

PLANOS DIRETORES: RECONSTRUÇÃO DO VALE DO TAQUARI

ZONEAMENTO DE
ÁREAS DE RISCO

 **Colinas**



 **UNIVATES**



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



Relatório de análise e zoneamento das áreas de risco do município de Colinas.



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)

Vanêscia 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 (Universitá Del Salento)

EQUIPE TÉCNICA PREFEITURA MUNICIPAL DE COLINAS

Grupo de Apoio Prefeitura de Colinas

Bruna Franciele Neumann Kraemer	Engenheira Civil
Coordenadora	
Angelita Elisabete Herrmann	Secretaria Municipal da Saúde, Assistência Social e Habitação
João Pedro Greff Burkt Filho	Assistente Social
Débora Jaine Marques	Auxiliar Administrativa
Bruna Franciele Neumann Kraemer	Engenheira Civil
Marcelo Lagemann	Fiscal e controle interno
Raquel Andréia Klein Diehl	Secretaria Municipal da Administração e Fazenda
Lucas Antônio Horn	Coordenador Municipal da Defesa Civil
Evélin Sofia Brockmann	Auxiliar Administrativa
Luana Cristina da Rosa	Secretaria Municipal da Educação, Cultura, Turismo e Desporto
Nina Rosa Valandro Agostta	Assessora Jurídica

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	15
2. CARACTERIZAÇÃO	16
2.1. Contexto Geral	16
2.2. A Bacia Hidrográfica Taquari-Antas	18
2.3. A Região do Vale do Taquari	21
2.4. O Município de Colinas	24
2.4.1. Contexto Urbano	27
2.4.2. Contexto Físico e Ambiental	40
2.4.2.1. Clima	40
2.4.2.2. Unidades de Paisagem Natural	42
2.4.2.3. Geologia e geomorfologia	45
2.4.2.3.1. Geologia	46
2.4.2.3.2. Geomorfologia	48
2.4.2.4. Tipos de solos	50
2.4.2.5. Recursos hídricos	53
2.4.2.6. Uso e cobertura do solo	55
2.4.2.7. Geotecnia	57
2.4.2.7.1. Altitudes	57
2.4.2.7.2. Declividades	59
2.4.2.7.3. Características geotécnicas gerais	60
2.4.2.8. Áreas de Preservação Permanente	62
3. DO ZONEAMENTO DAS ÁREAS DE RISCO	67
3.1. Fundamentação Legal	69
3.1.1. Política Nacional de Proteção e Defesa Civil - Lei nº 12.608/12	73
3.1.2. Plano Diretor e Estatuto da Cidade - Lei 10.257/01	74
3.1.3. Nota Técnica nº 1 de 2023, Secretaria Especial de Articulação e Monitoramento - Secretaria Adjunta VI - Recursos Hídricos	77
3.2. Áreas suscetíveis à fenômenos naturais e zoneamento de riscos	78
3.2.1. Áreas suscetíveis a inundações	78
3.2.1.1. Metodologia para identificação das zonas preliminares de arraste e áreas com suscetibilidade à inundaçāo	81
3.2.1.2. Áreas com Suscetibilidade à Inundaçāo	85
3.2.2. Áreas suscetíveis a movimentos de massa	93
3.2.2.1. Metodologia para identificação das áreas com suscetibilidade a movimentos de massa	94

3.2.2.2. Áreas com Suscetibilidade a Movimentos de Massa	99
4. SÍNTSE	104
REFERÊNCIAS	111
ANEXOS	122

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Mapa da Bacia Hidrográfica do Rio Taquari-Antas.	19
Figura 2: Mapa do Corede Vale do Taquari, com o município de Colinas destacado.	23
Figura 3: Diagrama de localização e articulação do Vale do Taquari, Lajeado e Colinas com Porto Alegre.	24
Figura 4: Localização de Colinas e rodovias de conexão com os municípios vizinhos.	26
Figura 5: Mapa do município de Colinas.	27
Figura 6: Diagrama comparativo entre a área urbana e a área rural de Colinas.	29
Figura 7: Mapa ampliado da sede urbana do município de Colinas com manchas de densidade.	31
Figura 8: Mapa ampliado do núcleo urbano isolado institucionalizado do município de Colinas, Santo Antônio.	32
Figura 9: Usos do solo no município de Colinas.	34
Figura 10: Usos do solo na sede municipal de Colinas.	35
Figura 11: Usos do solo no núcleo urbano isolado Santo Antônio de Colinas.	36
Figura 12: Registro da inundação de 1926 em Colinas, na época denominada "Corvo".	37
Figura 13: Colinas durante evento de setembro de 2023.	38
Figura 14: Edificações atingidas e entulhos acumulados na Rua General Hass, no município de Colinas, após enchente de setembro de 2023.	38
Figura 15: Vista aérea de Colinas durante a enchente de maio de 2024.	39
Figura 16: Vista aérea da Rua Fernando Ferrari e do Arroio Pajé após enchente de maio de 2024.	39
Figura 17: Edificações em Colinas, após enchente de maio de 2024.	40
Figura 18: Chuva acumulada (mm) de 30/04/2024 a 10/05/2024, no Rio Grande do Sul, com demarcação do município de Colinas. Fonte: Dados monitorados de MERGE/CPTEC/INPE (2024), adaptado pela Equipe de Planejamento Territorial Univates.	42
Figura 19: Unidades de Paisagem Natural no Vale do Taquari, com Colinas em destaque.	43
Figura 20: Unidades de Paisagem Natural no Vale do Taquari, ampliação no município de Colinas.	44
Figura 21: Rochas encontradas na região de Colinas.	47
Figura 22: Mapa geológico de Colinas.	48
Figura 23: Mapa de unidades geomorfológicas em Colinas.	50
Figura 24: Mapa de pedologia de Colinas.	51
Figura 25: Tipos de solos encontrados em Colinas.	53
Figura 26: Mapa das regiões hidrográficas no Rio Grande do Sul e da Bacia Hidrográfica Taquari-Antas.	54
Figura 27: Mapa dos principais cursos hídricos em Colinas.	55

Figura 28: Mapa de uso e cobertura do solo de Colinas.	57
Figura 29: Hipsometria no município de Colinas.	58
Figura 30: Declividades no município de Colinas.	60
Figura 31: Mapa das restrições ambientais por APP no município de Colinas.	65
Figura 32: Áreas de Preservação Permanente na sede de Colinas e entorno imediato.	66
Figura 33: Áreas de Preservação Permanente no núcleo urbano de Colinas e entorno imediato.	67
Figura 34: Situação das áreas inundáveis.	79
Figura 35: Zoneamento de tipos de risco para áreas suscetíveis à inundação.	80
Figura 36: Conjunto mapeado no evento de maio de 2024 em Colinas.	84
Figura 37: Composição das zonas preliminares de arraste.	85
Figura 38: Mancha de inundação do evento de maio de 2024 no município de Colinas.	86
Figura 39: Corte esquemático de situação de inundação em área urbana de Colinas em maio de 2024.	88
Figura 40: Corte esquemático de situação de inundação e movimentos de massa em Colinas em maio de 2024.	89
Figura 41: Corte esquemático de situação de inundação e movimentos de massa em Colinas em maio de 2024.	89
Figura 42: Mapa de suscetibilidade à inundação e zonas preliminares de arraste no município de Colinas.	90
Figura 43: Mapa de suscetibilidade à inundação e zonas preliminares de arraste na sede urbana de Colinas.	91
Figura 44: Mapa de suscetibilidade à inundação e zonas preliminares de arraste na Linha Santo Antônio, núcleo urbano isolado de Colinas.	92
Figura 45: Registro da entrada da cidade de Colinas após o evento de Maio de 2024.	93
Figura 46: Registro Centro Comunitário e do Ginásio Municipal na enchente de Maio de 2024 em Colinas.	93
Figura 47: Mapa de deslizamentos observados em maio de 2024 em Colinas	95
Figura 48: Registro de movimento de massa no morro a montante do Loteamento dos Machado em Colinas, em maio de 2024.	96
Figura 49: Registro de movimento de massa que atingiu encosta vegetada do morro a montante de onde está situada a Rua Parobé em Colinas, em maio de 2024.	96
Figura 50: Corte esquemático de situação de inundação e movimento de massa em Colinas, em maio de 2024.	97
Figura 51: Mapa de movimentos de massa observados em maio de 2024 no entorno da sede urbana de Colinas.	98
Figura 52: Gráfico que ilustra a frequência dos movimentos de massa em relação à declividade.	100
Figura 53: Mapa de suscetibilidade a movimentos de massa no município de Colinas.	101
Figura 54: Mapa de suscetibilidade a movimentos de massa na sede urbana de Colinas.	103
Figura 55: Mapa de suscetibilidade a movimentos de massa na Linha Santo Antônio e	

entorno.	104
Figura 56: Mapa do Zoneamento de Risco no município de Colinas.	106
Figura 57: Mapa do Zoneamento de Risco na sede urbana de Colinas.	107
Figura 58: Mapa do Zoneamento de Risco na Linha Santo Antônio.	108

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Declividades e percentual de áreas no Município de Colinas.	59
Tabela 2: Legislação, Planos e Estudos.	70
Tabela 3: Percentual de áreas inundadas em Colinas.	87
Tabela 4: Percentual de endereços inundados em Colinas.	87
Tabela 5: número de endereços inundados em Colinas.	88
Tabela 6: Frequência dos movimentos de massa em relação à declividade.	99
Tabela 7: Classes de suscetibilidade.	100
Tabela 8: Área e porcentagem das categorias de zona de risco em Colinas.	109

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

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

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

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 Colinas.

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 Colinas.

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).

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

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

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)

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.

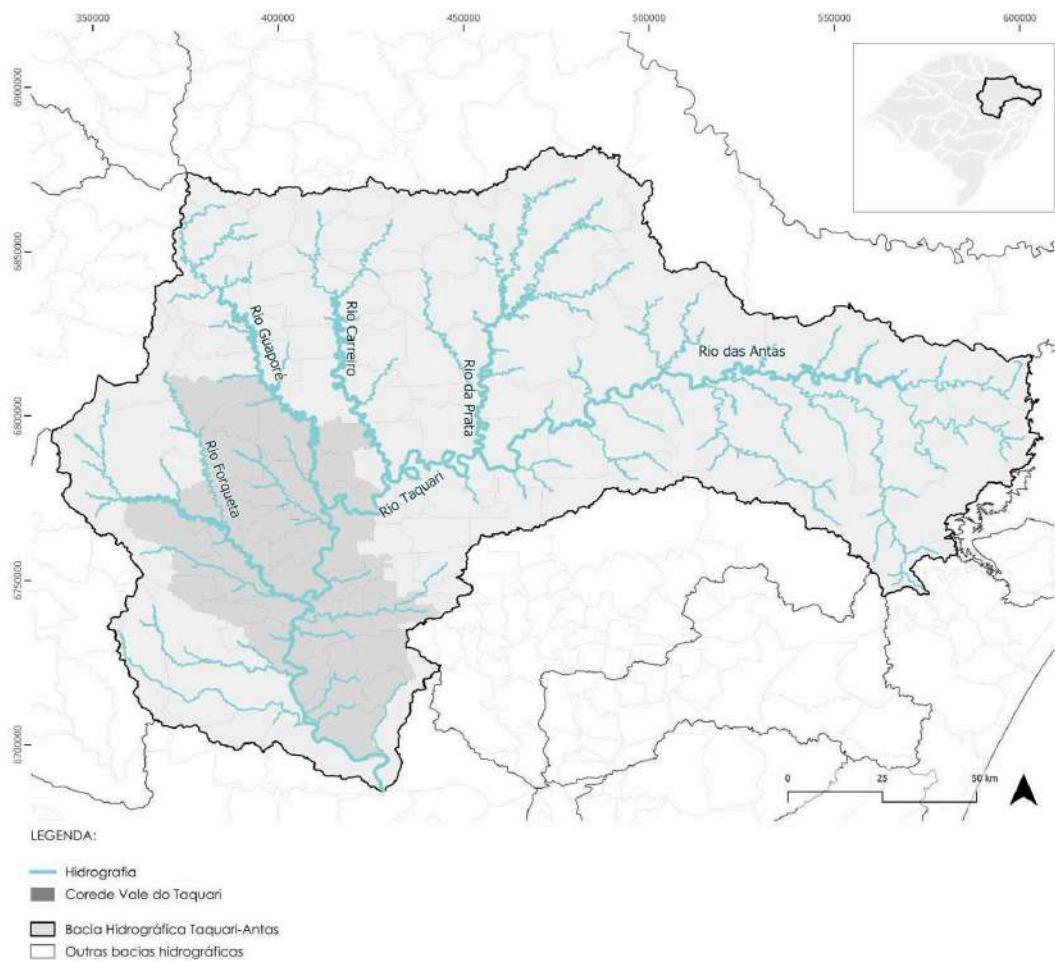
No título a seguir está apresentada a Bacia Hidrográfica Taquari-Antas e a inserção do município de Colinas neste contexto.

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).

⁵ Entende-se por bacia hidrográfica toda a área de captação natural da água da chuva que escoa 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: Elaborado por Equipe Planejamento Territorial Univates, com base em dados disponíveis de hidrografia (SEMA/FEPAM, 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 inundaçõ, 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 m, enquanto que o alcance da lâmina de inundaçõ em 02 de maio de 2024 foi de 33,66 m, ou seja, 20,66 m 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 inundaçõ

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

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).

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

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)

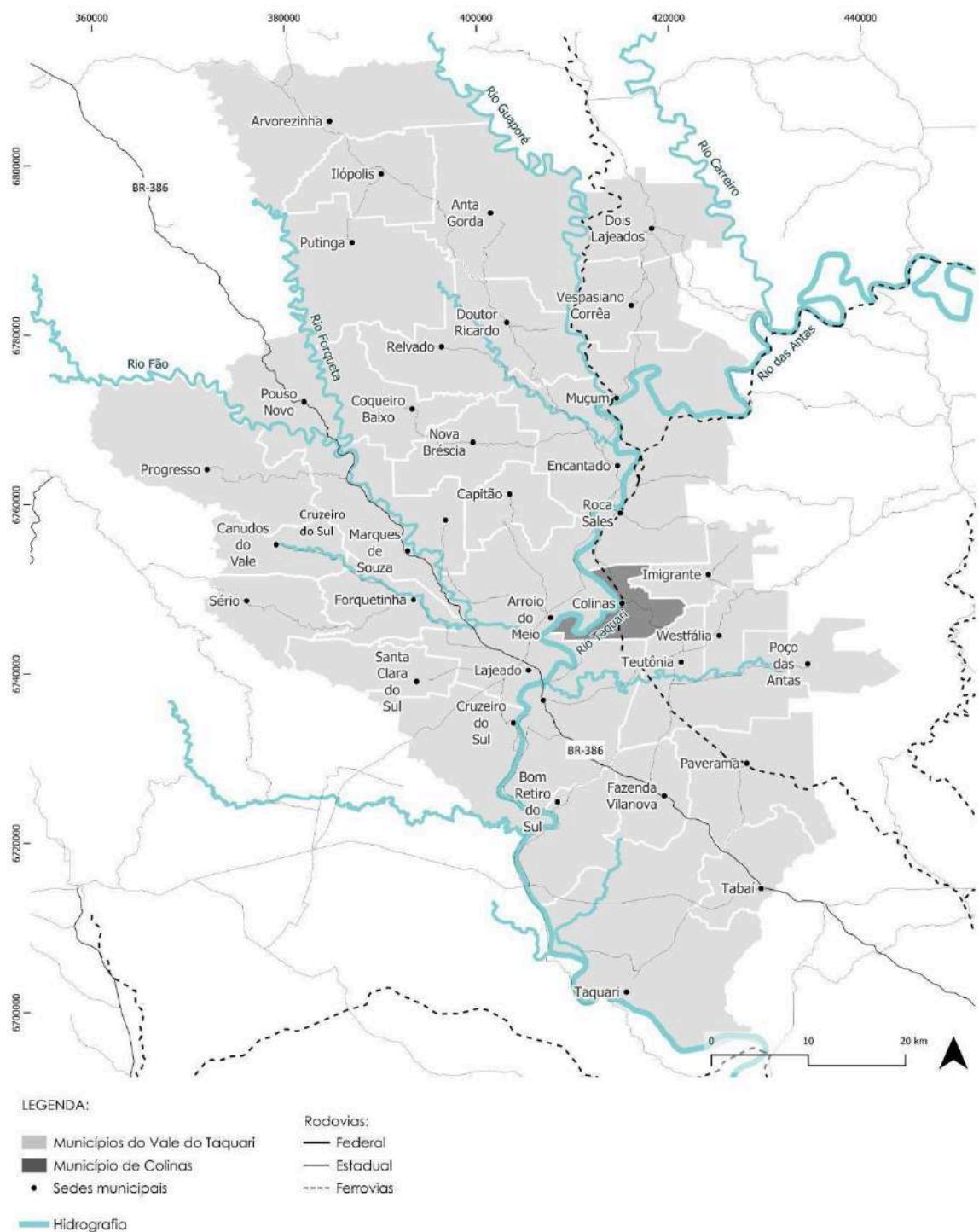
por 41%, a agropecuária por 13% e a administração pública por 13% (RIO GRANDE DO SUL, 2021).

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, com o município de Colinas destacado.



Fonte: Elaborado por 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, 2018) e possui uma taxa de urbanização de 99,6%, superando a média nacional de 84,2% (IBGE,

2010). O Município de Colinas situa-se a cerca de 19 km de distância de Lajeado e a cerca de 123 km de Porto Alegre, capital do estado. Na figura a seguir é possível visualizar a localização do Município de Colinas 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, Lajeado e Colinas com Porto Alegre.



Fonte: Elaborado por Equipe Planejamento Territorial Univates.

2.4. O Município de Colinas

Conforme publicação do IBGE (2021), Colinas está situada na Mesorregião Centro Oriental Rio-grandense, na Microrregião Lajeado-Estrela, na Região Intermediária Santa Cruz do Sul-Lajeado e na Região Imediata Encantado. Já a população do município é de 2.423 habitantes, segundo o Censo do IBGE de 2022.

O município está localizado a 125 km de Porto Alegre, capital do Rio Grande do Sul, e tem uma área aproximada de 60 km². Na Figura 4 é possível visualizar os municípios limítrofes, sendo esses Estrela a sul, Teutônia a sudeste, Imigrante a nordeste e Roca Sales ao norte. O seu limite oeste é estabelecido pelo Rio Taquari. Ainda na figura 4 é possível verificar que o principal acesso ao município ocorre pela ERS-129, que também conecta

Colinas à Roca Sales, à Estrela e à BR-386 e, consequentemente, ao restante do estado. A conexão entre Colinas e Imigrante ocorre por meio da Rua Parobé, enquanto que a ERS-128 garante o acesso à Teutônia. Cortando o território do município, tem-se a linha férrea EF-491, além de um túnel, sobre o qual está inserido o Centro Administrativo.

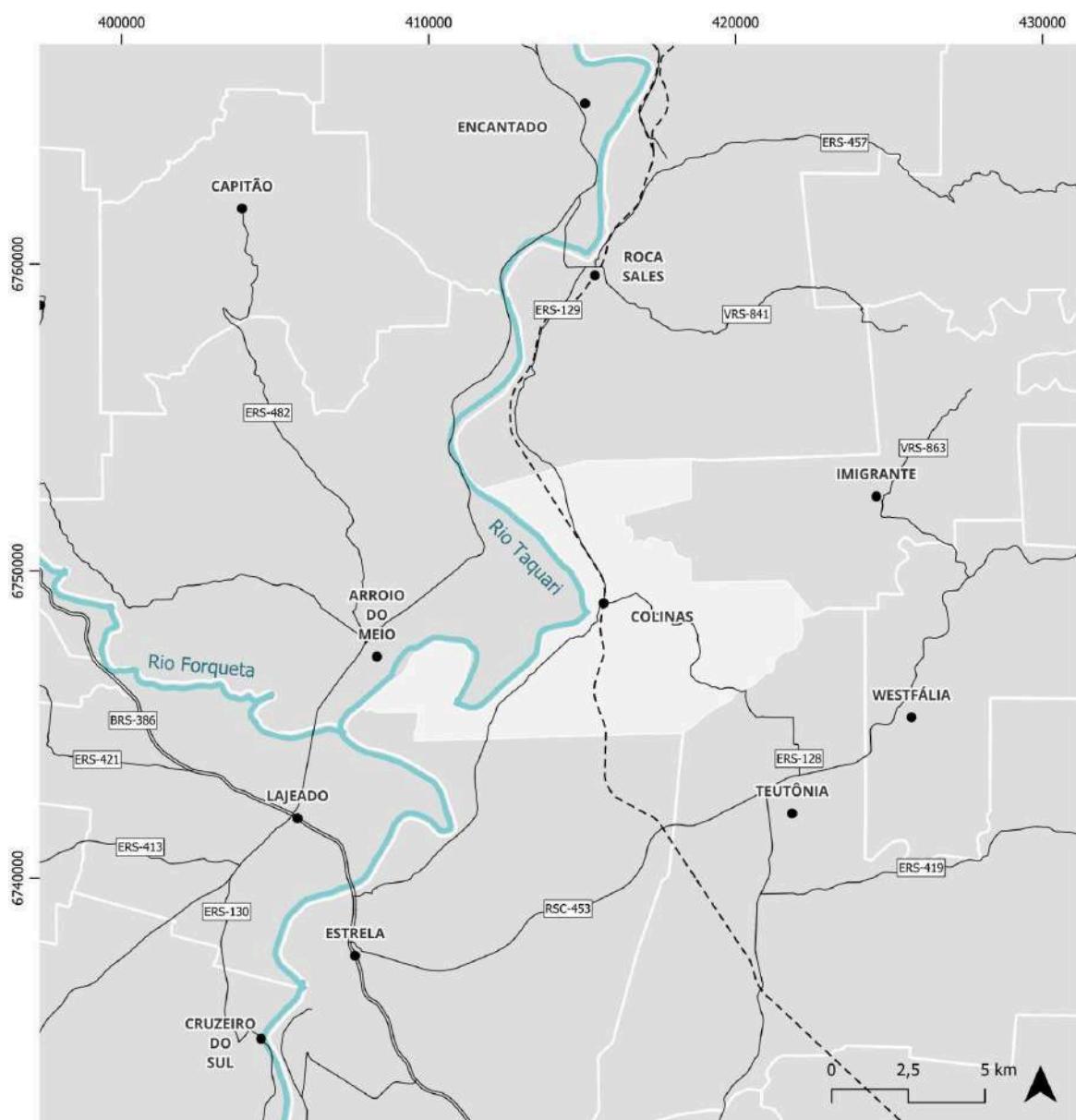
O território formado por Corvo, 4º Distrito de Estrela e Barra da Seca - atualmente a linha 31 de Outubro, pertencente à Roca Sales -, foi emancipado do município-mãe, Estrela, em 20 de março de 1992 e então recebeu o nome de Colinas, devido às montanhas e colinas que cercam o município (PREFEITURA DE COLINAS, 2024a).

Segundo o Censo do IBGE de 2022, o município possui 2.423 habitantes que são, em sua maioria, de descendência alemã. O levantamento realizado pela Secretaria Municipal de Agricultura de Colinas aponta que, em 2019, 1.327 pessoas residiam na área rural e 1.115 na área urbana (PREFEITURA DE COLINAS, 2024b). Atualmente o município é atendido pelas Escola Municipal de Ensino Fundamental Ipiranga, Escola Municipal de Educação Infantil Pequeno Mundo e Escola Estadual de Ensino Médio de Colinas.

A economia do município é representada em 43% pela agropecuária, 12% pela indústria e 45% pelo comércio e prestação de serviços (RIO GRANDE DO SUL, 2021). Sua principal atividade econômica é caracterizada pela produção de gado leiteiro, de suínos, frangos, aves poedeiras, além do cultivo de milho e soja, totalizando mais de 80% de retorno do ICMS ao município (DATA SEBRAE, 2019).

Colinas destaca-se também pelo turismo no município, eleita a 3ª cidade mais florida do estado através de um concurso promovido pelo Governo do Estado e pela FAMURS em 2010. Além disso, Colinas possui o título de Cidade Jardim, conferido pela Lei Estadual nº 13.390, de 11 de março de 2010 e possui um calendário rico em atrações como festivais e eventos, frequentados pela comunidade Colinense, além de receber muitos visitantes das cidades próximas. Dentre os eventos, pode-se destacar a Páscoa Encantada, o Festival de Primavera e o Blumentanzfest Baile das Flores (PREFEITURA DE COLINAS, 2024a).

Figura 4: Localização de Colinas e rodovias de conexão com os municípios vizinhos.



LEGENDA:

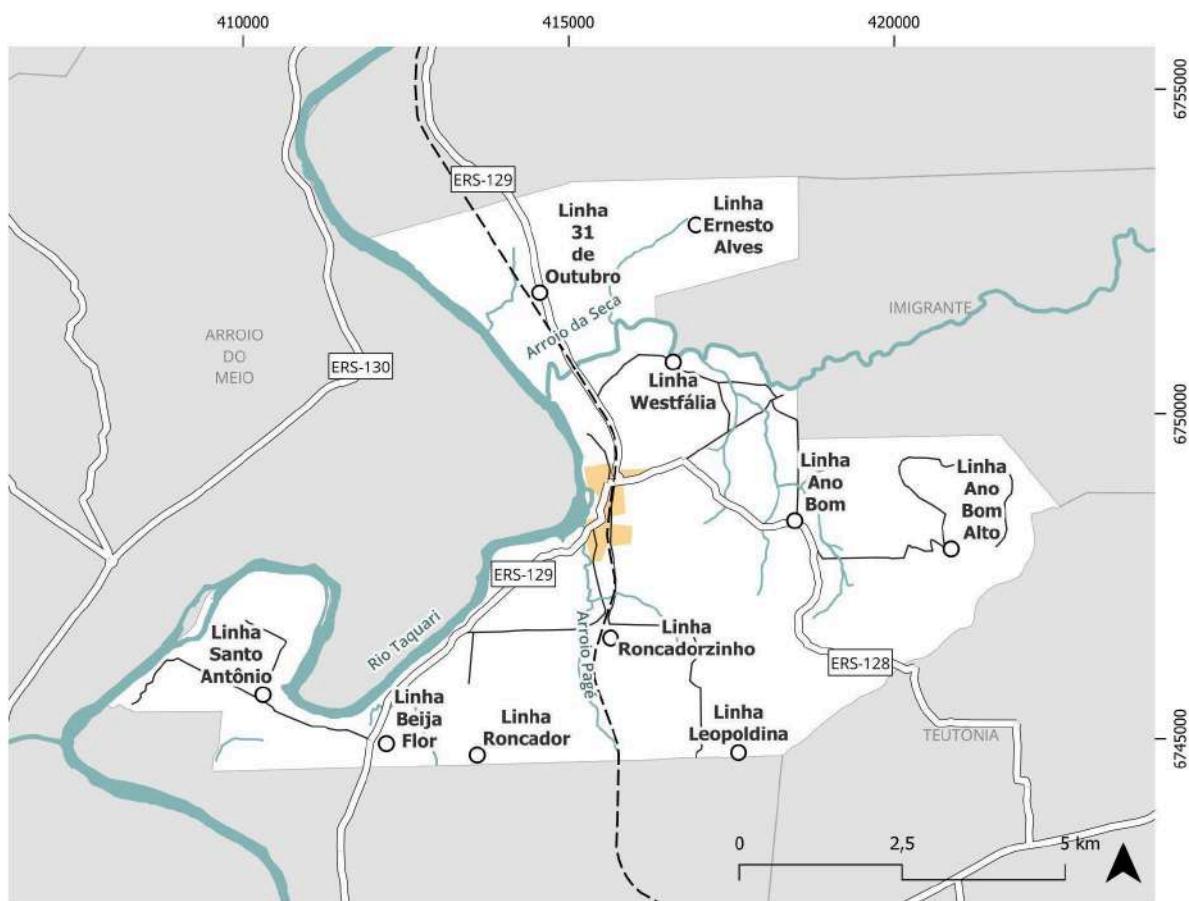
- Município de Colinas
- Municípios vizinhos
- Sedes municipais
- Hidrografia

- Conexões viárias:**
- Federal
 - Estadual
 - Ferrovia

Fonte: Elaborado por 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 Colinas, onde é possível identificar a mancha urbanizada, bem como as principais rodovias, núcleos urbanos isolados e cursos d'água que cortam o município, com destaque para o Rio Taquari e os Arroio da Seca e Arroio Pajé.

Figura 5: Mapa do município de Colinas.



LEGENDA:

- | | |
|---------------------------------|--------------------------------|
| — Rodovias estaduais e federais | ■ Hidrografia |
| — Rodovias municipais | ■ Áreas urbanizadas de Colinas |
| -- Ferrovia | ○ Núcleos urbanos isolados |

Fonte: Elaborado por Equipe Planejamento Territorial Univates, 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 Colinas, localizado próximo às margens do Rio Taquari, por onde chegaram os primeiros habitantes da cidade, foi, em sua maioria, colonizado por imigrantes alemães. A chegada dos imigrantes à cidade se deu pelo Rio Taquari, onde esses identificaram que, próximo ao rio, existia uma região um pouco mais elevada. Ali, então, foi fundada a localidade que, inicialmente, recebeu o nome de “Corvo” (PREFEITURA DE COLINAS, 2024c).

Próximo das margens do Rio Taquari se concentra o centro da cidade e, segundo dados do “Perfil das Cidades Gaúchas: Colinas”, mais de 50% das empresas são de prestação de serviços, possui uma pequena parcela de indústrias de pequeno porte, além

de residências nas áreas urbana e rural (DATA SEBRAE, 2019). Ao avançar para a parte mais alta da cidade, predominam as áreas residenciais. É importante destacar que a população, até o ano de 2018, era maior na área rural, equivalente a 1.311 habitantes, do que na área urbana, cerca de 1.082 habitantes. Além disso, entre 2019 e 2022, identificou-se uma queda na população de 531 pessoas (IBGE, 2022a). Na área rural, as modalidades de cultivo predominantes, segundo o Perfil das Cidades Gaúchas, são grãos de milho e de soja (DATA SEBRAE, 2019).

Atualmente não é possível identificar infraestrutura cicloviária no município de Colinas, ainda que o Decreto nº 1.248 de 2022 demonstra o interesse público e social na implementação de uma ciclovia. Essa fará a conexão cicloviária entre Imigrante, Colinas e Estrela, perpassando pelos três municípios (PREFEITURA DE COLINAS, 2022).

O perfil das edificações do município de Colinas são de altura mais baixa, em sua maioria de 1 ou 2 pavimentos, se aproximando da escala humana. Possui algumas exceções de edificações que possuem de 3 a 4 pavimentos, o que resulta em uma densidade pouco expressiva. O uso do solo é predominantemente misto, com comércio e serviços presentes juntamente à área residencial. No que se refere ao uso industrial, observa-se a presença de algumas edificações próximas ao centro, além de outras mais deslocadas para a área rural, ao longo da Rua Parobé, das Linhas Ano Bom, 31 de Outubro e Santo Antônio.

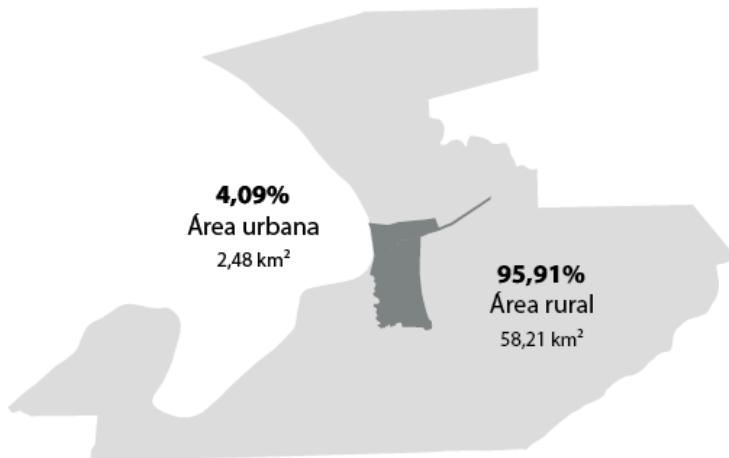
Colinas conta com uma diversidade de praças e áreas de lazer ao longo do seu território, contando com a emblemática Área de Lazer Josão Roberto Frieling, no acesso à cidade pela ERS-129, a qual fica próxima à Casa de Cultura. Seguindo pela ERS-129, denominada Rua General Osório no perímetro urbano do município, encontra-se a Praça dos Pássaros, importante ponto cultural, que recebe grande parte dos eventos do município. Próxima ao Centro Administrativo, a Praça Eldo Scholler possui um traçado linear, e é também conhecida como Praça do Zoo Vegetal, devido aos arbustos em formato de animais.

A Praça Iria Scheer, contemplada com o projeto de praça naturalizada pela Urban 95 em 2023 (URBAN 95, 2023), está localizada próxima à EMEI Pequeno Mundo e à EMEF Ipiranga. A Praça Alcido Buth, também conhecida como Praça Municipal Isabela de Colinas, está localizada na Rua Parobé, próximo à área rural. Complementar a esses equipamentos

de lazer, há outras atrações turísticas como a Casa Tassinary e o Morro Thomas, tornando a cidade muito atrativa culturalmente (PREFEITURA DE COLINAS, 2024).

Colinas possui uma área rural extensa, equivalente a 58,21km², o que representa cerca de 23,5 vezes a área urbana do município, equivalente a 2,48km², considerando a área urbana definida pelo IBGE (2010). Na área rural, identifica-se a existência de um núcleo urbano isolado, Santo Antônio, localizado na Linha Santo Antônio, institucionalizado pela Lei nº 1.797, DE 21/12/2017, além de outras localidades como Linha Ano Bom, Linha Ano Bom Alto, Linha 31 de Outubro, Linha Westfália, Linha Leopoldina e Linha Roncador. Essas localidades podem ser observadas na Figura 5, apresentada anteriormente. A figura 6, a seguir, apresenta um comparativo entre a área urbana e a área rural de Colinas.

Figura 6: Diagrama comparativo entre a área urbana e a área rural de Colinas.



Fonte: Elaborado por 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 Subnormais⁸, incluem espaços de construções adjacentes sem espaço livre ao seu redor, ou

⁸ 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, 2024).

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).

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 Colinas, onde as áreas urbanizadas, classificadas conforme a densidade. Analisando o mapa da figura 7, a seguir, identifica-se que a densidade populacional da área urbana do município ocorre de forma rarefeita, ou seja, pouco intensa e mais espalhada no território. Observa-se que Colinas se desenvolveu próxima à margem do Rio Taquari e ao longo de três eixos e seus encontros: ERS-129, ERS-128 e a linha férrea pertencente à Ferrovia do Trigo. Ainda, é possível identificar na Figura 7 um loteamento urbanizado que não está ocupado, localizado junto à Rua Olavo Bilac, a leste da via.

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



LEGENDA:

Áreas urbanizadas - Densidade	— Rodovias
■ Densa	— Ferrovias
■ Loteamento vazio	— Vias
■ Pouco densa	■ Hidrografia

Fonte: Elaborado por 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, na figura 8 é possível visualizar o núcleo urbano isolado institucionalizado de Santo Antônio, que constitui área de baixa densidade, ainda que não esteja com a densidade mapeada pelo IBGE (2019), por ter algumas edificações

pulverizadas ao longo da linha. Está próximo ao Rio Taquari e localiza-se a cerca de 7km da sede municipal, na porção extremo-sudoeste do território.

Figura 8: Mapa ampliado do núcleo urbano isolado institucionalizado do município de Colinas, Santo Antônio.



LEGENDA:

- Rodovias federais e estaduais
- Vias municipais

Pontos de referência:

- ① Igreja Santo Antônio
- ② Camping Paraíso Santo Antônio

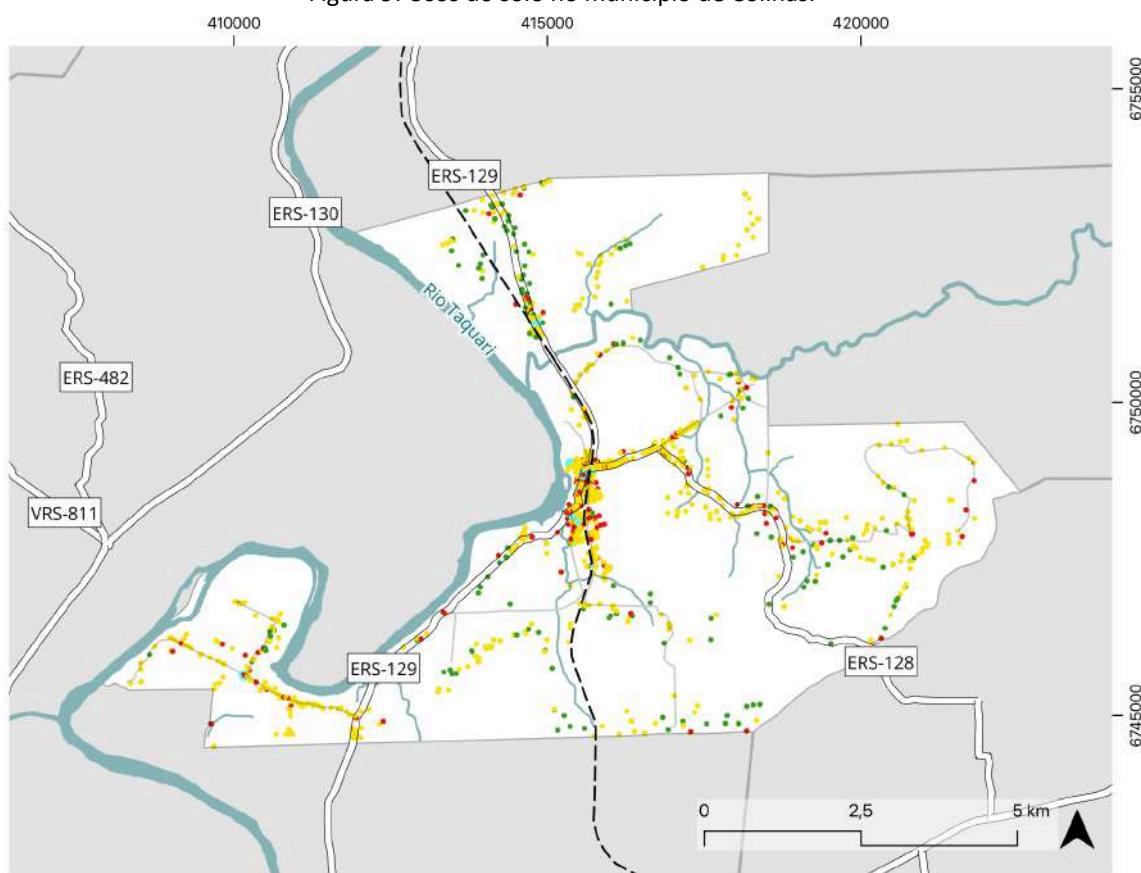
Fonte: Elaborado por Equipe Planejamento Territorial Univates, com base em dados disponíveis de rodovias, hidrografia (FEPAM/SEMA, 2018), áreas urbanizadas (IBGE, 2019) e limites municipais (IBGE, 2022).

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

No mapa da figura 9, a seguir, identifica-se que os usos na área urbanizada de Colinas são mistos, com edificações de uso para outras finalidades misturadas em meio a edificações de uso residencial. Ao longo da Rua Parobé, que conecta o município à Imigrante, observam-se algumas edificações de outras finalidades. No extremo sudoeste, próximo à ERS-129, identifica-se um crescente uso residencial e algumas edificações pontuais de outras finalidades, onde também está localizado o núcleo urbano isolado. Segundo informações fornecidas pela Prefeitura Municipal, existe a tendência de crescimento nesta localidade, onde pretende-se incentivar usos comerciais e industriais.

Figura 9: Usos do solo no município de Colinas.



LEGENDA:

- | | | |
|----------------------|-----|-------------------------------|
| Espécie do endereço: | --- | Ferrovia |
| ● Residencial | — | Rodovias estaduais e federais |
| ● Agropecuária | — | Rodovias municipais |
| ● Institucional | ■ | Hidrografia |
| ● Outras finalidades | | |

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

Na Figura 10 é possível observar uma concentração de edificações institucionais ao longo da ERS 129 e da Rua Fernando Ferrari, próximo ao Centro Comunitário. Encontram-se também edificações de outras finalidades mais distribuídas ao longo das vias, pulverizadas às edificações residenciais, as quais podem ser identificadas, por meio de dados disponíveis no Open Street Map, como edificações comerciais, de serviço e, de forma mais pontual, industriais.

Figura 10: Usos do solo na sede municipal de Colinas.



LEGENDA:

- Espécie do endereço
- Agropecuária
 - Institucional
 - Outras finalidades
 - Residencial

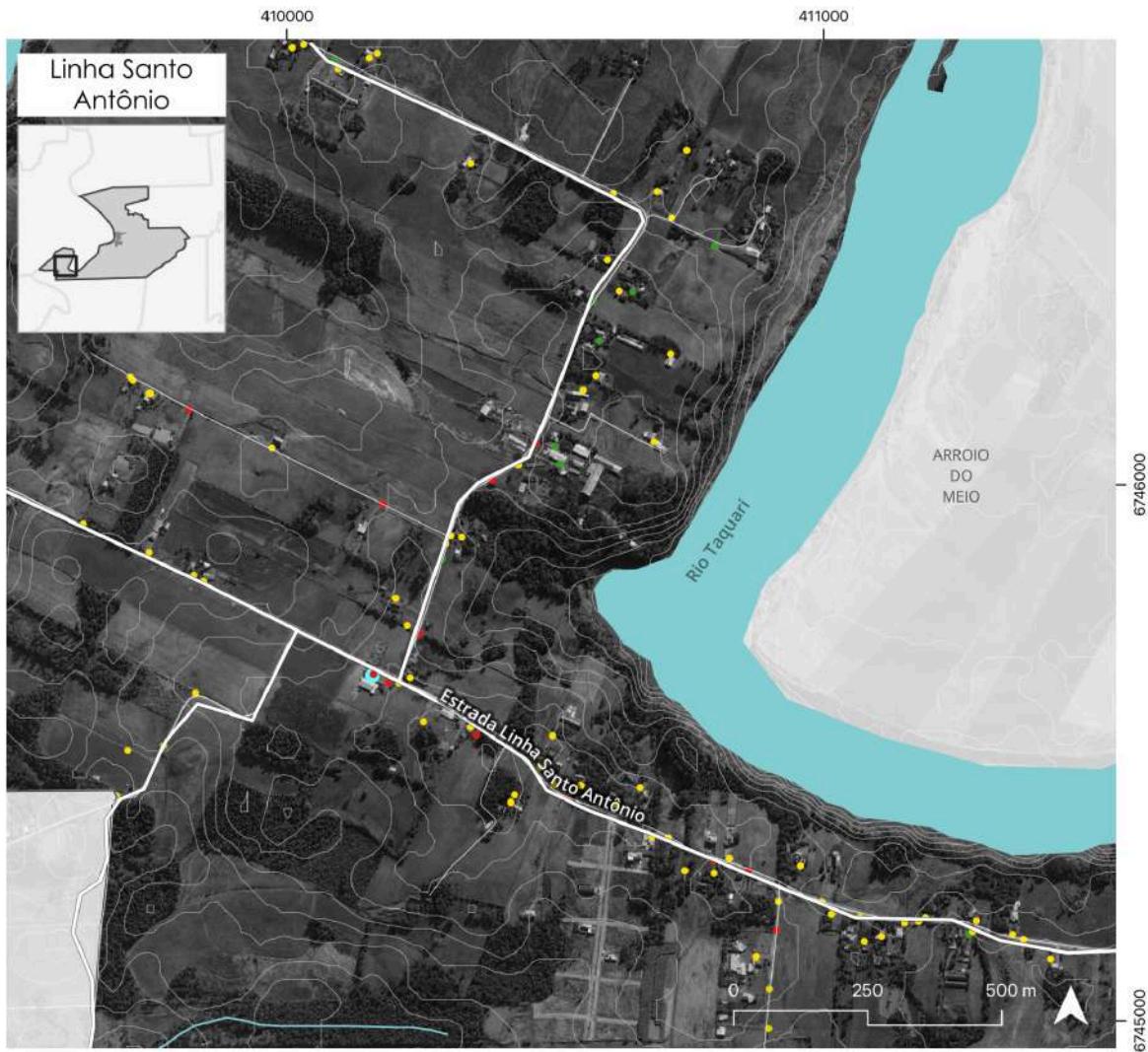
- Pontos de referência
- ① Cemitério Católico
 - ② Centro Comunitário
 - ③ Entrada de Colinas
 - ④ Estação Ferroviária
 - ⑤ Prefeitura Municipal

- Rodovias
- Ferrovia
- Vias
- Hidrografia

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

Os usos do solo no núcleo urbano isolado Santo Antônio podem ser observados na Figura 11. Ao longo da Estrada Linha Santo Antônio verifica-se edificações dispersas, com predominância de usos residenciais e de outras finalidades. Na via em direção nordeste, observa-se que próximo às residências encontram-se usos de agropecuária. Ainda, há um loteamento vazio na porção sul da figura.

Figura 11: Usos do solo no núcleo urbano isolado Santo Antônio de Colinas.



LEGENDA:

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

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

Com os eventos climáticos ocorridos desde de setembro de 2023, Colinas tem sofrido com inundações, enxurradas e movimentos de massa. Isso ocorre devido à sua proximidade e ocupação do solo próximos às margens do Rio Taquari e de morros. A cota de inundaçāo na cidade é de 19m, considerada a mesma de Lajeado, devido à sua proximidade, sendo este município mais a jusante de Colinas/RS (ECKHARDT, 2008).

Na enchente ocorrida no mês de maio de 2024, a elevação do Rio Taquari, em Lajeado, chegou a 33,35m às 13:30hs, atingindo a maior cota da história, no dia 02 de maio. Segundo o Prefeito Sandro Hermann, no evento de setembro de 2023, 188 famílias foram atingidas, em novembro de 2023, 144, enquanto que, em maio de 2024, 360 famílias foram diretamente atingidas por cheias e movimentos de massa (A HORA, 2024).

De acordo com a tabela de dimensionamento das áreas suscetíveis a inundação em Colinas/RS por MDT Topodata (PERINI; MARCUZZO, 2018), é na cota 25m que a inundação atinge as primeiras áreas urbanizadas em Colinas.

Os dados de eventos de inundação mais recentes, como a cheia de 2024, indicam novos parâmetros de cotas máximas, sendo verificado um aumento da frequência e intensidade das cheias na região. De acordo com o prefeito de Colinas, Sandro Herrmann, o nível do Rio Taquari subiu 24 metros acima do seu nível normal, 13 metros, tendo atingido a cota de 37m no município de Colinas (AGÊNCIA BRASIL, 2024).

Na figura a seguir é possível observar um registro da inundação de 1926 em Colinas, que na época era denominada como Corvo.

Figura 12: Registro da inundação de 1926 em Colinas, na época denominada "Corvo".



Fonte: Acervo Airton Engster dos Santos⁹.

⁹ Disponível em: <<https://lajeadors.blogspot.com/2024/>>. Acesso em: 19 set 2024.

A seguir apresenta-se, nas figuras 13 a 17, alguns registros durante e após as enchentes de setembro de 2023 e maio de 2024.

Figura 13: Colinas durante evento de setembro de 2023.



Fonte: Acervo Prefeitura Municipal de Colinas, 2023.

Figura 14: Edificações atingidas e entulhos acumulados na Rua General Hass, no município de Colinas, após enchente de setembro de 2023.



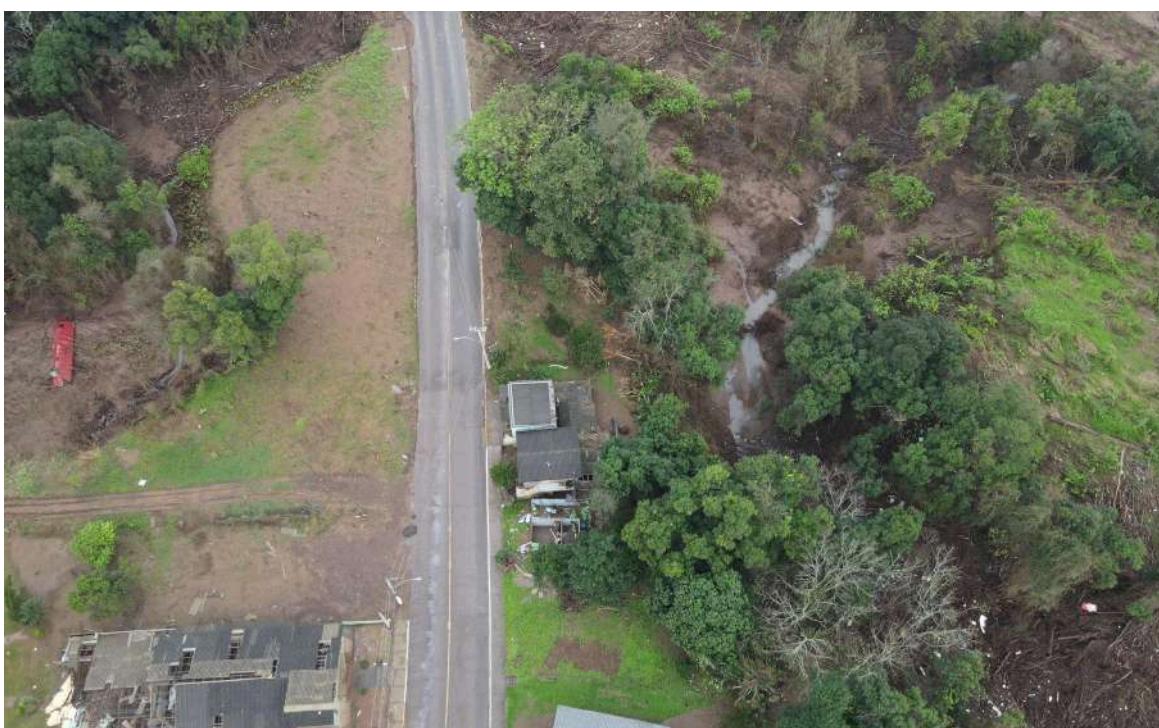
Fonte: Acervo Prefeitura Municipal de Colinas, 2023.

Figura 15: Vista aérea de Colinas durante a enchente de maio de 2024.



Fonte: Reprodução RBS TV¹⁰, 2024.

Figura 16: Vista aérea da Rua Fernando Ferrari e do Arroio Pajé após enchente de maio de 2024.



Fonte: Acervo Semeia EMAU, mapeamento de conjuntos, 2024.

¹⁰ Disponível em: <<https://globoplay.globo.com/v/11958105/>>. Acesso em: 25 set 2024.

Figura 17: Edificações em Colinas, após enchente de maio de 2024.



Fonte: Agora no Vale¹¹, 2024.

2.4.2. Contexto Físico e Ambiental

A seguir estão apresentados aspectos físicos e ambientais do Município de Colinas, 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, Colinas no Vale do Taquari, é enquadrado na classificação climática CFA, clima subtropical com verão quente, que se caracteriza por

¹¹ Disponível em:<<https://agoranovale.com.br/noticias/valedotaquari/colinas-alerta-para-consumo-de-agua-direto-das-torneiras-e-destaca-atendimento-da-saude/>>. Acesso em: 25 set 2024.

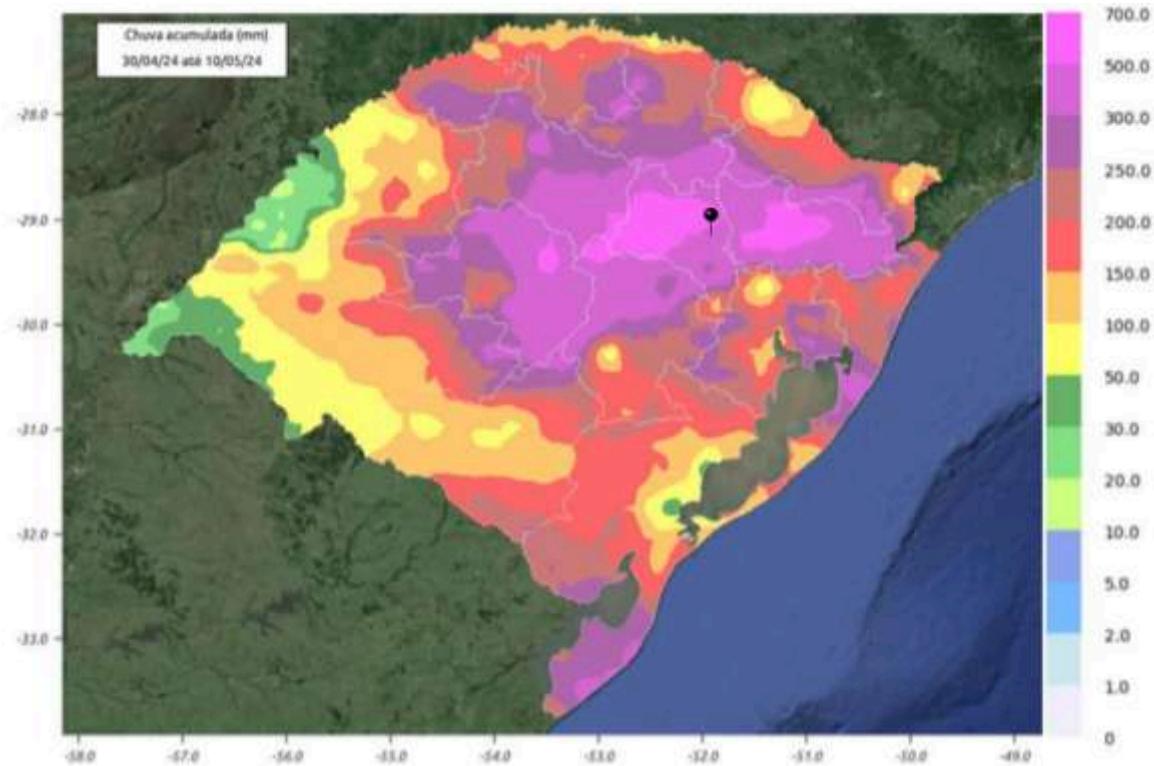
apresentar chuva durante todos os meses do ano e possuir a temperatura média do mês mais quente superior a 22°C e a do mês mais frio superior a 3°C. De acordo o Atlas Climático da Região Sul do Brasil (WREGE *et al*, 2012), os meses de maior umidade relativa do ar na região do município são abril, maio e junho, onde a porcentagem varia de 82% a 84%.

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 Colinas chegou a 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 18 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 500mm, uma diferença significativa de cerca de $\frac{1}{3}$ do volume da média anual, que é de 1700 a 1800mm.

Figura 18: Chuva acumulada (mm) de 30/04/2024 a 10/05/2024, no Rio Grande do Sul, com demarcação do município de Colinas.



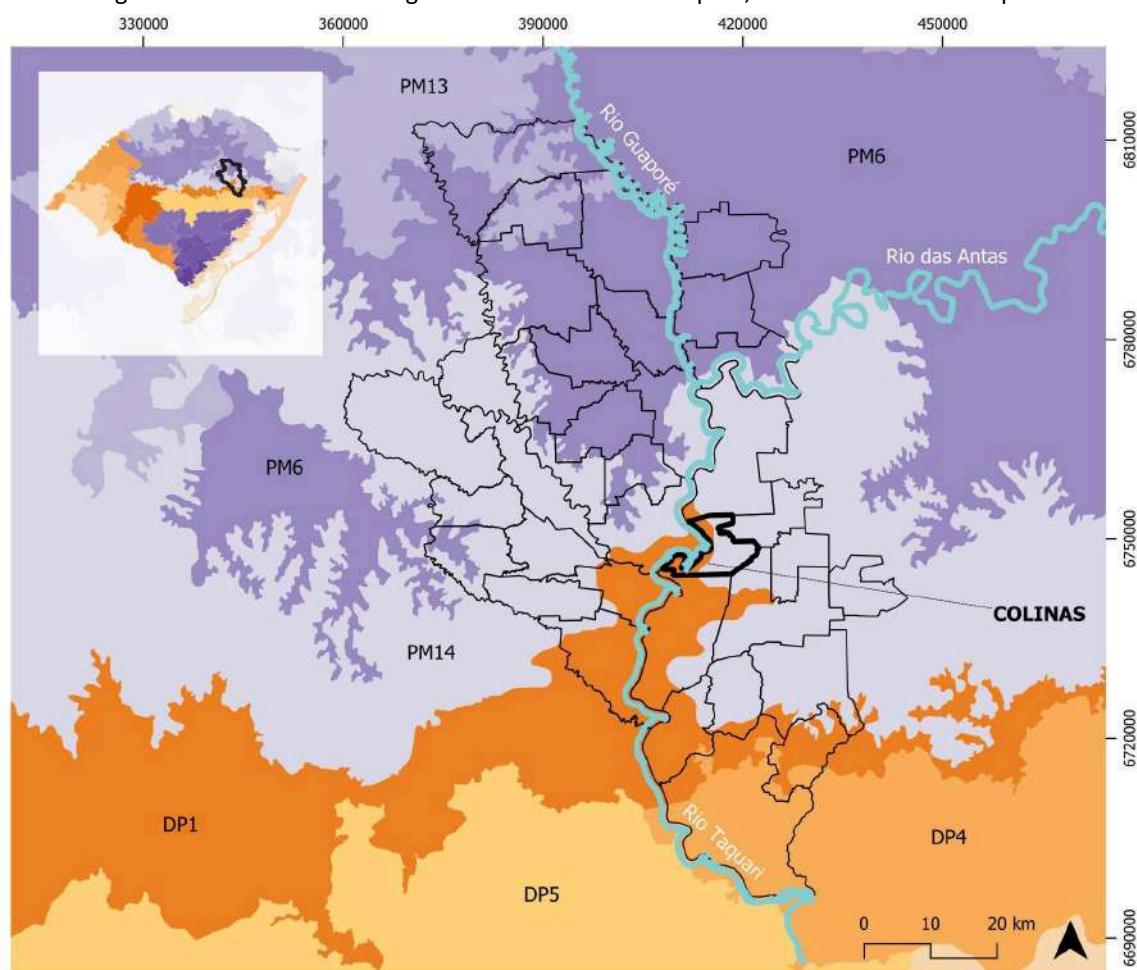
Fonte: Dados monitorados de MERGE/CPTEC/INPE (2024), adaptado pela Equipe de Planejamento Territorial Univates.

2.4.2.2. Unidades de Paisagem Natural

As Unidades de Paisagens se individualizam pelo relevo, clima, cobertura vegetal, solos ou até mesmo pelo arranjo estrutural e o tipo de litologia ou exclusivamente por um desses elementos (ROSS, 1992).

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).

Figura 19: Unidades de Paisagem Natural no Vale do Taquari, com Colinas em destaque.



LEGENDA:

Unidades da paisagem:

- DP1
- DP4
- DP5

- PM6
- PM13
- PM14

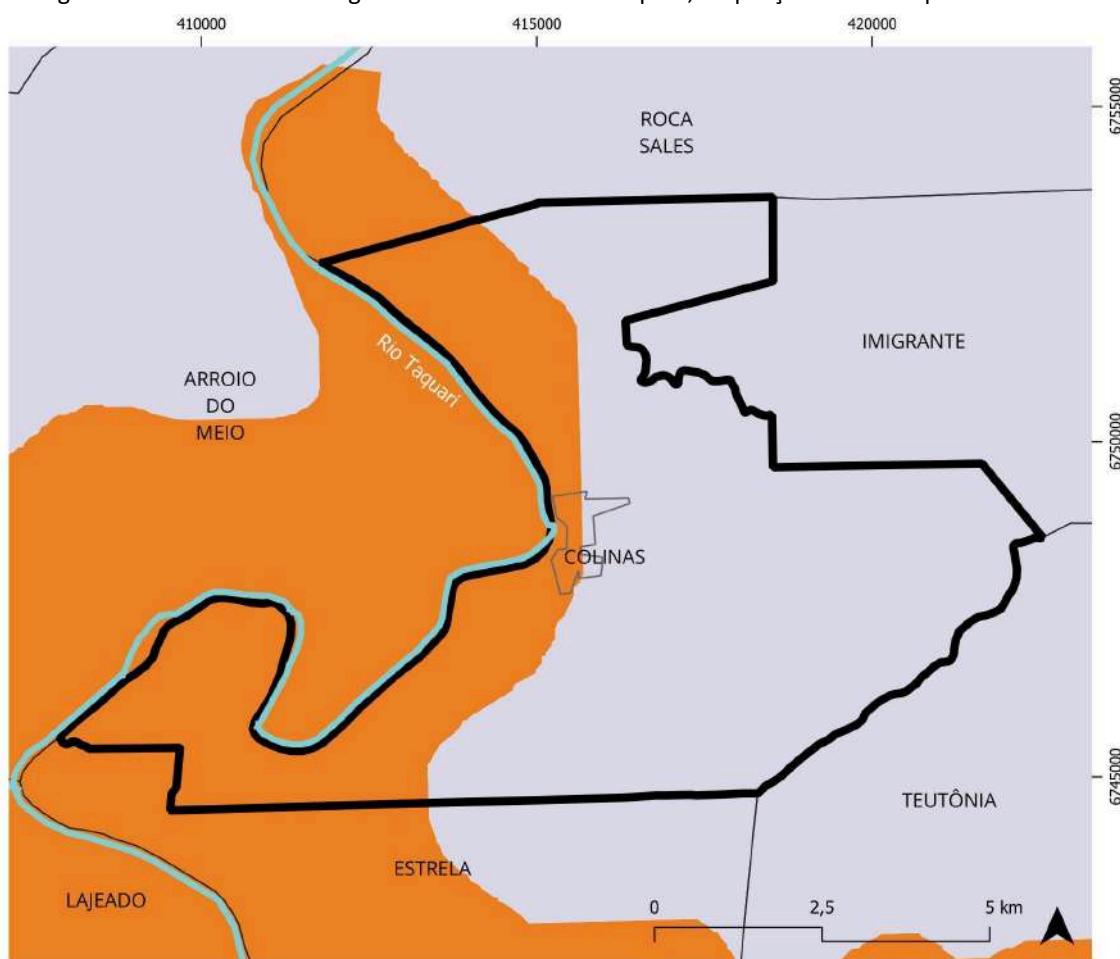
Municípios do Vale do Taquari

Município de Colinas

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

O território de Colinas é formado, predominantemente, pela UPN-PM14, que corresponde à região do Planalto dos Campos Gerais, além de uma porção a oeste, às margens do Rio Taquari, 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 20.

Figura 20: Unidades de Paisagem Natural no Vale do Taquari, ampliação no município de Colinas.



LEGENDA:

Áreas urbanizadas de Colinas

Unidades da paisagem:

DP1

PM14

Fonte: Elaborado por 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 apresenta uma vegetação predominante de Floresta Estacional Decidual e altitudes que variam de 50 a 600 metros, com uma topografia acidentada.

Ressalta-se que a DP1 e a PM14 se diferem principalmente na geomorfologia. Enquanto a DP1, por exemplo, se caracteriza por relevos planos e baixas altitudes, a UPN-PM14 se caracteriza por relevos acidentados e vales. Esse contraste entre as UPN

citadas mostra uma peculiaridade do Vale do Taquari, que é justamente a transição entre esses dois tipos de paisagem.

A Unidade de Paisagem DP1 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. A região é caracterizada por pequenos estabelecimentos rurais, exceto pela orizicultura (cultivo de arroz irrigado), que tem áreas de alta produtividade. Em relação à fauna e flora, identifica-se, respectivamente, cinco espécies ameaçadas de extinção e presença de cactáceas e algumas plantas raras.

Em Colinas, de acordo com a plataforma InfoSambas, que reúne dados do Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária (INCRA) e da Fundação Nacional dos Povos Indígenas (FUNAI), não há nenhum quilombo certificado pela Fundação Cultural Palmares, nenhuma terra indígena ou área de assentamento de reforma agrária.

Referente a sítios arqueológicos, segundo Fiegenbaum *et al* (2000), Colinas possui o sítio arqueológico RS T 105 - Breno Willrich, cadastrado no IPHAN até o ano 2000. O sítio possui 100.000m² de área, estando localizado em uma planície de inundação, no qual foi coletado, a partir da abertura de poços testes, material cerâmico.

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 Colinas 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 21). Subordinadamente, no extremo leste do polígono municipal há ocorrências de rochas que representam a Fácies Caxias da Formação Serra Geral, compostas principalmente por Riodacitos.

Figura 21: Rochas encontradas na região de Colinas.

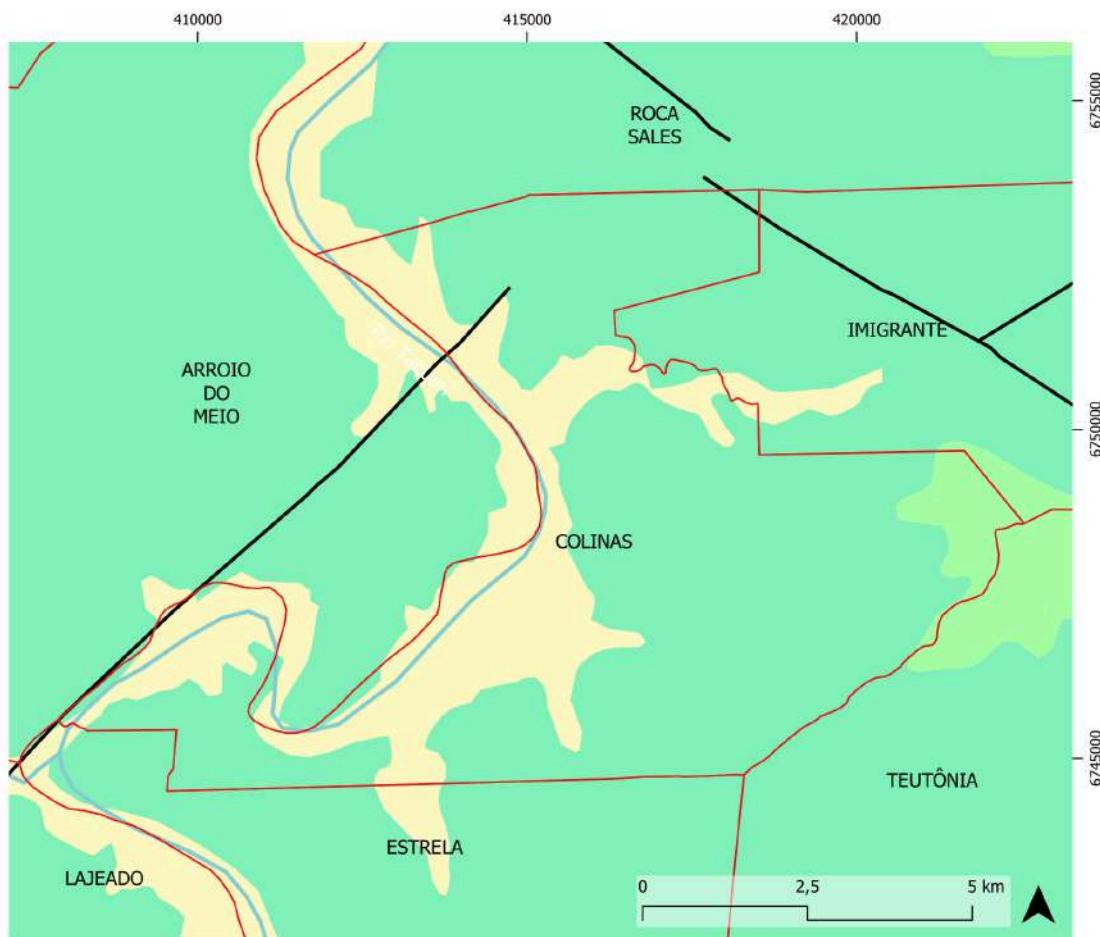


Fonte: Acervo pessoal Tiago Fischer (2017).

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 22, a seguir, ilustra o mapa com a disposição física dessas unidades em relação aos limites municipais de Colinas. 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; visualiza-se ainda, em pequenas porções na região leste do município, a Fácies Caxias da Formação Serra Geral.

Figura 22: Mapa geológico de Colinas.



LEGENDA:

Litologia

Formação Serra Geral - Fácies Caxias

Depósitos aluvionares

Formação Serra Geral - Fácies Gramado

Estrutura

Curso d'água

Fonte: Elaborado por 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 monocinal, 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.

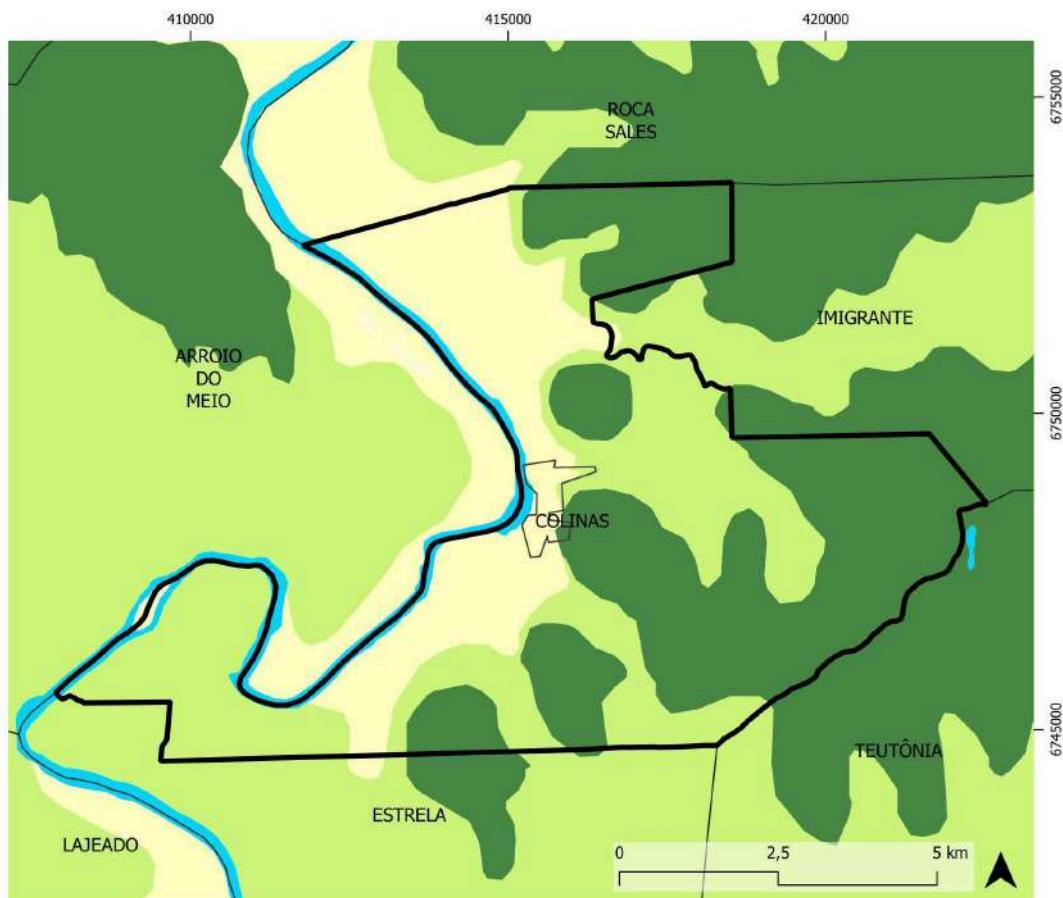
As formas de relevo dessa região morfológica foram esculpidas especialmente em rochas efusivas ácidas da Formação Serra Geral, que ocorrem normalmente capeando as rochas efusivas básicas que correspondem, geralmente, aos relevos mais conservados dessa região geomorfológica. Em áreas mais restritas, os 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 23 é possível visualizar que as unidades geomorfológicas (UGs) predominantes no Município de Colinas são a Serra Geral e os Patamares da Serra Geral, sendo o segundo constituído pelos terminais mais rebaixados do planalto das araucárias, como testemunhos do recuo da linha de escarpa estabelecida pelo primeiro. As formas de relevo na UG Serra Geral 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 podem chegar a 50,6%, com média em 27,2% (OLIVEIRA *et al.*, 2015). Para a UG Patamares da Serra Geral, por sua vez, observa-se que 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 geralmente colinas com pequeno aprofundamento dos vales fluviais, formas de relevo que apresentam forte controle estrutural e, localizadamente, ocorrem formas planares. A altitude média encontrada nos terrenos incluídos nessa unidade é de 98 m, com uma distribuição entre 24 e 172 m em aproximadamente 90% da área da UG. Também em 90% da área registram-se declividades menores do que 17,2%, com média de 7,9%.

Por fim, ao longo das margens do Rio Taquari, entre o limite oeste do município e o centro aproximadamente do polígono, 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 23: Mapa de unidades geomorfológicas em Colinas.



LEGENDA:

Unidades geomorfológicas	Áreas urbanizadas de Colinas
Planícies Alúvio-coluvionares	
Patamares da Serra Geral	
Serra Geral	
Corpo d'água continental	

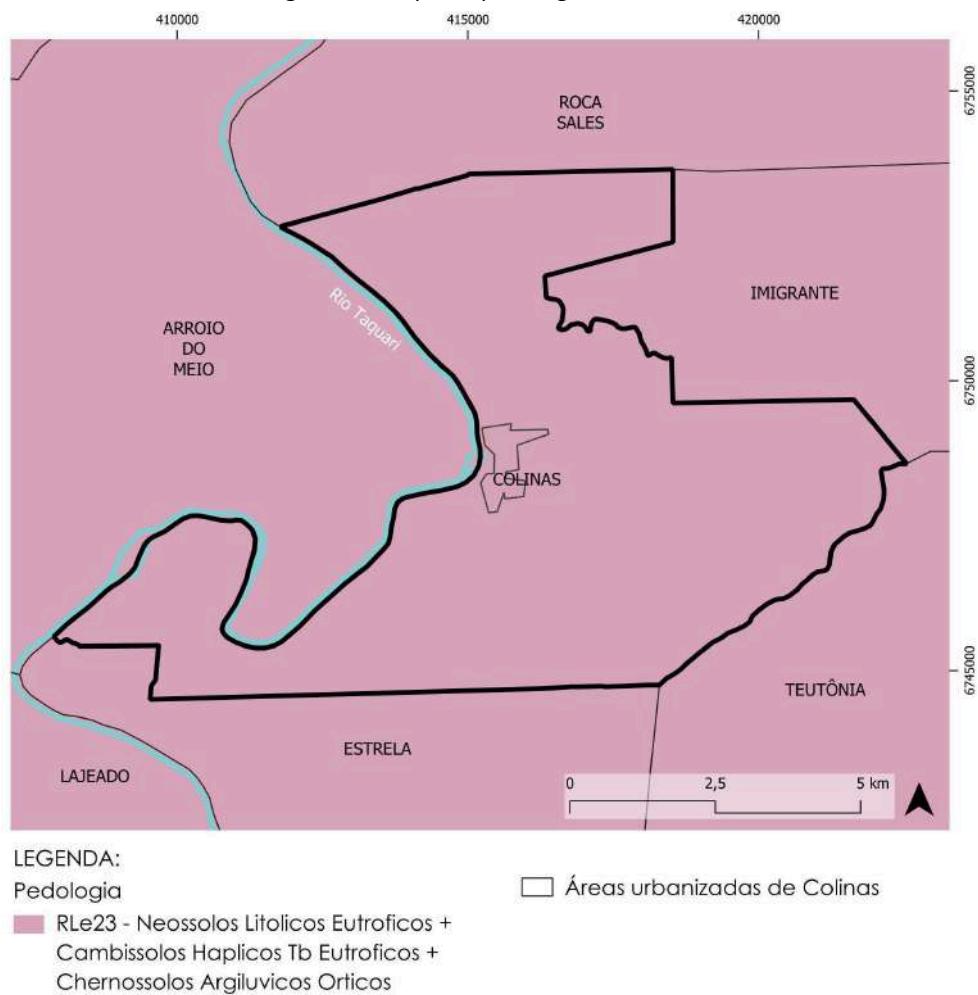
Fonte: Elaborado por Equipe Planejamento Territorial Univates, com base em dados do IBGE (2023).

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 Colinas, é identificado somente um tipo de solo, conforme apresentado no mapa da figura 24. O tipo de solo é o RLe23 - Neossolos Litólicos Eutróficos + Cambissolos Háplicos Tb Eutróficos + Chernossolos Argilúvicos Órticos.

Figura 24: Mapa de pedologia de Colinas.



Fonte: Elaborado por 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 “líticos”, 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.

Os Cambissolos, de acordo com Jacomine (2009), são solos constituídos por material mineral, com horizonte B incipiente subjacente a qualquer tipo de horizonte superficial, desde que em qualquer dos casos não satisfaçam os requisitos para serem enquadrados nas classes dos Vertissolos, Chernossolos, Plintossolos e Organossolos. Esses solos têm sequência de horizontes A ou hístico, Bi, C, com ou sem R. A classe “Háplico”, segundo Jacomine (2009), detona que esses solos não possuem horizonte A húmico, e o caráter flúvico fora de 120cm a partir da superfície do solo.

Os Chernossolos, segundo Jacomine (2009), são solos constituídos por material mineral que tem como características diferenciais a alta saturação por bases e horizonte A chernozêmico sobrejacente a horizonte B textural ou B incipiente com argila de atividade alta, ou sobre horizonte C carbonático ou horizonte cálcico, ou ainda sobre a rocha, quando o horizonte A apresentar concentração de carbonato de cálcio. O horizonte A chernozêmico pode ser menos espesso (com 10 cm ou mais) de espessura quando seguido de horizonte B com caráter ebânico. A qualidade de “Argilúvicos”, de acordo com o autor, caracteriza que esses solos possuem horizonte B textural ou caráter argilúvico abaixo do horizonte A chernozêmico.

Segundo CPRM (2010), os solos residuais encontrados no Município de Colinas são férteis, com elevado teor de bases permutáveis, principalmente cálcio e magnésio. Apresentam resistência natural à erosão devido ao alto grau de flocação das argilas, à

homogeneidade estrutural e à alta porosidade e permeabilidade. Na figura 25, a seguir, é possível visualizar os tipos de solo presentes no Município de Colinas.

Figura 25: Tipos de solos encontrados em Colinas.



Neossolo
Litólico

Cambissolo
Háplico

Chernossolo
Argilúvico

Fonte: EMBRAPA (2006).

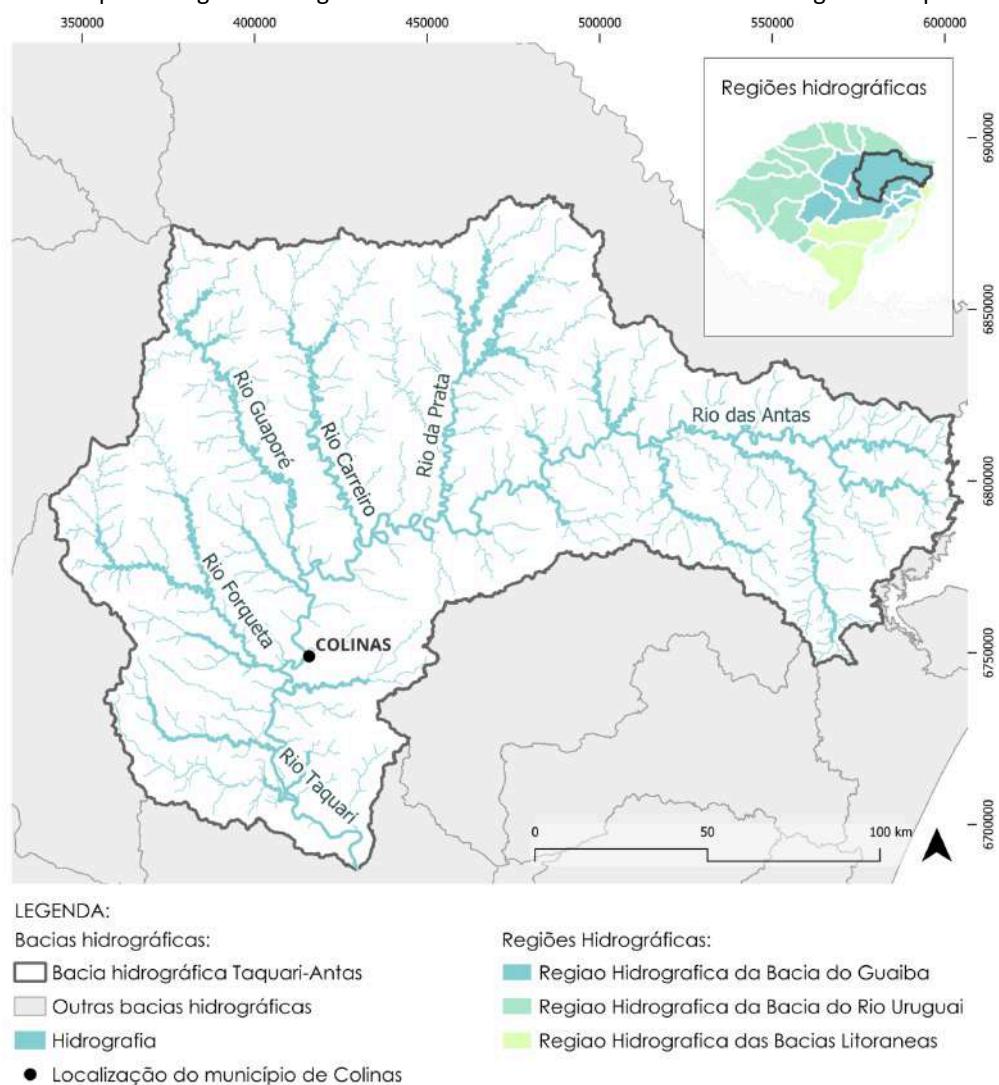
2.4.2.5. Recursos hídricos

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 26, 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 26: Mapa das regiões hidrográficas no Rio Grande do Sul e da Bacia Hidrográfica Taquari-Antas.

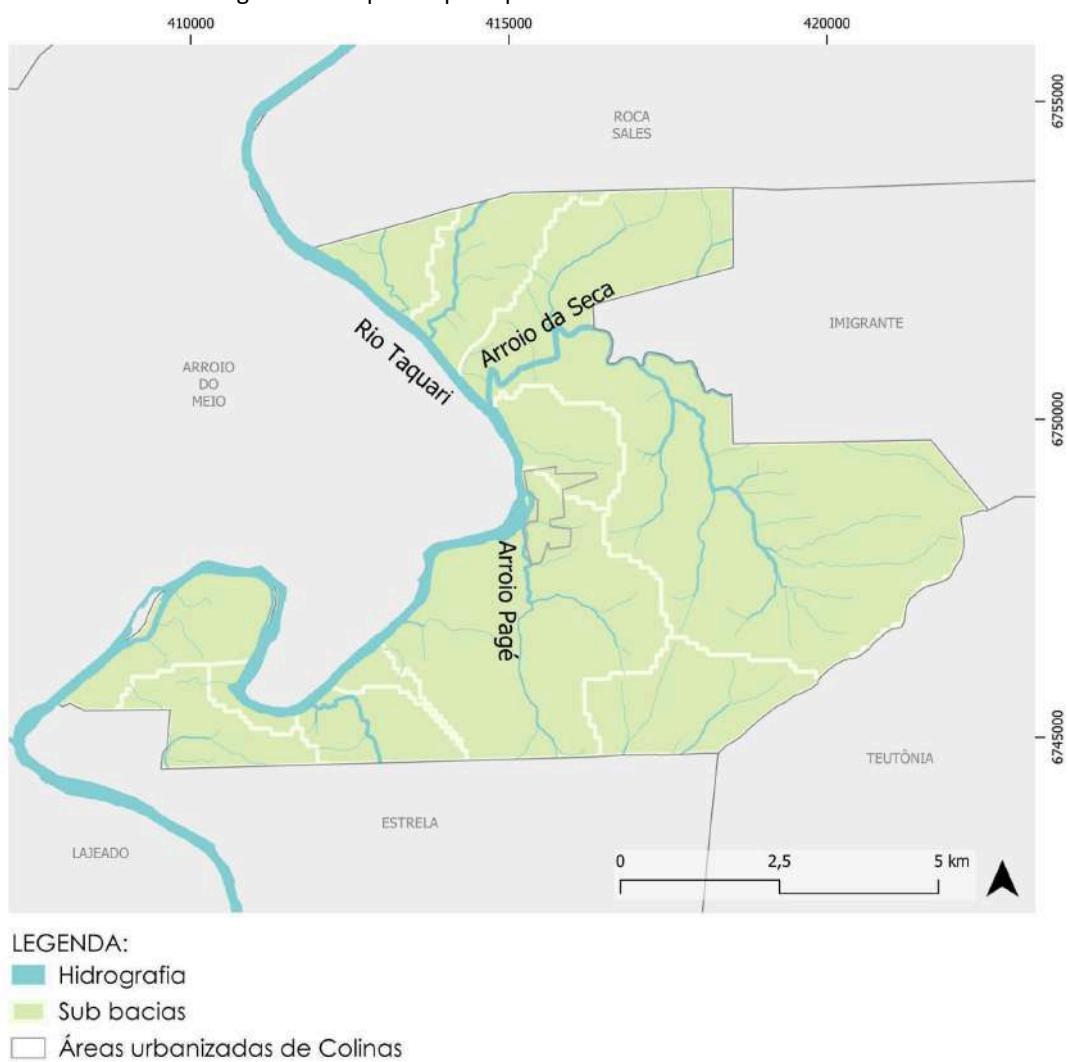


Fonte: Elaborado por Equipe Planejamento Territorial Univates, com base em dados de hidrografia da FEPAM/SEMA (2018).

Já no mapa da figura 27, está apresentada uma aproximação com o Município de Colinas onde é possível visualizar os principais arroios que permeiam o município, sendo esses o Arroio da Seca e o Arroio Pajé.

Dentre esses, o Arroio da Seca é o que possui a maior extensão dentro do município, cortando o mesmo no sentido sudeste a oeste, até desembocar no Rio Taquari, com sub-bacia de 25,99 Km² dentro do território de Colinas, equivalente a 42,79% da área total. Já o Arroio Pajé, que corta no sentido sul a norte até desembocar no Taquari, possui área de 12,33 Km², o que equivale a 20,30% da área do território. Além disso, o Rio Taquari tangencia o Município em seu limite oeste.

Figura 27: Mapa dos principais cursos hídricos em Colinas.



Fonte: Elaborado por 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 MapBiomass¹², o estudo e mapeamento dessas características, revela as 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 MapBiomass 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

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

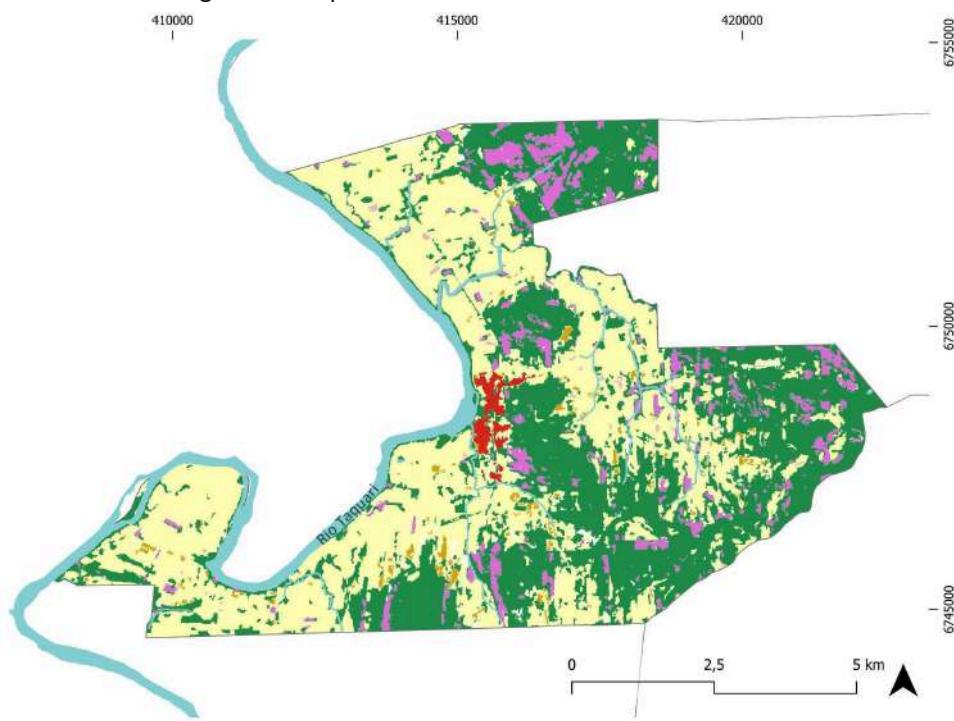
mais 13% do território, o que equivale a 110 milhões de hectares, totalizando 33% em 2023. As perdas nesse período recente são alarmantes, representando 33% de toda a transformação causada pela ação humana desde o início da colonização europeia até 2023. Áreas naturais incluem vegetação nativa, superfícies 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 Decidual, Floresta Ombrófila Mista, Floresta Industrial, Vegetação Secundária, Campos (nativos e antrópicos), Agricultura, Solo Exposto, Água, Áreas Urbanas e banhados.

Na figura 28, é possível identificar no mapa de uso e cobertura do solo (elaborado com dados do Projeto MapBiomas para o ano de 2022) do município de Colinas, a predominância de Agropecuária (58,24%), que englobam a silvicultura e outras classes (soja e outras lavouras temporárias), que permeiam toda área, no entanto, se encontram de forma mais concentrada à oeste, nas planícies ao longo do Rio Taquari (Água 2,87%). A segunda classe mais presente no território de Colinas é a Vegetação (37,13%), a qual é encontrada com maior concentração na região norte, sul e extremo leste do município, além de algumas áreas pontuais ao centro do território. Na região oeste, próximo às margens do Rio Taquari, está a área de urbanização (0,72%) do município. Ao longo de todo o território podem ser identificadas pequenas áreas de formação natural não vegetada e outras áreas não vegetadas (1,04%).

De acordo com as classes do Projeto MapBiomas (2022), a Vegetação (Formação Florestal) do município de Colinas pertence ao Bioma Mata Atlântica (Floresta Ombrófila Densa, Aberta e Mista e Floresta Estacional Semi-Decidual, Floresta Estacional Decidual 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 28: Mapa de uso e cobertura do solo de Colinas.



LEGENDA:

Usos e cobertura do solo:	Urbanização
Água	Vegetação
Agropecuária	Formação natural não vegetada
Agropecuária - Silvicultura	Outras áreas não vegetadas

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

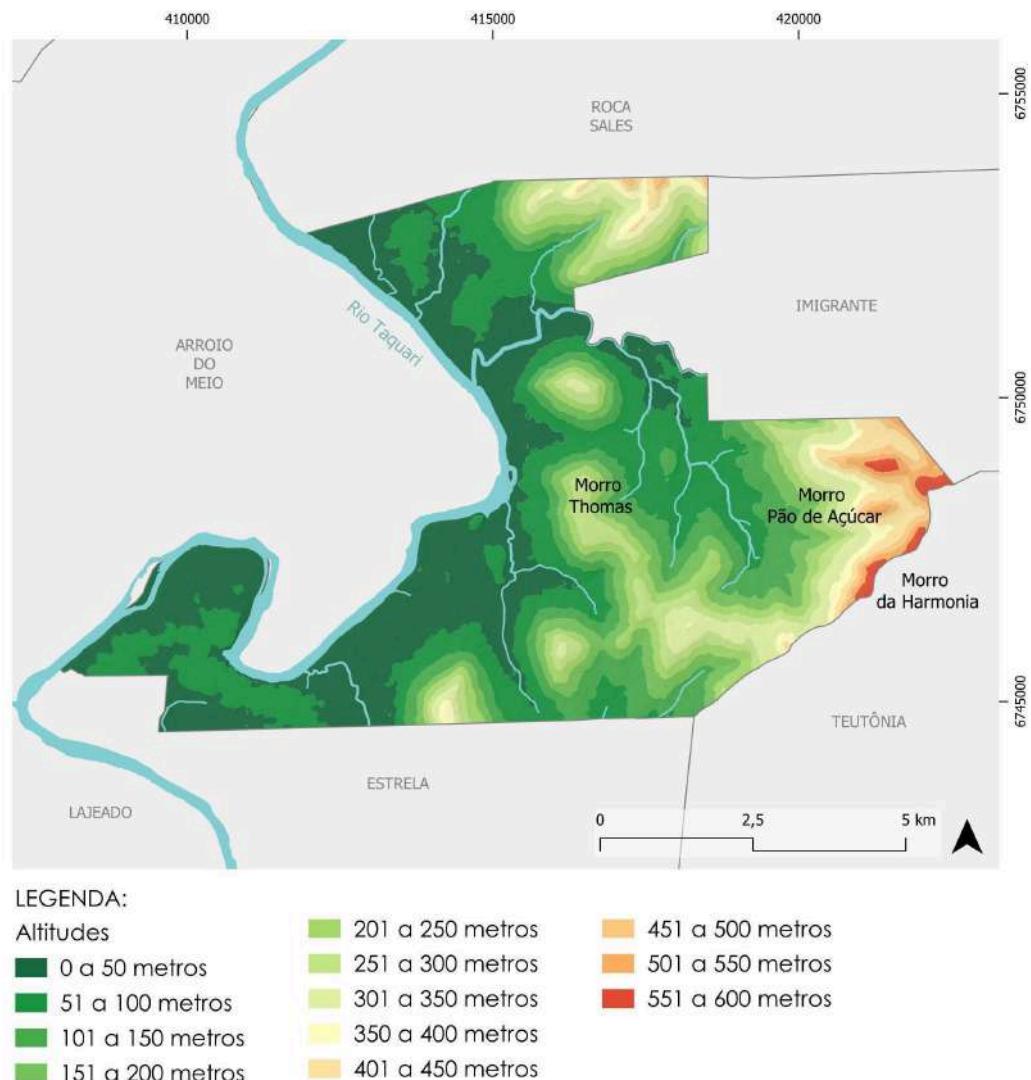
2.4.2.7. Geotecnia

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 29 apresenta a hipsometria no Município de Colinas, 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 594 metros. Observa-se que há uma área razoavelmente plana contígua às margens das drenagens, em destaque do próprio Rio Taquari, encerradas pela presença de dois segmentos de morros, quais sejam um imediatamente limítrofes às áreas planas, com altitudes pouco mais moderadas quando em comparação à segunda ocorrência, mais próxima ao limite extremo leste da área, que registram as maiores altitudes. Já as menores altitudes podem ser encontradas na porção centro-oeste do município e nas margens do Rio Taquari.

Figura 29: Hipsometria no município de Colinas.



Fonte: Elaborado por 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 Colinas 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 30.

Verifica-se que o maior percentual de área do município tem inclinação entre 0 e 9,99%, o que demonstra uma declividade mais plana em grande parte do território urbano, somando aproximadamente 23,81 km² de área. Já as áreas com percentual maior de declividade no município, aquelas entre 30% e 99,99%, somam 24,76% do total do território municipal, ou seja 16,07 km².

Tabela 1: Declividades e percentual de áreas no Município de Colinas.

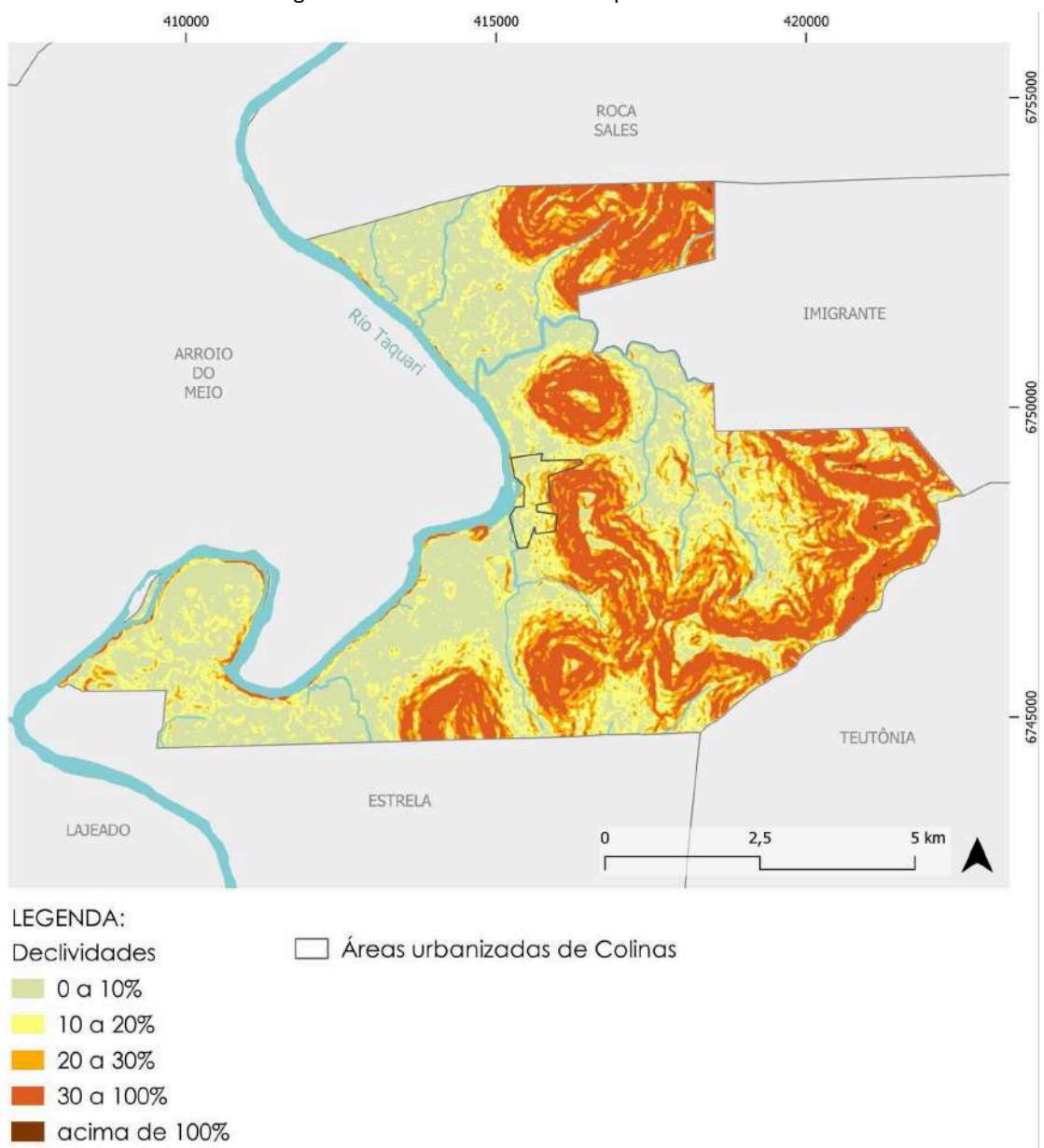
Declividade	Área (km²)	Percentual em relação à área total do município (%)
0 a 9,99%	23,8081	36,69%
10 a 19,99%	14,6985	22,65%
20 a 29,99%	10,2972	15,87%
30 a 99,99%	16,0704	24,76%
100% ou mais	0,021	0,03%

Fonte: Elaborado por Equipe Planejamento Territorial Univates.

No mapa da figura 30 é possível visualizar a distribuição destas declividades ao longo do território do município, demonstrando que Colinas se caracteriza por um relevo com acidentes moderados, sendo 24,76% da área do Município constituída por encostas com declividade acima de 30%. Deste total, registram-se alguns segmentos considerados como APP, isto é, com declividade acima de 100%, constituindo, contudo, menos de 1% do território. As áreas com declividades baixas (menos de 10%) ou moderadas (entre 10 e 19,99%) correspondem a 36,69% e 22,65%, respectivamente, ou seja, pouco mais da

metade do território municipal. Nessas áreas, teoricamente, e considerando o fator de risco associado às declividades, estariam os pontos mais indicados para ocupação.

Figura 30: Declividades no município de Colinas.



Fonte: Elaborado por 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 lento 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 floculação 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 31 está apresentada de forma complementar, a classificação das Áreas de Preservação Permanente (APP) presentes no Município de Colinas, 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 Colinas, 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.

Em Colinas, a maior parte das APPs de curso d'água se enquadram na faixa de APP de 30m, ou seja, de cursos d'água com largura inferior a 10m, como é o caso do arroio Pajé. Porém há exceções, de APPs de 0 e 100m. O Arroio da Seca possui calha com largura que ultrapassa os 10 metros, o que resulta em uma APP de 50 metros ao longo de toda sua extensão. Já a APP de 100 metros ocorre apenas no Rio Taquari, por ser um curso hídrico de porte maior, que no trecho que compreende Colinas possui largura média um pouco inferior a 200 metros, devendo assim ser respeitada uma faixa marginal de 100 metros.

Porém, 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)

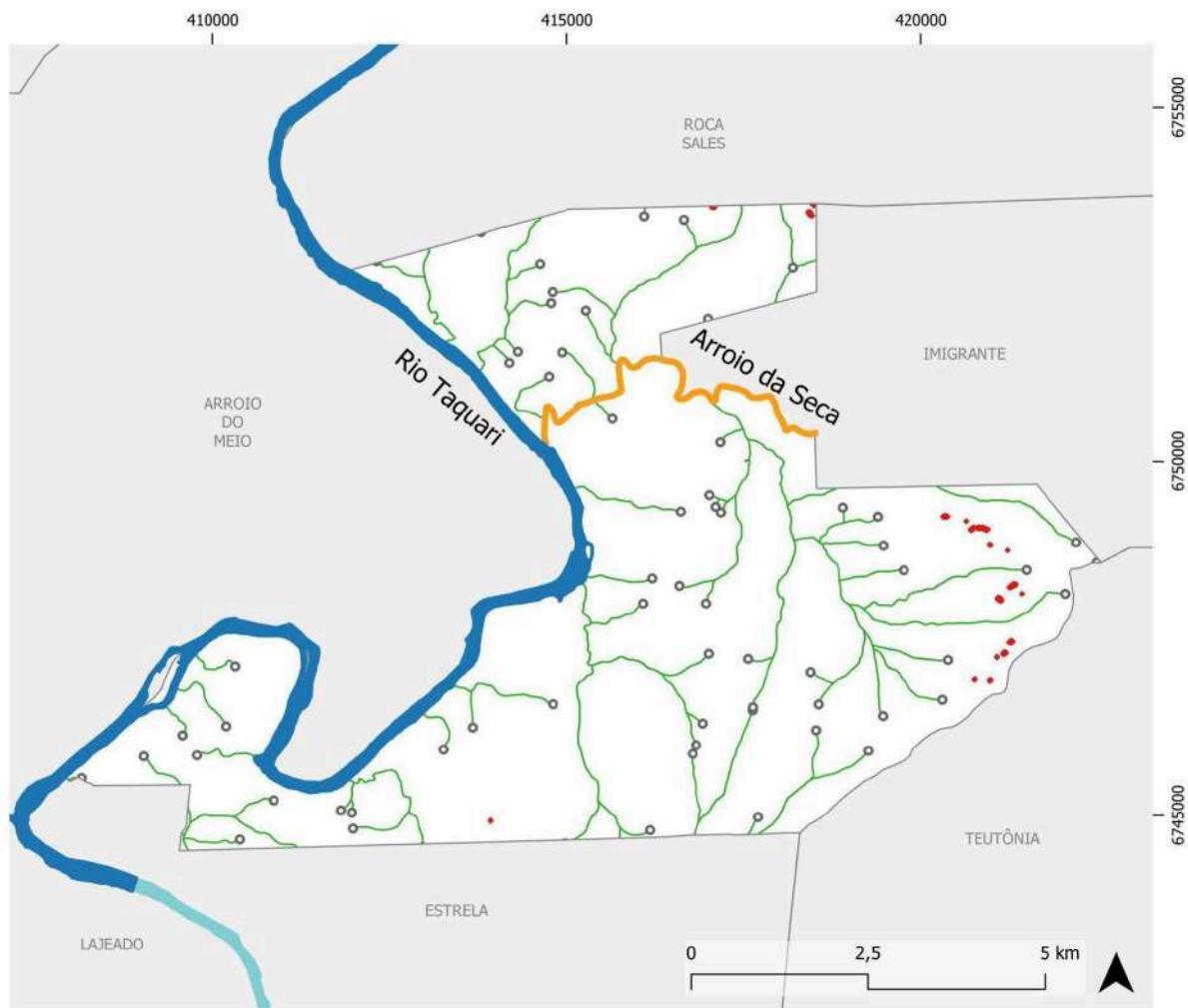
- a) estar incluída no perímetro urbano ou em zona urbana pelo plano diretor ou por lei municipal específica; (Incluída pela Lei nº 14.285, de 2021)
- b) dispor de sistema viário implantado; (Incluída pela Lei nº 14.285, de 2021)
- c) estar organizada em quadras e lotes predominantemente edificados; (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 31 é possível visualizar, de forma esquemática, uma síntese das restrições ambientais por APP identificadas no Município de Colinas, mostrando: a) cursos d'água classificados conforme largura de Área de Preservação Permanente; b) nascentes; c) áreas com declividade acima de 100%.

Figura 31: Mapa das restrições ambientais por APP no município de Colinas.



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

Já nos mapas das figuras 32 e 33 está apresentada uma aproximação com a área urbanizada de Colinas e com o núcleo urbano isolado Santo Antônio, 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 na sede do Município e no entorno do núcleo urbano isolado.

Figura 32: Áreas de Preservação Permanente na sede de Colinas e entorno imediato.



LEGENDA:

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

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

Figura 33: Áreas de Preservação Permanente no núcleo urbano de Colinas e entorno imediato.



LEGENDA:

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

Fonte: Elaborado por 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 Colinas 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 escoa 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;

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 inundaçāo, 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 movimentos de massa 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	<ul style="list-style-type: none"> • 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 (BRASIL, 2017);
ESTADUAL	<ul style="list-style-type: none"> • 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)

	<ul style="list-style-type: none"> ● 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	<ul style="list-style-type: none"> ● Plano Bacia Hidrográfica Taquari-Antas
MUNICIPAL¹³	<ul style="list-style-type: none"> ● Lei Parcelamento do Solo (Lei Municipal nº 1.751/17); ● Plano de Desenvolvimento Físico Urbano, (Lei Municipal nº 605/02); ● Plano Municipal de Saneamento Básico e Plano de Resíduos Sólidos , (Lei Municipal nº 1.680/16) ; ● Fundo Municipal de Defesa Civil e Coordenadoria Municipal de Defesa Civil, (Lei Municipal nº 1308/11); ● Comissão Municipal sobre Mudanças Climáticas, (Decreto nº 1.605/23); ● Plano Ambiental Municipal (Lei Municipal nº 555/01); ● Suspensão de análise e aprovação de projetos por 180 dias, (Decreto nº1634/23); ● Suspensão de análise e aprovação de projetos por 180 dias, (Decreto nº1706/24).

Fonte: Elaborado por 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 transscrito 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;

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;

[...]

¹³ Legislação vigente no Município de Colinas.

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).

Estes 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 federais pertinentes ao tema.

Referente às legislações municipais de Colinas, o município não tem Plano Diretor vigente, mas possui a Lei Municipal 605/02 que trata do Plano de Desenvolvimento Físico Urbano e dispõe sobre o Uso e a Ocupação do Solo Urbano, em seu Capítulo III, Artigo 15º cita:

§ 1º: Não será permitida a edificação nas áreas sujeitas a inundação, isto é, nas áreas locadas abaixo da cota de encheres de grande porte, sendo que a especificação/determinação destas cotas serão objeto de Decreto do Executivo embasado em levantamento planialtimétrico especializado.

Analizando a legislação vigente de Colinas, não encontramos o Decreto Executivo com levantamento planialtimétrico especializado ao qual se refere o inciso acima.

A legislação de Colinas ainda emitiu ainda dois decretos, 1634-03/2023 e 1706-04/2024, proibindo pelo período de 180 dias a análise e aprovação de projetos de obras, construções, reconstruções, desmembramentos, fracionamento de terras e loteamentos nas áreas de encostas e alagamentos no município de Colinas abaixo das cotas 40 e 43, respectivamente. Não foi encontrada na legislação vigente nenhum mapeamento de referência para as cotas de inundação mencionadas nos decretos acima.

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 desta política, 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).

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.

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 inundaçāo; 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 Colinas.

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 movimentos de massa 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

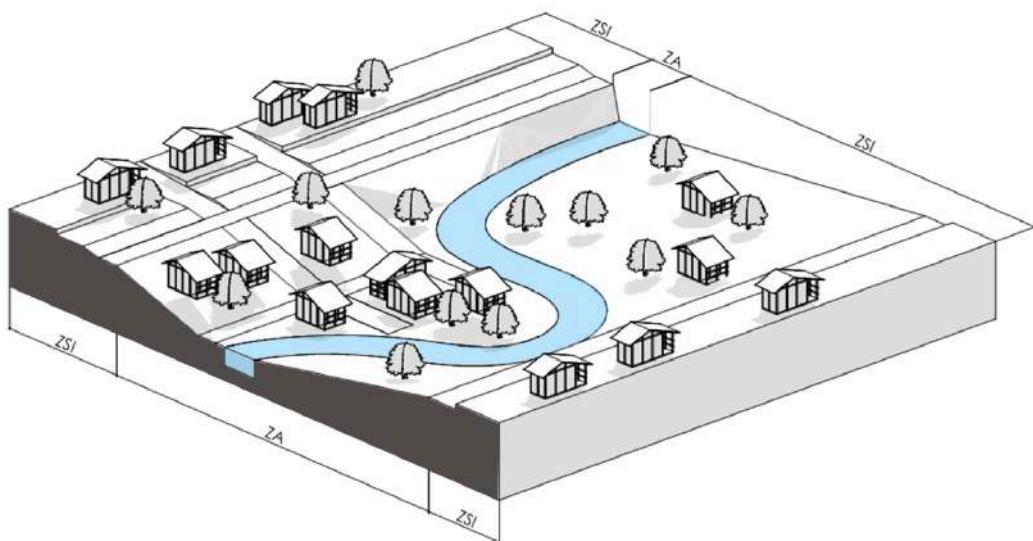
No que tange o zoneamento de risco para áreas suscetíveis à inundações, faz-se necessário destacar que em locais com ocorrência frequente destes fenômenos, o zoneamento deve considerar diferentes magnitudes de inundação, das mais frequentes às inundações raras. A **ZSI (Zona de Suscetibilidade à Inundação)** 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.

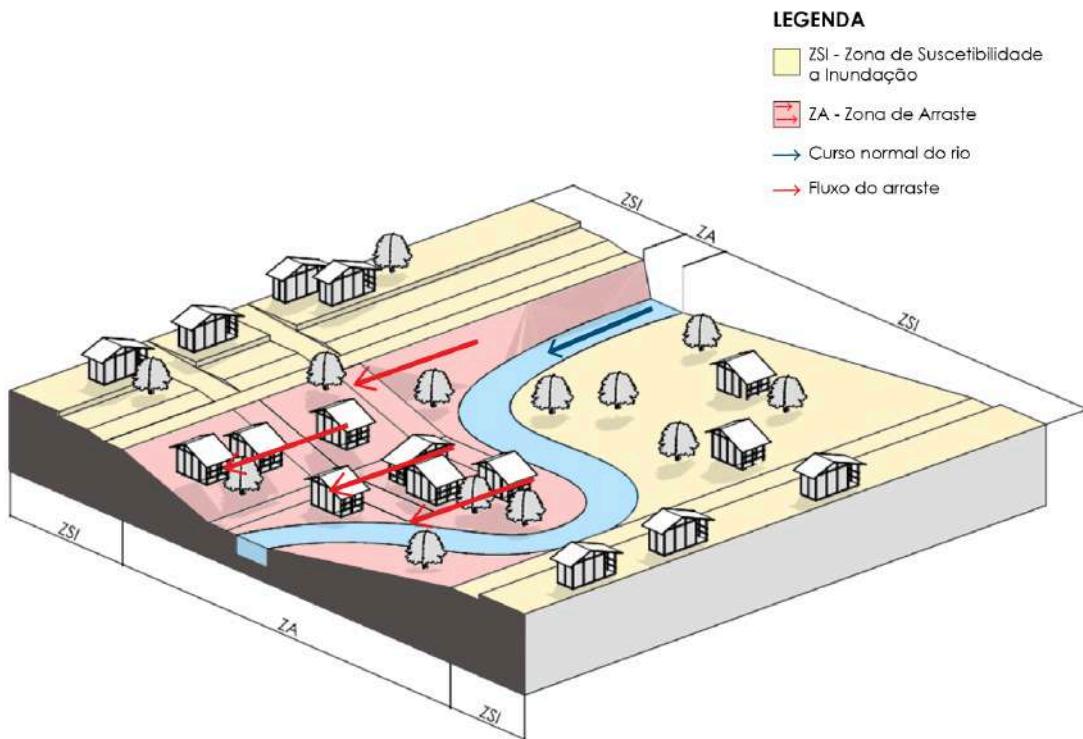
Figura 34: Situação das áreas inundáveis.



Fonte: Elaborado pela Equipe Planejamento Territorial Univates.

Na figura 34, é possível visualizar uma simulação do perfil das áreas inundáveis em um ambiente urbano e na figura 35 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 35: Zoneamento de tipos de risco para áreas suscetíveis à inundações.



Fonte: Elaborado pela 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. Moraes *et al.* (2024) consolidou a série histórica de inundações de 1939 a 2023 para o município de Lajeado-RS, a jusante de Colinas. No entanto, para as análises das estatísticas hidrológicas de Colinas, se faz necessário uma revisão aprofundada e comparativa da diferença de topologias existentes entre dados, considerando montante e jusante, cujas estas apresentaram peculiaridades de resposta do Rio Forqueta para influência de inundações mais significativas na região de Lajeado e Estrela. 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 inundaçāo

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 inundaçāo) para todas as seções transversais, parâmetro de atrito (coeficiente de rugosidade) em cada seção transversal e um MDE no pós-processamento para o espraiamento da inundaçāo 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 Colinas 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 Colinas, 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

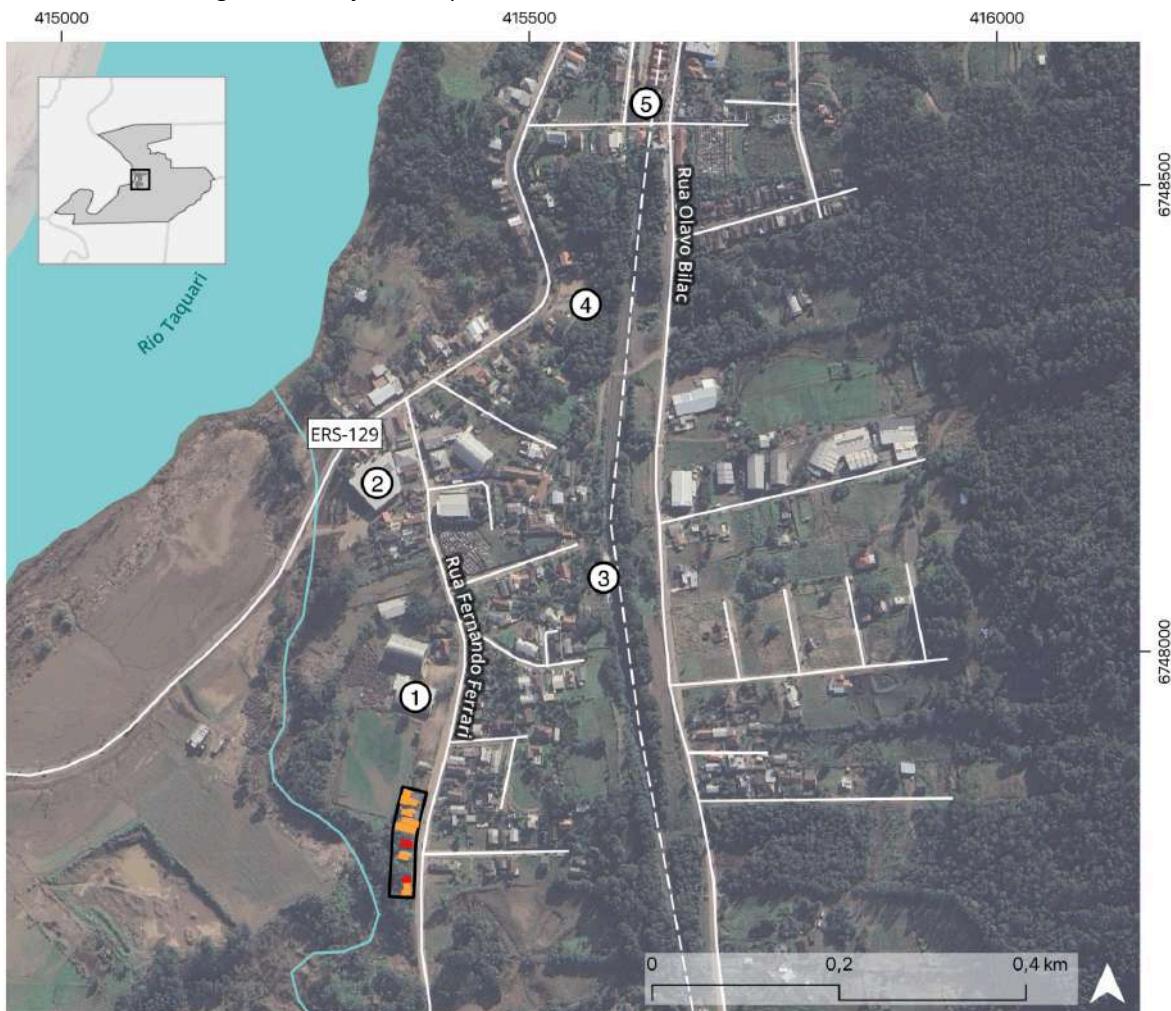
Para a determinação das Zonas de Arraste, são cruzados um conjunto de variáveis. Dentre essas variáveis, as condições meândricas, considerando flancos de erosão e sedimentação da calha principal, declividade e, foram cruzados os mapeamentos por conjuntos da região.

Com relação ao 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 Colinas foi mapeado 1 conjunto, após o evento de maio de 2024. Ressalta-se, entretanto, que nem sempre áreas de conjunto são caracterizadas como zonas preliminares de arraste, uma vez que essas áreas devem ser sobrepostas aos dados que são apresentados no decorrer desta seção.

O mapa a seguir, figura 36, ilustra o conjunto atingido pelo evento de maio de 2024, mapeado na sede urbana de Colinas. Este se concentra ao longo da Rua Fernando Ferrari, próximo ao Arroio Pajé.

Figura 36: Conjunto mapeado no evento de maio de 2024 em Colinas.



LEGENDA:

Edificações atingidas (maio/2024)

- Edificações destruídas
- Edificações interditadas
- Conjuntos para intervenção de baixo custo
- Ferrovia
- Vias
- Hidrografia

Pontos de referência

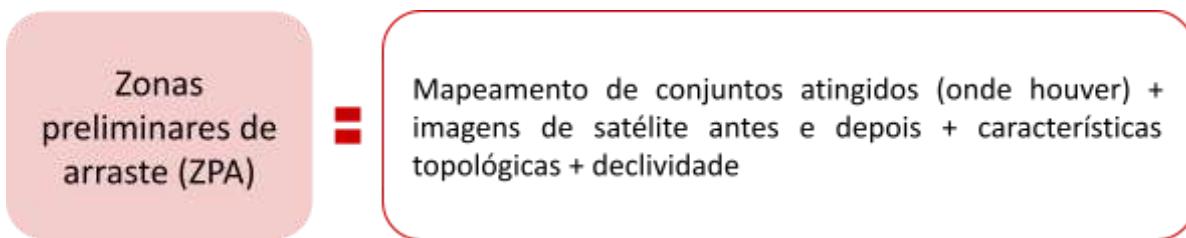
- ① Centro Comunitário
- ② Entrada de Colinas
- ③ Estação Ferroviária
- ④ Praça dos Pássaros
- ⑤ Prefeitura Municipal

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

A definição dessas zonas considerou avaliação de imagens de satélite anteriores e após os eventos de setembro de 2023 e maio de 2024 e ortomosaicos¹⁴ coletados após os eventos.

Desta forma, essas destacam-se que estas observações foram associadas a características topológicas meândricas, de declividade, condições das estruturas danificadas (edificações destruídas e danificadas observadas nos mapeamentos de conjunto) e imagens de satélite, sendo geradas dessa forma, as zonas preliminares de arraste (ZPA).

Figura 37: Composição das zonas preliminares de arraste.



Fonte: Elaborado pela 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

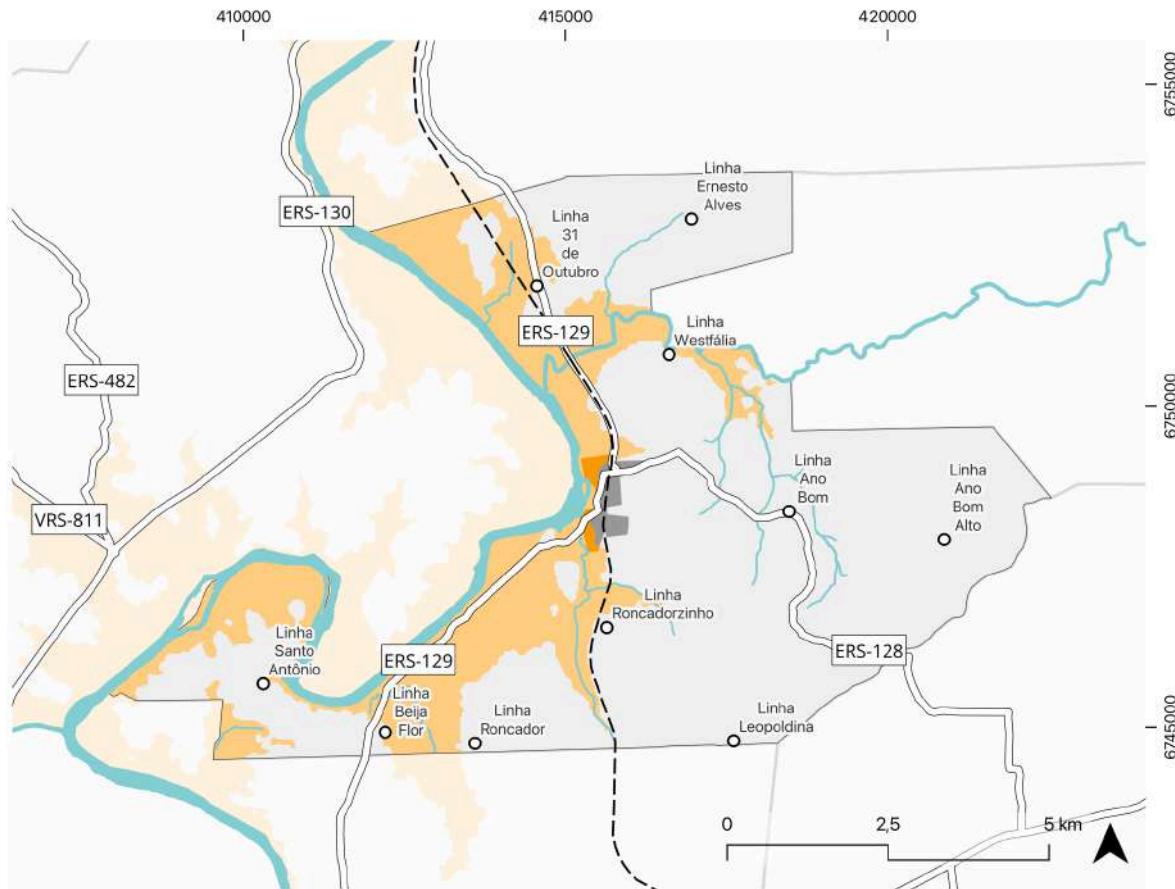
No mapa da Figura 38 está apresentada a mancha de inundação referente ao evento de maio de 2024 no Município de Colinas, onde é possível verificar que as áreas urbanizadas da sede do município, e as comunidades Linha Beija Flor, Linha Westfália e Linha 31 de Outubro foram afetadas.

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. A ERS-129, via de acesso principal ao município, a qual recebe a nomenclatura de Rua General Osório no perímetro urbano, é atingida pela inundação.

¹⁴ A fototriangulação é uma técnica fotogramétrica utilizada para determinar coordenadas de pontos de um local específico, na qual um dos objetivos é fornecer coordenadas precisas para a elaboração de ortofotos ou ortomosaicos (ANDRADE, 1998).

Em contrapartida, é possível observar que a rodovia ERS-128, que conecta Colinas às linhas Ano Bom e Ano Bom Alto, bem como ao município de Teutônia, não é atingida pela inundação. Com isso, ainda é possível se deslocar intermunicipalmente no sentido sudeste.

Figura 38: Mancha de inundação do evento de maio de 2024 no município de Colinas.



LEGENDA:

- Áreas urbanizadas
 - Suscetibilidade à inundaçāo
 - Áreas urbanizadas diretamente afetadas pela inundaçāo
 - Núcleos urbanos isolados
 - Rodovias estaduais e federais
 - Ferrovia
 - Hidrografia

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

O município teve 0,48% do total da sua área inundada; quando considerada somente a área urbana, 10,94% do total foi inundada¹⁵, conforme apresentado na tabela 3, a seguir.

Tabela 3: Percentual de áreas inundadas em Colinas.

Área total (km ²)	Área total inundada (km ²)	Área urbana (km ²) (IBGE, 2010)	Área urbana inundada (km ²)	Percentual de área inundada (total)	Percentual de área inundada (urbana)
60,69	7,55	2,48	0,29	0,48	10,94

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

Ainda, nas tabelas 4 e 5, é possível observar que 19,61% dos endereços do Município cadastrados no Cadastro Nacional de Endereços para Fins Estatísticos - CNEFE (IBGE, 2022)¹⁷ foram atingidos, ou seja, 310 de um total de 1.581 endereços cadastrados. As maiores porcentagens de endereços atingidos estão entre os grupos: estabelecimentos agropecuários (21,4%), domicílios particulares (19,61%) e estabelecimentos de outras finalidades (18,02%). 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 Colinas.

Percentual de endereços inundados conforme o uso (IBGE, 2022)	
Espécie de endereço	Colinas
Domicílio particular	19,61
Domicílio coletivo	100
Estabelecimento agropecuário	21,74
Estabelecimento de ensino	20
Estabelecimento de saúde	0

¹⁵ Para o cômputo das áreas foi utilizada a malha de setores censitários do Censo 2010 (IBGE, 2010), tendo em vista que o Censo 2022 não havia divulgado até o fechamento deste relatório a classificação dos setores em urbano e rural.

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.

¹⁷O 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).

Estabelecimento de outras finalidades	18,02
Edificação em construção ou reforma	10,71
Estabelecimento religioso	16,67

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

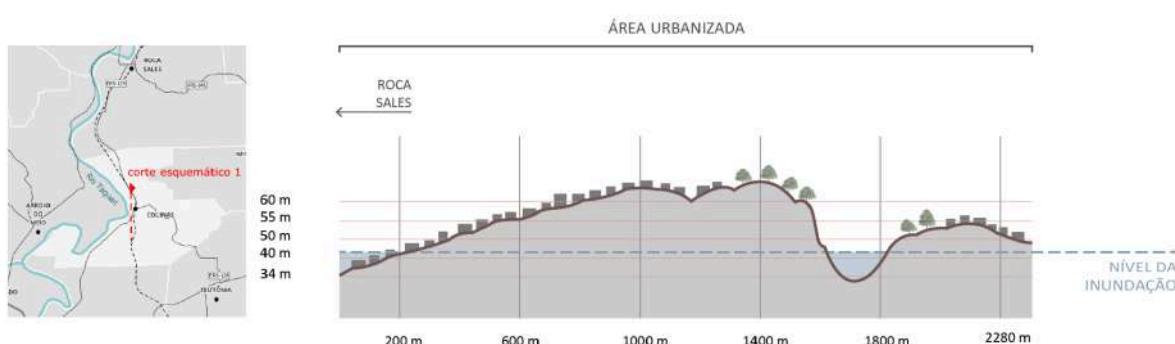
Tabela 5: número de endereços inundados em Colinas.

Espécie de endereço	Colinas	
	Total	Inundadas
Domicílio particular	1.137	223
Domicílio coletivo	1	1
Estabelecimento agropecuário	230	50
Estabelecimento de ensino	5	1
Estabelecimento de saúde	2	0
Estabelecimento de outras finalidades	172	31
Edificação em construção ou reforma	28	3
Estabelecimento religioso	6	1
Total	1.581	310 (19,61%)

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

As figuras 39, 40 e 41, ilustram de forma esquemática o nível que a água atingiu na inundação de maio de 2024 na sede urbana de Colinas, além de marcar os movimentos de massa mapeados. 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 39: Corte esquemático de situação de inundação em área urbana de Colinas em maio de 2024.



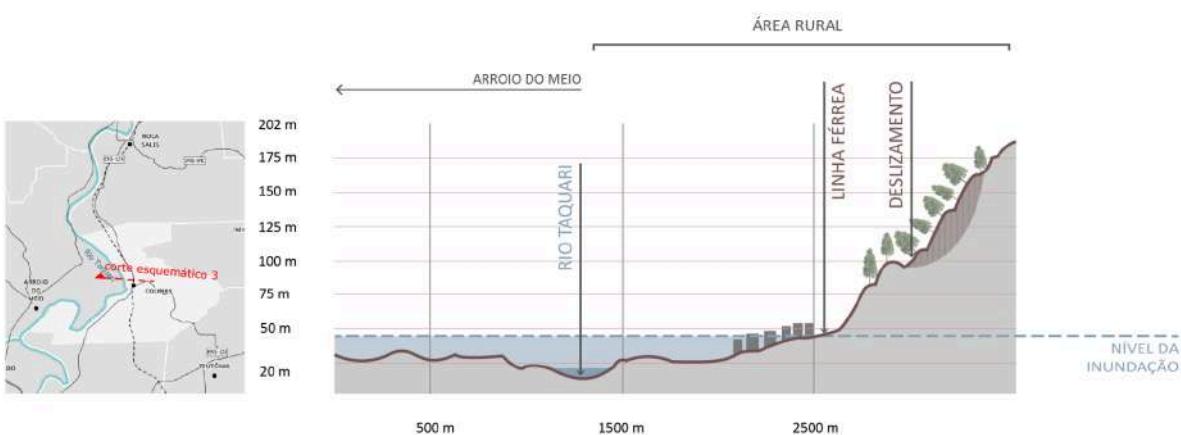
Fonte: Elaborado por Equipe Planejamento Territorial Univates com base na mancha de inundação de maio de 2024.

Figura 40: Corte esquemático de situação de inundação e movimentos de massa em Colinas em maio de 2024.



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

Figura 41: Corte esquemático de situação de inundação e movimentos de massa em Colinas em maio de 2024.



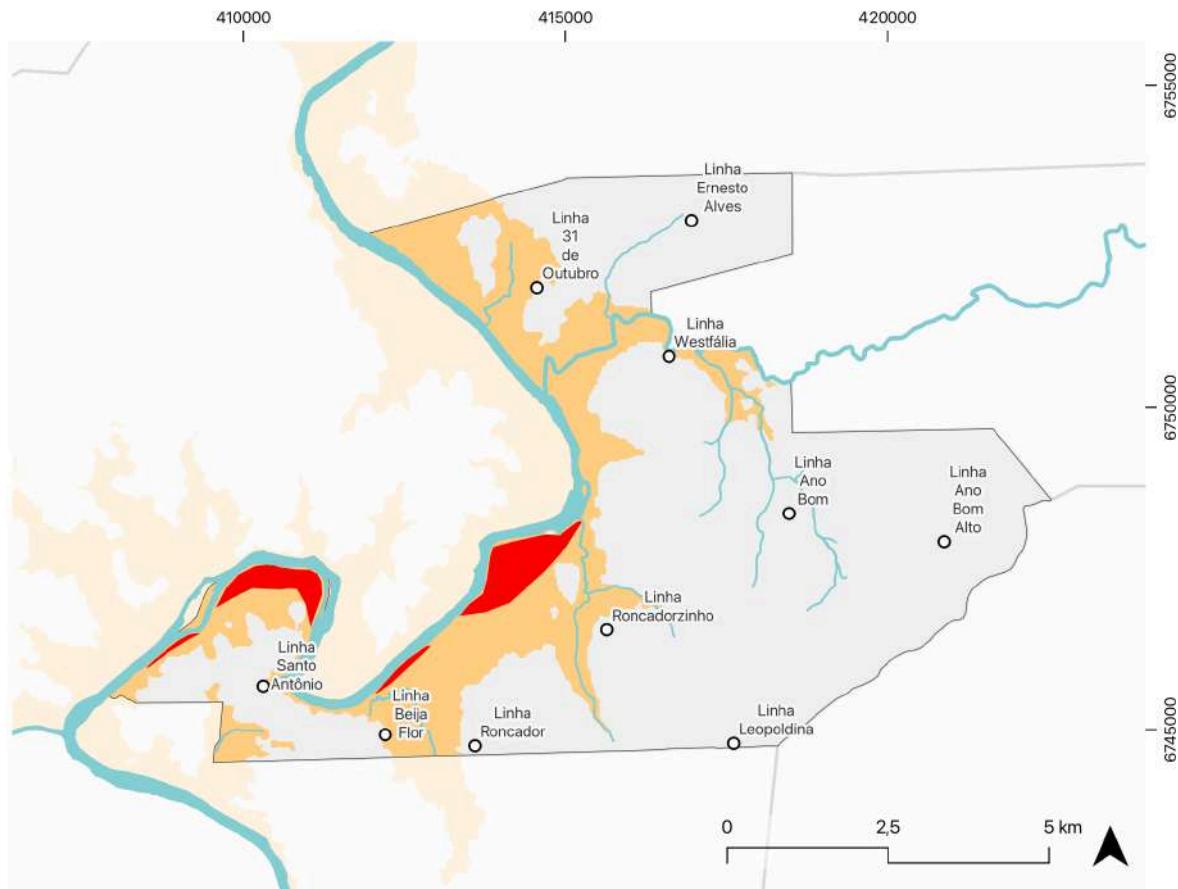
Fonte: Elaborado pela Equipe Planejamento Territorial Univates com base na mancha de inundação de maio de 2024.

Já as zonas preliminares de arraste estão apresentadas no mapa da figura 42, o qual mostra a área de suscetibilidade à inundação acrescidas das zonas preliminares de arraste, identificadas conforme metodologia descrita na seção 3.2.1.1. Esse mapa pode ser conferido em maior resolução e ampliação no Anexo 1.

Quanto às zonas preliminares de arraste, são 4 as áreas demarcadas ao longo do município (figura 43), o que configura 2,82% da área total do município. Duas das zonas de maiores proporções podem ser observadas nos locais onde houveram edificações atingidas que se encontram próximas à sede urbana. Além dessa, outra está próxima ao núcleo urbano isolado Linha Santo Antônio, área que está sendo estudada para receber uma

possível zona de expansão industrial e comercial, de acordo com informações fornecidas pela Prefeitura Municipal.

Figura 42: Mapa de suscetibilidade à inundação e zonas preliminares de arraste no município de Colinas.



LEGENDA:

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

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

No mapa da Figura 43, que pode ser visualizado em maior dimensão e detalhe no Anexo 2, está apresentada uma aproximação com a sede urbana de Colinas, 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.

Também visualiza-se na Figura 43 que os principais acessos à cidade de Colinas, pela ERS-129, acesso oriundo de Estrela, e a saída pela ERS-129 que vai a Roca Sales pela Linha Fazenda Lohmann. Esses acessos estão inseridos na mancha de inundação, deixando livre

apenas o acesso via Teutônia pelo interior da Linha Harmonia. Na mancha encontram-se também o Centro Comunitário (1), a E.E.E.M. de Colinas (2) e a praça na entrada de Colinas (3), além de diversas edificações residenciais.

Figura 43: Mapa de suscetibilidade à inundaçāo e zonas preliminares de arraste na sede urbana de Colinas.



LEGENDA:

- Zonas preliminares de arraste
- Suscetibilidade à inundaçāo
- Hidrografia
- Rodovias
- Ferrovia
- Vias

Pontos de referência

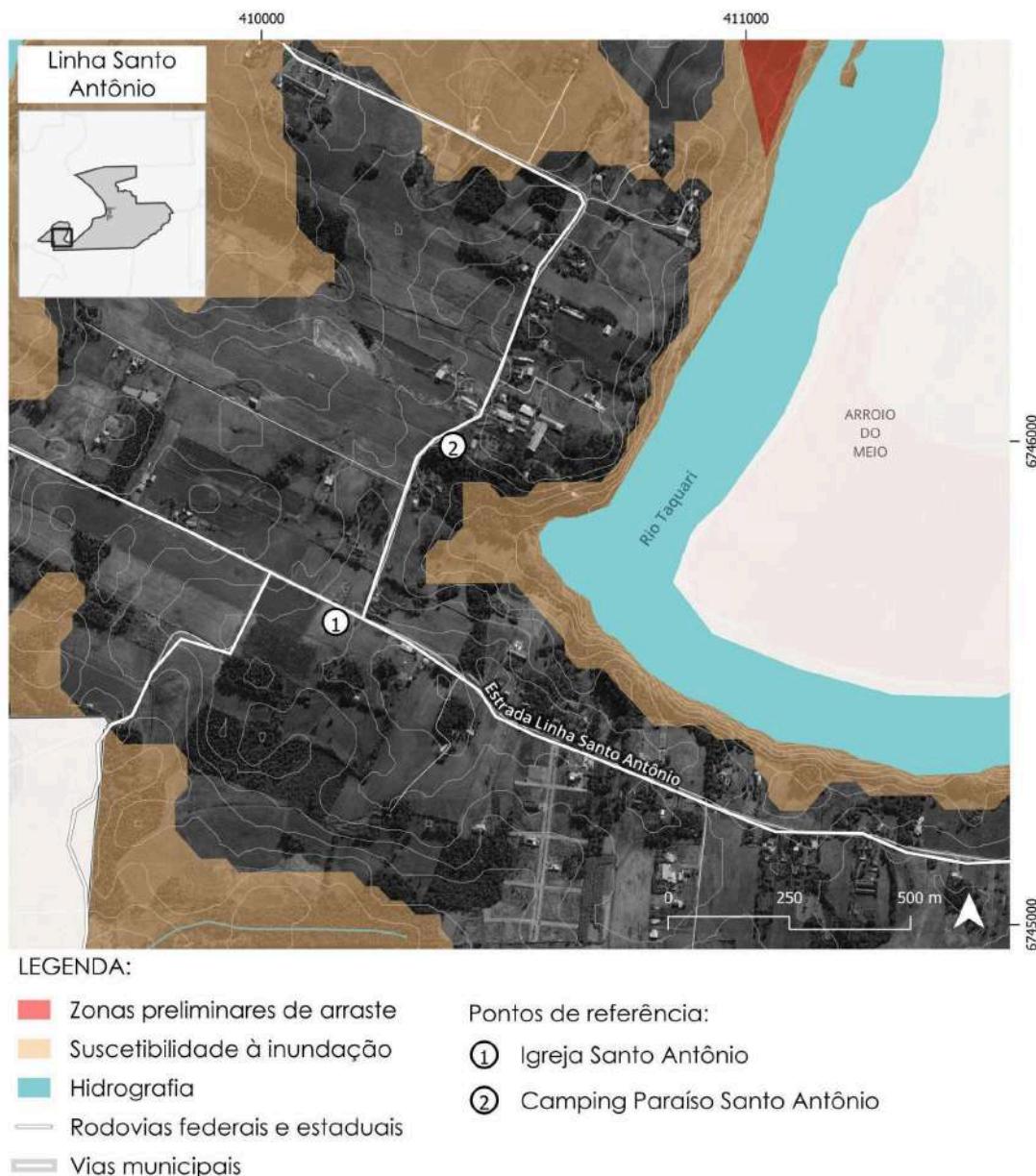
- ① Centro Comunitário
- ② E.E.E.M. de Colinas
- ③ Entrada de Colinas
- ④ Estação Ferroviária
- ⑤ Praça dos Pássaros
- ⑥ Prefeitura Municipal

Fonte: Elaborado pela Equipe Planejamento Territorial Univates com base na mancha de inundaçāo elaborada a partir de metodologia descrita no presente relatório.

No prolongamento da Rua Olavo Bilac, onde se localiza a sede da Prefeitura Municipal de Colinas, existe a localidade de Linha Roncador que dá acesso a Colinas pelo

interior de Teutônia e Estrela, mas que também tem uma boa parte atingida pela mancha de inundação, inviabilizando, portanto, o acesso. Quanto à área da Linha Santo Antônio (figura 44), percebe-se que uma boa parte dela, onde estão localizadas a maioria das edificações industriais e de serviços, não foi atingida pela inundação.

Figura 44: Mapa de suscetibilidade à inundação e zonas preliminares de arraste na Linha Santo Antônio, núcleo urbano isolado de Colinas.



Fonte: Elaborado pela 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 45 e 46) do município de Colinas após a ocorrência do evento climático de maio de 2024.

Figura 45: Registro da entrada da cidade de Colinas após o evento de Maio de 2024.



Fonte: Poder360, 05/2024¹⁸.

Figura 46: Registro Centro Comunitário e do Ginásio Municipal na enchente de Maio de 2024 em Colinas.



Fonte: Angélica Pott, 2024¹⁹.

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

¹⁸ Disponível em: <<https://www.poder360.com.br/brasil/veja-imagens-da-destruicao-no-rs-depois-de-a-agua-baixar/>>. Acesso em: 25 set 2024.

¹⁹ Disponível em: <<https://agoranovale.com.br/noticias/valedotaquari/colinas-contabiliza-estragos-apos-segunda-maior-enchente-de-sua-historia/>>. Acesso em: 25 set 2024.

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.

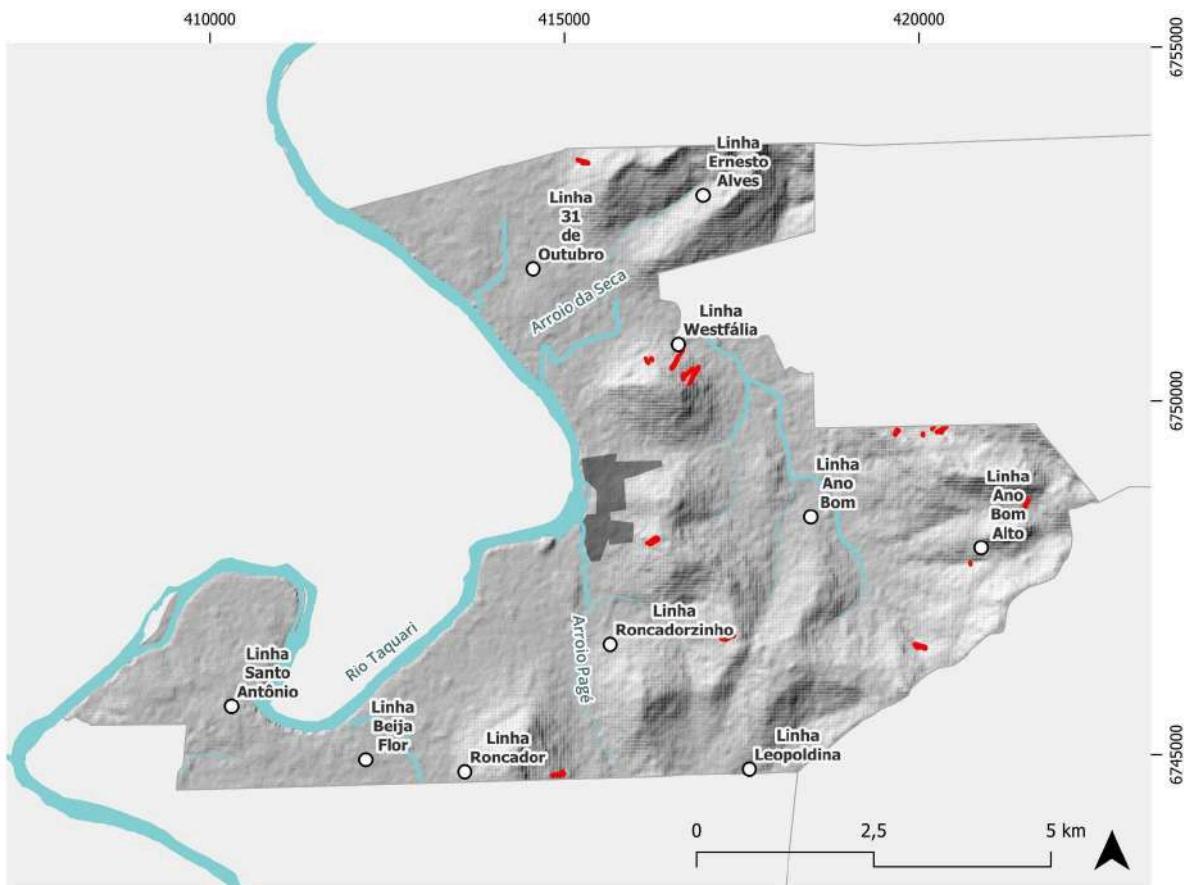
3.2.2.1. Metodologia para identificação das áreas com suscetibilidade a movimentos de massa

Para a elaboração dos mapas de suscetibilidade a movimentos de massa (deslizamentos, escorregamento, tombamento de rocha, queda de bloco, corrida de materiais, espraiamento), 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 47 é possível observar as cicatrizes de movimentos de massa no território de Colinas, que ocorrem de forma pouco expressiva. Na Linha Westfália, é

possível verificar que há a presença de cicatrizes maiores, na porção nordeste e norte do morro. Ainda, observa-se algumas cicatrizes próximas da Linha Ano Bom Alto e no limite nordeste do município de Colinas.

Figura 47: Mapa de deslizamentos observados em maio de 2024 em Colinas



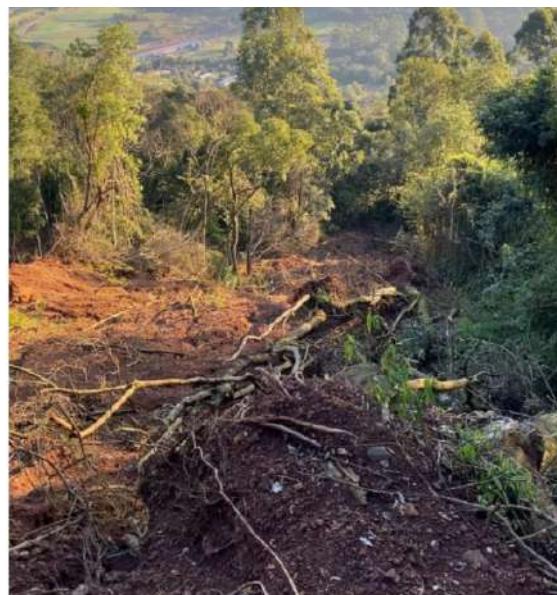
LEGENDA:

- Cicatrizes de deslizamentos
- Núcleos urbanos isolados
- Áreas urbanizadas de Colinas
- Hidrografia

Fonte: Elaborado por 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 48 e 49) de movimentos de massa no município de Colinas após a ocorrência do evento climático de maio de 2024.

Figura 48: Registro de movimento de massa no morro a montante do Loteamento dos Machado em Colinas, em maio de 2024.



Fonte: Laudo Geológico de vistoria realizada em 13/08/2024, fornecido pela Prefeitura Municipal de Colinas.

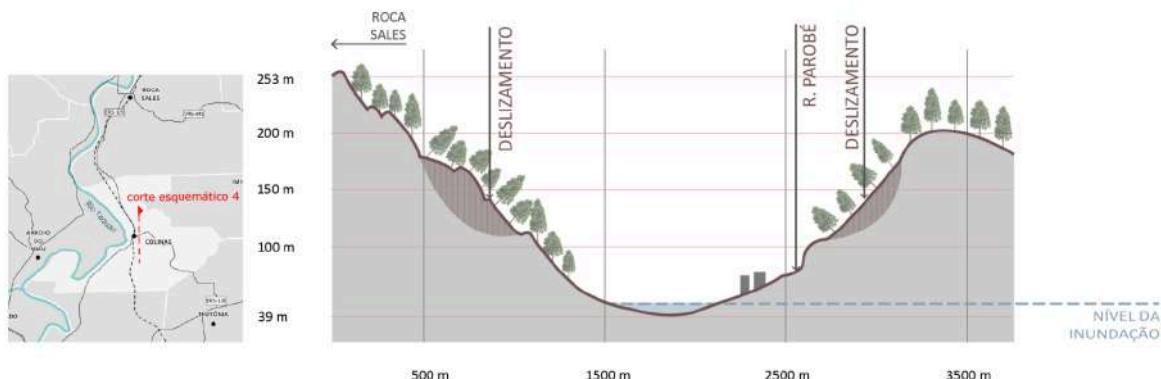
Figura 49: Registro de movimento de massa que atingiu encosta vegetada do morro a montante de onde está situada a Rua Parobé em Colinas, em maio de 2024.



Fonte: Laudo Geológico de vistoria realizada em 28/08/2024, fornecido pela Prefeitura Municipal de Colinas.

O corte esquemático apresentado na Figura 50 ilustra o nível que a água atingiu na inundação de maio de 2024, juntamente com dois dos movimentos de massa mapeados nos arredores da Rua Parobé. Conforme exposto anteriormente, esse corte foi elaborado a partir de perfis de elevação obtidos da topografia disponível na base do Google Earth, associado à mancha de suscetibilidade à inundação e às cicatrizes identificadas em Colinas. Ressalta-se que esse corte é ilustrativo e não considera a classificação do tipo de movimento de massa, uma vez que tal informação ainda não se encontra disponível.

Figura 50: Corte esquemático de situação de inundação e movimento de massa em Colinas, em maio de 2024.



Fonte: Elaborado por Equipe Planejamento Territorial Univates, com base na mancha de inundação de maio de 2024.

Já no mapa a seguir, figura 51, está apresentada uma aproximação com a sede urbana do Município, onde é possível observar uma cicatriz de movimentos de massa em uma área com declividade acentuada, a leste, junto à encosta do Morro Thomas e próxima da área urbanizada de um loteamento que ainda não foi ocupado com residências.

Figura 51: Mapa de movimentos de massa observados em maio de 2024 no entorno da sede urbana de Colinas.



LEGENDA:

- Cicatrizes de deslizamentos
- Hidrografia
- Rodovias
- Vias

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

Na Linha Santo Antônio não há registros de cicatrizes de movimentos de massa, de acordo com o mapeamento 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

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.

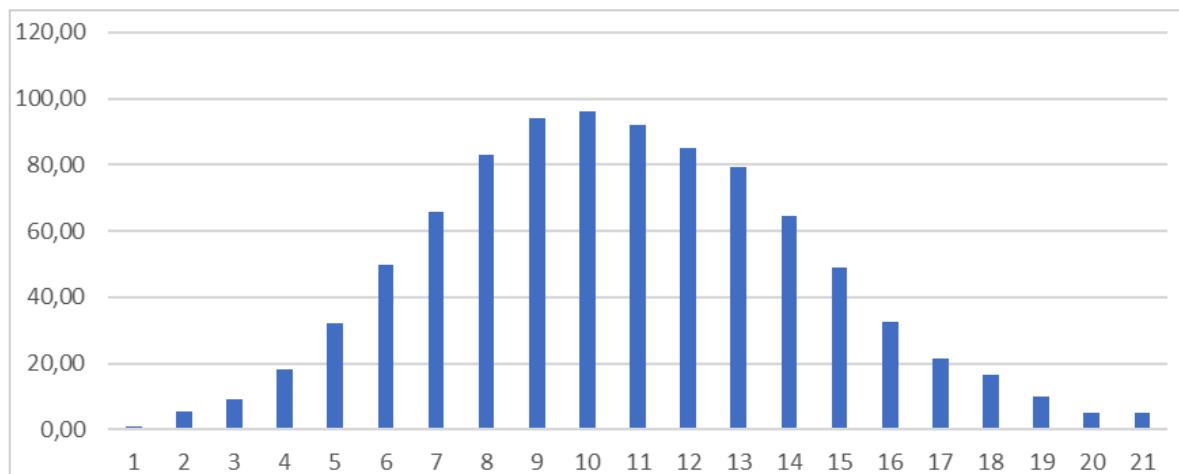
CLASSE (%)	Nº DE MOVIMENTOS	DECLIVIDADE	
		FILTRO	
0 a 5	1	1,00	1,00
5 a 10	2	5,33	5,33
10 a 15	13	9,00	9,00
15 a 20	12	18,33	18,33
20 a 25	30	32,00	32,00
25 a 30	54	50,00	50,00
30 a 35	66	66,00	66,00
35 a 40	78	83,00	83,00
40 a 45	105	94,00	94,00
45 a 50	99	96,33	96,33
50 a 55	85	92,00	92,00
55 a 60	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: Elaborado por 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 52).

Figura 52: Gráfico que ilustra a frequência dos movimentos de massa em relação à declividade.



Fonte: Elaborado por Equipe Planejamento Territorial Univates com base na metodologia descrita no presente relatório.

De acordo com os dados apresentados na Tabela 6 e Figura 52, as classes de suscetibilidade foram definidas e seguem apresentadas na Tabela 7.

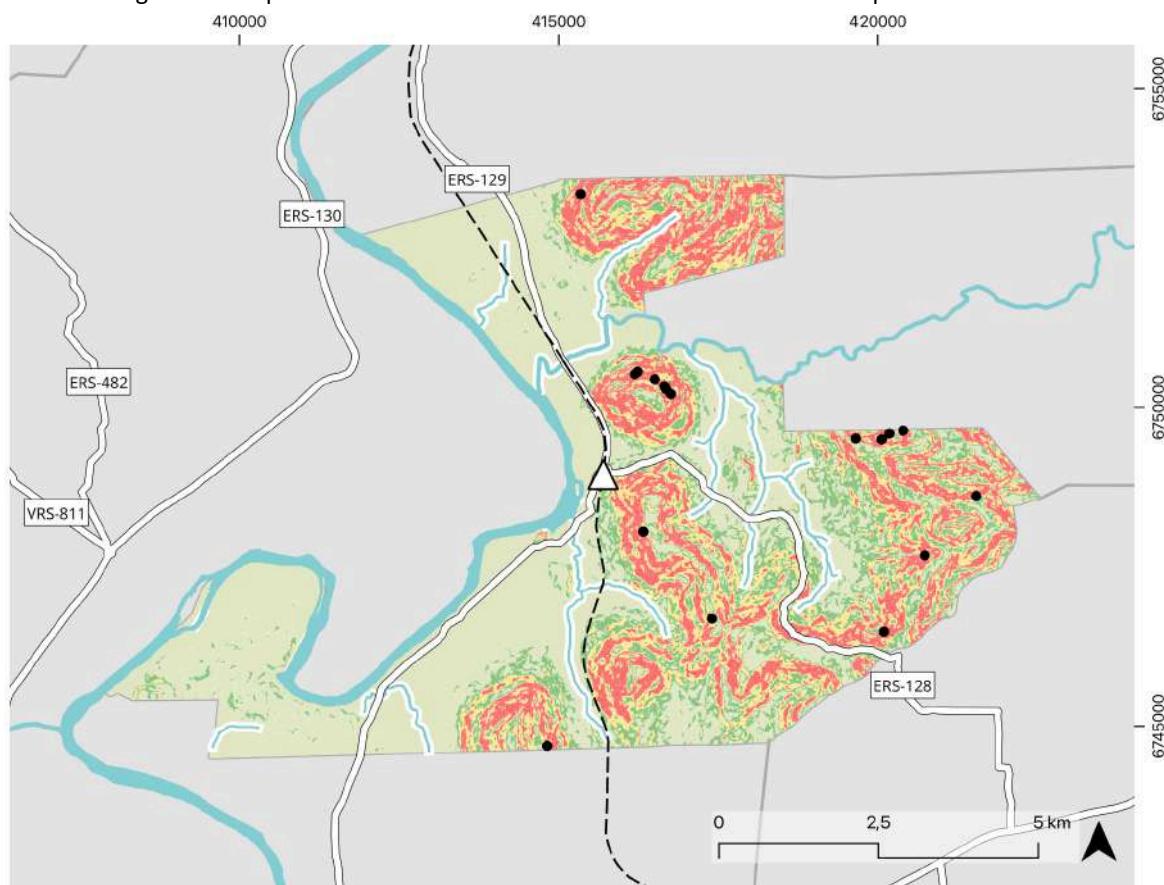
Tabela 7: Classes de suscetibilidade.

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: Elaborado por Equipe Planejamento Territorial Univates com base na metodologia descrita no presente relatório.

Somente em Colinas ocorreram 17 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 53). O mapa também pode ser visualizado em maior tamanho e resolução no Anexo 3.

Figura 53: Mapa de suscetibilidade a movimentos de massa no município de Colinas.



LEGENDA:

- Suscetibilidade a movimentos de massa
 - Alta Suscetibilidade
 - Média Suscetibilidade
 - Baixa Suscetibilidade
 - Sem Suscetibilidade

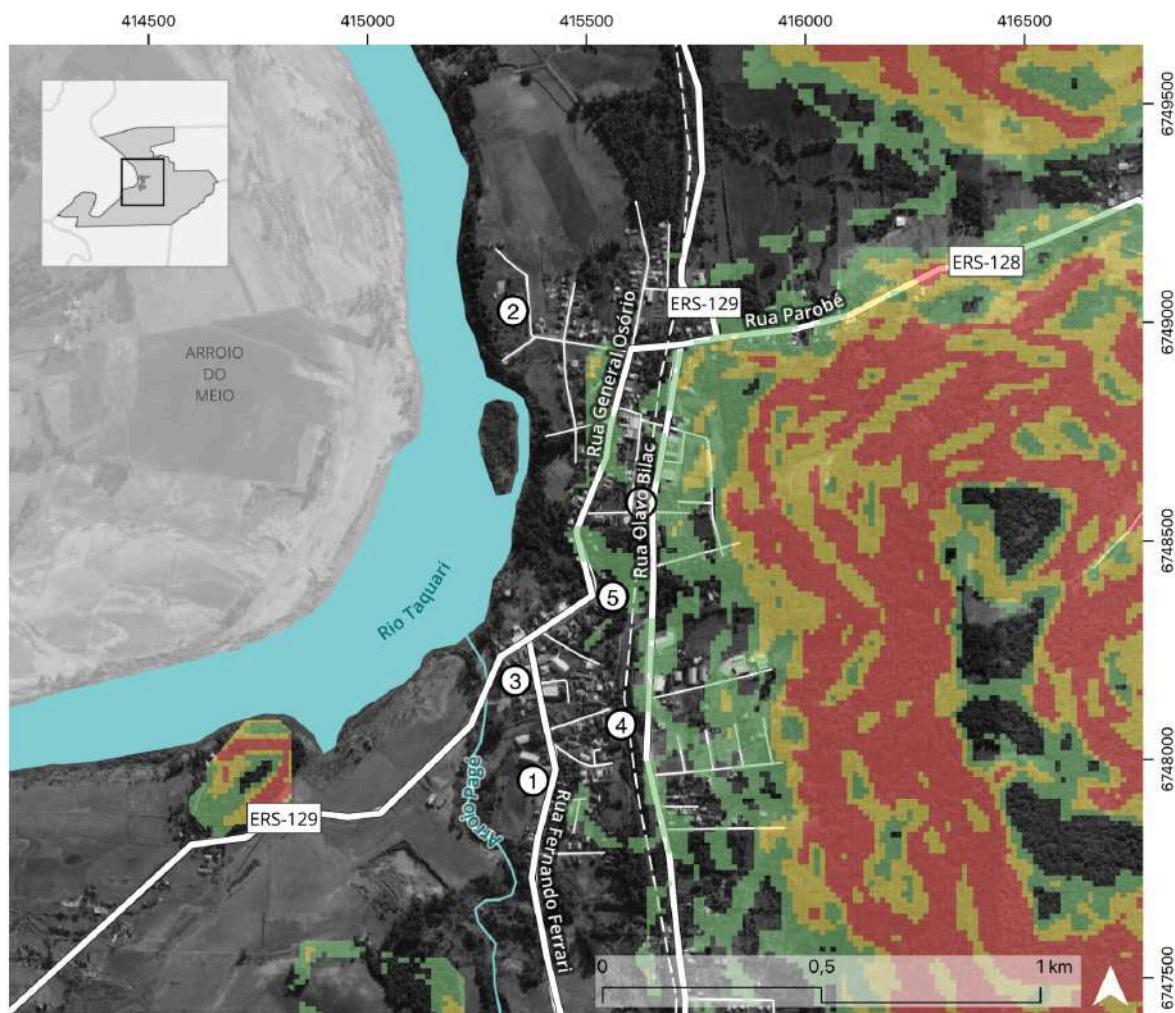
- Pontos de ruptura dos movimentos de massa (2024)
- Rodovias estaduais e federais
- Ferrovia
- Hidrografia

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

A partir do mapa apresentado, Figura 53, verifica-se que no município de Colinas grande parte do território ao leste, no sentido das localidades do interior, configura-se como de alta suscetibilidade (35 a 60%) a movimentos de massa devido a topografia característica do Município. As áreas de média suscetibilidade (de 25 a 35% e de 60 a 75%) e baixa suscetibilidade (entre 10 a 25% e >75%) a movimentos de massa estão intercaladas ao longo do território com as de alta suscetibilidade, com destaque para a região norte do território municipal, em direção a cidade de Roca Sales. Já as áreas sem suscetibilidade são aquelas com declividade entre 0 e 10% e estão localizadas, predominantemente, ao longo do Rio Taquari, no limite oeste do território municipal, bem como em direção à Linha Ano Bom. Cabe destacar que a suscetibilidade aos riscos de 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 54, que pode ser visualizada em maior dimensão e resolução no Anexo 4, é possível observar o mapa de suscetibilidade a movimentos de massa na sede urbana e em seu entorno imediato. É possível observar manchas de alta suscetibilidade na encosta do Morro Thomas e próximo à Rua Parobé, a qual faz a ligação com Imigrante e Teutônia. Além disso, a oeste e ao longo da margem do Rio Taquari existe um ponto de alto risco com topografia mais acentuada. Em ambos os locais se observam áreas de média e baixa suscetibilidade em suas imediações. As demais áreas não possuem suscetibilidade a movimentos de massa.

Figura 54: Mapa de suscetibilidade a movimentos de massa na sede urbana de Colinas.



LEGENDA:

Suscetibilidade a movimentos de massa

- Alta Suscetibilidade
- Média Suscetibilidade
- Baixa Suscetibilidade

Pontos de referência

- ① Centro Comunitário
- ② E.E.E.M. de Colinas
- ③ Entrada de Colinas
- ④ Estação Ferroviária
- ⑤ Praça dos Pássaros
- ⑥ Prefeitura Municipal

- Rodovias
- Ferrovia
- Vias
- Hidrografia

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

Já a figura 55 apresenta o mapa de suscetibilidade a movimentos de massa no núcleo urbano isolado da Linha Santo Antônio e seu entorno imediato. Percebem-se algumas zonas de média e de baixa suscetibilidade a movimentos de massa, devido à

classificação das declividade, entre 25% e 75%, além de algumas áreas com alta suscetibilidade, onde a topografia é maior, próximo à borda da curva do Rio Taquari.

Figura 55: Mapa de suscetibilidade a movimentos de massa na Linha Santo Antônio e entorno.



LEGENDA:

- Suscetibilidade a movimentos de massa
- Alta Suscetibilidade
- Baixa Suscetibilidade
- Média Suscetibilidade

- Hidrografia
- Rodovias federais e estaduais
- Vias municipais

Fonte: Elaborado por Equipe Planejamento Territorial Univates com base na metodologia descrita no presente relatório.

4. SÍNTSE

Para esta primeira etapa de entrega, foi desenvolvido um diagnóstico regulatório e físico do município de Colinas, 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 do município 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 do município 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 inundaçāo, tipo de solo e áreas de movimentos 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.

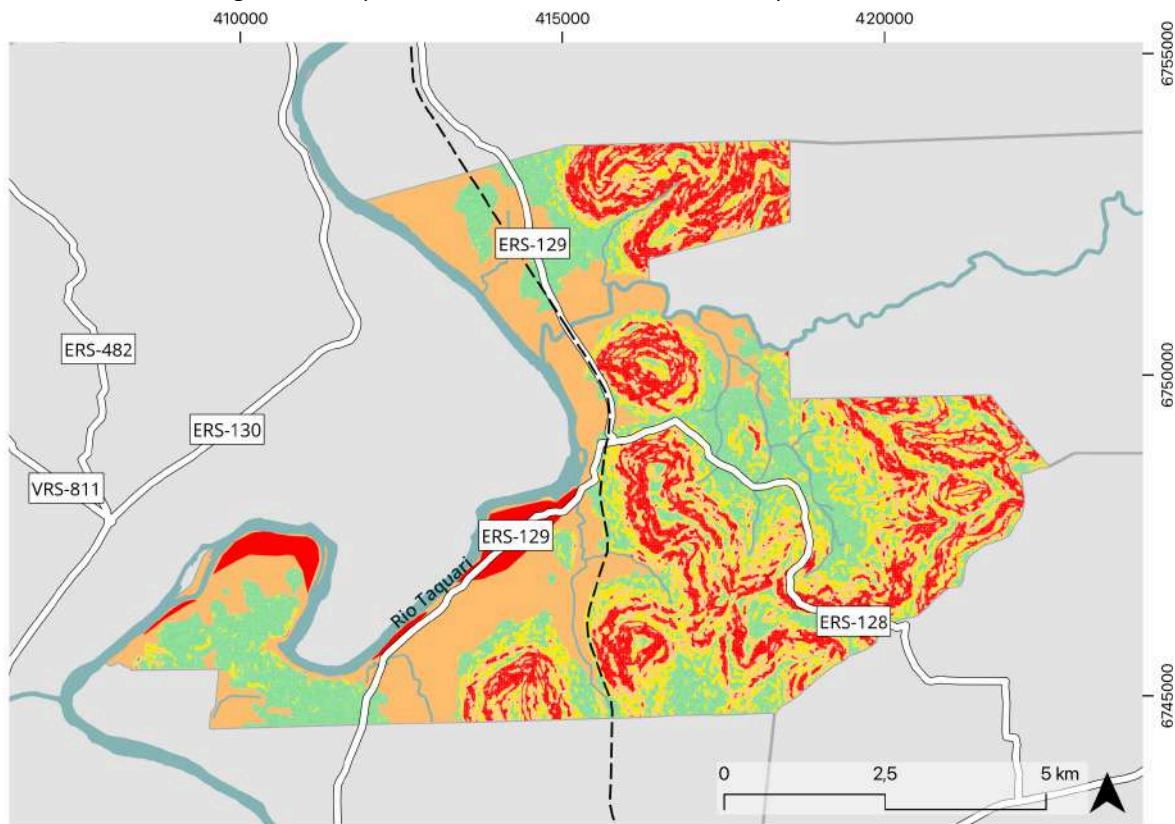
Os mapas das Figuras 56 e 57, que podem ser visualizados em maior tamanho e resolução respectivamente nos Anexos 5 e 6, apresentam as áreas zoneadas como zonas de risco, incluindo as áreas suscetíveis às inundações, zonas preliminares de arraste e movimentos de massa para o município de Colinas. As resultantes deste estudo consistem em um primeiro passo importante para a compreensão geral do ambiente, suscetibilidades e condições iniciais de zoneamento de riscos, 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 inundaçāo 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 inundações e nem a movimentos de massa.

Figura 56: Mapa do Zoneamento de Risco no município de Colinas.



LEGENDA:

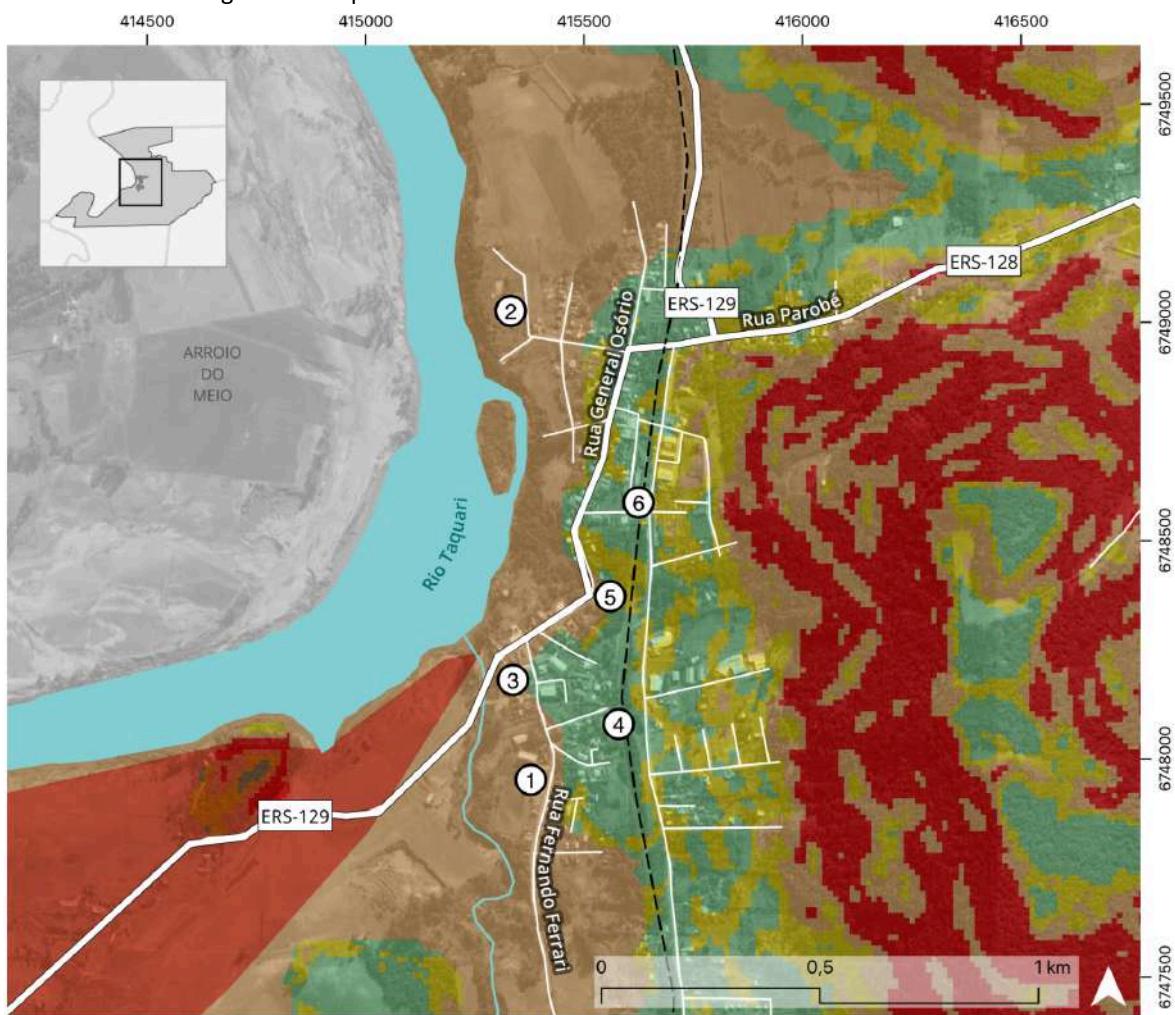
Classificação de zona de risco

- Alto Risco (zona de arraste e zona de alta suscetibilidade a movimentos de massa)
- Médio Risco (zona de inundações 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)
- Núcleos urbanos isolados
- Rodovias estaduais e federais
- Ferrovia
- Hidrografia

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

Figura 57: Mapa do Zoneamento de Risco na sede urbana de Colinas.



LEGENDA:

Classificação de zonas de risco	
■	Alto Risco
■	Médio Risco
■	Baixo Risco
■	Sem Risco

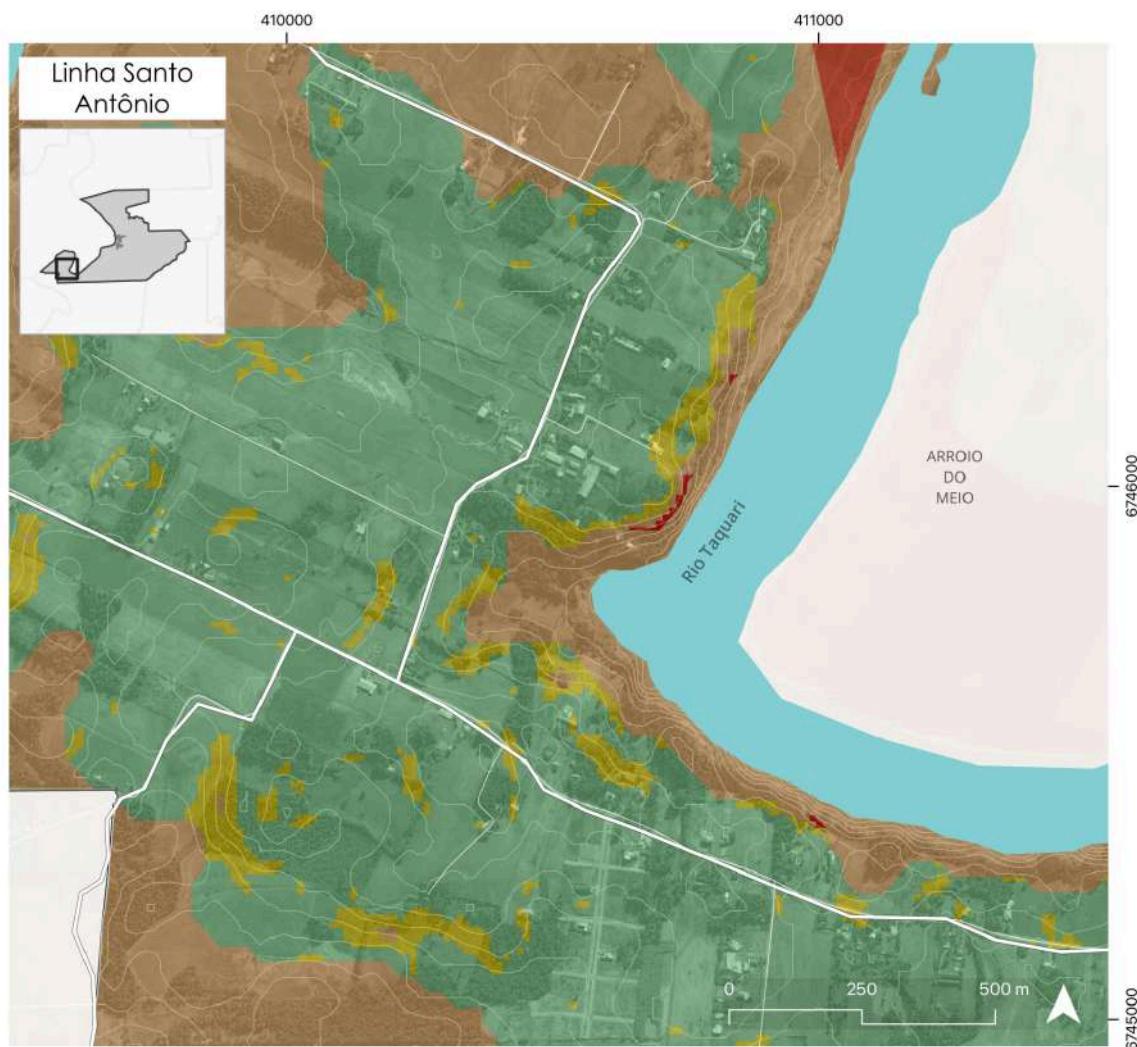
Pontos de referência

- ① Centro Comunitário
- ② E.E.E.M. de Colinas
- ③ Entrada de Colinas
- ④ Estação Ferroviária
- ⑤ Praça dos Pássaros
- ⑥ Prefeitura Municipal

—	Rodovias
—	Ferrovia
—	Vias
■	Hidrografia

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

Figura 58: Mapa do Zoneamento de Risco na Linha Santo Antônio.



LEGENDA:

Classificação de zonas de risco

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

Hidrografia

- Rodovias federais e estaduais
- Vias municipais

Fonte: Elaborado por 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 Colinas, bem como a sua representação em porcentagem.

Tabela 8: Área e porcentagem das categorias de zona de risco em Colinas.

Colinas		
Área de risco	Área (km²)	%
Alto Risco	11,55	19,02
Médio Risco	24,38	40,15
Baixo Risco	9,46	15,58
Sem Risco	15,34	25,26
Total	60,69	100

Fonte: Elaborado por 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 mitigadoras que devem ter como objetivo reduzir os danos e proteger as comunidades contra futuros eventos de inundações, enxurradas e movimentos de massa. 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 Colinas, torna-se indispensável estabelecer um conjunto de diretrizes que possam auxiliar na orientação da ocupação do território de forma prioritária pois, conforme apresentado, o desenvolvimento da área urbana da cidade se próximo às margens do Rio Taquari, uma vez que existe um limitador de topografia no sentido nordeste e sudeste, característica de ocupação que contribui para

que esta área seja diretamente afetada pelas recorrentes cheias. Ainda, a ocupação ao longo da Rua Parobé também é condicionada às características observadas nos morros adjacentes em ambos os lados da via.

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 Colinas. 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, destaca-se 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

AGÊNCIA BRASIL. **Água baixa e cidades começam a ser reconstruídas no Rio Grande do Sul, 19 maio 2024.** Disponível em: <<https://agenciabrasil.ebc.com.br/radioagencia-nacional/geral/audio/2024-05/agua-baixa-e-cidades-comecam-ser-reconstruidas-no-rio-grande-do-sul>>. Acesso em: 25 set 2024.

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 (2º 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.

AMORIM, Raul Reis; OLIVEIRA, Regina Célia de. **As Unidades de Paisagem como uma Categoria de Análise Geográfica: O exemplo do Município de São Vicente - SP.** Sociedade & Natureza, Uberlândia, 20 (2): 177-198, dez. 2008.

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.

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.

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.

COLINAS. Lei nº 1.797/17, de 21 de dezembro de 2017. Cria o perímetro urbano (ilha urbana) na localidade de Linha Santo Antônio e estabelece, nos termos do Estatuto das Cidades, do Código Tributário Nacional, e da lei Municipal 1.751/17, os parâmetros de parcelamento, uso e ocupação do solo e dá outras providências. Colinas, 2017. Disponível em <<https://novapetropolis.cespro.com.br/visualizarDiploma.php?cdMunicipio=7402&cdDiploma=20171797&NroLei=1.797>> Acesso em: 19 set. 2024.

COLINAS. Lei nº 1.751/17, de 4 de maio de 2017. Dispõe sobre o parcelamento do solo urbano e dá outras providências. Colinas, 2017. Disponível em: <https://leismunicipais.com.br/a/rs/c/colinas/lei-ordinaria/2017/176/1751/lei-ordinaria-n-1751-2017-dispoe-sobre-o-parcelamento-do-solo-urbano-e-da-outras-providencias>. Acesso em: 18 set. 2024.

COLINAS. Lei nº 605/02, de 11 de julho de 2002. Institui o plano de desenvolvimento físico urbano e dispõe sobre o uso e ocupação do solo urbano do município de Colinas (Lei de diretrizes urbanas) e dá outras providências. Colinas, 2002. Disponível em <https://leismunicipais.com.br/a/rs/c/colinas/lei-ordinaria/2002/61/605/lei-ordinaria-n-605-2002-institui-o-plano-de-desenvolvimento-fisico-urbano-e-dispoe-sobre-o-uso-e-a-ocupacao-do-solo-urbano-do-municipio-de-colinas-lei-de-diretrizes-urbanas-e-da-outras-providencias>. Acesso em: 18 set. 2024.

COLINAS. Lei nº 1680/16, de 03 de março de 2016. Aprova o plano municipal de saneamento básico (PMSB) de Colinas, e dá outras providências. Colinas, 2017. Disponível em <https://leismunicipais.com.br/a/rs/c/colinas/lei-ordinaria/2016/168/1680/lei-ordinaria-n-1680-2016-dispoe-sobre-o-plano-municipal-de-saneamento-basico-e-dá-outras-providencias>. Acesso em: 18 set. 2024.

6-aprova-o-plano-municipal-de-saneamento-basico-pmsb-de-colinas-e-da-outras-providencias.
Acesso em: 18 de set. 2024.

COLINAS. Lei nº 1308/11, de 16 de junho de 2011. Cria o fundo municipal de defesa civil FUNDEC e a coordenadoria municipal de defesa civil COMDEC do município de Colinas e dá outras providências. **Colinas, 2011.** Disponível em <https://leismunicipais.com.br/a/rs/c/colinas/lei-ordinaria/2011/131/1308/lei-ordinaria-n-1308-2011-cria-o-fundo-municipal-de-defesa-civil-fundec-e-a-coordenadoria-municipal-de-defesa-civil-comdec-do-municipio-de-colinas-e-da-outras-providencias>. Acesso em: 18 set. 2024.

COLINAS. Lei nº 1605/23, de 07 de junho de 2023. Cria a comissão municipal de mudanças climáticas, em conformidade com a instrução normativa SEMA nº 04/2023, e dá outras providências. **Colinas, 2023.** Disponível em <https://www.colinas.rs.gov.br/images/uploads/2023/06/DECRETO%20N%C2%BA%201605-03-2023%20-%20CRIA%20A%20COMISS%C3%83O%20MUNICIPAL%20SOBRE%20MUDAN%C3%87AS%20CLIM%C3%81TICAS.pdf>. Acesso em: 18 set. 2024.

COLINAS. Lei nº 555/01, de 26 de dezembro de 2001. Dispõe sobre o plano ambiental do município de Colinas e dá outras providências. **Colinas, 2001.** Disponível em <https://leismunicipais.com.br/a1/rs/c/colinas/lei-ordinaria/2001/56/555/lei-ordinaria-n-555-2001-dispoe-sobre-o-plano-ambiental-do-municipio-de-colinas-e-da-outras-providencias?q=plano+ambiental>. Acesso em: 18 set. 2024.

COLINAS. Decreto nº 1634/23, de 26 de setembro de 2023. Dispõe sobre a análise e aprovação de projetos de obras e construções de qualquer natureza no território do Município de Colinas, e dá outras providências. **Colinas, 2023.** Disponível em <https://www.colinasrs.com.br/images/uploads/2023/09/DECRETO%20N%C2%BA%201634-03-2023%20-%20AN%C3%81LISE%20E%20APROVA%C3%87%C3%83O%20PROJETOS%20ABAIXO%20COTA%2040%20-%20ENCHENTE.pdf>. Acesso em: 26 set. 2024.

COLINAS. Decreto nº 1706/24 de 17 de maio de 2024. Dispõe sobre a análise e aprovação de projetos de obras e construções de qualquer natureza no território do Município de Colinas, e dá outras providências. **Colinas, 2024.** Disponível em <https://www.colinasrs.com.br/images/uploads/2024/05/DECRETO%20N%C2%BA%201706-04-2024%20-%2020Suspens%C3%A3o%20aprova%C3%A7%C3%A3o%20projetos%20calamidade%20p%C3%BAblica%20maio%202024.pdf>. Acesso em: 26 set. 2024.

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

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.

DATA SEBRAE. **Perfil das cidades gaúchas 2019.** Colinas. Disponível em: <https://datasebrae.com.br/municipios/rs/Perfil_Cidades_Gauchas-Colinas.pdf>. Acesso em: 07 ago. de 2024.

ECKHARDT, R. R. Geração de modelo cartográfico aplicado ao mapeamento das áreas sujeitas às inundações urbanas na cidade de Lajeado/RS. **Dissertação de Mestrado.** Porto Alegre: UFRGS,

2008. 117 p. Disponível em: <<http://www.lume.ufrgs.br/handle/10183/13755>>. Acesso: 25 set 2024.

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.

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=Recursos%20h%C3%ADdricos%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.

EMBRAPA - EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Sistema Brasileiro de Classificação de solos. Brasília, DF: EMBRAPA, 2018. Disponível em: <https://www.agroapi.cnptia.embrapa.br/portal/assets/docs/SiBCS-2018-ISBN-9788570358004.pdf>. Acesso em: 15 ago. 2024.

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

FEPM-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, 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.** 1^a Ed. Encantado: Grafen, 1991.

FIEGENBAUM, Jones et al. Pesquisas Arqueológicas do Vale do Taquari-RS/Brasil. **VII INIC-Encontro de Iniciação Científica e III EPG-Encontro de Pós-Graduação.** Universidade do Vale do Paraíba/SP. De, v. 15, 2000.

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

GALDINO, S.; VICTORIA, D. C. **Hidrologia - Capítulo 8.** UFRJ. Disponível em: <http://www.ufrj.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 CIDADES - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Censo demográfico 2020, Colinas.** Censo demográfico da cidade de Colinas, 2020. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/rs/colinas/panorama>>. Acesso em: 07 de ago. 2024.

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. **Censo demográfico 2022.** Rio de Janeiro: IBGE, 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.

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. **Favelas e Comunidades Urbanas: IBGE muda denominação dos aglomerados subnormais**. Rio de Janeiro: IBGE, 2024. 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.

INFOSANBAS. **Colinas RS**. Disponível em: <https://infosanbas.org.br/municipio/colinas-rs/>, Acesso em: 23 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 Agronômica, 5, 161–179. 2009. Disponível em: <https://www.journals.ufrpe.br/index.php/apca/article/view/178>. Acesso em: 16 ago. 2018.

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://kuppenbrasil.github.io/>. Acesso em: 06 set. 2024.

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, Sandro Nunes 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, 17 nov. 2007. Revista Brasileira de Geomorfologia. <http://dx.doi.org/10.20502/rbg.v8i1.88>. Disponível em: <https://rbgeomorfologia.org.br/rbg/article/view/88/81>. Acesso em: 15 ago 2024.

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.

PERINI, Álvaro B. MARCUZZO, Francisco F. N. Mapeamento de suscetibilidade de inundação no município de Colinas/RS utilizando o modelo digital de elevação topodata. **ANAC – Engenharia Cartográfica – Brasília/DF; 2CPRM/SGB – Serviço Geológico do Brasil – Porto Alegre/RS**, 2018. Disponível em: <<https://rigeo.sgb.gov.br/handle/doc/20446>>. Acesso em: 25 set 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 DE COLINAS, 2024a. **História.** Colinas. Disponível em: <<https://www.colinasrs.com.br/index.php/o-municipio/historia>>. Acesso em: 06 ago 2024.

PREFEITURA DE COLINAS, 2024b. **História.** Colinas. Disponível em: <<https://www.colinasrs.com.br/index.php/o-municipio/historia>>. Acesso em: 06 ago 2024.

PREFEITURA DE COLINAS, 2022. **Decreto 1248/2022.** Colinas. Disponível em: <<https://www.colinasrs.com.br/images/uploads/2022/02/DECRETO%20N%C2%BA%201498-02-2022%20-%20CICLOVIA%20-%20INTERESSE%20P%C3%9ABLICO%20E%20SOCIAL.pdf>>. Acesso em: 14 ago. 2024.

PREFEITURA DE COLINAS, 2024a. **Turismo.** Colinas. Disponível em <<https://www.colinasrs.com.br/index.php/turismo>>. Acesso em: 14 ago. 2024.

PREFEITURA DE COLINAS, 2024b. **Turismo.** Colinas. Disponível em <<https://www.colinasrs.com.br/index.php/turismo>>. Acesso em: 14 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: Áreas de Risco: ocupações em planícies de inundações. Ministério Público do Estado do Rio Grande do Sul, Centro de Apoio da Ordem Urbanística e Questões Fundiárias. Porto Alegre, 2024a. Disponível em: https://www.mprs.mp.br/media/areas/urbanistico/arquivos/cartilha_areas_risco.pdf. Acesso em: 01 ago. 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, 2024b. 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.

ROSS, J. L. S. O registro cartográfico dos fatos geomórficos e a questão da taxonomia do relevo. Revista do Departamento de Geografia da USP. São Paulo: n. 6. 1992. 17-29p.

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.

SCHNEIDER, M. Edificações atingidas de Colinas. GRUPO A HORA, 29 maio 2024. Disponível em: <<https://grupoahora.net.br/conteudos/2024/05/29/vamos-reerguer-o-vale-e-o-rs-diz-sandro-hermann/>>. Acesso em 12 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.cepel.ufsc.br/wp-content/uploads/2012/01/Capacitação-Básica-em-Defesa-Civil-livro-texto.pdf>. Acesso em 01 de agosto de 2024.

URBAN 95, 2024. **Colinas.** Disponível em <<https://urban95.org.br/cidade/colinas-rs/>>. Acesso em: 14 ago. 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.

WIGGERRS, M. M. **Zoneamento das áreas de risco a movimentos de massa no perímetro urbano do município de Caxias do Sul (RS).** Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Programa de Pós-Graduação em Geografia. Porto Alegre: IGEO/UFRGS, 2013.

WREGE, 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 - Suscetibilidade à Inundação e Zonas Preliminares de Arraste no Município de Colinas.

Anexo 2 - Suscetibilidade à Inundação e Zonas Preliminares de Arraste na sede urbana de Colinas.

Anexo 3 - Suscetibilidade a Movimentos de Massa no Município de Colinas.

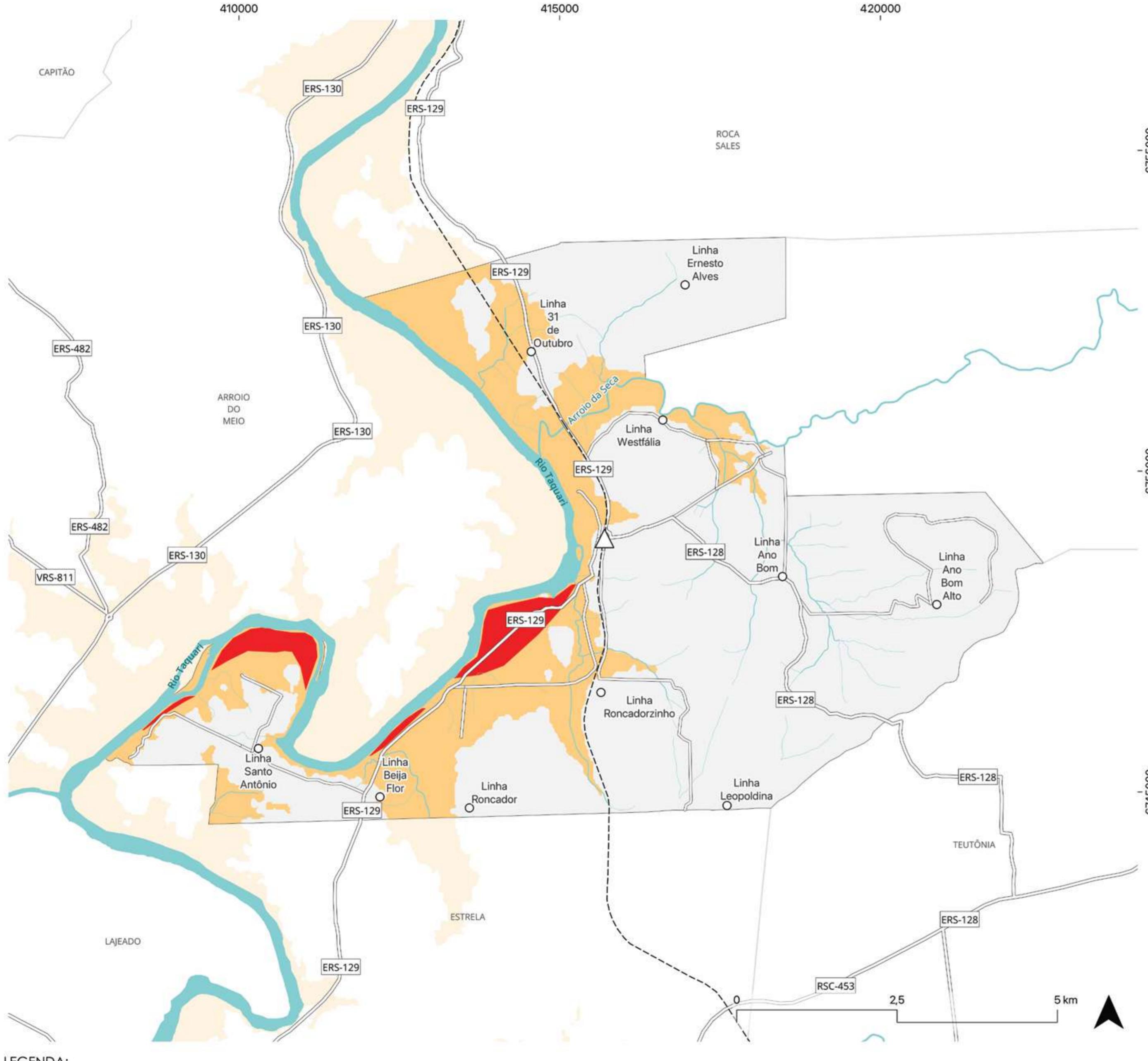
Anexo 4 - Suscetibilidade a Movimentos de Massa na sede urbana de Colinas.

Anexo 5 - Zoneamento das Áreas de Risco no Município de Colinas.

Anexo 6 - Zoneamento das Áreas de Risco na sede urbana de Colinas.

PLANOS DIRETORES: RECONSTRUÇÃO DO VALE DO TAQUARI





LEGENDA:

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

Datum: SIRGAS 2000
Projeção: UTM Fuso 22 Sul

RELATÓRIO DE ZONEAMENTO DAS ÁREAS DE RISCO
COLINAS - RS

ANEXO 1

SUSCETIBILIDADE À INUNDAÇÃO E ZONAS PRELIMINARES DE ARRASTE NO MUNICÍPIO

ESCALA GRÁFICA
EQUIPE TÉCNICA UNIVATES
JANEIRO/2025



UNIVATES



**GOVERNO DO ESTADO
RIO GRANDE DO SUL**
Plano Rio Grande
Tudo é possível

SECRETARIA DE
DESENVOLVIMENTO URBANO
E METROPOLITANO



LEGENDA:

- Zonas preliminares de arraste
- Suscetibilidade à inundaçāo
- Hidrografia
- Rodovias federais e estaduais
- Ferrovia
- Vias
- Pontos de referência
- ① Centro Comunitário
- ② E.E.M. de Colinas
- ③ Entrada de Colinas
- ④ Estação Ferroviária
- ⑤ Praça dos Pássaros
- ⑥ Prefeitura Municipal

Datum: SIRGAS 2000
Projeção: UTM Fuso 22 Sul

RELATÓRIO DE ZONEAMENTO DAS ÁREAS DE RISCO
COLINAS - RS

ANEXO 2

SUSCETIBILIDADE À INUNDAÇÃO E ZONAS PRELIMINARES DE ARRASTE NA SEDE URBANA

ESCALA GRÁFICA
EQUIPE TÉCNICA UNIVATES
JANEIRO/2025

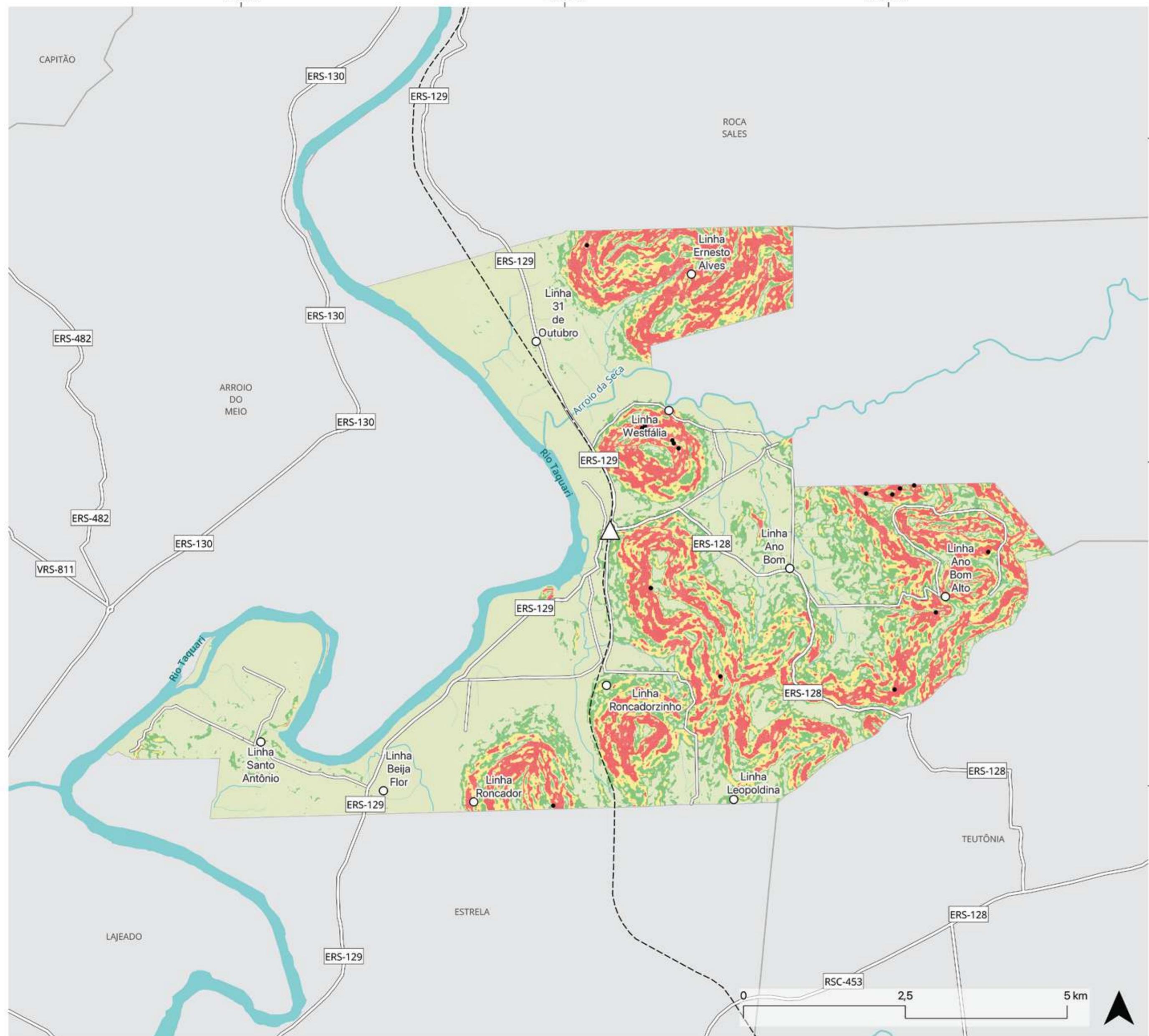


UNIVATES



**GOVERNO DO ESTADO
RIO GRANDE DO SUL**
PLANO RIO GRANDE
Tudo é possível

SECRETARIA DE
DESENVOLVIMENTO URBANO
E METROPOLITANO



LEGENDA:

Suscetibilidade a movimentos de massa

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

- Pontos de ruptura dos movimentos de massa (2024)

△ Sede municipal

- Núcleos urbanos isolados
- Hidrografia

— Rodovias estaduais e federais

— Rodovias municipais

— Ferrovia

Datum: SIRGAS 2000

Projeção: UTM Fuso 22 Sul

RELATÓRIO DE ZONEAMENTO DAS ÁREAS DE RISCO
COLINAS - RS

ANEXO 3

SUSCETIBILIDADE A MOVIMENTOS DE MASSA NO MUNICÍPIO

ESCALA GRÁFICA
EQUIPE TÉCNICA UNIVATES
JANEIRO/2025



UNIVATES



**GOVERNO DO ESTADO
RIO GRANDE DO SUL**
Plano Rio Grande
Tudo é possível

SECRETARIA DE
DESENVOLVIMENTO URBANO
E METROPOLITANO



LEGENDA:

Susceptibilidade a movimentos de massa

Alta Susceptibilidade

Média Susceptibilidade

Baixa Susceptibilidade

• Pontos de ruptura dos movimentos de massa (2024)

Pontos de referência

① Centro Comunitário

② E.E.M. de Colinas

③ Entrada de Colinas

④ Estação Ferroviária

⑤ Praça dos Pássaros

⑥ Prefeitura Municipal

Hidrografia

Rodovias federais e estaduais

Ferrovia

Vias

Datum: SIRGAS 2000

Projeção: UTM Fuso 22 Sul

RELATÓRIO DE ZONEAMENTO DAS ÁREAS DE RISCO

COLINAS - RS

ANEXO 4

SUSCETIBILIDADE A MOVIMENTOS DE MASSA NA SEDE URBANA

ESCALA GRÁFICA

EQUIPE TÉCNICA UNIVATES

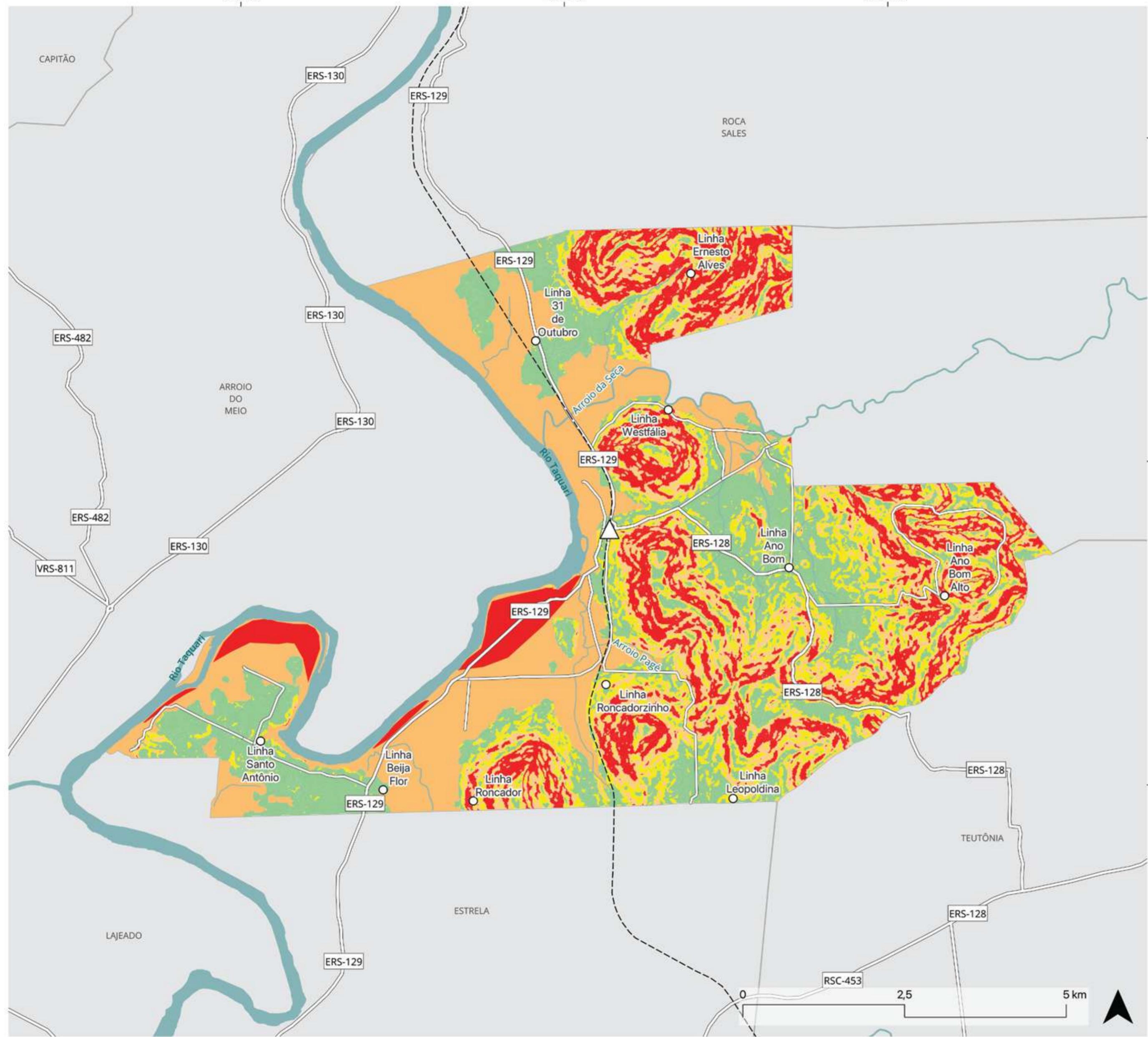
JANEIRO/2025



UNIVATES



**GOVERNO DO ESTADO
RIO GRANDE DO SUL**
Plano Rio Grande
Trabalho para todos os Rio-Grandenses



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

Datum: SIRGAS 2000
Projeção: UTM Fuso 22 Sul

RELATÓRIO DE ZONEAMENTO DAS ÁREAS DE RISCO
COLINAS - RS

ANEXO 5

ZONEAMENTO DAS ÁREAS DE RISCO NO MUNICÍPIO

ESCALA GRÁFICA
EQUIPE TÉCNICA UNIVATES
JANEIRO/2025

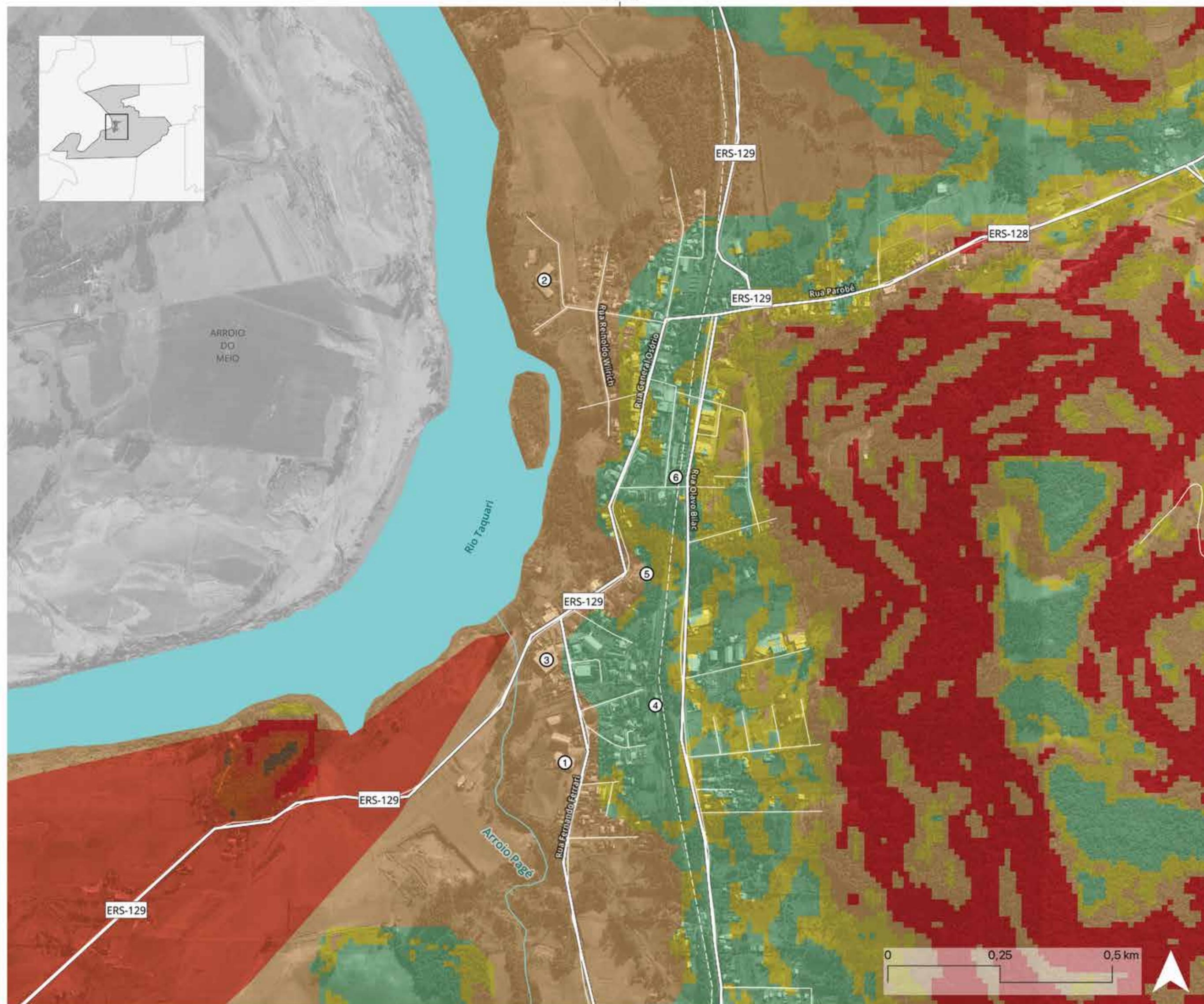


UNIVATES



**GOVERNO DO ESTADO
RIO GRANDE DO SUL**
Plano Rio Grande
Tudo de vez por volta deles

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 Centro Comunitário
 - ② E.E.M. de Colinas
 - ③ Entrada de Colinas
 - ④ Estação Ferroviária
 - ⑤ Praça dos Pássaros
 - ⑥ Prefeitura Municipal

- Rodovias federais e estaduais
- Rodovias federais e estaduais
 - Ferrovia
 - Vias
 - Hidrografia

Datum: SIRGAS 2000
Projeção: UTM Fuso 22 Sul

RELATÓRIO DE ZONEAMENTO DAS ÁREAS DE RISCO
COLINAS- RS

ANEXO 6

ZONEAMENTO DAS ÁREAS DE RISCO NA SEDE URBANA

ESCALA GRÁFICA
EQUIPE TÉCNICA UNIVATES
JANEIRO/2025



UNIVATES



**GOVERNO DO ESTADO
RIO GRANDE DO SUL**
Plano Rio Grande
Tudo de vez por volta daqui
SECRETARIA DE
DESENVOLVIMENTO URBANO
E METROPOLITANO