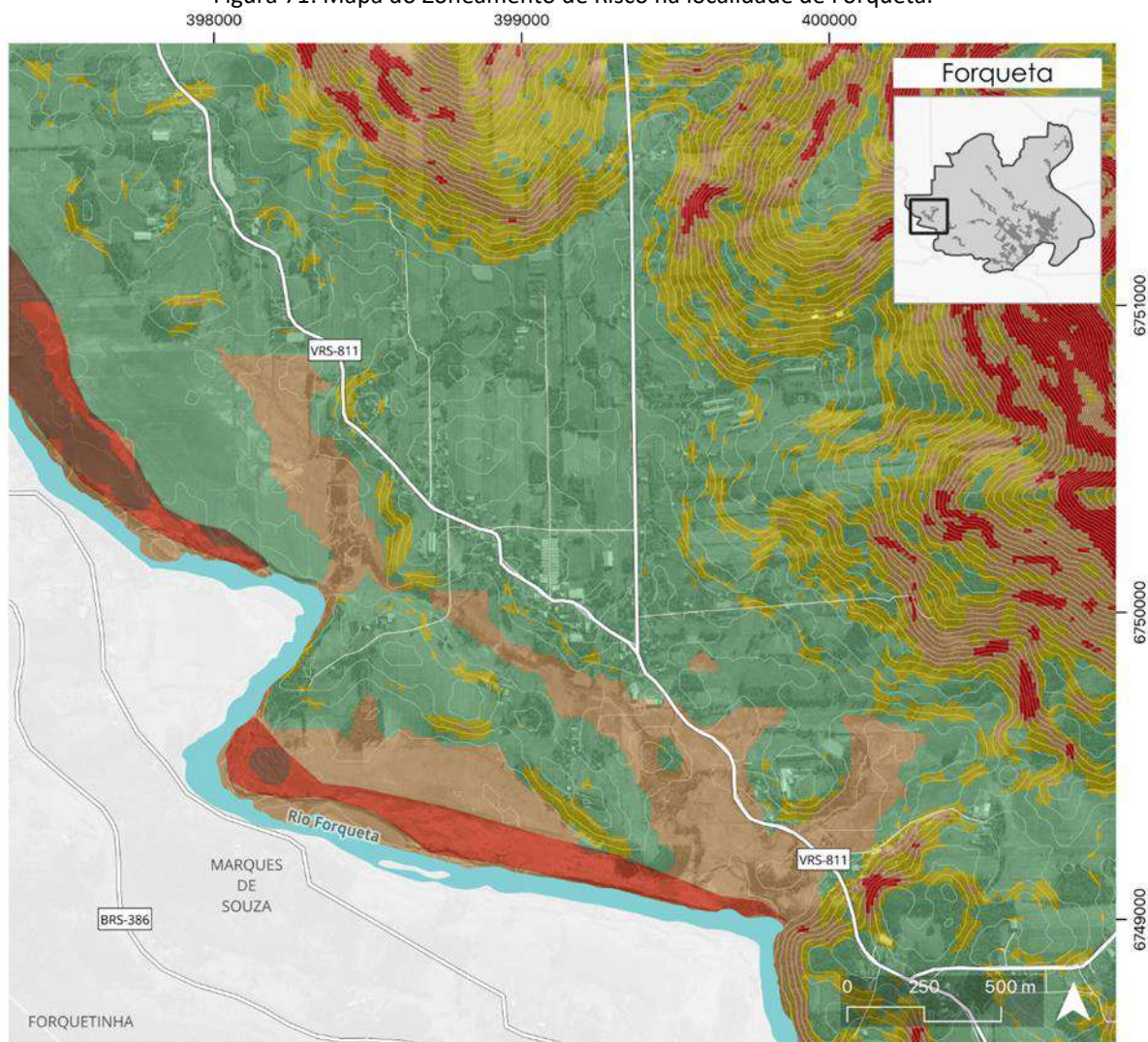
Hidrografia

Rodovias federais e estaduais

Vias municipais

Fonte: Elaboração Equipe Planejamento Territorial Univates, com base em metodologia descrita na seção 3.2.1.

Figura 71: Mapa do Zoneamento de Risco na localidade de Forqueta.



LEGENDA:

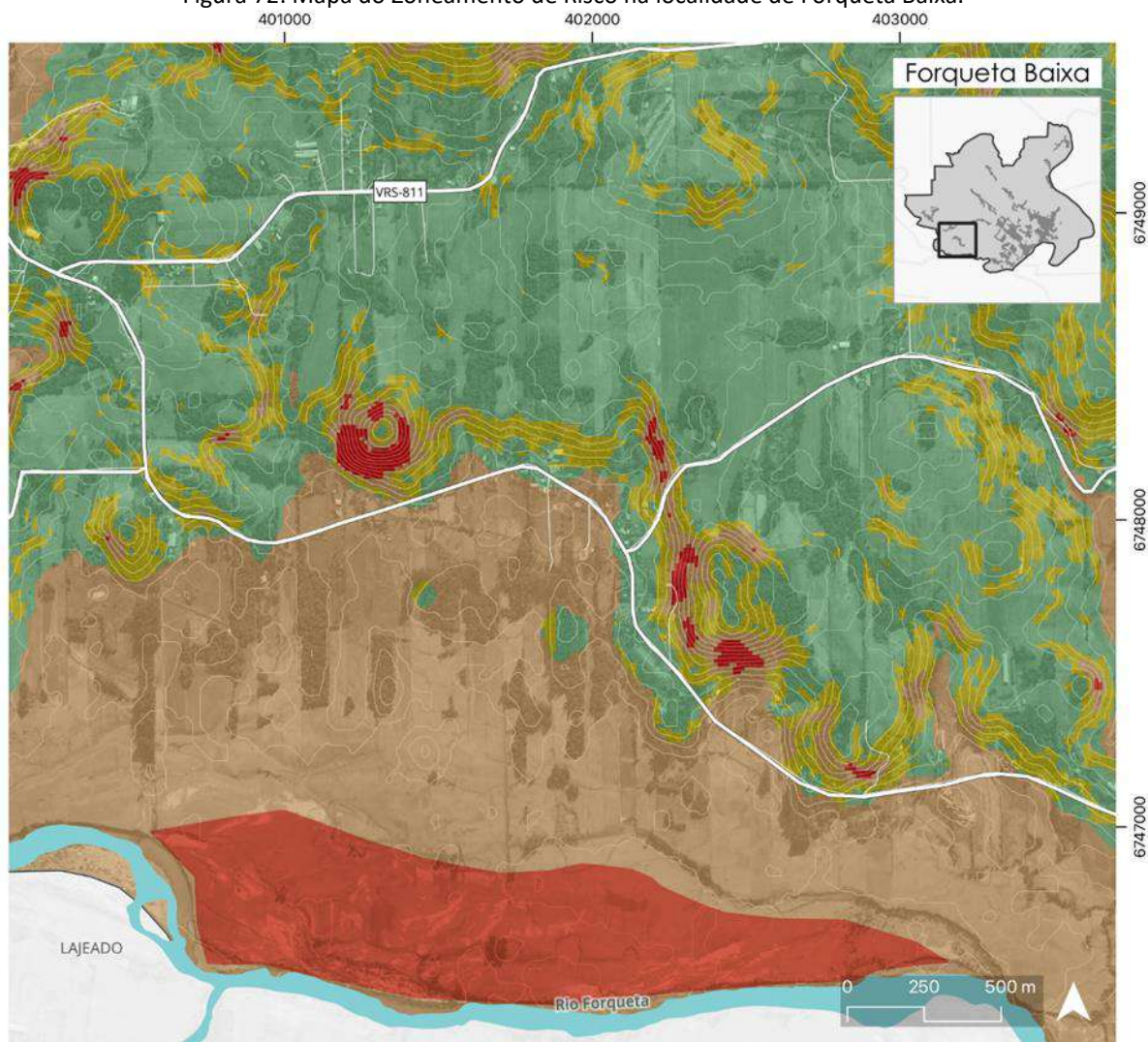
Classificação de zonas de risco

- Alto Risco
- Médio Risco
- Baixo Risco
- Sem Risco

- Hidrografia
- Rodovias federais e estaduais
- Vias municipais

Fonte: Elaboração Equipe Planejamento Territorial Univates, com base em metodologia descrita na seção 3.2.1.

Figura 72: Mapa do Zoneamento de Risco na localidade de Forqueta Baixa.



LEGENDA:

Classificação de zonas de risco

Alto Risco

Médio Risco

Baixo Risco

Sem Risco

Hidrografia

Rodovias federais e estaduais

Vias municipais

Fonte: Elaboração Equipe Planejamento Territorial Univates, com base em metodologia descrita na seção 3.2.1.

Na tabela a seguir é possível observar a área (em km²) ocupada por cada uma destas categorias no território municipal de Arroio do Meio, bem como a sua representação em porcentagem.

Tabela 8: Área e porcentagem das categorias de zona de risco em Arroio do Meio.

Arroio do Meio		
Área de risco	Área (km ²)	%
Alto Risco	26,92	17,14
Médio Risco	48,74	31,04
Baixo Risco	26,59	16,92
Sem Risco	54,80	34,88
Total	157	100

Fonte: Elaboração Equipe Planejamento Territorial Univates, com base em metodologia descrita na seção 3.2.1.

Ressalta-se que, no presente Produto 1A – Zoneamento de Risco, o Zoneamento de Risco é apresentado de modo preliminar, tendo em vista a utilização de dados secundários obtidos até o momento e a necessidade de atender aos objetivos em um curto espaço de tempo, conforme estabelecido no Termo de Referência. Assim, nas próximas etapas este produto terá avanços, de modo que o Mapeamento Final de Risco será entregue na Etapa 2 - Plano Diretor e Plano do Perímetro Urbano, junto ao Produto 2B-1 Diagnóstico Técnico e Leitura Técnica, atendendo assim ao item 5.2.2.1 do Termo de Referência.

A definição desta categorização de zonas identificadas como risco deve nortear um conjunto de medidas preventivas e mitigatórias que devem ter como objetivo reduzir os danos e proteger as comunidades contra futuros eventos de inundação, enxurradas e deslizamentos. As zonas identificadas como alto risco são regiões que devem impor níveis de restrição à ocupação de áreas residenciais, sendo que novas aprovações de loteamentos ou conjuntos habitacionais devem ser evitadas. Assim, em caráter urgente e preliminar, até o desenvolvimento de produtos com soluções técnicas que viabilizem algumas possibilidades seguras de ocupação (como o Plano Diretor e o Código de Obras e Edificações), indica-se a suspensão de aprovação de novos parcelamentos do solo e de novas construções residenciais em zonas consideradas de alto e médio risco.

O próximo relatório, Diretrizes Preliminares de Ocupação Prioritária, irá discriminar tais medidas por zonas. No contexto do Município de Arroio do Meio, torna-se indispensável estabelecer um conjunto de diretrizes que possam auxiliar na orientação da ocupação do

território de forma prioritária pois, conforme apresentado, existem alguns pontos de risco que devem ser evitados no desenvolvimento urbano e ocupação territorial.

A ferramenta que será apresentada ao longo do próximo relatório (produto 1B), representa um dos pontos de partida para a reconstrução da cidade de maneira segura e resiliente. Ao identificar as áreas com maior aptidão à ocupação será possível sugerir diretrizes que venham a contribuir com o processo de recuperação e desenvolvimento da cidade de Arroio do Meio. A implementação destas diretrizes, aliada a outros instrumentos urbanísticos, pode contribuir para a redução da vulnerabilidade da cidade frente a futuros desastres naturais, promovendo a qualidade de vida da população e o desenvolvimento sustentável a longo prazo.

Por fim, destacamos que os mapas foram elaborados com base nos dados do IBGE, utilizados como referência primária. No entanto, caso sejam identificadas divergências em relação a outros dados ou estudos complementares, essas diferenças serão abordadas e ajustadas nas etapas subsequentes do trabalho, garantindo precisão e atualização no desenvolvimento do projeto.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGOSTINI, Cíntia; DUZZO, Carolini; ROESLER, Roque; GUERRA, Tiago; DANNENBERG, Weslly. **Plano estratégico de desenvolvimento do Vale do Taquari 2015-2030**. Cíntia Agostini (Coord.) - Lajeado: Ed. da Univates, 2017.

AGOSTINI, Cíntia; GREVE, Gustavo. **Plano estratégico regional do Vale do Taquari**. Lajeado, 2009. Disponível em: <https://www.univates.br/media/bdr/planejamento-estrategico.pdf>. Acesso em: 12 set. 2024.

AGROSIG, FEENG. **Relatório técnico final topobatimétrico no trecho do Rio Taquari compreendido entre a cidade de Encantado-RS e a barragem de Bom Retiro do Sul-RS**: Levantamento, consolidação e processamento de dados para determinação das seções.: 1. Porto Alegre: [s. n.], 2016.

ALAGOAS. Secretaria de Estado do Planejamento, Gestão e Patrimônio. **Mapa Hipsométrico** (2ª Edição). Disponível em: https://dados.al.gov.br/catalogo/dataset/mapas-de-caracterizacao-territorial/resource/5dd56dd7-d72b-4d9b-8eb3-99663dc1ea69?inner_span=True#:~:text=Hipsometria%20%C3%A9%20uma%20t%C3%A9cnica%20de,sistema%20de%20gradua%C3%A7%C3%A3o%20de%20cores. Acesso em: 01 ago. 2024.

ALASKA SATELLITE FACILITY. **Modelo Digital de Elevação**. Disponível em: <https://search.asf.alaska.edu/#/>. Acesso em: 25 jul. 2024.

ALMEIDA, F.F.M. **Diferenciação tectônica da Plataforma Brasileira**. Congresso Brasileiro de Geologia, 23, Salvador. Anais. Salvador: SBG, 1969. p. 29-46.

ANDRADE, J. B. **Fotogrametria**. Curitiba: SBEE, 1998.

ANDRADES FILHO, C.O. & MEXIAS, L.F.S. **Mapeamento das cicatrizes de movimentos de massa decorrentes do acumulado de chuva no RS entre 27/04 e 13/05 de 2024**. Nota Técnica Conjunta IGEO/CEPSRM - 04/2024, Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS). Porto Alegre, 18 jul. 2024. Disponível em: <https://www.ufrgs.br/igeo/wp-content/uploads/2024/07/Nota-Tecnica-Conjunta-04-2024-.pdf>. Acesso em: 12 set. 2024.

ARAÚJO, R.C.; MEDEIROS, P. R.; SILVA, R.J.S.; LUCENA, R.L. **Mapeamento da Suscetibilidade a Movimentos de Massa no Estado de Alagoas, Brasil**. Cadernos do LOGEPA, João Pessoa, v. 10, n. 1, (Jan-Jun) p. 2-21, 2022.

ARROIO DO MEIO. **Lei Nº 2.493/2006, de 28 de dezembro de 2006**. Dispõe sobre o Código de Edificações e dá outras providências. Arroio do Meio, 2006.

ARROIO DO MEIO. **Lei Municipal Nº 3.888, de 17 de dezembro de 2020**. Institui o Plano Diretor de Arroio do Meio. Arroio do Meio, 2020.

ARROIO DO MEIO. **Lei Municipal Nº 3.269, de 16 de janeiro de 2014**. Revoga a Lei Municipal no 2.955/2011, de 08 de abril de 2011, Altera e acrescenta dispositivos a Lei Municipal nº 2.491/2006, de 28 de dezembro de 2006, que dispõe sobre o PARCELAMENTO DO SOLO URBANO e dá outras providências. Arroio do Meio, 2014.

ARROIO DO MEIO. **Lei Municipal Nº 3.274, de 16 de janeiro de 2014**. Delimita o perímetro urbano da sede do município e dá outras providências. Arroio do Meio, 2014.

ARROIO DO MEIO. **Lei Municipal Nº 3.887 de 17 de dezembro de 2020.** Institui o plano municipal de saneamento básico do município de Arroio do Meio. Arroio do Meio, 2020.

ARROIO DO MEIO. **Lei Municipal Nº 074, de 09 de novembro de 1984.** Institui o programa municipal de habitação PROMHAB - e o fundo especial rotativo de habitação - FERHAB e dá outras providências. Arroio do Meio, 1984.

ARROIO DO MEIO. **Lei Municipal Nº 473, de 22 de maio de 1989.** Altera os artigos 1º e 6º e dá outras providências. Arroio do Meio, 1989.

ARROIO DO MEIO. **Lei Municipal Nº 3.207 de 26 de agosto de 2013.** Cria a Coordenadoria Municipal de Proteção e Defesa Civil - COMPDEC e o Fundo Municipal de Proteção e Defesa Civil - FUMPDEC do município de Arroio do Meio, RS e dá outras providências. Arroio do Meio, 2013.

ARROIO DO MEIO. **Lei Municipal Nº 1.797, de 05 de outubro de 2000.** Institui o Código Municipal do Meio Ambiente. Arroio do Meio, 2000.

ARROIO DO MEIO. **Lei Municipal Nº 3.889, de 17 de dezembro de 2020.** Institui o plano municipal de mobilidade urbana do município de Arroio do Meio. Arroio do Meio, 2020.

BRASIL. **Caderno Técnico de Gestão Integrada de Riscos e Desastres.** Brasília, DF: Ministério do Desenvolvimento Regional, 2021. Disponível em: https://www.gov.br/mdr/pt-br/assuntos/protecao-e-defesa-civil/Caderno_GIRD10_.pdf. Acesso em: 06 de ago. 2024.

BRASIL. Ministério da Integração Nacional. **Classificação Brasileira de Desastres (Cobrade).** Brasília, 2017. Disponível em: <http://www.integracao.gov.br>. Acesso em: 27 set. 2024.

BRASIL. **Constituição da República Federativa do Brasil de 1988.** Promulgada em 5 de outubro de 1988. Brasília, DF: Presidência da República, 1988.

BRASIL. **Decreto nº 10.692 de 03 de maio de 2021.** Institui o Cadastro Nacional de Municípios com Áreas Suscetíveis à Ocorrência de Deslizamentos de Grande Impacto, Inundações Bruscas ou Processos Geológicos ou Hidrológicos Correlatos. Brasília, 2021.

BRASIL. **Instrução Normativa Nº 01, de 24 de agosto de 2012.** Estabelece procedimentos e critérios para a decretação de situação de emergência ou estado de calamidade pública pelos Municípios, Estados e pelo Distrito Federal, e para o reconhecimento federal das situações de anormalidade decretadas pelos entes federativos e dá outras providências. Brasília, DF: Ministério da Integração Nacional, 2012.

BRASIL. **Lei nº 6.766 de 19 de dezembro de 1979.** Dispõe sobre o parcelamento do solo urbano e dá outras providências. Brasília, DF: Presidência da República, 1979.

BRASIL. **Lei nº 10.257 de 10 de julho de 2001. Estatuto da Cidade.** Regulamenta os arts. 182 e 183 da Constituição Federal, estabelece diretrizes gerais da política urbana e dá outras providências. Brasília, DF: Presidência da República, 2001.

BRASIL. **Lei nº 11.952 de 25 de junho de 2009.** Dispõe sobre a regularização fundiária das ocupações incidentes em terras situadas em áreas da União, no âmbito da Amazônia Legal; altera as Leis nos 8.666, de 21 de junho de 1993, e 6.015, de 31 de dezembro de 1973; e dá outras providências. Brasília, DF: Presidência da República, 2009.

BRASIL. **Lei nº 12.608 de 10 de abril de 2012.** Institui a Política Nacional de Proteção e Defesa Civil - PNPDEC; dispõe sobre o Sistema Nacional de Proteção e Defesa Civil - SINPDEC e o Conselho Nacional de Proteção e Defesa Civil - CONPDEC; autoriza a criação de sistema de informações e monitoramento de desastres; altera as Leis nºs 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; e dá outras providências. Brasília, DF: Presidência da República, 2012.

BRASIL. **Lei nº 12.651 de 25 de maio de 2012.** Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa; altera as Leis nºs 6.938, de 31 de agosto de 1981, 9.393, de 19 de dezembro de 1996, e 11.428, de 22 de dezembro de 2006; revoga as Leis nºs 4.771, de 15 de setembro de 1965, e 7.754, de 14 de abril de 1989, e a Medida Provisória nº 2.166-67, de 24 de agosto de 2001; e dá outras providências. Brasília, DF: Presidência da República, 2012.

BRASIL. **Lei nº 14.750 de 12 de dezembro de 2023.** Altera as Leis nºs 12.608, de 10 de abril de 2012, e 12.340, de 1º de dezembro de 2010, para aprimorar os instrumentos de prevenção de acidentes ou desastres e de recuperação de áreas por eles atingidas, as ações de monitoramento de riscos de acidentes ou desastres e a produção de alertas antecipados. Brasília, DF: 2023.

BRASIL. **Nota Técnica nº 1/2023/SADJ-VI/SAM/CC/PR de 2023.** Atualização dos critérios e indicadores para a identificação dos municípios mais suscetíveis à ocorrência de deslizamentos, enxurradas e inundações para serem priorizados nas ações da União em gestão de risco e de desastres naturais. Casa Civil Secretaria Especial de Articulação e Monitoramento Secretaria Adjunta VI - Recursos Hídricos. Brasília, 2023.

BRASIL. **Portaria Conjunta No - 148, de 18 de dezembro de 2013.** Estabelece o Protocolo de Ação Integrada para os casos de Inundação Gradual entre a Agência Nacional de Águas - ANA, o Centro Nacional de Monitoramento e Alertas de Desastres Naturais - CEMADEN, representado pela Secretaria de Políticas e Programas de Pesquisa e Desenvolvimento - SEPED/MCTI, o Centro Nacional de Gerenciamento de Riscos e Desastres - CENAD, representado pela Secretaria Nacional de Defesa Civil - SEDEC/MI e a Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais - CPRM. Brasília, DF: Secretaria Nacional de Defesa Civil, Ministério da Integração Nacional, 2013.

BRASIL. **Portaria Nº 998, de 5 de abril de 2022.** Dispõe sobre as diretrizes e os procedimentos para transferência de recursos da União para reconstrução de unidades habitacionais destruídas por desastres, provenientes de situação de emergência ou de estado de calamidade pública reconhecidos pelo Ministério do Desenvolvimento Regional no âmbito da Secretaria Nacional de Proteção e Defesa Civil. Brasília, DF: Ministério do Desenvolvimento Regional, 2022.

BOMBASSARO M.; ROBAINA L. E. de S. **Contribuição Geográfica para o Estudo das Inundações na Bacia Hidrográfica do Rio Taquari-Antas, RS.** Geografias artigos científicos, Belo Horizonte, 06(2), p. 69-86, jul./dez. 2010.

BONI, M. **Obra de reconstrução da ponte sobre o Rio Forqueta começará no início de setembro, projeta EGR.** Gaúcha ZH, 2024. Disponível em: <https://gauchazh.clicrbs.com.br/geral/noticia/2024/08/obra-de-reconstrucao-da-ponte-sobre-o-rio-forqueta-comecara-no-inicio-de-setembro-projeta-egr-cm0ebvyx3006401cc4w6znc1b.html>. Acesso em: 26 set. 2024.

CASTRO, J. W. A. **O que é Geologia.** Laboratório de Geologia Costeira, Sedimentologia e Meio Ambiente - Laboratório de Geologia Costeira, Sedimentologia e Meio Ambiente LAGECOST, Museu Nacional/UFRJ. Disponível em: https://dgp.museunacional.ufrj.br/O_que_e_geologia.pdf. Acesso em: 10 ago. 2024.

CHOW, V. T. **Open Channel Hydraulics**. Tokyo: McGraw Hill, 1959. 680 p.

COSTA, J. **Ponte de ferro de Arroio do Meio é destruída, diz prefeito**. Disponível em: <https://www.correiodopovo.com.br/not%C3%ADcias/cidades/ponte-de-ferro-de-arroio-do-meio-%C3%A9-destru%C3%ADda-por-enchente-diz-prefeito-1.1489799>. Acesso em: 16 ago. 2024.

CPRM – Serviço Geológico do Brasil. **Mapa geológico do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre, 2006. Escala 1:750.000.

CPRM – Serviço Geológico do Brasil. **Projeto Geodiversidade do Rio Grande do Sul**. 2010.

CPRM. **Manual de Mapeamento de Perigo e Risco a Movimentos Gravitacionais de Massa – Projeto de Fortalecimento da Estratégia Nacional de Gestão Integrada de Desastres Naturais – Projeto GIDES**. (livro eletrônico): CPRM - Coordenação: Jorge Pimentel e Thiago Dutra dos Santos. Rio de Janeiro: CPRM/SGB – Serviço Geológico do Brasil, 2018; Versão 1. 213 p.

ECKHARDT, R.R. *et al.* **Proposta de zoneamento ambiental para a região político-econômica do Vale do Taquari (RS)**. CLIMEP - Climatologia e Estudos da Paisagem, v. 3, n. 2, p. 5-38, 2008.

ECKHARDT, R. R. **Zoneamento Ambiental do Vale do Taquari-RS**. 67 f. TCC (Graduação), Curso de Ciências Biológicas, Centro Universitário, Universidade do Vale do Taquari, Lajeado, 2005. Disponível em: <https://www.univates.br/bduserver/api/core/bitstreams/0cc23a62-859d-458d-b0a4-d5d26ae1d1d1/content>. Acesso em: 01 ago. 2024.

EMATER/RS-ASCAR. Impactos das chuvas e cheias extremas no rio grande do sul em maio de 2024. **Boletim Evento Adverso nº 01**, maio 2024. Disponível em: <https://www.estado.rs.gov.br/upload/arquivos/202406/relatorio-sisperdas-evento-enchentes-em-maio-2024.pdf>. Acesso em: 18 set 2024.

EMBRAPA - EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Área de Preservação Permanente (APP)**. EMBRAPA, 2024. Disponível em: <https://www.embrapa.br/codigo-florestal/entenda-o-codigo-florestal/area-de-preservacao-permanente>. Acesso em: 01 ago. 2024.

EMBRAPA - EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Manejo de recursos hídricos**. Disponível em: <https://www.embrapa.br/tema-manejo-de-recursos-hidricos/perguntas-e-respostas#:~:text=Recurso%20h%C3%ADdrico%2C%20por%20sua%20vez,toda%20%C3%A1gua%20%C3%A9%20recurso%20h%C3%ADdrico>. Acesso em: 01 ago. 2024.

EMBRAPA - EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **O Novo Mapa de Solos do Brasil: Legenda Atualizada**. Rio de Janeiro, RJ: EMBRAPA, 2011. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/920267>. Acesso em: 15 ago. 2024.

EMBRAPA - EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Sistema Brasileiro de Classificação de solos**. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. 2. ed. - Rio de Janeiro: Embrapa-SPI, 2006. 360 p. Disponível em: <https://www.agrolink.com.br/downloads/sistema-brasileiro-de-classificacao-dos-solos2006.pdf>. Acesso em: 06 set. 2024.

FEPAM. **Arquivos Geoespaciais Temáticos**. Disponível em: <https://www.fepam.rs.gov.br/arquivos-geoespaciais-tematicos>. Acesso em: 31 jul. 2024.

FEPAM-SEMA. **Base Cartográfica do Rio Grande do Sul versão 1.0.** Porto Alegre: Fundação Estadual de Proteção Ambiental Henrique Luis Roessler, Governo do Estado do RS, SEMA, 2018. Disponível em: <https://ww2.fepam.rs.gov.br/bcrs25>. Acesso em: 02 ago. 2024. FERREIRA, E. R.; BOTH, G. C. **Estudo das enchentes no Vale do Taquari: causas e propostas de controle.** In: MEEP, 4. Lajeado. Anais... Lajeado: UNIVATES, 2001. 171 p.

FERREIRA, E. R.; BOTH, G. C. **Estudo das enchentes no Vale do Taquari: causas e propostas de controle.** In: MEEP, 4. Lajeado. Anais... Lajeado: UNIVATES, 2001. 171 p.

FERREIRA, F. S. **Análise do Sistema de Outorga da Água para a Gestão de Recursos Hídricos em Mato Grosso.** Programa de Pós-Graduação em Rede Nacional em Gestão e Regulação de Recursos Hídricos - ProfAgua - Polo UNEMAT. Cuiabá, 2022.

FERRI, G. **História do Rio Taquari-Antas.** 1ª Ed. Encantado: Grafen, 1991.

FUNDEPAR. Secretaria da Educação do Paraná. **Deslizamentos.** Disponível em: <http://www.geografia.seed.pr.gov.b>. Acesso em: 05 de ago. 2024.

GALDINO, S.; VICTORIA, D. C. **Hidrologia - Capítulo 8.** UFRRJ. Disponível em: <http://www.ufrrj.br/institutos/it/deng/jorge/downloads/APOSTILA/LICA%20Parte%201.pdf>. Acesso em 04 de agosto de 2024.

GALDINO, S.; VIEIRA, L. M.; SORIANO, B. M. A. **Erosão na Bacia do Alto Taquari.** Corumbá: Embrapa Pantanal, 2003. 46 p. (Documentos / Embrapa Pantanal ISSN 1517-1981; 52).

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Recenseamento Geral do Brasil 1970 – Censo Demográfico Estado do Rio Grande do Sul.** Rio de Janeiro: IBGE, 1970.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Censo Brasileiro de 2010.** Rio de Janeiro: IBGE, 2012.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Polígonos das áreas urbanizadas no Vale do Taquari.** Polígonos mapeados pelo IBGE, 2019. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/geociencias/informacoes-ambientais/cobertura-e-uso-da-terra/15789-areas-urbanizadas.html>.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Região de Influência: IBGE. Regiões de Influência das Cidades 2018.** Rio de Janeiro: IBGE, 2020. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/geociencias/organizacao-do-territorio/redes-e-fluxos-geograficos/15798-regioes-de-influencia-das-cidades.html?=&t=acesso-ao-produto>. Acesso em: 31 jul. 2020.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Região intermediária, Região imediata, Mesorregião, Microrregião.** IBGE, Divisão Territorial Brasileira - DTB, 2021.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Áreas urbanizadas do Brasil : 2019.** Coordenação de Meio Ambiente, Rio de Janeiro, Brasil, 2022a.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Banco de Dados e Informações Ambientais (BDiA) - Mapeamento de Recursos Naturais (MRN).** Rio de Janeiro: IBGE, 2023. Geomorfologia. 1:250.000. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/geociencias/informacoes-ambientais/geomorfologia/10870-geomorfologia.html?=&t=downloads>. Acesso em 23 ago. 2024.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Geomorfologia**. Rio de Janeiro: IBGE, 2023. Geomorfologia. 1:250.000. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/geociencias/informacoes-ambientais/geomorfologia/10870-geomorfologia.html>. Acesso em 08 ago. 2024.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Censo demográfico 2022**. Rio de Janeiro: IBGE, 2024a.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Favelas e Comunidades Urbanas: IBGE muda denominação dos aglomerados subnormais**. Rio de Janeiro: IBGE, 2024b. Disponível em: <https://agenciadenoticias.ibge.gov.br/agencia-noticias/2012-agencia-de-noticias/noticias/38962-favelas-e-comunidades-urbanas-ibge-muda-denominacao-dos-aglomerados-subnormais#:~:text=O%20IBGE%20est%C3%A1%20substituindo%20a,%E2%80%9CFavelas%20e%20Comunidades%20Urbanas%E2%80%9D>. Acesso em: 23 de agosto de 2024.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Cadastro Nacional de Endereços para Fins Estatísticos - CNEFE**. Censo Demográfico 2022: notas metodológicas n. 04/2024: Cadastro Nacional de Endereços para Fins Estatísticos - CNEFE; Nota metodológica 04/2024; Nota metodológica n. 04; Notas explicativas: Censo 2022. Rio de Janeiro: IBGE, 2024.

INFOSANBAS. **Arroio do Meio RS**. Disponível em: <https://infosanbas.org.br/municipio/arroio-do-meio-rs/>, Acesso em: 25 set. 2024.

INMET - INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA. **Boletim do inverno de 2023 no Brasil**. Brasília, DF: 2023. Disponível em: <https://portal.inmet.gov.br/notasTecnicas#>. Acesso em: 11 set. 2024.

JACOMINE, P. K. T. **A Nova Classificação Brasileira de Solos**. Anais Da Academia Pernambucana De Ciência Agrônômica, 5, 161–179. 2009. Disponível em: <https://www.journals.ufrpe.br/index.php/apca/article/view/178>. Acesso em: 16 ago. 2018.

JORNAL CIDADES, 2024. **Arroio do Meio teve 65% da população atingida pelas enchentes**. Disponível em: <https://www.jornaldocomercio.com/jornal-cidades/2024/05/1156452-arroio-do-meio-teve-65-da-populacao-atingida-pelas-enchentes.html>. Acesso em: 16 ago. 2024.

JUSTUS, J. O.; MACHADO, M. L. A.; FRANCO, M. S. M. **Geomorfologia**. In: Projeto RADAMBRASIL, 33. Folha SH-22 – Porto Alegre e parte das folhas SH-21 – Uruguaiana e SI-22 – Lagoa Mirim. Rio de Janeiro: IBGE, 1986, p. 313-404.

KOPPEN BRASIL. **Classificação climática de Köppen**, 2016. Disponível em: <https://koppenbrasil.github.io/>. Acesso em: 06 set. 2024.

KREUTZ, M. R. **Movimentações de populações Guarani, séculos XIII ao XVIII - Bacia Hidrográfica do Rio Taquari, Rio Grande do Sul**. Lajeado: UNIVATES, 2015. Tese (Doutorado) - Universidade do Vale do Taquari. Programa de Pós-Graduação em Ambiente e Desenvolvimento do Centro Universitário Univates, Lajeado, RS - BR, 2015.

KREUTZ, M. R.; SCHNEIDER, P.; MACHADO, N. T. G.; SANTOS, P. D.; SCHNEIDER, F. **Arroio do Meio : entre rios e povos**. 2. ed. – Lajeado : Editora Univates, 2020.

LAIPELT, L., ANDRADE, C. D.; COLLISCHONN, W.; TEIXEIRA, A. A.; DIAS DE PAIVA, R. C.; RUHOFF, A. **ANADEM: A Digital Terrain Model for South America**. Remote Sensing 16, no. 13: 2321. <https://doi.org/10.3390/rs16132321>

MENG, X. **Landslide | Definition, Types, Causes, & Facts | Britannica**. [s. l.], 2021. Disponível em: <https://www.britannica.com/science/landslide>. Acesso em 10 de agosto de 2024.

MILANI E.J., MELO, J.H.G, SOUZA, P.A., FERNANDES, L.A., FRANÇA, A.B. **Bacia do Paraná**. Boletim de Geociências da Petrobras, Rio de Janeiro, v.15, n.2, p. 265-287, 2007.

MONTE, B. *et al.* **Hydrological and hydraulic modelling applied to the mapping of flood-prone areas**. Revista Brasileira de Recursos Hídricos, [s.l.], v. 21, n. 1, p.152-167, 25 fev. 2016. Fap UNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.21168/rbrh.v21n1.p152-167>.

MORAES, S. R. **Mapeamento das áreas e edificações atingidas pelas inundações do Rio Taquari na área urbana do município de Lajeado/RS**. Monografia (Graduação em Engenharia Ambiental) – Universidade do Vale do Taquari - Univates, Lajeado. 2015. Disponível em: <https://www.univates.br/bdu/items/6c977a43-c93c-49bc-b809-d8712e36c152>.

MORAES, S. R.; COLLISCHONN, W.; BUFFON, F. T.; ECKHARDT, R. R. **Revisão e consolidação da série histórica dos níveis das cheias do rio Taquari em Lajeado de 1939 a 2023**. Porto Alegre, 2024. Nota técnica. Disponível em: www.bibliotecadigital.ufrgs.br/da.php?nrb=001199403&loc=2024&l=7818d897802ef3c6.

OLIVEIRA, G.G; GUASSELLI, L.A.; BRUBACHER, J.P.; SIRANGELO, F.R. **Interpretação e mapeamento geomorfológico da bacia hidrográfica do rio Taquari Antas, com suporte de técnicas de geoprocessamento e utilização de dados orbitais e cartográficos**. Anais XVII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto - SBSR, João Pessoa-PB, Brasil, 25 a 29 de abril, 2015.

OLIVEIRA, S. N. de *et al.* **Identificação de Unidades de Paisagem e sua implicação para o Ecoturismo no Parque Nacional da Serra dos Órgãos, Rio de Janeiro**. Revista Brasileira de Geomorfologia, S.l., v. 8, n. 1, p. 87-107, 2007. Disponível em: <https://rbgeomorfologia.org.br/rbg/article/view/88/81>. Acesso em: 11 ago. 2024.

PEREIRA, M. G. *et al.* **Formação e Caracterização de Solos**. In: TULLIO, L. *et al.* Formação, Classificação e Cartografia dos Solos. [S.L.]: Atena, 2019. p. 1-117. Disponível em: <https://atenaeditora.com.br/catalogo/ebook/formacao-classificacao-e-cartografia-dos-solos>. Acesso em: 16 ago. 2024.

PORTO ALEGRE. **Plano de Ação Climática - P3: Análise de Riscos e Vulnerabilidade Climáticas**. Porto Alegre, 2024. Disponível em: https://prefeitura.poa.br/sites/default/files/usu_doc/sites/smamus/PMPOA23A_231116_P3_Relatorio_ARVC_V2.0%20%281%29.pdf. Acesso em: 02 ago. 2024.

PREFEITURA MUNICIPAL DE ARROIO DO MEIO. **História e Povoamento**. Carla Jaqueline Schroeder - Coordenadora Técnica do Museu Público Municipal de Arroio do Meio. Disponível em: <https://arriodomeio.rs.gov.br/pagina/id/2/?historia-do-municipio.html>. Acesso em: 15 ago. 2024.

PROJETO MAPBIOMAS. **Coleção 9 da Série Anual de Mapas de Cobertura e Uso da Terra do Brasil**. 2022. Disponível em: <http://brasil.mapbiomas.org>. Acesso em: 27 ago. 2024.

REMPEL, C. *et al.* **Urbanidade, Produção Agrícola e Conservação Ambiental - Estudo de Caso na Região do Vale do Taquari/RS/Brasil.** Holos, [S.L.], v. 1, p. 87-98, 10 fev. 2015. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte (IFRN). <http://dx.doi.org/10.15628/holos.2015.2365>. Disponível em: <https://www2.ifrn.edu.br/ojs/index.php/HOLOS/article/view/2365>. Acesso em: 01 ago. 2024.

RIO GRANDE DO SUL. **Atlas Socioeconômico do Rio Grande do Sul.** Secretaria de Planejamento, Governança e Gestão - SPGG. 7ª ed. Porto Alegre, set. 2022. Disponível em: <https://atlassocioeconomico.rs.gov.br>. Acesso em: 07 de agosto de 2024.

RIO GRANDE DO SUL. **Cartilha: O Uso e Ocupação do Solo em Áreas de Risco ou Suscetíveis a Desastres.** Ministério Público do Estado do Rio Grande do Sul, Centro de Apoio da Ordem Urbanística e Questões Fundiárias. Porto Alegre, 2024. Disponível em: https://www.mprs.mp.br/media/areas/urbanistico/arquivos/cartilha_areas_risco_atualizada.pdf. Acesso em: 01 ago. 2024.

RIO GRANDE DO SUL. **Constituição do Estado do Rio Grande do Sul.** Texto constitucional de 3 de outubro de 1989 com as alterações adotadas pelas Emendas Constitucionais de n.º 1, de 1991, a 85, de 2023. Porto Alegre: Assembleia Legislativa do Estado do Rio Grande do Sul, 1989.

RIO GRANDE DO SUL. **Departamento de Economia e Estatística - DEE Dados, Ano-Base 2021.** Secretaria de Planejamento, Governança e Gestão - SPGG. Porto Alegre, 2021. Disponível em: <http://deedados.planejamento.rs.gov.br/feedados>. Acesso em 20 de agosto de 2024.

RIO GRANDE DO SUL. **Impacto das chuvas e cheias extremas no RS em maio de 2024.** Secretaria de Desenvolvimento Rural (SDR). Associação Riograndense de Empreendimentos de Assistência Técnica e Extensão Rural – Emater/RS. Porto Alegre: Emater, 2024. Disponível em: <https://www.estado.rs.gov.br/upload/arquivos/202406/relatorio-sisperdas-evento-enchentes-em-maio-2024.pdf>. Acesso em: 06 set. 2024.

RIO GRANDE DO SUL. **Lei nº 10.116, de 23 de março de 1994.** Institui a lei do Desenvolvimento Urbano, que dispõe sobre os critérios e requisitos mínimos para a definição e delimitação de áreas urbanas e de expansão urbana, sobre as diretrizes e normas gerais de parcelamento do solo para fins urbanos, sobre a elaboração de planos e de diretrizes gerais de ocupação do território pelos municípios e dá outras providências. Porto Alegre: Assembleia Legislativa do Estado, 23 mar. 1994.

RIO GRANDE DO SUL. **Lei nº 15.788, de 23 de dezembro de 2021.** Altera a Lei nº 10.116, de 23 de março de 1994, que institui a Lei do Desenvolvimento Urbano, que dispõe sobre os critérios e requisitos mínimos para a definição e delimitação de áreas urbanas e de expansão urbana, sobre as diretrizes e normas gerais de parcelamento do solo para fins urbanos, sobre a elaboração de planos e de diretrizes gerais de ocupação do território pelos municípios e dá outras providências. Porto Alegre: Assembleia Legislativa do Estado, 23 dez. 2021.

RIO GRANDE DO SUL. **Perfil Socioeconômico COREDE Vale do Taquari.** Secretaria do Planejamento, Mobilidade e Desenvolvimento Regional Departamento de Planejamento Governamental, Governo do Estado do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, nov. 2015.

RIO GRANDE DO SUL. **Termo de Referência - Contratação Emergencial de Assessoria Técnica e Metodológica para Elaboração do Plano de Reconstrução para os municípios do Vale do Taquari e revisão de Planos Diretores de Desenvolvimento Urbano - Universidade do Vale do Taquari/UNIVATES.** Secretaria de Desenvolvimento Urbano e Metropolitano - SEDUR. Porto Alegre, jun. 2024.

RIO GRANDE DO SUL. **Zoneamento Ambiental da Silvicultura: diretrizes da silvicultura por unidade de paisagem e bacia hidrográfica.** Secretaria Estadual do Meio Ambiente - SEMA. Porto Alegre, 2010. Disponível em: <file:///C:/Users/l/OneDrive/Desktop/02095820-resolucao-227-09-anexo-vol-2-diretrizes-da-silvicultura-por-unidade-de-paisagem-e-bacia-hidrografica.pdf>. Acesso em: 11 ago. 2024.

SAMPAIO, F. M. A. S.; ROBAINA, L. E. S. **Suscetibilidade a movimentos de massa na bacia hidrográfica do rio Taquari/Antas.** Boletim Geográfico do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, n. 33, p. 85-105, jun. 2019.

SANTOS, D. M. **Zoneamento das áreas suscetíveis a movimentos de massa, enxurradas e inundações no município de Marques de Souza, RS. 2015.** Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Ambiental) - Centro Universitário Univates, Lajeado, 2015. Disponível em: <https://core.ac.uk/download/pdf/51328839.pdf>. Acesso em: 24 Agosto 2024.

SANTOS, H. G. **Neossolos Litólicos.** Embrapa Solos, 2021. Disponível em: <https://www.embrapa.br/agencia-de-informacao-tecnologica/tematicas/solos-tropicais/sibcs/chave-do-sibcs/neossolos/neossolos-litolicos>. Acesso em: 16 ago. 2024.

SEMA. **Nota Técnica nº 002/2020/DIPLA/DRHS.** Porto Alegre, 7 ago. 2020. Disponível em: <https://sema.rs.gov.br/g040-bh-taquari-antas>. Acesso em: 9 set. 2024.

SEMA, DRH/SEMA, FEPAM. **Plano da Bacia Hidrográfica do Rio Taquari-Antas.** Comitê de Gerenciamento da Bacia Hidrográfica do Rio Taquari-Antas: Encarte Final, out. 2012.

SEMA/FEPAM. **Base Cartográfica do Estado do Rio Grande do Sul 1:25.000 – BCRS25.** Versão 1.0. Documentação Técnica Geral. Porto Alegre, ago. 2018.

SIEDENBERG, D. R. **Condicionantes político-administrativos do desenvolvimento regional no RS - a experiência dos COREDES.** In: WITTMANN, M. L.; Ramos, M. P. (org.). Desenvolvimento regional: capital social, redes e planejamento. Santa Cruz do Sul: EDUNISC, v. 1, p. 135-158, 2004.

UFSC - Universidade Federal de Santa Catarina. Centro Universitário de Estudos e Pesquisas sobre Desastres. **Capacitação básica em Defesa civil: livro texto para educação à distância.** Brasília: Defesa Civil Nacional, 2011. Disponível em: <https://www.ceped.ufsc.br/wp-content/uploads/2012/01/Capacitação-Básica-em-Defesa-Civil-livro-texto.pdf>. Acesso em 01 de agosto de 2024.

USACE-RAS. **River Analysis System, HEC-RAS v5.0 – 2D Modeling User's Manual.** US Army Corps of Engineers, Hydrologic Engineering Center, 2016b. 171 p.

WREGGE, M. S. *et al.* **Atlas climático da região sul do Brasil:** estados do Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul. Marcos Silveira Wrege...[*et al.*], editores técnicos. Brasília, DF: Embrapa, 2012. Disponível em: <https://www.agricultura.rs.gov.br/upload/arquivos/202005/13110041-atlas-climatico-da-regiao-sul-do-brasil.pdf>. Acesso: em 11 set. 2024.

ANEXOS

Anexo 1 – Mapa de suscetibilidade à inundação e zonas preliminares de arraste no município de Arroio do Meio

Anexo 2 - Mapa de suscetibilidade à inundação e zonas preliminares de arraste na sede urbana de Arroio do Meio

Anexo 3 - Mapa de suscetibilidade a movimentos de massa no município de Arroio do Meio

Anexo 4 - Mapa de suscetibilidade a movimentos de massa na sede urbana.

Anexo 5 – Mapa do Zoneamento de Risco no município de Arroio do Meio

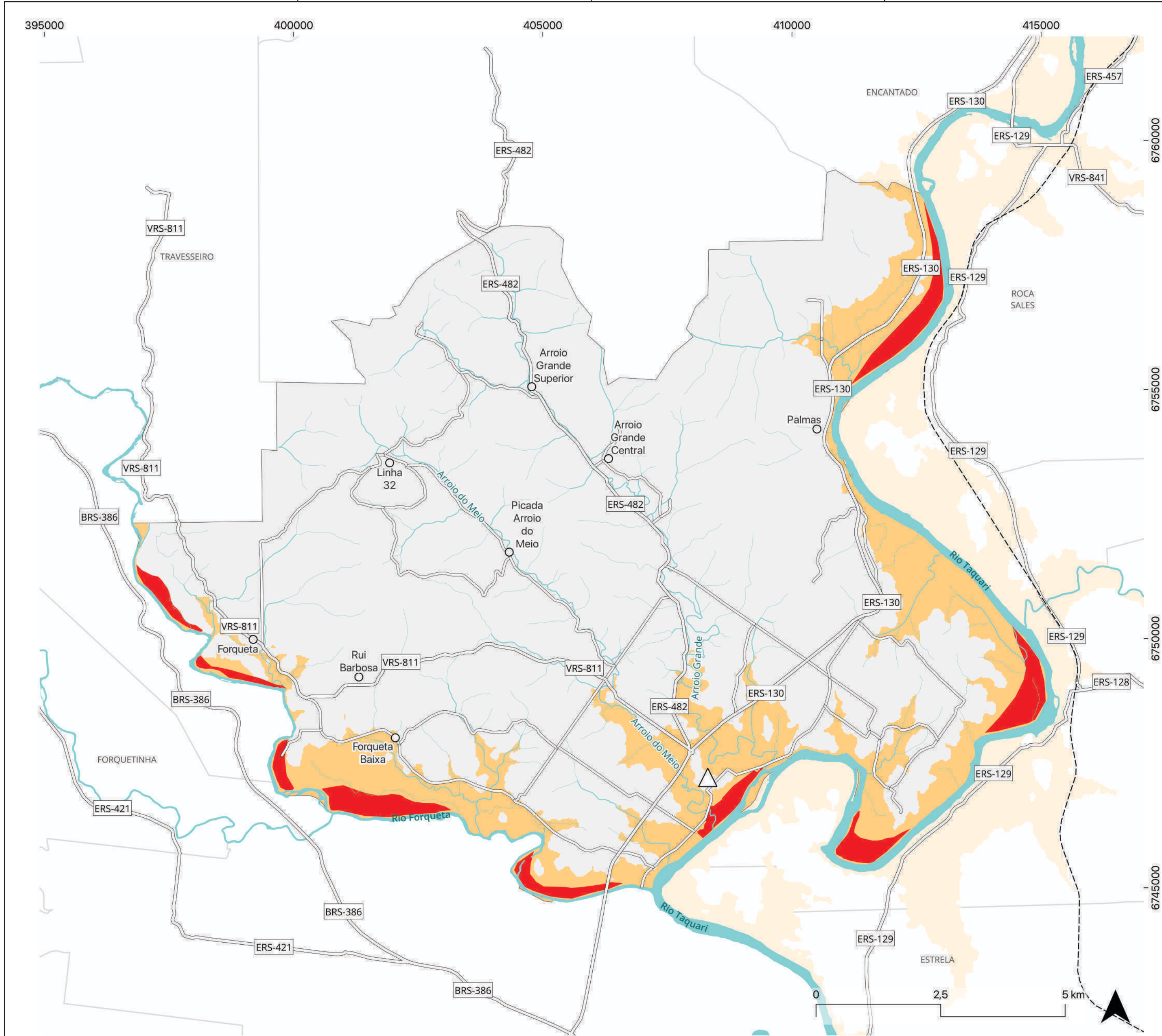
Anexo 6 - Mapa do Zoneamento de Risco na sede urbana de Arroio do Meio

PLANOS DIRETORES: RECONSTRUÇÃO DO VALE DO TAQUARI



GOVERNO DO ESTADO
RIO GRANDE DO SUL

SECRETARIA DE
DESENVOLVIMENTO URBANO
E METROPOLITANO



- LEGENDA:
- | | |
|---|-------------------------------|
| ■ Zonas preliminares de arraste | Rodovias estaduais e federais |
| ■ Suscetibilidade à inundação | Rodovias municipais |
| Sede municipal | Ferrovia |
| Núcleos urbanos isolados | Hidrografia |

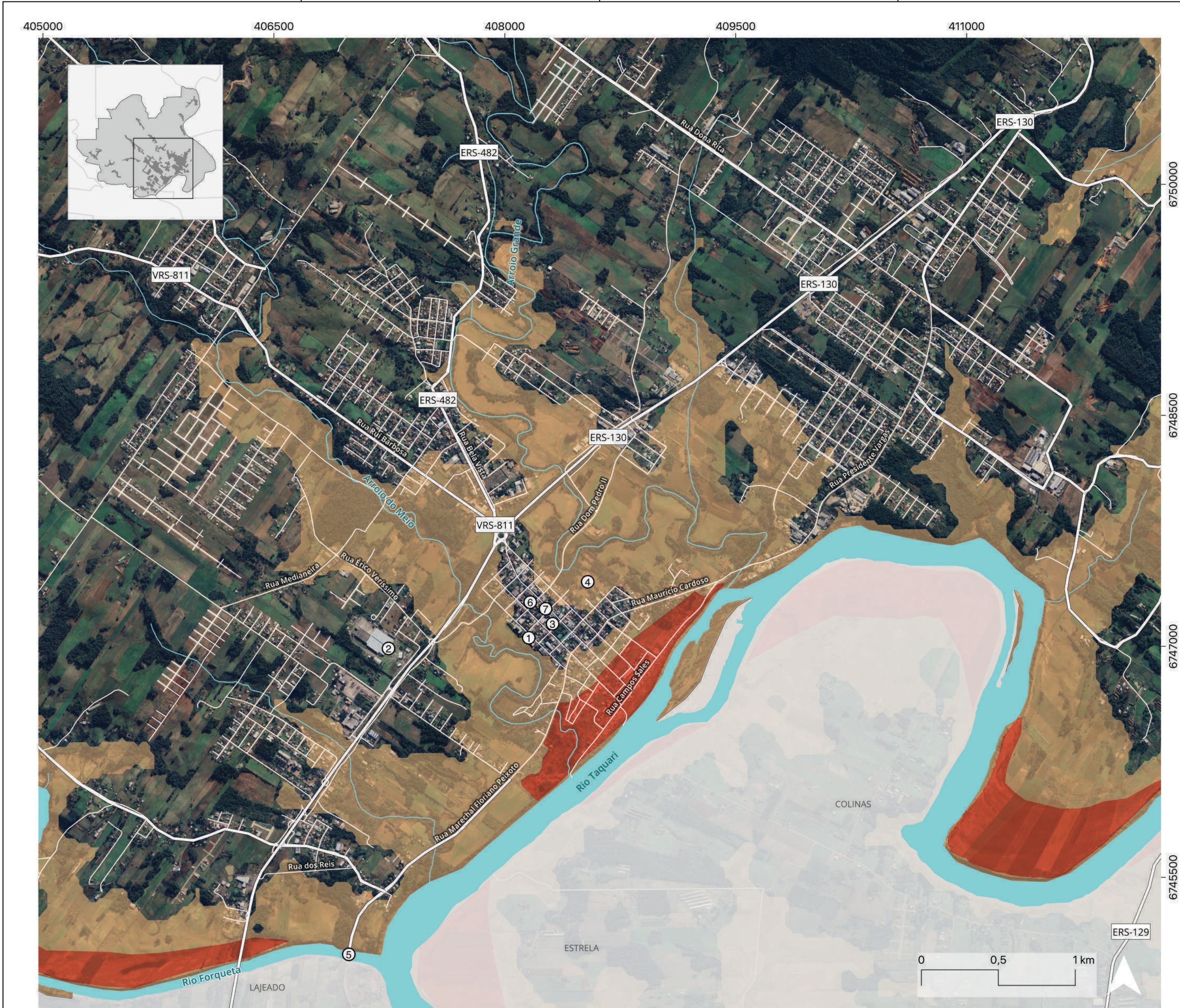
Datum: SIRGAS 2000
Projeção: UTM Fuso 22 Sul

RELATÓRIO DE ZONEAMENTO DAS ÁREAS DE RISCO
ARROIO DO MEIO - RS

ANEXO 1
SUSCETIBILIDADE À INUNDAÇÃO E ZONAS PRELIMINARES DE ARRASTE NO MUNICÍPIO

ESCALA GRÁFICA
EQUIPE TÉCNICA UNIVATES
OUTUBRO/2024





LEGENDA:

- | | | |
|---|--|-------------------------------------|
| ■ Zonas preliminares de arraste | — Vias | ④ Paróquia N.S. do Perpétuo Socorro |
| ■ Suscetibilidade à inundação | ● Pontos de referência | ⑤ Ponte de Ferro |
| — Hidrografia | ① Hospital São José | ⑥ Posto de Saúde Centro |
| — Rodovias federais e estaduais | ② Neugebauer Alimentos | ⑦ Prefeitura Municipal |
| — Ferrovia | ③ Paróquia Nossa Senhora do Perpétuo Socorro | |

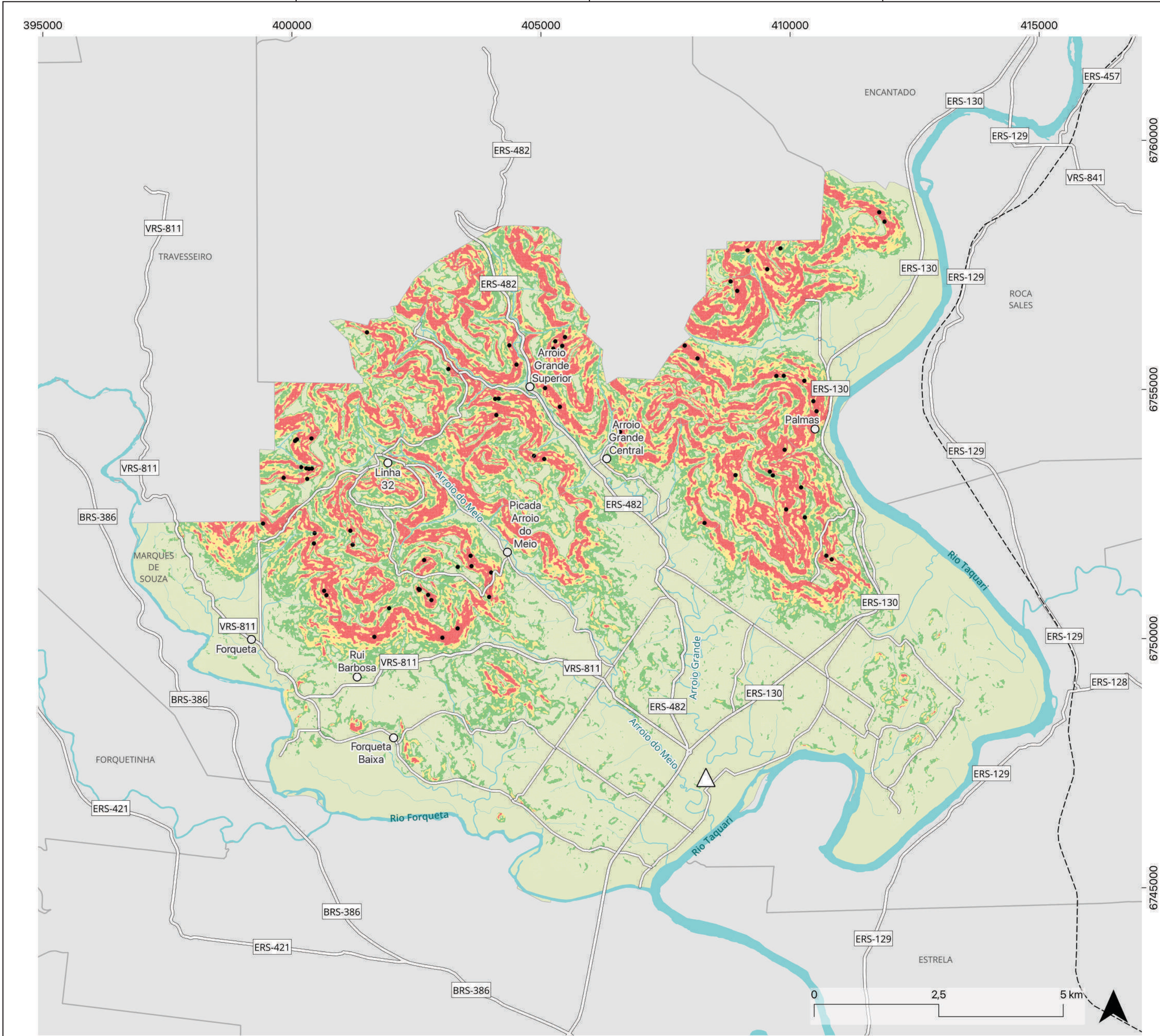
Datum: SIRGAS 2000
Projeção: UTM Fuso 22 Sul

RELATÓRIO DE ZONEAMENTO DAS ÁREAS DE RISCO
ARROIO DO MEIO - RS

ANEXO 2
SUSCETIBILIDADE À INUNDAÇÃO E ZONAS PRELIMINARES DE ARRASTE NA SEDE URBANA

ESCALA GRÁFICA
EQUIPE TÉCNICA UNIVATES
OUTUBRO/2024





LEGENDA:

- | | | |
|---------------------------------------|--|---------------------------------|
| Suscetibilidade a movimentos de massa | • Pontos de ruptura dos movimentos de massa (2024) | — Rodovias estaduais e federais |
| Alta Suscetibilidade | △ Sede municipal | — Rodovias municipais |
| Média Suscetibilidade | ○ Núcleos urbanos isolados | - - Ferrovias |
| Baixa Suscetibilidade | ■ Hidrografia | |
| Sem Suscetibilidade | | |

Datum: SIRGAS 2000
Projeção: UTM Fuso 22 Sul

RELATÓRIO DE ZONEAMENTO DAS ÁREAS DE RISCO
ARROIO DO MEIO - RS

ANEXO 3
SUSCETIBILIDADE A MOVIMENTOS DE MASSA NO MUNICÍPIO

ESCALA GRÁFICA
EQUIPE TÉCNICA UNIVATES
OUTUBRO/2024





LEGENDA:

Suscetibilidade a movimentos de massa

- Alta Suscetibilidade
- Média Suscetibilidade
- Baixa Suscetibilidade

- Pontos de ruptura dos movimentos de massa (2024)

Pontos de referência

- 1 Hospital São José
- 2 Neugebauer Alimentos
- 3 Paróquia Nossa Senhora do Perpétuo Socorro
- 4 Paróquia N.S. do Perpétuo Socorro
- 5 Ponte de Ferro

- 6 Posto de Saúde Centro
- 7 Prefeitura Municipal
- Hidrografia
- Rodovias federais e estaduais
- Ferrovia
- Vias

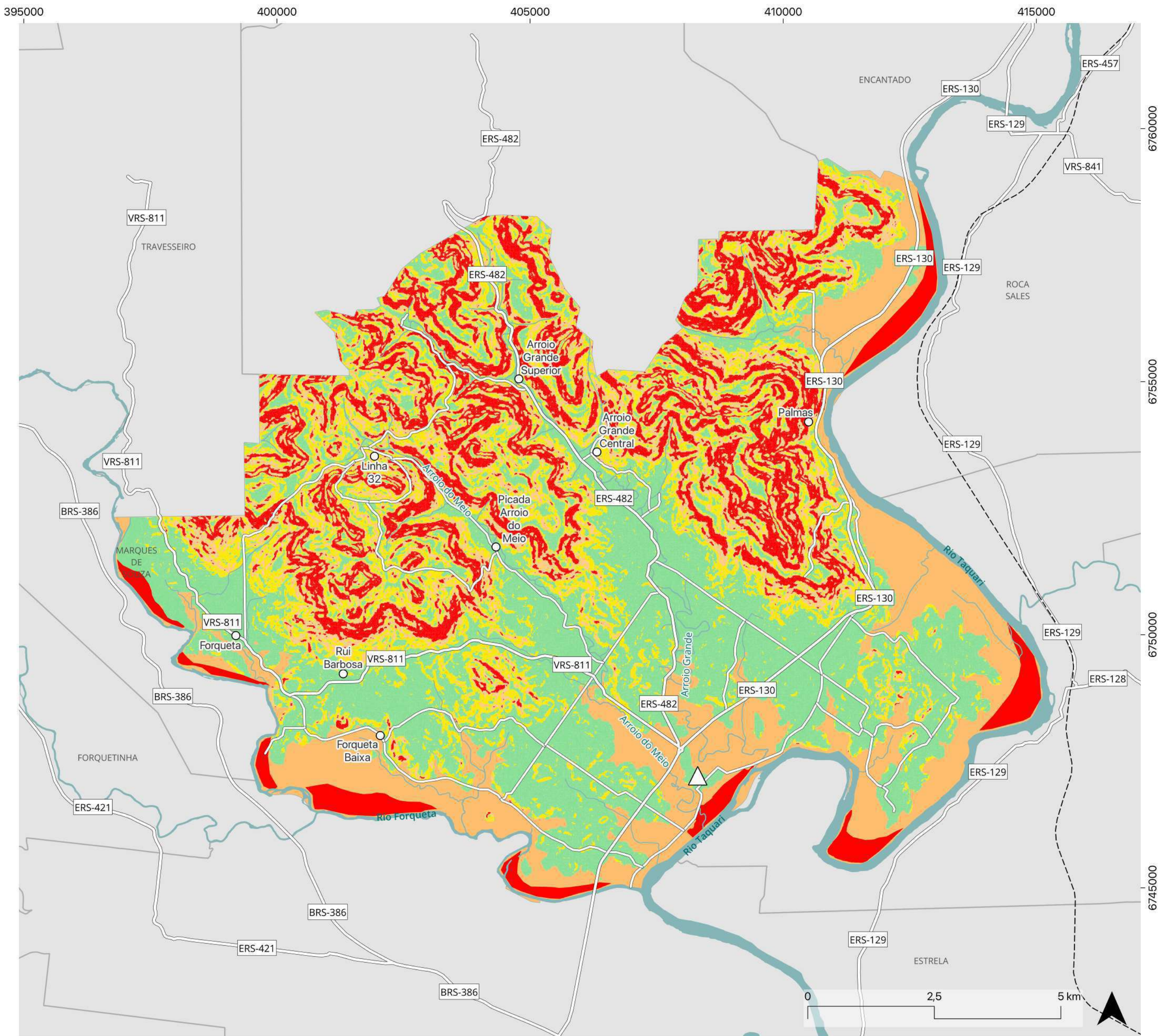
Datum: SIRGAS 2000
Projeção: UTM Fuso 22 Sul

RELATÓRIO DE ZONEAMENTO DAS ÁREAS DE RISCO
ARROIO DO MEIO - RS

ANEXO 4
SUSCETIBILIDADE A MOVIMENTOS DE MASSA NA SEDE URBANA

ESCALA GRÁFICA
EQUIPE TÉCNICA UNIVATES
OUTUBRO/2024





LEGENDA:

Classificação de zona de risco

- Alto Risco (zona de arraste e zona de alta suscetibilidade a movimentos de massa)
- Médio Risco (zona de inundação e zona de média suscetibilidade a movimentos de massa)

- Baixo Risco (zona de baixa suscetibilidade a movimentos de massa)
- Sem Risco (sem suscetibilidade a inundações ou a movimentos de massa)

- Sede municipal
- Núcleos urbanos isolados

- Hidrografia
- Rodovias estaduais e federais
- Rodovias municipais
- Ferrovia

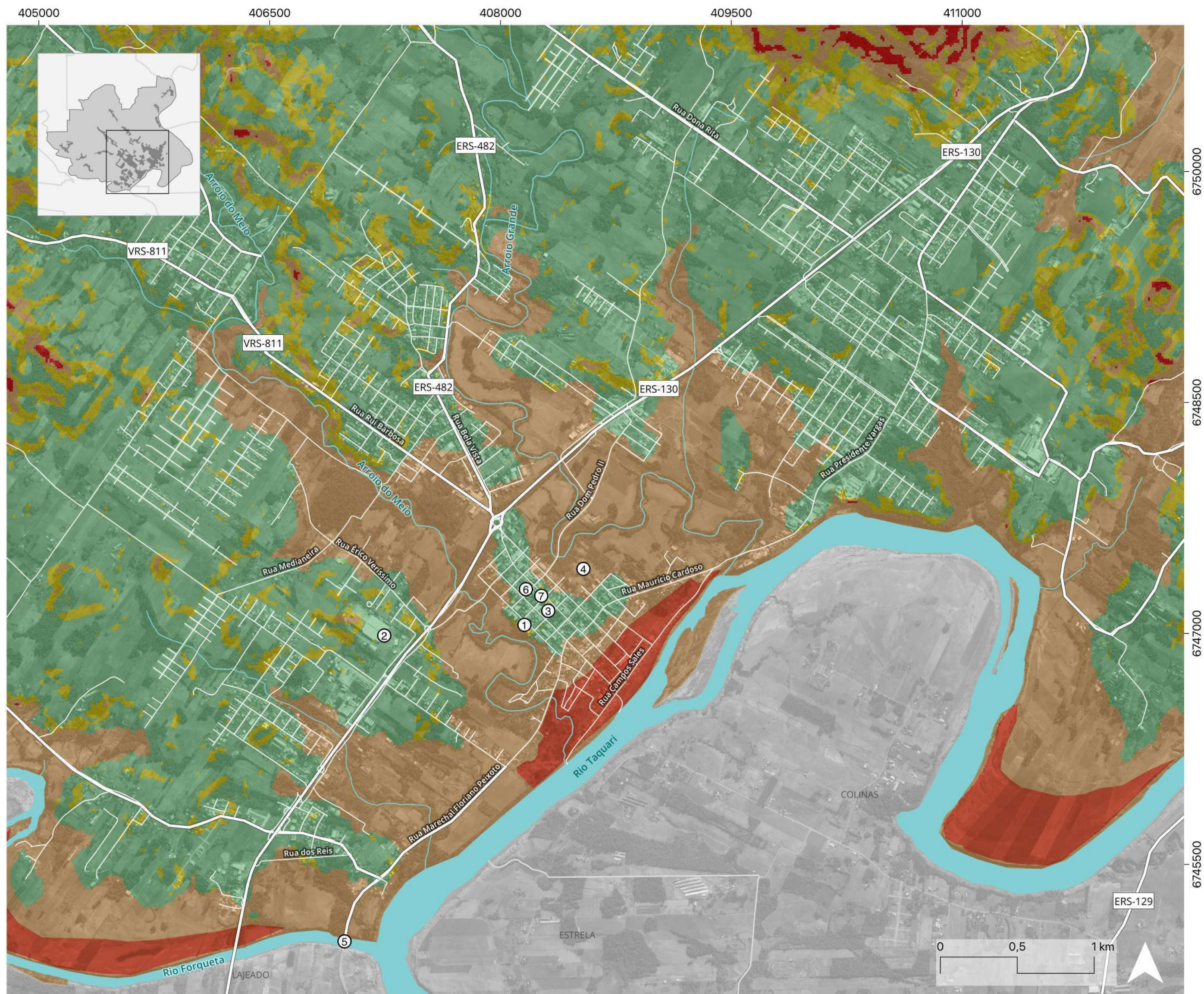
RELATÓRIO DE ZONEAMENTO DAS ÁREAS DE RISCO
ARROIO DO MEIO - RS

ANEXO 5
ZONEAMENTO DAS ÁREAS DE RISCO NO MUNICÍPIO

ESCALA GRÁFICA
EQUIPE TÉCNICA UNIVATES
OUTUBRO/2024



SECRETARIA DE
DESENVOLVIMENTO URBANO
E METROPOLITANO



LEGENDA:

Classificação de zonas de risco

- Alto Risco (zona de arraste e zona de alta suscetibilidade a movimentos de massa)
- Médio Risco (Zona de inundação e zona de média suscetibilidade a movimentos de massa)
- Baixo Risco (zona de baixa suscetibilidade a movimentos de massa)
- Sem Risco (sem suscetibilidade a inundações ou a movimentos de massa)

Pontos de referência

- 1 Hospital São José
- 2 Neugebauer Alimentos
- 3 Paróquia Nossa Senhora do Perpétuo Socorro
- 4 Paróquia N.S. do Perpétuo Socorro
- 5 Ponte de Ferro
- 6 Posto de Saúde Centro
- 7 Prefeitura Municipal

- Rodovias federais e estaduais
- Ferrovia
- Vias
- Hidrografia

RELATÓRIO DE ZONEAMENTO DAS ÁREAS DE RISCO
ARROIO DO MEIO - RS

ANEXO 6
ZONEAMENTO DAS ÁREAS DE RISCO NA SEDE URBANA

ESCALA GRÁFICA
EQUIPE TÉCNICA UNIVATES
OUTUBRO/2024

